

700 questões de vestibular

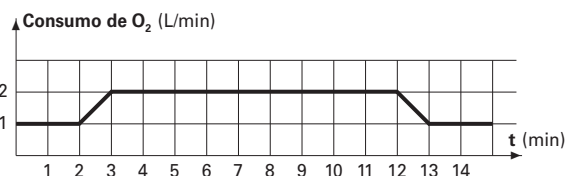
Grandezas e Cinemática

- (UFPI) A nossa galáxia, a Via Láctea, contém cerca de 400 bilhões de estrelas. Suponha que 0,05% dessas estrelas possuam um sistema planetário onde exista um planeta semelhante à Terra. O número de planetas semelhantes à Terra, na Via Láctea, é:
a) $2 \cdot 10^4$. b) $2 \cdot 10^6$. c) $2 \cdot 10^8$. d) $2 \cdot 10^{11}$. e) $2 \cdot 10^{12}$.
- (Unifor-CE) Certo fabricante de tinta garante cobertura de 16 m^2 de área por galão de seu produto. Sendo 1 galão = 3,6 L, o volume de tinta necessário para cobrir um muro de 2,0 m de altura e extensão 140 m é, em litros:
a) 6,0. b) 10. c) 18. d) 25. e) 63.
- (Unifor-CE) Um livro de física tem 800 páginas e 4,0 cm de espessura. A espessura de uma folha do livro vale, em milímetros:
a) 0,025. b) 0,050. c) 0,10. d) 0,15. e) 0,20.
- (UFPI) Ao percorrer o rio Parnaíba, de seu delta até suas nascentes, você estará subindo, em média, 60 cm a cada quilômetro percorrido. Expresse a relação entre essas duas quantidades sob a forma de um número que não tenha unidades.
a) $6 \cdot 10^5$ b) $6 \cdot 10^3$ c) 6 d) $6 \cdot 10^{-2}$ e) $6 \cdot 10^{-4}$
- (Mack-SP) No estudo de um fenômeno da natureza foram envolvidas as grandezas **A**, **B**, **C** e **D**, diferentes entre si. A relação entre essas grandezas é $A = BC^2D^{-2}$. Se **B** tem dimensão de massa, **C** tem dimensão de comprimento e **D**, dimensão de tempo, a unidade de medida de **A**, no sistema internacional, pode ser:
a) m/s. b) m/s^2 . c) N · s. d) N. e) J.
- (FGV-SP) A dimensão da potência em função das grandezas fundamentais, massa (**M**), comprimento (**L**) e tempo (**T**) é:
a) $(\text{ML}^2\text{T}^{-2})$. c) (ML^2T^2) . e) (MLT^{-2}) .
b) $(\text{ML}^2\text{T}^{-1})$. d) $(\text{ML}^2\text{T}^{-3})$.
- (Uenf-RJ) A tabela abaixo mostra as dimensões e as unidades, no sistema internacional, das grandezas mecânicas primárias:

Grandezas primárias	Dimensões	Unidades SI
Comprimento	L	m (metro)
Massa	M	kg (quilograma)
Tempo	T	s (segundo)

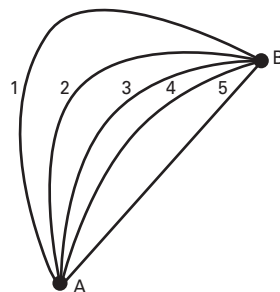
- Sabendo que força = massa · aceleração, expresse a unidade de força nas unidades das grandezas primárias.
- Determine os valores de **n** e **p**, se a expressão $\text{ML}^n\text{T}^{-n-p}$ corresponde à dimensão de energia cinética.
- (UEPB) Um professor de física, verificando em sala de aula que todos os seus alunos encontram-se sentados, passou a fazer algumas afirmações para que eles refletissem e recordassem alguns conceitos sobre movimento. Das afirmações seguintes formuladas pelo professor, a única correta é:

- Pedro (aluno da sala) está em repouso em relação aos demais colegas, mas todos nós estamos em movimento em relação à Terra.
 - Mesmo para mim (professor), que não paro de andar, seria possível achar um referencial em relação ao qual eu estivesse em repouso.
 - A velocidade dos alunos que eu consigo observar agora, sentados em seus lugares, é nula para qualquer observador humano.
 - Como não há repouso absoluto, nenhum de nós está em repouso, em relação a nenhum referencial.
 - O Sol está em repouso em relação a qualquer referencial.
9. (Fuvest-SP) Em uma caminhada, um jovem consome 1 L de O_2 por minuto, quantidade exigida por reações que fornecem a seu organismo 20 kJ/min (ou 5 "calorias dietéticas"/minuto). Em dado momento, o jovem passa a correr, voltando depois a caminhar. O gráfico representa seu consumo de oxigênio em função do tempo:



Por ter corrido, o jovem utilizou uma quantidade de energia a mais do que se tivesse apenas caminhado durante todo o tempo, aproximadamente, de:

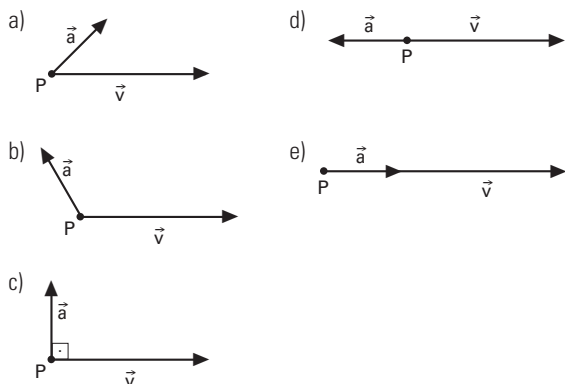
- 10 kJ. b) 21 kJ. c) 200 kJ. d) 420 kJ. e) 480 kJ.
10. (UFPI) Na figura abaixo, **A** e **B** são cidades, situadas numa planície e ligadas por cinco diferentes caminhos, numerados de 1 a 5.



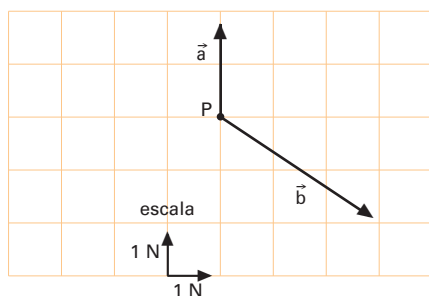
Cinco atletas corredores, também numerados de 1 a 5, partem de **A** para **B**, cada um seguindo o caminho correspondente a seu próprio número. Todos os atletas completam o percurso em um mesmo tempo. Assinale a opção correta:

- Todos os atletas foram, em média, igualmente rápidos.
- O atleta de número 5 foi o mais rápido.
- O vetor velocidade média foi o mesmo para todos os atletas.
- O módulo do vetor velocidade média variou, em ordem decrescente, entre o atleta 1 e o atleta 5.
- O módulo do vetor velocidade média variou, em ordem crescente, entre o atleta 1 e o atleta 5.

11. (Ufscar-SP) Nos esquemas estão representadas a velocidade $\vec{v}$ e a aceleração $\vec{a}$ do ponto material P. Assinale a alternativa em que o módulo da velocidade desse ponto material permanece constante:



12. (Vunesp) A figura mostra, em escala, duas forças $\vec{a}$ e $\vec{b}$, atuando num ponto material P:



Reproduza a figura, juntamente com o quadriculado, em seu caderno.

- a) Represente na figura reproduzida a força $\vec{R}$, resultante das forças $\vec{a}$ e $\vec{b}$, e determine o valor de seu módulo em newtons.
b) Represente, também, na mesma figura, o vetor $\vec{c}$, de tal modo que $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{0}$.

13. (UFRRJ) "Maurice Greene, o homem mais rápido do planeta."

EX-VENDEDOR DE HAMBÚRGUER BATE O RECORDE MUNDIAL DOS 100 METROS EM ATENAS

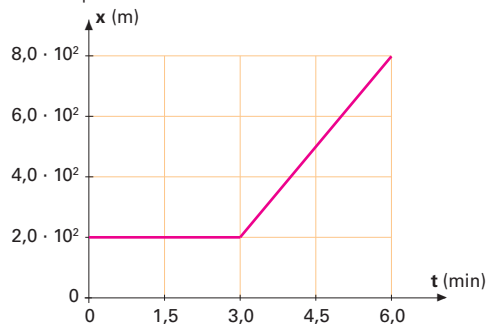
Não faz muito tempo, Maurice Greene era um dos muitos adolescentes americanos que reforçavam o orçamento familiar vendendo hambúrgueres em Kansas City, sua cidade. Mas ele já corria desde os 8 anos e não demorou a descobrir sua verdadeira vocação. Trocou a lanchonete pela pista de atletismo e ontem tornou-se o homem mais rápido do planeta ao vencer os 100 m do *meeting* de Atenas, na Grécia, estabelecendo um novo recorde mundial para a prova. Greene, de 24 anos, correu a distância em 9s 79, superando em cinco centésimos de segundo a marca anterior (9s 84), que pertencia ao canadense Dono Van Bailey desde a final olímpica de Atlanta, em julho de 1996. Jamais um recordista conseguira tal diferença desde a adoção da cronometragem eletrônica, em 1978.

O Globo, 17 de junho de 1999.

Com base no texto acima, pode-se afirmar que a velocidade média do homem mais rápido do planeta é de aproximadamente:

- a) 10,21 m/s. c) 10,62 m/s. e) 10,96 m/s.
b) 10,58 m/s. d) 10,40 m/s.

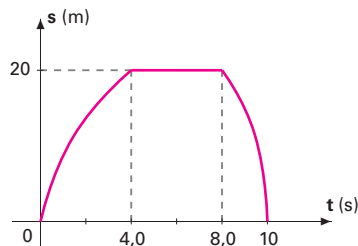
14. (UFPE) O gráfico abaixo representa a posição de uma partícula em função do tempo.



Qual a velocidade média da partícula, em m/s, entre os instantes $t = 2,0\text{min}$ e $t = 6,0\text{min}$?

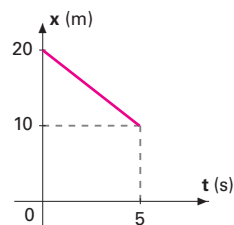
- a) 1,5 b) 2,5 c) 3,5 d) 4,5 e) 5,5

15. (Unifor-CE) Sendo fornecido o gráfico das posições em função do tempo para certo movimento, a velocidade escalar média entre 0 e 8,0s vale, em m/s:



- a) 0,25. b) 0,50. c) 1,0. d) 2,0. e) 2,5.

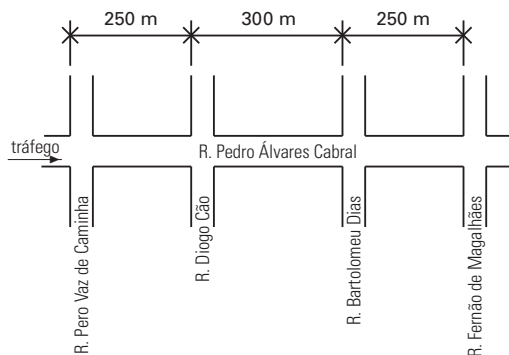
16. (Unifor-CE) Um móvel se desloca, em movimento uniforme, sobre o eixo x durante o intervalo de tempo de $t_0 = 0$ a $t = 30$ s. O gráfico representa a posição x , em função do tempo t , para o intervalo de $t = 0$ a $t = 5,0$ s:



O instante em que a posição do móvel é -30 m, em segundos, é:

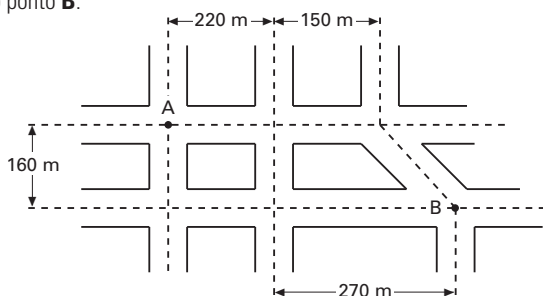
- a) 10. b) 15. c) 20. d) 25. e) 30.

17. (UFJF-MG) A avenida Pedro Álvares Cabral, localizada numa grande cidade, é plana e retilínea. Num trecho, a avenida é cortada por ruas transversais, conforme mostra a figura abaixo:



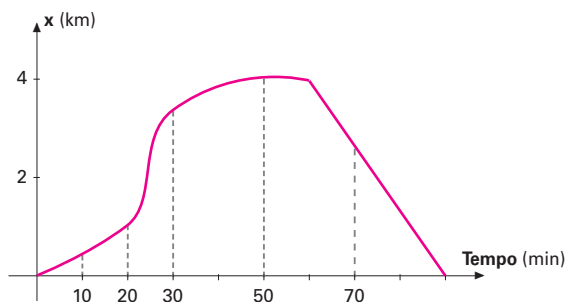
Para permitir a travessia segura de pedestres, os sinais de trânsito existentes nos cruzamentos devem ser fechados, simultaneamente, a cada 1,5min. Um carro, trafegando pela avenida com velocidade constante, chega ao cruzamento com a Rua Pero Vaz de Caminha 10s depois que o sinal abriu. Qual deve ser o módulo dessa velocidade, em km/h, para que ele possa percorrer todo o trecho da avenida indicado na figura, desde a Rua Pero Vaz de Caminha até a Rua Fernão de Magalhães, encontrando todos os sinais abertos?

18. (Mack-SP) A figura abaixo ilustra trechos de algumas alamedas de uma região plana da cidade. Uma pessoa, que caminha com velocidade escalar constante de 3,6 km/h, necessita ir do ponto **A** ao ponto **B**.



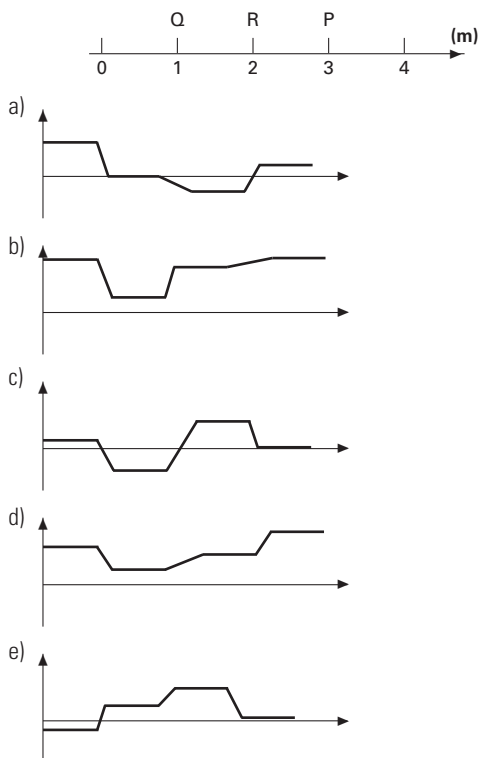
O menor intervalo de tempo possível para esse deslocamento, ao longo das linhas pontilhadas, é de:

- a) 9,30min. c) 10,30min. e) 10,67min.
b) 9,50min. d) 10,50min.
19. (UFPE) Um projetor de filmes gira com uma velocidade de 20 quadros por segundo. Cada quadro mede 1,0 cm de comprimento. Despreze a separação entre os quadros. Qual o tempo de projeção, em minutos, de um filme cuja fita tem um comprimento total de 18 m?
- a) 1,5 b) 3,0 c) 4,5 d) 6,0 e) 7,5
20. (UFPI) Uma pessoa sai de casa a caminhar, em linha reta, afasta-se 4 km, de onde retorna, chegando em casa 90min após a partida. A figura abaixo mostra como sua posição em relação a casa variou com o tempo, durante a caminhada. Observe a figura e marque a alternativa correta sobre a velocidade dessa pessoa.



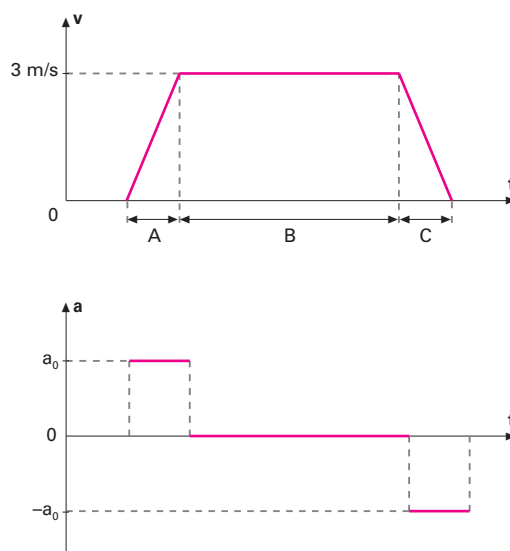
- a) Foi nula nos tempos $t = 10\text{min}$, 30min e 70min .
b) Foi crescente nos tempos $t = 20\text{min}$, 30min e 50min .
c) Foi decrescente nos tempos $t = 50\text{min}$ e 70min .
d) Foi crescente no tempo $t = 20\text{min}$.
e) Foi constante entre os tempos $t = 10\text{min}$ e $t = 30\text{min}$.
21. (PUC-RJ) Uma pessoa, inicialmente no ponto **P**, no desenho a seguir, fica parada por algum tempo e então se move ao longo do eixo para o ponto **Q**, onde fica por um momento. Ela então corre rapidamente para **R**, onde fica por um momento e depois volta

lentamente para o ponto **P**. Qual dos gráficos abaixo melhor representa a posição da pessoa em função do tempo?



O enunciado a seguir é para as questões 22 e 23.

Os gráficos de velocidade (**v**) e aceleração (**a**) contra o tempo (**t**) representam o movimento "ideal" de um elevador que parte do repouso, sobe e para.

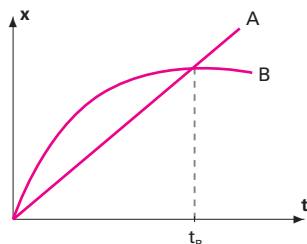


22. (UFRGS-RS) Sabendo que os intervalos de tempo **A** e **C** são ambos de 1,5s, qual é o módulo a_0 da aceleração com que o elevador se move durante esses intervalos?
- a) 3,00 m/s² c) 1,50 m/s² e) 0,50 m/s²
b) 2,00 m/s² d) 0,75 m/s²

23. (UFRGS-RS) Sabendo que os intervalos de tempo **A** e **C** são ambos de 1,5s e que o intervalo **B** é de 6s, qual a distância total percorrida pelo elevador?

- a) 13,50 m c) 20,25 m e) 27,00 m
b) 18,00 m d) 22,50 m

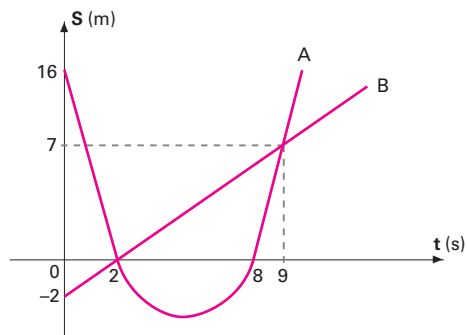
24. (PUC-RJ) O gráfico abaixo mostra a posição, em função do tempo, de dois trens que viajam no mesmo sentido em trilhos paralelos:



Assinale a afirmativa correta.

- a) Na origem do gráfico, ambos os trens estavam parados.
b) Os trens aceleraram o tempo todo.
c) No instante t_B , ambos os trens têm a mesma velocidade.
d) Ambos os trens têm a mesma aceleração em algum instante anterior a t_B .
e) Ambos os trens têm a mesma velocidade em algum instante anterior a t_B .

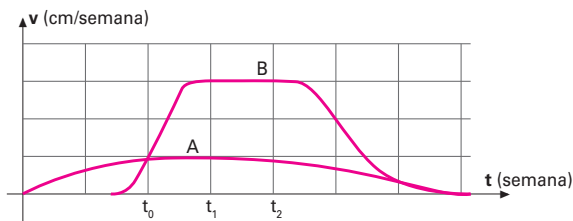
25. (UFRRJ) O gráfico abaixo representa os movimentos de dois móveis **A** e **B**:



Observando o gráfico, pode-se afirmar que:

- a) em $t = 2s$ e $t = 9s$ a velocidade do móvel **A** é igual à velocidade do móvel **B**.
b) a aceleração do móvel **A** é sempre maior que a do móvel **B**.
c) a velocidade do móvel **B** em $t = 2s$ é nula.
d) a velocidade do móvel **A** em $t = 9s$ é 7 m/s.
e) em $t = 0s$ a aceleração do móvel **A** é 16 m/s².
26. (UFMT) Partindo do repouso, um avião percorre a pista de decolagem com aceleração constante e atinge a velocidade de 360 km/h em 25s. Qual o valor da aceleração em m/s²?
27. (UFPE) Um carro está viajando numa estrada retilínea com a velocidade de 72 km/h. Vendo adiante um congestionamento no trânsito, o motorista aplica os freios durante 2,5s e reduz a velocidade para 54 km/h. Supondo que a aceleração é constante durante o período de aplicação dos freios, calcule o seu módulo, em m/s².
a) 1,0 b) 1,5 c) 2,0 d) 2,5 e) 3,0

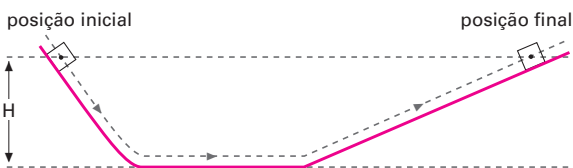
28. (Fuvest-SP) As velocidades de crescimento vertical de duas plantas **A** e **B**, de espécies diferentes, variaram, em função do tempo decorrido após o plantio de suas sementes, como mostra o gráfico a seguir.



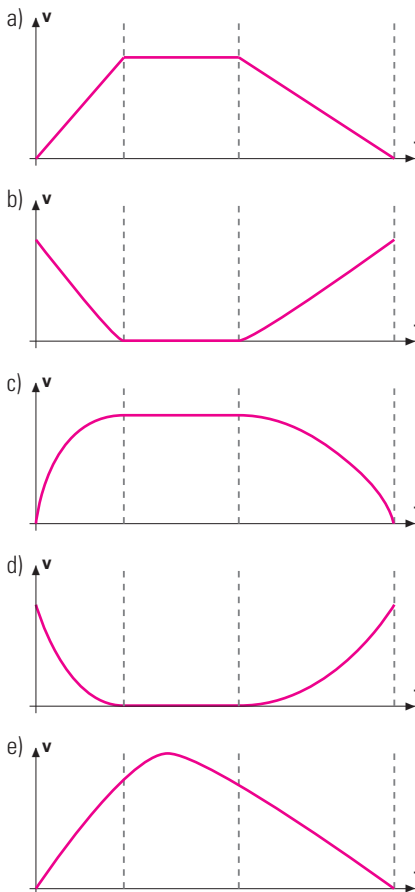
É possível afirmar que:

- a) **A** atinge uma altura final maior do que **B**.
b) **B** atinge uma altura final maior do que **A**.
c) **A** e **B** atingem a mesma altura final.
d) **A** e **B** atingem a mesma altura no instante t_0 .
e) **A** e **B** mantêm altura constante entre os instantes t_1 e t_2 .

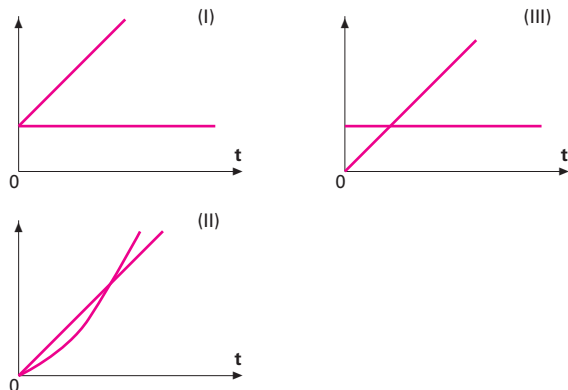
29. (Vunesp) Dois planos inclinados, unidos por um plano horizontal, estão colocados um em frente ao outro, como mostra a figura. Se não houvesse atrito, um corpo que fosse abandonado num dos planos inclinados desceria por ele e subiria pelo outro até alcançar a altura original **H**.



Nestas condições, qual dos gráficos melhor descreve a velocidade **v** do corpo em função do tempo **t** nesse trajeto?



30. (UFPR) Um carro está parado diante de um sinal fechado. Quando o sinal abre, o carro começa a mover-se com aceleração constante de $2,0 \text{ m/s}^2$ e, neste instante, passa por ele uma motocicleta com velocidade constante de módulo 14 m/s , movendo-se na mesma direção e sentido. Nos gráficos abaixo, considere a posição inicial do carro como origem dos deslocamentos e o instante em que o sinal abre como origem dos tempos. Em cada gráfico, uma curva refere-se ao movimento do carro e a outra ao movimento da motocicleta.



É correto afirmar que:

- a) o carro alcançará a motocicleta quando suas velocidades forem iguais.
b) o carro alcançará a motocicleta no instante $t = 14 \text{ s}$.
c) o carro alcançará a motocicleta na posição $x = 64 \text{ m}$.
d) as acelerações do carro e da motocicleta, em função do tempo, podem ser representadas pelo gráfico II.
e) os deslocamentos do carro e da motocicleta, em função do tempo, podem ser representados pelo gráfico I.
f) as velocidades do carro e da motocicleta, em função do tempo, podem ser representadas pelo gráfico III.
31. (Mack-SP) No mesmo instante em que um carro **A**, com MRU, passa pela origem de uma trajetória retilínea, outro, **B**, parte do repouso desse mesmo ponto com MRUV. Após o tempo Δt_E , **A** e **B** se encontram. O tempo, contado a partir do início do movimento do carro **B**, necessário para que ambos apresentem a mesma velocidade, é:
- a) $2\Delta t_E$. b) $\frac{3}{4}\Delta t_E$. c) Δt_E . d) $\frac{1}{2}\Delta t_E$. e) $\frac{1}{4}\Delta t_E$.
32. (Unicamp-SP) Um automóvel trafega com velocidade constante de 12 m/s por uma avenida e se aproxima de um cruzamento onde há um semáforo com fiscalização eletrônica. Quando o automóvel se encontra a uma distância de 30 m do cruzamento, o sinal muda de verde para amarelo. O motorista deve decidir entre parar o carro antes de chegar ao cruzamento ou acelerar o carro e passar pelo cruzamento antes de o sinal mudar para vermelho. Este sinal permanece amarelo por $2,2 \text{ s}$. O tempo de reação do motorista (tempo decorrido entre o momento em que o motorista vê a mudança de sinal e o momento em que realiza alguma ação) é $0,5 \text{ s}$.
- a) Determine a mínima aceleração constante que o carro deve ter para parar antes de atingir o cruzamento e não ser multado.
b) Calcule a menor aceleração constante que o carro deve ter para passar pelo cruzamento sem ser multado. Aproxime $1,7^2 \approx 3,0$.
33. (Mack-SP) Uma equipe de resgate se encontra num helicóptero, parado em relação ao solo a 305 m de altura. Um paraquedista abandona o helicóptero e cai livremente durante $1,0 \text{ s}$, quando

abre-se o paraquedas. A partir desse instante, mantendo constante seu vetor velocidade, o paraquedista atingirá o solo em:

- a) $7,8 \text{ s}$. b) $15,6 \text{ s}$. c) 28 s . d) 30 s . e) 60 s .
(Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

34. (UFPI) Um jogador de basquetebol consegue dar um grande impulso ao saltar e seus pés atingem a altura de $1,25 \text{ m}$. A aceleração da gravidade no local tem o valor de 10 m/s^2 . O tempo que o jogador fica no ar, aproximadamente, é:
- a) 1 s . b) 2 s . c) 3 s . d) 4 s . e) 5 s .

35. (Furg-RS) No instante $t = 0 \text{ s}$, um corpo de massa 1 kg é largado, a partir do repouso, 80 m acima da superfície terrestre. Considere desprezíveis as forças de resistência do ar.

Para esse movimento, são feitas três afirmativas:

- I) No instante $t = 3 \text{ s}$, a velocidade do corpo é 30 m/s e está dirigida para baixo.
II) Considerando a origem no solo, a equação horária do movimento é $h = 80 - 5t^2$.
III) No instante $t = 2 \text{ s}$, a aceleração do movimento vale 20 m/s^2 .
Quais afirmativas estão corretas?

- a) Apenas II. c) Apenas I e II. e) I, II e III.
b) Apenas III. d) Apenas I e III.

36. (Unifor-CE) Do alto de uma ponte, a 20 m de altura sobre um rio, deixa-se cair uma laranja, a partir do repouso. A laranja cai dentro de uma canoa que desce o rio com velocidade constante de $3,0 \text{ m/s}$. No instante em que a laranja inicia a queda, a canoa deve estar a uma distância máxima da vertical da queda, em metros, igual a:

- a) $9,0$. b) $6,0$. c) $4,5$. d) $3,0$. e) $1,5$.
(Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

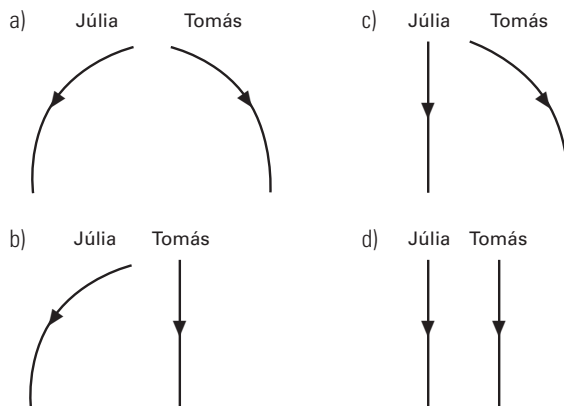
37. (Mack-SP) A lâmpada do teto de um elevador se desprende quando este sobe com velocidade constante de $2,50 \text{ m/s}$. Sabendo que a lâmpada atinge o piso do elevador em $0,70 \text{ s}$, a distância entre o teto e o piso é de:

- (Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.)
a) $1,90 \text{ m}$. c) $2,25 \text{ m}$. e) $2,50 \text{ m}$.
b) $2,00 \text{ m}$. d) $2,45 \text{ m}$.

38. (UFMG) Júlia está andando de bicicleta, com velocidade constante, quando deixa cair uma moeda. Tomás está parado na rua e vê a moeda cair.

Considere desprezível a resistência do ar.

Assinale a alternativa em que melhor estão representadas as trajetórias da moeda, como observadas por Júlia e por Tomás.



39. (PUC-RJ) Na ausência de resistência do ar, um objeto largado sob um avião voando em linha reta horizontal com velocidade constante:

- subirá acima do avião e depois cairá.
- rapidamente ficará para trás.
- rapidamente ultrapassará o avião.
- oscilará para a frente e para trás do avião.
- permanecerá sob o avião.

40. (UFJF-MG) Considere um carrinho movendo-se uniformemente sobre uma trajetória retilínea, plana e horizontal. Num certo instante, uma pessoa que está no carrinho arremessa uma bolinha verticalmente para cima. Desprezando a resistência do ar, indique a alternativa correta:

- Uma pessoa que está no referencial da terra dirá que a bola se moveu para trás e não poderá retornar ao ponto de partida.
- Uma pessoa que está no referencial do carrinho dirá que a bola se moveu para trás e não poderá retornar ao carrinho.
- Uma pessoa que está no referencial do carrinho verá a bola realizar uma trajetória parabólica, caindo novamente sobre o carrinho.
- Uma pessoa que está no referencial da terra verá a bola realizar uma trajetória parabólica, caindo novamente sobre o carrinho.

41. (Ufla-MG) Você está no mastro de um barco que está em movimento retilíneo uniforme. Você deixa cair uma bola de ferro muito pesada. O que você observa?

- A bola cai alguns metros atrás do mastro, pois o barco desloca-se durante a queda da bola.
- A bola cai ao pé do mastro, porque ela possui inércia e acompanha o movimento do barco.
- A bola cai alguns metros à frente do mastro, pois o barco impulsiona a bola para a frente.
- Impossível responder sem saber a exata localização do barco sobre o globo terrestre.
- A bola cai fora do barco, porque este, livre da massa da bola, acelera-se para a frente.

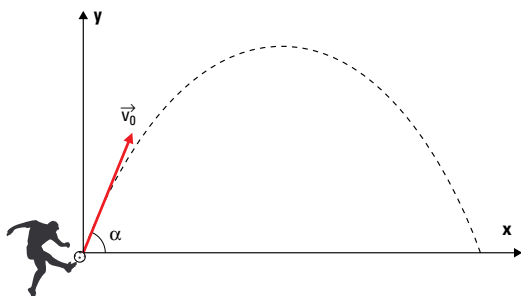
42. (UEPB) Um projétil é lançado a uma velocidade inicial de 50 m/s, fazendo um ângulo de 30° com a horizontal. Considerando a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, o tempo para que o projétil atinja o ponto mais alto da trajetória em segundos vale:

- 3,5.
- 8,0.
- 4,0.
- 2,5.
- 5,0.

43. (UFPI) Uma bala de canhão é lançada com velocidade inicial, v_0 , fazendo um ângulo de 60° com a direção horizontal, e descreve uma trajetória parabólica. O módulo da velocidade da bala no ponto mais alto de sua trajetória é:

- $\frac{1}{2}v_0$.
- 0.
- v_0 .
- $\frac{3}{2}v_0$.
- $2v_0$.

44. (PUC-SP) Suponha que em uma partida de futebol o goleiro, ao bater o tiro de meta, chuta a bola, imprimindo-lhe uma velocidade $\vec{v}_0$ cujo vetor forma, com a horizontal, um ângulo α .



Desprezando a resistência do ar, são feitas as afirmações abaixo:

- No ponto mais alto da trajetória, a velocidade vetorial da bola é nula.
- A velocidade inicial $\vec{v}_0$ pode ser decomposta segundo as direções horizontal e vertical.
- No ponto mais alto da trajetória é nulo o valor da aceleração da gravidade.
- No ponto mais alto da trajetória é nulo o valor $\vec{v}_y$ do componente vertical da velocidade.

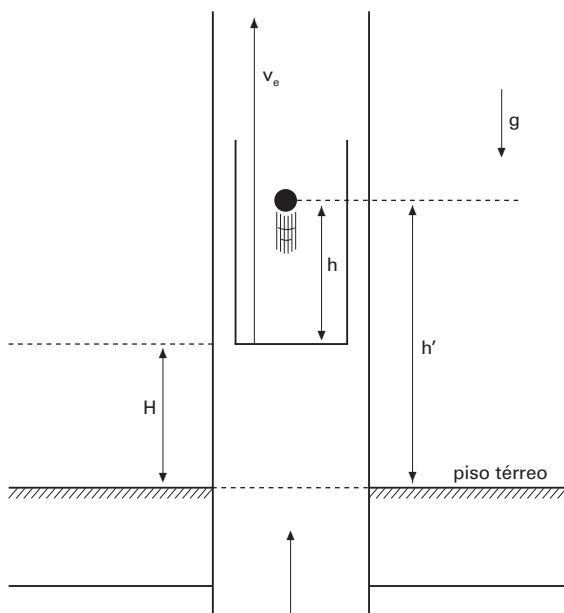
Estão corretas:

- I, II e III.
- II e IV.
- I e II.
- I, III e IV.
- III e IV.

45. (UEM-PR) Dois corpos idênticos **A** e **B** são lançados, simultaneamente, da mesma posição, com a mesma velocidade inicial, formando o mesmo ângulo α com a horizontal. Sobre o corpo **A**, atua apenas a força peso. Sobre o corpo **B**, além do próprio peso, atua, favoravelmente ao movimento, uma força horizontal constante. Pode-se afirmar que os corpos:

- chegam ao solo simultaneamente.
- têm o mesmo alcance horizontal.
- atingem a mesma altura máxima.
- têm a mesma velocidade quando atingem o solo.
- têm a mesma aceleração.

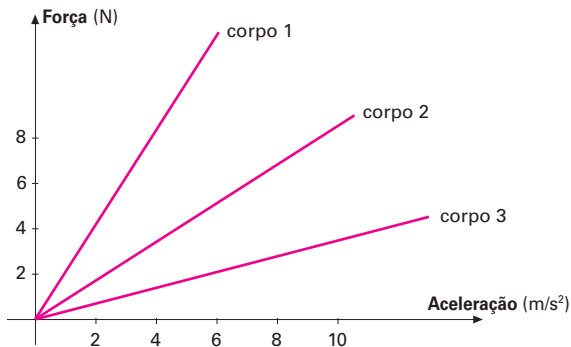
46. (Fuvest-SP) Um elevador, aberto em cima, vindo do subsolo de um edifício, sobe mantendo sempre uma velocidade constante $v_e = 5,0 \text{ m/s}$. Quando o piso do elevador passa pelo piso do térreo, um dispositivo colocado no piso do elevador lança verticalmente, para cima, uma bolinha, com velocidade inicial $v_b = 10,0 \text{ m/s}$, em relação ao elevador. Na figura, **h** e **h'** representam, respectivamente, as alturas da bolinha em relação aos pisos do elevador e do térreo e **H** representa a altura do piso do elevador em relação ao piso do térreo. No instante $t = 0$ do lançamento da bolinha, $H = h = h' = 0$.



- Num sistema de coordenadas, construa e identifique os gráficos $H(t)$, $h(t)$ e $h'(t)$, entre o instante $t = 0$ e o instante em que a bolinha retorna ao piso do elevador.
- Indique o instante $t_{\text{máx}}$ em que a bolinha atinge sua altura máxima, em relação ao piso do andar térreo.

Leis de Newton, Movimento circular e forças fictícias

47. (Uerj) Uma das fórmulas mais famosas deste século é: $E = mc^2$. Se **E** tem dimensão de energia e **m** de massa, **c** representa a seguinte grandeza:
- força.
 - torque.
 - aceleração.
 - velocidade.
48. (UFPI) Depois de analisar as afirmativas abaixo, indique a opção correta.
- Massa e peso representam uma mesma quantidade física expressa em unidades diferentes.
 - A massa é uma propriedade dos corpos enquanto o peso é o resultado da interação entre dois corpos.
 - O peso de um corpo é proporcional à sua massa.
- Apenas a afirmativa I é correta.
 - Apenas a afirmativa II é correta.
 - Apenas a afirmativa III é correta.
 - As afirmativas I e II são corretas.
 - As afirmativas II e III são corretas.
49. (UFRGS-RS) Duas partículas de massas diferentes, m_1 e m_2 , estão sujeitas a uma mesma força resultante. Qual é a relação entre as respectivas acelerações, a_1 e a_2 , dessas partículas?
- $a_1 = a_2$
 - $a_1 = \frac{m_2}{m_1} a_2$
 - $a_1 = (m_1 m_2)^{\frac{1}{2}} a_2$
 - $a_1 = (m_1 + m_2) a_2$
 - $a_1 = \frac{m_1}{m_2} a_2$
50. (UFRP) Os princípios básicos da mecânica foram estabelecidos por Newton e publicados em 1686, sob o título *Princípios matemáticos da filosofia natural*. Com base nestes princípios, é correto afirmar:
- A aceleração de um corpo em queda livre depende da massa desse corpo.
 - As forças de ação e reação são forças de mesmo módulo e estão aplicadas em um mesmo corpo.
 - A massa de um corpo é uma propriedade intrínseca desse corpo.
 - As leis de Newton são válidas somente para referenciais inerciais.
 - Quanto maior for a massa de um corpo, maior será a sua inércia.
 - A lei da inércia, que é uma síntese das ideias de Galileu sobre a inércia, afirma que, para manter um corpo em movimento retilíneo uniforme, é necessária a ação de uma força.
51. (UFRGS-RS) Considere o movimento de um veículo, totalmente fechado, sobre uma estrada perfeitamente plana e horizontal. Nesse contexto, o solo constitui um sistema de referência inercial, e o campo gravitacional é considerado uniforme na região. Suponha que você se encontre sentado no interior desse veículo, sem poder observar nada do que acontece do lado de fora. Analise as seguintes afirmações relativas à situação descrita.
- Se o movimento do veículo fosse retilíneo e uniforme, o resultado de qualquer experimento mecânico realizado no interior do veículo em movimento seria idêntico ao obtido no interior do veículo parado.
 - Se o movimento do veículo fosse acelerado para a frente, você perceberia seu tronco se inclinando involuntariamente para trás.
 - Se o movimento do veículo fosse acelerado para a direita, você perceberia seu tronco se inclinando involuntariamente para a esquerda.
- Quais estão corretas?
- Apenas I.
 - Apenas I e II.
 - Apenas I e III.
 - Apenas II e III.
 - I, II e III.
52. (PUC-RJ) Uma locomotiva puxa uma série de vagões, a partir do repouso. Qual é a análise correta da situação?
- A locomotiva pode mover o trem somente se for mais pesada do que os vagões.
 - A força que a locomotiva exerce nos vagões é tão intensa quanto a que os vagões exercem na locomotiva; no entanto, a força de atrito na locomotiva é grande e é para a frente, enquanto a que ocorre nos vagões é pequena e para trás.
 - O trem se move porque a locomotiva dá um rápido puxão nos vagões, e, momentaneamente, esta força é maior do que a que os vagões exercem na locomotiva.
 - O trem se move para a frente porque a locomotiva puxa os vagões para a frente com uma força maior do que a força com a qual os vagões puxam a locomotiva para trás.
 - Porque a ação é sempre igual à reação, a locomotiva não consegue puxar os vagões.
53. (UFRN) O Sr. Nilson dirige distraidamente, a uma velocidade de 60 km/h, pela BR-101, em linha reta (direção do eixo **x**), quando percebe que há, a 55 m, um redutor eletrônico de velocidade ("lombada eletrônica"), indicando a velocidade máxima permitida: 50 km/h. No mesmo instante, para obedecer à sinalização e evitar multa, aciona os freios do automóvel, ultrapassando a lombada com a velocidade máxima permitida. A massa total (carro + motorista) é $m_T = 1\,296$ kg.
- Lembrando a equação de Torricelli, para os componentes da velocidade e da aceleração ao longo do eixo **x**, $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$, e a Segunda Lei de Newton, $\vec{F} = m\vec{a}$, pode-se concluir que os módulos da aceleração e da força de atrito, supondo ambas constantes naqueles 55 m, são, respectivamente:
- 5 000 km/h² e 3 600 N.
 - 10 000 km/h² e 5 000 N.
 - 5 000 km/h² e 5 500 N.
 - 10 000 km/h² e 1 000 N.
54. (UEPB) Um corpo de 4 kg descreve uma trajetória retilínea que obedece à seguinte equação horária: $x = 2 + 2t + 4t^2$, em que **x** é medido em metros e **t** em segundos. Conclui-se que a intensidade da força resultante do corpo em newtons vale:
- 16.
 - 64.
 - 4.
 - 8.
 - 32.
55. (UFPI) A figura abaixo mostra a força em função da aceleração para três diferentes corpos, 1, 2 e 3. Sobre esses corpos é correto afirmar que:

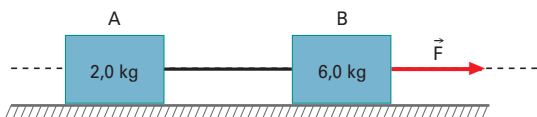


- o corpo 1 tem a menor inércia.
- o corpo 3 tem a maior inércia.
- o corpo 2 tem a menor inércia.
- o corpo 1 tem a maior inércia.
- o corpo 2 tem a maior inércia.

56. (Furg-RS) Um bloco de massa $m = 10 \text{ kg}$ está inicialmente em repouso sobre uma superfície plana e sem atrito. Durante um intervalo de tempo t , é aplicada uma força constante no bloco. Sabendo que a velocidade máxima que o bloco atinge é de 2 m/s e que o bloco percorre uma distância de 1 m durante o intervalo de tempo em que a força esteve agindo sobre o bloco, podemos afirmar que a magnitude da força aplicada no bloco é igual a:

- a) 2 N. b) 5 N. c) 10 N. d) 20 N. e) 40 N.

57. (Vunesp) Dois blocos, **A** e **B**, de massas $2,0 \text{ kg}$ e $6,0 \text{ kg}$, respectivamente, e ligados por um fio, estão em repouso sobre um plano horizontal. Quando puxado para a direita pela força $\vec{F}$ mostrada na figura, o conjunto adquire aceleração de $2,0 \text{ m/s}^2$.



Nestas condições, pode-se afirmar que o módulo da resultante das forças que atuam em **A** e o módulo da resultante das forças que atuam em **B** valem, em newtons, respectivamente:

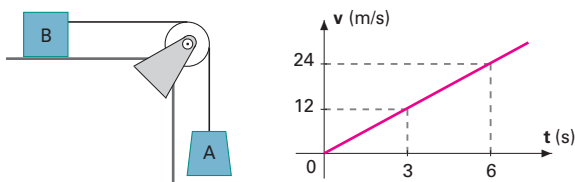
- a) 4 e 16. b) 16 e 16. c) 8 e 12. d) 4 e 12. e) 1 e 3.

58. (Ufla-MG) Um livro de peso igual a 4 N está apoiado, em repouso, na palma de sua mão. Complete as sentenças abaixo:

- I) Uma força para baixo de 4 N é exercida sobre o livro pela _____.
 II) Uma força para cima de _____ é exercida sobre o(a) _____ pela mão.
 III) A força para cima (item II) é reação à força para baixo (item I)?

- a) mão, 14 N , Terra, Sim. d) Terra, 8 N , Terra, Sim.
 b) Terra, 4 N , livro, Sim. e) Terra, 4 N , livro, Não.
 c) Terra, 4 N , Terra, Não.

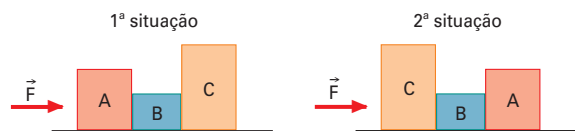
59. (Mack-SP) O conjunto abaixo, constituído de fio e polia ideais, é abandonado do repouso no instante $t = 0$ e a velocidade do corpo **A** varia em função do tempo segundo o diagrama dado.



Desprezando o atrito e admitindo $g = 10 \text{ m/s}^2$, a relação entre as massas de **A** (m_A) e de **B** (m_B) é:

- a) $m_B = 1,5m_A$. c) $m_A = 0,5m_B$. e) $m_A = m_B$.
 b) $m_A = 1,5m_B$. d) $m_B = 0,5m_A$.

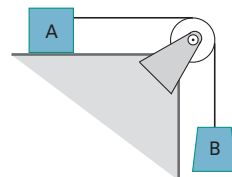
60. (UEPB) Considere três corpos, **A**, **B** e **C** com as respectivas massas: $m_A = 4 \text{ kg}$, $m_B = 2 \text{ kg}$ e $m_C = 6 \text{ kg}$, que são acelerados por uma força de intensidade de 12 N e que se encontram em uma superfície horizontal e lisa, conforme as duas situações apresentadas nas figuras a seguir:



A partir das situações dadas, assinale a alternativa correta:

- a) Nas situações 1 e 2, a força resultante que atua no bloco **B** não se altera.
 b) Nas situações 1 e 2, a aceleração do conjunto se altera.
 c) A força que o bloco **A** exercerá no bloco **B** (situação 1) é a mesma que o bloco **C** exercerá no bloco **B** (situação 2).
 d) A força que o bloco **B** exercerá no bloco **C** (situação 1) é a mesma que o bloco **B** exercerá no bloco **A** (situação 2).
 e) Em qualquer situação a força que cada bloco exercerá sobre o outro será sempre a mesma.

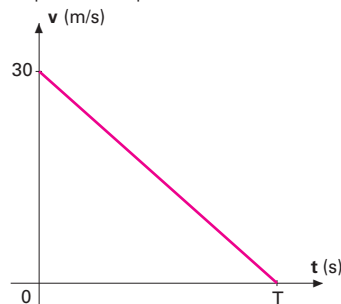
61. (Mack-SP) No sistema sem atrito e de fio ideal da figura, o corpo **B** de massa 2 kg desce com aceleração constante de 4 m/s^2 .



Sabendo que a polia tem inércia desprezível, a massa do corpo **A** é de: (Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

- a) $4,0 \text{ kg}$. b) $3,0 \text{ kg}$. c) $2,0 \text{ kg}$. d) $1,5 \text{ kg}$. e) $1,0 \text{ kg}$.

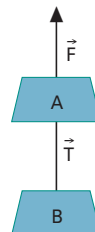
62. (Unif-RJ) O gráfico mostra a variação da velocidade de um carro desde um instante zero no qual o motorista começa a frear, até o instante **T**, no qual o carro para.



O motorista imprime ao carro uma desaceleração constante de $3,0 \text{ m/s}^2$ e a massa do carro é igual a $1\,000 \text{ kg}$. Calcule o valor:

- a) de **T**.
 b) da força resultante que atua sobre o carro durante a frenagem.

63. (Unifor-CE) Os corpos **A** e **B**, de massas $m_A = 2,0 \text{ kg}$ e $m_B = 3,0 \text{ kg}$, são presos por um fio de massa desprezível. O sistema é acelerado verticalmente para cima com aceleração de $2,0 \text{ m/s}^2$. A aceleração local da gravidade adotada é 10 m/s^2 .



Nessas condições, a tração $\vec{T}$ no fio que une os dois corpos vale, em newtons:

- a) 18. b) 24. c) 30. d) 36. e) 50.

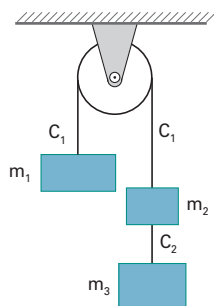
64. (UFMG) A figura a seguir mostra uma corrente formada por três elos. A massa de cada elo é de 100 g e uma força vertical $\vec{F}$ puxa essa corrente para cima. A corrente sobe com uma aceleração de $3,0 \text{ m/s}^2$.



Considerando essas informações, calcule:

- o módulo da força $\vec{F}$ que puxa a corrente;
- o módulo da força resultante que atua sobre o elo do meio;
- o módulo da força que o elo do meio faz sobre o elo de baixo.

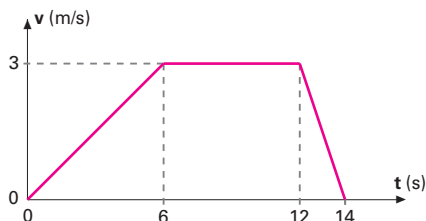
65. (UEM-PR) Através de uma polia ideal, passa uma corda $\mathbf{C}_1$, que sustenta duas massas, $\mathbf{m}_1$ e $\mathbf{m}_2$. Outra corda, $\mathbf{C}_2$, presa a $\mathbf{m}_2$, sustenta uma massa $\mathbf{m}_3$, conforme a figura. Considere as cordas idênticas e ideais. Considere também que a tração em $\mathbf{C}_1$ é $\mathbf{T}_1$, e em $\mathbf{C}_2$ é $\mathbf{T}_2$.



Se $m_1 \neq m_2 \neq m_3$, pode-se afirmar corretamente que:

- quando $m_3 + m_2 = m_1$, a aceleração do sistema é nula.
- quando $m_3 + m_2 = m_1$, $T_1 = T_2$.
- quando $m_3 + m_2 = 2m_1$, a aceleração do sistema é $\frac{g}{2}$.
- invertendo-se a posição das massas $\mathbf{m}_2$ e $\mathbf{m}_3$, a aceleração do sistema não se altera.
- quando $m_3 > m_2$, $T_2 > T_1$.

66. (Vunesp) Uma carga de $10 \cdot 10^3$ kg é abaixada para o porão de um navio atracado. A velocidade de descida da carga em função do tempo está representada no gráfico da figura:



- Esboce um gráfico da aceleração $\mathbf{a}$ em função do tempo $\mathbf{t}$ para esse movimento.
 - Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine os módulos das forças de tração $\mathbf{T}_1$, $\mathbf{T}_2$ e $\mathbf{T}_3$, no cabo que sustenta a carga, entre 0 e 6 segundos, entre 6 e 12 segundos e entre 12 e 14 segundos, respectivamente.
67. (Vunesp) Ao executar um salto de abertura retardada, um paraquedista abre seu paraquedas depois de ter atingido a velocidade, com direção vertical, de 55 m/s. Após 2s, sua velocidade cai para 5 m/s.

- Calcule o módulo da aceleração média $\mathbf{a}_m$ do paraquedista nesses 2s.
- Sabendo que a massa do paraquedista é 80 kg, calcule o módulo da força de tração média resultante $\mathbf{F}_m$ nas cordas que sustentam o paraquedista durante esses 2s. (Despreze o atrito do ar sobre o paraquedista e considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

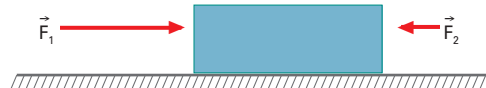
68. (Esfaio-RJ) No salvamento de um homem em alto-mar, uma boia é largada de um helicóptero e leva 2,0s para atingir a superfície da água. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e desprezando o atrito com o ar, determine:

- a velocidade da boia ao atingir a superfície da água;
- a tração sobre o cabo usado para içar o homem, sabendo que a massa deste é igual a 120 kg e que a aceleração do conjunto é $0,5 \text{ m/s}^2$.

69. (Ufscar-SP) Um alpinista de massa 75 kg desce verticalmente, a partir do repouso, por um cabo preso no alto de um penhasco. Supondo que ele escorregue pelo cabo de uma altura de 30 m em 10s, com aceleração constante, responda:

- qual a tração exercida pelo alpinista no cabo?
- o alpinista pode exercer sobre o cabo uma força menor que o peso do próprio alpinista? Explique. (Admita $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

70. (UFC-CE) O bloco mostrado na figura está em repouso sob a ação da força horizontal $\vec{F}_1$, de módulo igual a 10 N, e da força de atrito entre o bloco e a superfície. Se uma outra força horizontal $\vec{F}_2$, de módulo igual a 2 N e sentido contrário, for aplicada ao bloco, a força resultante sobre o mesmo será:



- nula.
- 2 N.
- 8 N.
- 10 N.
- 12 N.

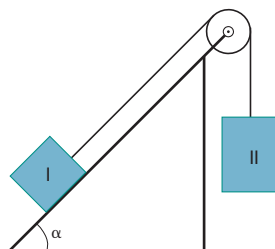
71. (UFJF-MG) Um veículo trafega numa estrada retilínea, plana e horizontal, a 90 km/h, seguido por outro a 126 km/h. Neste instante, o veículo da frente freia bruscamente. O coeficiente de atrito cinético entre os pneus dos carros e a pista é 0,6 e o intervalo de tempo de reação que o motorista do carro de trás leva para começar a frear, assim que o da frente freia, é de 0,1s. No instante em que o da frente começa a frear, a distância mínima entre os veículos (desprezando os comprimentos deles), para que não ocorra uma colisão entre eles, é mais próxima de:

- 10 m.
- 21 m.
- 54 m.
- 87 m.

72. (UFPI) Um caixote repousa no centro da carroceria de um caminhão estacionado numa estrada horizontal. Se o caminhão começa a se mover com uma aceleração de $2,0 \text{ m/s}^2$, o coeficiente de atrito, mínimo, capaz de impedir o deslizamento do caixote sobre a carroceria, será (a aceleração da gravidade no local tem módulo igual a 10 m/s^2):

- 0,01.
- 0,02.
- 0,05.
- 0,10.
- 0,20.

73. (Unif-RJ) A figura abaixo mostra um corpo I de massa $m_I = 2$ kg apoiado em um plano inclinado e amarrado a uma corda, que passa por uma roldana e sustenta um outro corpo II de massa $m_{II} = 3$ kg.



Despreze a massa da corda e atritos de qualquer natureza.

a) Esboce o diagrama de forças para cada um dos dois corpos.

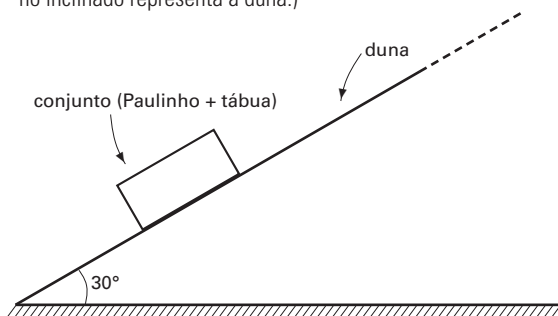
b) Se o corpo II move-se para baixo com aceleração $a = 4 \text{ m/s}^2$, determine a tração **T** na corda.

74. (UFRN) Paulinho, após ter assistido a uma aula de Física sobre plano inclinado, decide fazer uma aplicação prática do assunto: analisar o que ocorre com ele e sua tábua de morro (usada no “esquibunda”), ao descer uma duna, inclinada de 30° em relação à horizontal e cuja extensão é de 40 m.

Inicialmente, Paulinho passa numa farmácia e verifica que a massa total, m_T , do conjunto (isto é, sua massa mais a massa da tábua) é de 60 kg. Sendo a tábua de fórmica, bastante lisa e lubrificada com parafina, ele decide, numa primeira aproximação, desprezar o atrito entre a tábua e a areia da duna bem como a resistência do ar.

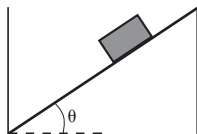
Admitindo que, em nenhum momento da descida, Paulinho coloca os pés em contato com a areia, considerando que a aceleração da gravidade é 10 m/s^2 e lembrando que $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$:

- a) determine a velocidade, em m/s e em km/h, com que o conjunto (Paulinho com a tábua) chegará à base da duna, supondo que ele tenha partido, do topo, do estado de repouso;
b) reproduza a figura abaixo e faça o diagrama das forças externas que atuam no conjunto, colocando essas forças no centro de massa do bloco;
(Observe que, na figura, o bloco representa o conjunto, e o plano inclinado representa a duna.)



- c) calcule o valor da força resultante que atua no conjunto;
d) indique se a velocidade com que o conjunto chegará à base da duna será maior, igual ou menor que a velocidade determinada no subitem **a**, se o atrito entre a tábua e a areia for levado em conta. Justifique.

75. (Unifor-CE) A inclinação do plano representado abaixo é tal que um corpo, nele abandonado, desliza para baixo mantendo constante a sua velocidade.



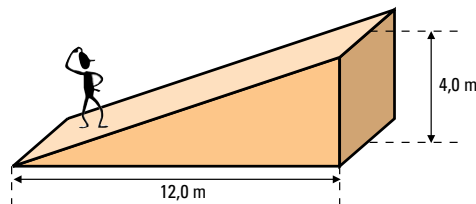
O coeficiente de atrito cinético entre o corpo e o plano, nessas condições, é igual a:

- a) $\sin \theta$.
b) $\cos \theta$.
c) $\tan \theta$.
d) $\sec \theta$.
e) $\cot \theta$.

76. (UFPA) Para revestir uma rampa foram encontrados 5 (cinco) tipos de piso, cujos coeficientes de atrito estático, com calçados com sola de couro, são dados na tabela a seguir.

	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	Piso 5
Coefficientes de atrito	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6

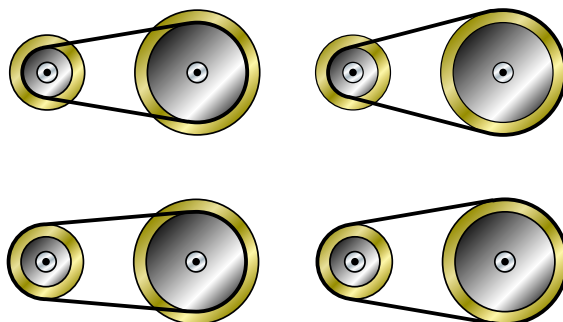
A rampa possui as dimensões indicadas na figura abaixo.

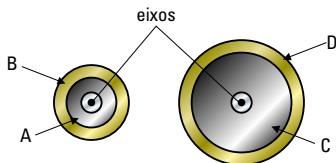


Considere que o custo do piso é proporcional ao coeficiente de atrito indicado na tabela.

Visando economia e eficiência, qual o tipo de piso que deve ser usado para o revestimento da rampa? Justifique sua resposta com argumentos e cálculos necessários.

77. (UFJF-MG) Um carro desce por um plano inclinado, continua movendo-se por um plano horizontal e, em seguida, colide com um poste. Ao investigar o acidente, um perito de trânsito verificou que o carro tinha um vazamento de óleo que fazia pingar no chão gotas em intervalos de tempo iguais. Ele verificou também que a distância entre as gotas era constante no plano inclinado e diminuía gradativamente no plano horizontal. Desprezando a resistência do ar, o perito pode concluir que o carro:
a) vinha acelerando na descida e passou a frear no plano horizontal.
b) descia livremente no plano inclinado e passou a frear no plano horizontal.
c) vinha freando desde o trecho no plano inclinado.
d) não reduziu a velocidade até o choque.
78. (UAM-SP) O coração humano, em média, executa 6 480 000 pulsações em um dia. A frequência cardíaca, em hertz, é de:
a) 35. b) 55. c) 75. d) 95.
79. (PUC-RJ) Um disco está girando com uma rotação constante em torno de um eixo vertical que passa pelo seu centro. Um certo ponto **Q** está duas vezes mais afastado deste centro do que um outro ponto **P**. A velocidade angular de **Q**, num certo instante, é:
a) a mesma que a de **P**.
b) duas vezes maior que a de **P**.
c) metade da de **P**.
d) quatro vezes maior que a de **P**.
e) um quarto da de **P**.
80. (Mack-SP) Quatro polias, solidárias duas a duas, podem ser acopladas por meio de uma única correia, conforme as possibilidades abaixo ilustradas.





Os raios das polias **A**, **B**, **C** e **D** são, respectivamente, 4,0 cm, 6,0 cm, 8,0 cm e 10 cm. Sabendo que a frequência do eixo do conjunto CD é 4 800 rpm, a maior frequência obtida para o eixo do conjunto AB, dentre as combinações citadas, é:

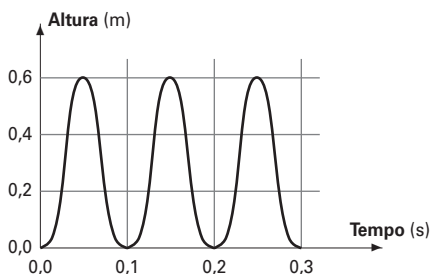
- a) 400 Hz. b) 200 Hz. c) 160 Hz. d) 133 Hz. e) 107 Hz.

81. (Mack-SP) Um automóvel, cujos pneus têm diâmetro externo de 52 cm, percorre, com velocidade constante, 483,6 m em 1 min. Desprezando sua deformação, o período do movimento de rotação desses pneus é: (Adote: $\pi = 3,1$)
a) 0,1 s. b) 0,2 s. c) 0,3 s. d) 0,4 s. e) 0,5 s.

82. (UFC-CE) Considere um relógio de pulso em que o ponteiro dos segundos tem um comprimento, $r_s = 7$ mm, e o ponteiro dos minutos tem um comprimento, $r_m = 5$ mm (ambos medidos a partir do eixo central do relógio). Sejam, $\mathbf{v}_s$ a velocidade da extremidade do ponteiro dos segundos, e $\mathbf{v}_m$ a velocidade da extremidade do ponteiro dos minutos. A razão $\frac{v_s}{v_m}$ é igual a:
a) 35. b) 42. c) 70. d) 84. e) 96.

83. (Vunesp) O comprimento da banda de rodagem (circunferência externa) do pneu de uma bicicleta é de aproximadamente 2 m.
a) Determine o número **n** de voltas (rotações) dadas pela roda da bicicleta, quando o ciclista percorre uma distância de 6,0 km.
b) Supondo que esta distância tenha sido percorrida com velocidade constante de 18 km/h, determine, em hertz, a frequência de rotação da roda durante o percurso.

84. (Unicamp-SP) O gráfico abaixo representa, em função do tempo, a altura em relação ao chão de um ponto localizado na borda de uma das rodas de um automóvel em movimento. Aproxime $\pi \approx 3,1$.



Considere uma volta completa da roda e determine:

- a) a velocidade angular da roda;
b) o componente vertical da velocidade média do ponto em relação ao chão;
c) o componente horizontal da velocidade média do ponto em relação ao chão.

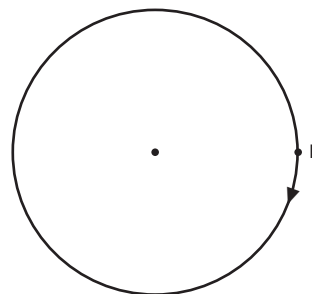
85. (Unicamp-SP) "Erro da NASA pode ter destruído sonda" (*Folha de S.Paulo*, 1º/10/1999)

Para muita gente, as unidades em problemas de Física representam um mero detalhe sem importância. No entanto, o descuido ou a confusão com unidades pode ter consequências catastróficas, como aconteceu recentemente com a NASA. A agência espacial americana admitiu que a provável causa da perda de uma sonda enviada a Marte estaria relacionada com um problema de conver-

são de unidades. Foi fornecido ao sistema de navegação da sonda o raio de sua órbita em metros, quando, na verdade, este valor deveria estar em pés. O raio de uma órbita circular segura para a sonda seria $r = 2,1 \cdot 10^5$ m, mas o sistema de navegação interpretou esse dado como sendo em pés. Como o raio da órbita ficou menor, a sonda desintegrou-se devido ao calor gerado pelo atrito com a atmosfera marciana.

- a) Calcule, para essa órbita fatídica, o raio em metros. Considere 1 pé = 0,30 m.
b) Considerando que a velocidade linear da sonda é inversamente proporcional ao raio da órbita, determine a razão entre as velocidades lineares na órbita fatídica e na órbita segura.

86. (Vunesp) Uma partícula de massa **m** descreve uma trajetória circular com movimento uniforme, no sentido horário, como mostra a figura:



Qual dos seguintes conjuntos de vetores melhor representa a força resultante $\vec{F}$ atuando na partícula, a velocidade $\vec{v}$ e a aceleração $\vec{a}$ da partícula, no ponto **P** indicado na figura?

- a) b) c) d) e)

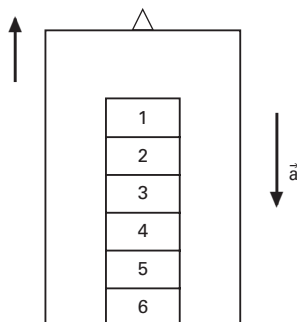
87. (Unifor-CE) Considere as afirmações acerca do movimento circular uniforme:

- I) Não há aceleração, pois não há variação do vetor velocidade.
II) A aceleração é um vetor de intensidade constante.
III) A direção da aceleração é perpendicular à velocidade e ao plano da trajetória.

Dessas afirmações, somente:

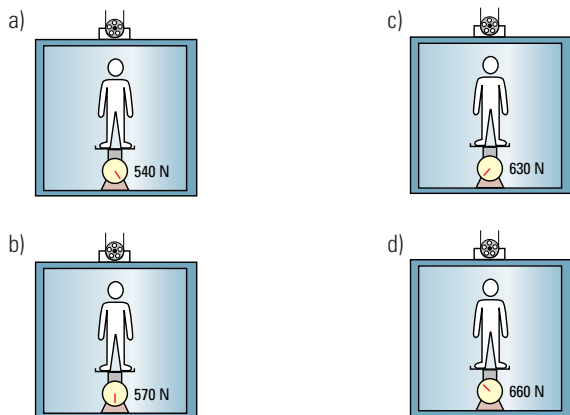
- a) I é correta. d) I e II são corretas.
b) II é correta. e) II e III são corretas.
c) III é correta.

88. (ITA-SP) Uma pilha de seis blocos iguais, de mesma massa m , repousa sobre o piso de um elevador, como mostra a figura.

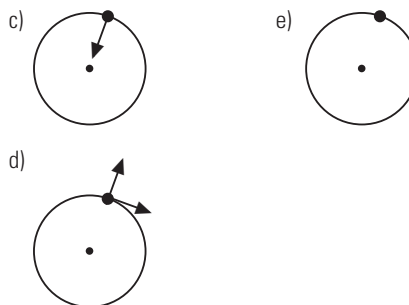
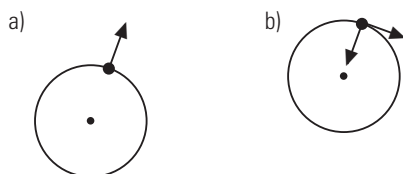


O elevador está subindo em movimento uniformemente retardado com uma aceleração de módulo a . O módulo da força que o bloco 3 exerce sobre o bloco 2 é dado por:

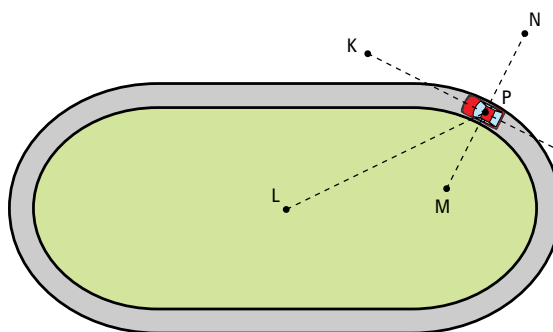
- a) $3m(g + a)$. c) $2m(g + a)$. e) $m(2g - a)$.
b) $3m(g - a)$. d) $2m(g - a)$.
89. (Ufla-MG) Um bloco de peso igual a 50 N encontra-se sobre uma balança no piso de um elevador. Se o elevador sobe com aceleração igual, em módulo, à metade da aceleração da gravidade local, pode-se afirmar que:
- a) a leitura da balança será de 25 N.
b) a leitura da balança permanece inalterada.
c) a leitura da balança será de 75 N.
d) a leitura da balança será de 100 N.
e) a leitura da balança será de 200 N.
90. (Uerj) Uma balança na portaria de um prédio indica que o peso de Chiquinho é de 600 N. A seguir, outra pesagem é feita na mesma balança, no interior de um elevador, que sobe com aceleração de sentido contrário ao da aceleração da gravidade e módulo $a = \frac{g}{10}$, em que $g = 10 \text{ m/s}^2$. Nessa nova situação, o ponteiro da balança aponta para o valor que está indicado corretamente na seguinte figura:



91. (Ufla-MG) Uma partícula executa um movimento circular uniforme. Indique a alternativa que melhor representa as forças sobre a partícula vistas a partir de um referencial inercial.

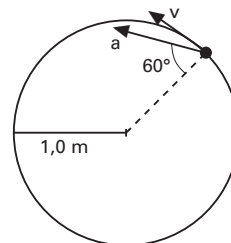


92. (UFMG) Um circuito, onde são disputadas corridas de automóveis, é composto de dois trechos retilíneos e dois trechos em forma de semicírculos, como mostrado na figura:



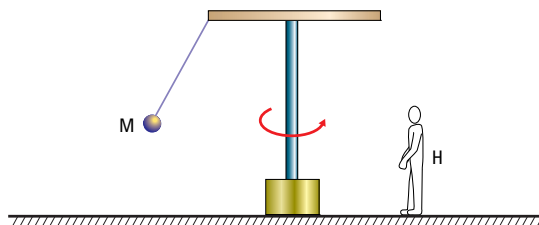
Um automóvel está percorrendo o circuito no sentido anti-horário, com velocidade de módulo constante. Quando o automóvel passa pelo ponto P , a força resultante que atua nele está no sentido de P para:

- a) K. b) L. c) M. d) N.
93. (UFC-CE) Uma partícula descreve trajetória circular, de raio $r = 1,0 \text{ m}$, com velocidade variável. A figura abaixo mostra a partícula em um dado instante de tempo em que sua aceleração tem módulo, $a = 32 \text{ m/s}^2$, e aponta na direção e sentido indicados.



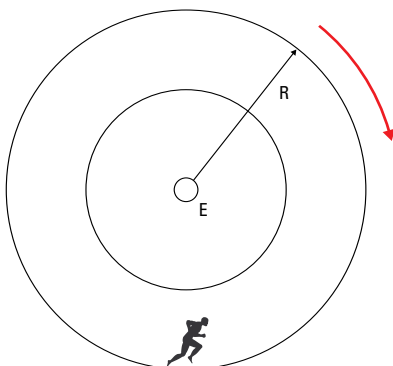
Nesse instante, o módulo da velocidade da partícula é:

- a) 2,0 m/s. b) 4,0 m/s. c) 6,0 m/s. d) 8,0 m/s. e) 10,0 m/s.
94. (UFJF-MG) Um pêndulo simples é colocado na borda de um carrossel que gira com velocidade angular constante em torno do eixo vertical (veja a figura). Um observador H em repouso no referencial de terra, fora do carrossel, verifica que o pêndulo está afastado da posição vertical para fora da borda do carrossel.



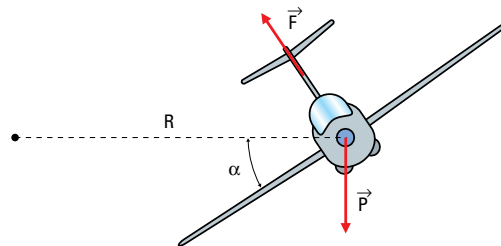
Desprezando todas as forças dissipativas, desenhe o diagrama das forças que agem sobre a partícula de massa **M**, conforme visto pelo observador **H**, representando também a força resultante.

95. (Unicamp-SP) Algo muito comum nos filmes de ficção científica é o fato de os personagens não flutuarem no interior das naves espaciais. Mesmo estando no espaço sideral, na ausência de campos gravitacionais externos, eles se movem como se existisse uma força que os prendesse ao chão das espaçonaves. Um filme que se preocupa com esta questão é *2001, uma odisseia no espaço*, de Stanley Kubrick. Nesse filme a gravidade é simulada pela rotação da estação espacial, que cria um peso efetivo agindo sobre o astronauta. A estação espacial, em forma de cilindro oco, mostrada abaixo, gira com velocidade angular constante de $0,2 \text{ rad/s}$ em torno de um eixo horizontal **E** perpendicular à página. O raio **R** da espaçonave é 40 m .



- a) Calcule a velocidade tangencial do astronauta representado na figura.
b) Determine a força de reação que o chão da espaçonave aplica no astronauta que tem massa $m = 80 \text{ kg}$.
96. (UFRGS-RS) Do ponto de vista de um certo observador inercial, um corpo executa movimento circular uniforme sob a ação exclusiva de duas forças.
Analisar as seguintes afirmações a respeito dessa situação.
I) Uma dessas forças necessariamente é centrípeta.
II) Pode acontecer que nenhuma dessas forças seja centrípeta.
III) A resultante dessas forças é centrípeta.
Quais estão corretas?
a) Apenas I. c) Apenas III. e) Apenas II e III.
b) Apenas II. d) Apenas I e III.
97. (PUC-RJ) Você é passageiro num carro e, imprudentemente, não está usando o cinto de segurança. Sem variar o módulo da velocidade, o carro faz uma curva fechada para a esquerda e você se choca contra a porta do lado direito do carro. Considere as seguintes análises da situação:
I) Antes e depois da colisão com a porta, há uma força para a direita empurrando você contra a porta.
II) Por causa da lei de inércia, você tem a tendência de continuar em linha reta, de modo que a porta, que está fazendo uma curva para a esquerda, exerce uma força sobre você para a esquerda, no momento da colisão.
III) Por causa da curva, sua tendência é cair para a esquerda.
Assinale a resposta correta:
a) Nenhuma das análises é verdadeira.
b) As análises II e III são verdadeiras.
c) Somente a análise I é verdadeira.
d) Somente a análise II é verdadeira.
e) Somente a análise III é verdadeira.

98. (UFSC) Um avião descreve uma curva em trajetória circular com velocidade escalar constante, num plano horizontal, conforme está representado na figura, em que $\vec{F}$ é a força de sustentação, perpendicular às asas; $\vec{P}$ é a força peso; α é o ângulo de inclinação das asas em relação ao plano horizontal; **R** é o raio de trajetória. São conhecidos os valores: $\alpha = 45^\circ$; $R = 1\,000 \text{ m}$; massa do avião = $10\,000 \text{ kg}$.



Assinale a(s) proposição(ões) correta(s), considerando, para efeito de cálculos, apenas as forças indicadas na figura.

- a) Se o avião descreve uma trajetória curvilínea, a resultante das forças externas que atuam sobre ele é, necessariamente, diferente de zero.
b) Se o avião realiza movimento circular uniforme, a resultante das forças que atuam sobre ele é nula.
c) A força centrípeta é, em cada ponto da trajetória, a resultante das forças externas que atuam no avião, na direção do raio da trajetória.
d) A força centrípeta sobre o avião tem intensidade igual a $100\,000 \text{ N}$.
e) A velocidade do avião tem valor igual a 360 km/h .
f) A força resultante que atua sobre o avião não depende do ângulo de inclinação das asas em relação ao plano horizontal.

Trabalho, Energia, Quantidade de movimento, Gravitação

99. (Furg-RS) Associe as grandezas da coluna 1 com as características apontadas na coluna 2.

Coluna 1

- (1) Energia
(2) Força

Coluna 2

- () grandeza escalar
() medida em Joules
() possui módulo, direção e sentido
() medida com dinamômetro

A alternativa que contém a associação correta da coluna 2, quando lida de cima para baixo, é:

- a) 1 - 1 - 2 - 2. c) 1 - 2 - 2 - 1. e) 2 - 2 - 1 - 1.
b) 1 - 2 - 1 - 2. d) 2 - 1 - 1 - 2.

100. (UFPR) Um caminhão transporta um bloco de mármore de $4\,000 \text{ kg}$ por uma estrada plana e horizontal e num dado instante sua velocidade é de 20 m/s . O bloco não está amarrado nem encostado nas laterais da carroceria. Considere o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a carroceria igual a $0,40$ e a aceleração da gravidade 10 m/s^2 . É correto afirmar:
a) Necessitando parar o caminhão em menos de 50 m , o bloco escorregará em direção à cabina do motorista.
b) A carroceria exerce uma força vertical sobre o bloco de módulo igual a 40 kN .

- c) Se num certo instante o caminhão necessitar parar, o trabalho realizado sobre o bloco será igual a -160 kJ .
 d) A força resultante exercida pela carroceria sobre o bloco tem direção vertical quando o caminhão está acelerado.
 e) Para percorrer com segurança uma curva com 225 m de raio, de modo que o bloco não escorregue lateralmente, a velocidade do caminhão deve ser menor ou igual a 30 m/s .

101. (Esfao-RJ) Numa situação de emergência, é necessário transferir um equipamento do solo a um ponto 15 m acima. Para isso, será utilizado um motor para acionar um elevador improvisado. A velocidade ideal para o transporte do equipamento é $1,0 \text{ m/s}$. Considerando os dados acima, calcule:

- a) a menor potência necessária para o motor, se o equipamento tem uma massa de 400 kg ;
 b) o intervalo de tempo para o transporte desse equipamento.

102. (FGV-SP) Uma máquina de levantamento deslocou verticalmente com velocidade constante 10 sacas de café do chão até uma altura de 15 m em 18 s . Dado que cada saca pesa 60 kg , a potência do motor que aciona a máquina de levantamento é (desprezando possíveis perdas e considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$):

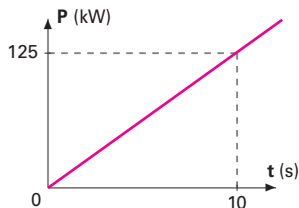
- a) $90\,000 \text{ J}$. c) 5 kJ . e) 50 kW .
 b) 5 kW . d) $0,5 \text{ kW}$.

103. (Furg-RS) A colisão de fragmentos do cometa Shoemaker-Levy com o planeta Júpiter foi bastante noticiada pela imprensa. Aqui na Terra, existem vários indícios de impactos com meteoros. No Brasil, inclusive, existe um meteorito conhecido como Bendegó que caiu no sertão da Bahia e atualmente está em exposição no Museu Nacional do Rio de Janeiro. Também a Lua apresenta registros bem claros da existência desses encontros no espaço: suas crateras.

Para que o impacto de um fragmento de cometa (massa $5 \cdot 10^6 \text{ kg}$) contra a superfície da Terra dissipe uma energia equivalente àquela liberada pela bomba atômica que destruiu Nagasaki durante a Segunda Guerra Mundial ($4 \cdot 10^{13} \text{ J}$), a velocidade do fragmento deve ser de:

- a) 4 km/s . c) $4\,000 \text{ km/s}$. e) $16\,000 \text{ km/s}$.
 b) 16 km/s . d) $8\,000 \text{ km/s}$.

104. (Mack-SP) A potência da força resultante que age sobre um carro de 500 kg , que se movimenta em uma trajetória retilínea com aceleração constante, é dada, em função do tempo, pelo diagrama abaixo.



No instante 4 s a velocidade do carro era de:

- a) 30 m/s . c) 20 m/s . e) 10 m/s .
 b) 25 m/s . d) 15 m/s .

105. (UFRGS-RS) Ao resolver um problema de Física, um estudante encontra sua resposta expressa nas seguintes unidades: $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3$. Estas unidades representam:

- a) força. c) potência. e) quantidade de movimento.
 b) energia. d) pressão.

106. (Ufscar-SP) Nas provas de longa e média distância do atletismo, os corredores mantêm sua velocidade constante durante a maior parte do tempo. A partir dessa constatação, um estudante de física afirma que, durante esse tempo, os atletas não gastam energia porque a energia cinética deles não varia. Essa afirmação é:

a) verdadeira, pois os corredores se mantêm em movimento sem esforço, por inércia.

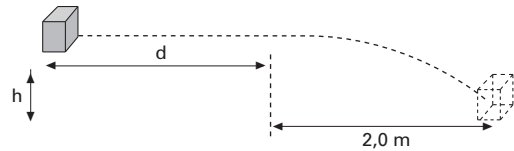
b) verdadeira do ponto de vista da física, mas falsa do ponto de vista da biologia.

c) falsa, porque a energia cinética do atleta não tem relação com o esforço muscular que ele desenvolve.

d) falsa, pois a energia cinética só se mantém constante graças ao trabalho da força muscular do atleta.

e) verdadeira, porque o trabalho da resultante das forças que atuam sobre o atleta é nulo.

107. (UFPE) Um bloco de massa $m = 1,0 \text{ g}$ é arremessado horizontalmente ao longo de uma mesa, escorrega sobre a mesma e cai livremente, como indica a figura.



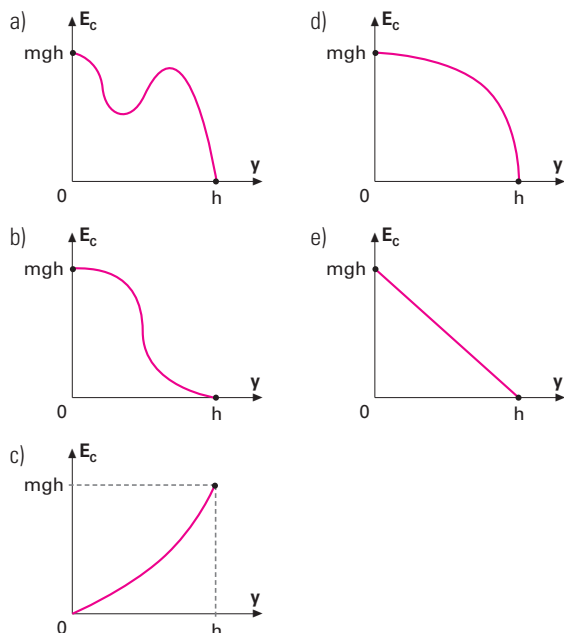
A mesa tem comprimento $d = 2,0 \text{ m}$ e altura $h = 1,0 \text{ m}$. Qual o trabalho realizado pelo peso do bloco, desde o instante em que foi arremessado até o instante em que toca o chão?

- a) $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ J}$. c) $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ J}$. e) $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ J}$.
 b) $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ J}$. d) $4,0 \cdot 10^{-2} \text{ J}$.

108. (UFRGS-RS) Para um dado observador, dois objetos **A** e **B**, de massas iguais, movem-se com velocidades constantes de 20 km/h e 30 km/h , respectivamente. Para o mesmo observador, qual a razão $\frac{E_A}{E_B}$ entre as energias cinéticas desses objetos?

- a) $\frac{1}{3}$ b) $\frac{4}{9}$ c) $\frac{2}{3}$ d) $\frac{3}{2}$ e) $\frac{9}{4}$

109. (UFPE) Uma partícula de massa m é abandonada a partir do repouso de uma altura $y = h$ acima da superfície da Terra ($y = 0$). A aceleração da gravidade g é constante durante sua queda. Qual dos gráficos abaixo melhor representa a energia cinética E_c da partícula em função de sua posição y ?



110. (Unifor-CE) Um corpo com 5,0 kg de massa cai verticalmente no ar, a partir do repouso. Após percorrer 4,0 m sua velocidade é de 6,0 m/s. Nessa queda, as moléculas do corpo e do ar recebem energia que provoca elevação de temperatura dos corpos. De acordo com os dados, a energia mecânica perdida pelo corpo vale, em joules: (Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- a) 110. b) 90. c) 75. d) 60. e) 45.

111. (Vunesp) Um corpo cai em queda livre, a partir do repouso, sob ação da gravidade. Se sua velocidade, depois de perder uma quantidade E de energia potencial gravitacional, é v , podemos concluir que a massa do corpo é dada por:

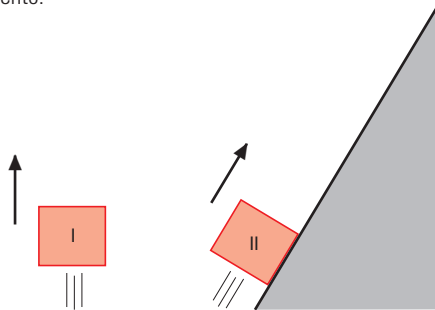
- a) $2Ev$. b) $\frac{2E}{v^2}$. c) $2Ev^2$. d) $\sqrt{2Ev}$. e) $\frac{2v^2}{E}$.

112. (Uerj) Um chaveiro, largado de uma varanda de altura h , atinge a calçada com velocidade v . Para que a velocidade de impacto do brase de valor, seria necessário largar esse chaveiro de uma altura maior, igual a:

- a) $2h$. b) $3h$. c) $4h$. d) $6h$.

113. (UFMG) A figura mostra dois blocos de mesma massa, inicialmente à mesma altura. Esses blocos são arremessados para cima, com velocidade de mesmo módulo.

O bloco I é lançado verticalmente e o bloco II é lançado ao longo de um plano inclinado sem atrito. As setas indicam o sentido do movimento.



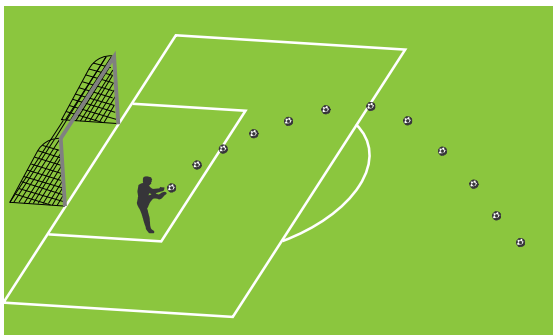
A altura máxima atingida pelo bloco I é H_1 e o tempo gasto para atingir essa altura é t_1 . O bloco II atinge a altura máxima H_2 em um tempo t_2 .

Considere a resistência do ar desprezível.

Com base nessas informações, é correto afirmar que:

- a) $H_1 = H_2$ e $t_1 = t_2$. c) $H_1 > H_2$ e $t_1 = t_2$.
b) $H_1 = H_2$ e $t_1 < t_2$. d) $H_1 > H_2$ e $t_1 < t_2$.

114. (UFRRJ) Um goleiro chuta uma bola que descreve um arco de parábola, como mostra a figura abaixo.



No ponto em que a bola atinge a altura máxima, pode-se afirmar que:

a) a energia potencial é máxima.

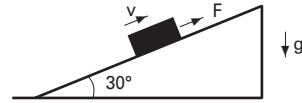
b) a energia mecânica é nula.

c) a energia cinética é nula.

d) a energia cinética é máxima.

e) nada se pode afirmar sobre as energias, pois não conhecemos a massa da bola.

115. (Fuvest-SP) Uma pessoa puxa um caixote, com uma força F , ao longo de uma rampa inclinada de 30° com a horizontal, conforme a figura, sendo desprezível o atrito entre o caixote e a rampa.



O caixote, de massa m , desloca-se com velocidade v constante, durante um certo intervalo de tempo Δt . Considere as seguintes afirmações.

I) O trabalho realizado pela força F é igual a $Fv\Delta t$.

II) O trabalho realizado pela força F é igual a $\frac{mgv\Delta t}{2}$.

III) A energia potencial gravitacional varia de $\frac{mgv\Delta t}{2}$.

Está correto apenas o que se afirma em:

- a) III. c) I e III. e) I, II e III.
b) I e II. d) II e III.

116. (UFG-GO) Os princípios de conservação da energia e da quantidade de movimento são fundamentais na compreensão da dinâmica de interação entre corpos, tais como: colisões, movimentos de planetas e satélites, etc. Entende-se, pois, que:

a) a energia associada ao movimento de um corpo é alterada, quando a força resultante, que atua sobre ele, realiza trabalho.

b) na ausência de forças externas em uma colisão, a quantidade de movimento do sistema não se altera.

c) a energia cinética de um planeta em órbita elíptica em torno do Sol é constante.

d) considerando-se uma pessoa saltando sobre uma cama elástica, e tomando-se o solo como referencial, pode-se dizer que no instante em que a cama atinge o ponto mais baixo, a uma altura h acima do solo, toda a energia mecânica da pessoa é convertida em energia potencial elástica.

117. (PUC-SP) Uma pedra rola de uma montanha. Admita que no ponto **A** a pedra tenha uma energia mecânica igual a 400 J. Podemos afirmar que a energia mecânica da pedra em **B**:

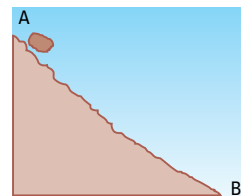
a) certamente será igual a 400 J.

b) certamente será menor que 400 J.

c) certamente será maior que 400 J.

d) será maior que 400 J se o sistema for conservativo.

e) será menor que 400 J se o sistema for dissipativo.

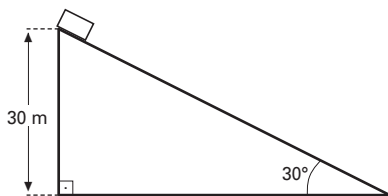


118. (Vunesp) Um bloco de 6,0 kg, mantido em repouso sobre uma superfície plana, horizontal e perfeitamente lisa, está encostado em uma mola comprimida de 0,20 m. A mola, de massa desprezível e constante elástica igual a $150 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, tem a outra extremidade fixa. Num dado instante, o bloco é liberado e a mola o impulsiona sobre o plano.

a) Determine a velocidade v do bloco imediatamente após perder o contato com a mola.

b) Sabendo que o tempo de duração do contato entre a mola e o bloco é aproximadamente 0,3s, determine a força média F_m exercida pela mola sobre o bloco durante esse tempo.

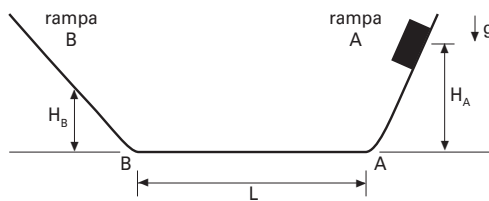
119. (Uerj) Um corpo de massa 2 kg é abandonado no alto de um plano inclinado, a 30 m do chão, conforme a figura:



Na ausência de atrito e imediatamente após 2s de movimento, calcule as energias:

- a) cinética; b) potencial.

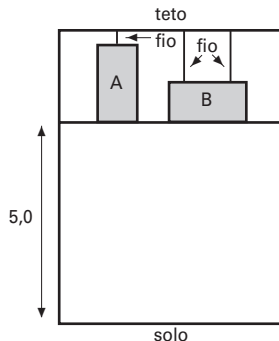
120. (Fuvest-SP) Uma pista é formada por duas rampas inclinadas, **A** e **B**, e por uma região horizontal de comprimento **L**. Soltando-se, na rampa **A**, de uma altura H_A , um bloco de massa **m**, verifica-se que ele atinge uma altura H_B na rampa **B** (conforme figura), em experimento realizado na Terra. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a pista é nulo nas rampas e igual a μ na região horizontal.



Suponha que esse mesmo experimento seja realizado em Marte, onde a aceleração da gravidade é $g_M \equiv \frac{g}{3}$, e considere que o bloco seja solto na mesma rampa **A** e da mesma altura H_A . Determine:

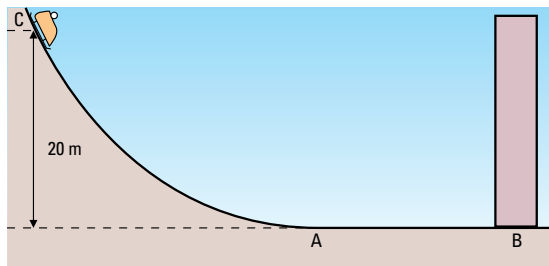
- a) a razão $R_a = \frac{v_{A_{Terra}}}{v_{A_{Marte}}}$, entre as velocidades do bloco no final da rampa **A** (ponto **A**), em cada uma das experiências (Terra e Marte);
- b) a razão $R_b = \frac{W_{Terra}}{W_{Marte}}$, entre as energias mecânicas dissipadas pela força de atrito na região horizontal, em cada uma das experiências (Terra e Marte);
- c) a razão $R_c = \frac{H_{B_{Terra}}}{H_{B_{Marte}}}$, entre as alturas que o bloco atinge na rampa **B**, em cada uma das experiências (Terra e Marte).

121. (Unicamp-SP) Dois blocos homogêneos estão presos ao teto de um galpão por meio de fios, como mostra a figura ao lado. Os dois blocos medem 1,0 m de comprimento por 0,4 m de largura por 0,4 m de espessura. As massas dos blocos **A** e **B** são respectivamente iguais a 5,0 kg e 50 kg. Despreze a resistência do ar.



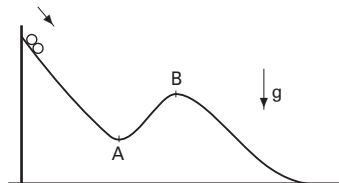
- a) Calcule a energia mecânica de cada bloco em relação ao solo.
- b) Os três fios são cortados simultaneamente. Determine as velocidades dos blocos imediatamente antes de tocarem o solo.
- c) Determine o tempo de queda de cada bloco.

122. (UFJF-MG) Um trenó, com um esquimó, começa a descer por uma rampa de gelo, partindo do repouso no ponto **C**, à altura de 20 m. Depois de passar pelo ponto **A**, atinge uma barreira de proteção em **B**, conforme a figura abaixo. O conjunto trenó-esquimó possui massa total de 90 kg. O trecho AB encontra-se na horizontal. Despreze as dimensões do conjunto, o atrito e a resistência do ar durante o movimento.



- a) Usando o princípio da conservação da energia mecânica, calcule a velocidade com que o conjunto chega ao ponto **A**, na base da rampa.
- b) Em **B** encontra-se uma barreira de proteção feita de material deformável, usada para parar o conjunto após a descida. Considere que, durante o choque, a barreira não se desloca e que o conjunto choca-se contra ela e para. Sabendo que a barreira de proteção sofreu uma deformação de 1,5 m durante o choque, calcule a força média exercida por ela sobre o conjunto.

123. (Fuvest-SP) Um carrinho é largado do alto de uma montanha-russa, conforme a figura. Ele se movimenta, sem atrito e sem soltar-se dos trilhos, até atingir o plano horizontal. Sabe-se que os raios de curvatura da pista em **A** e **B** são iguais.



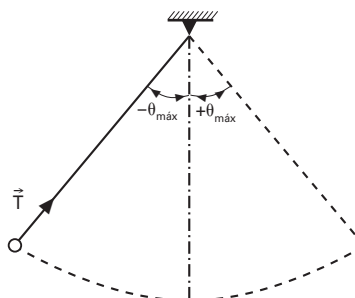
Considere as seguintes afirmações:

- I) No ponto **A**, a resultante das forças que agem sobre o carrinho é dirigida para baixo.
- II) A intensidade da força centrípeta que age sobre o carrinho é maior em **A** do que em **B**.
- III) No ponto **B**, o peso do carrinho é maior do que a intensidade da força normal que o trilho exerce sobre ele.

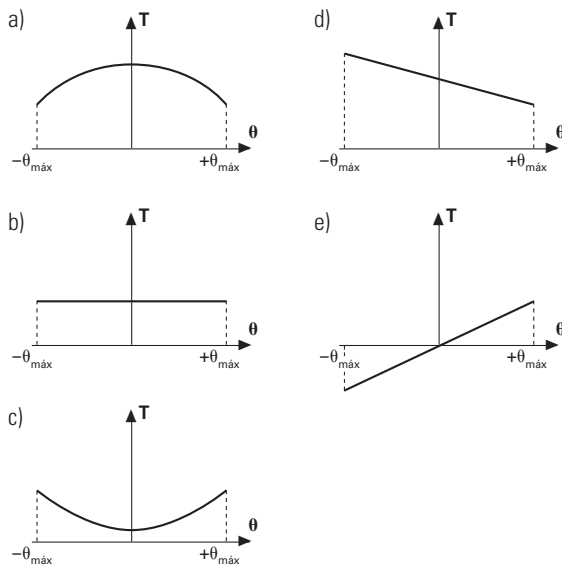
Está correto apenas o que se afirma em:

- a) I. b) II. c) III. d) I e II. e) II e III.

124. (Ufscar-SP) No pêndulo representado na figura, o ângulo θ formado pelo fio de sustentação com a vertical oscila entre os valores extremos $-\theta_{\text{máx}}$ e $+\theta_{\text{máx}}$.

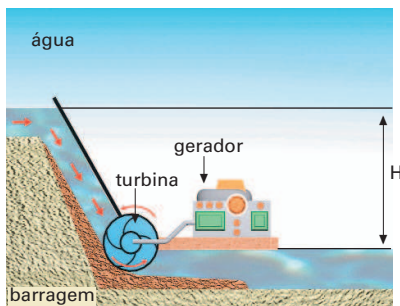


Assinale o gráfico que melhor representa o módulo da tração $\vec{T}$ exercida pelo fio de sustentação em função do ângulo θ .



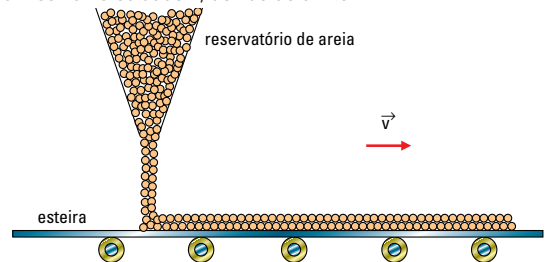
125. (UFMT) Engenheiros de uma companhia hidrelétrica pretendem projetar uma pequena usina aproveitando um desnível de terreno de 80 metros, por onde corre um rio com vazão de 25 000 litros por segundo. Qual o número inteiro que mais se aproxima do valor da potência máxima, em MW – megawatts, que essa usina poderia gerar sem perdas significativas de energia?

126. (Unicamp-SP) Uma usina hidrelétrica gera eletricidade a partir da transformação de energia potencial mecânica em energia elétrica. A usina de Itaipu, responsável pela geração de 25% da energia elétrica utilizada no Brasil, é formada por 18 unidades geradoras. Nelas, a água desce por um duto sob a ação da gravidade, fazendo girar a turbina e o gerador, como indicado na figura abaixo. Pela tubulação de cada unidade passam 700 m³/s de água. O processo de geração tem uma eficiência de 77%, ou seja, nem toda a energia potencial mecânica é transformada em energia elétrica. Considere a densidade da água 1 000 kg/m³ e $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- a) Qual a potência gerada em cada unidade da usina se a altura da coluna d'água for $H = 130 \text{ m}$? Qual a potência total gerada na usina?
 b) Uma cidade como Campinas consome $6 \cdot 10^9 \text{ Wh}$ por dia. Para quantas cidades como Campinas, Itaipu é capaz de suprir energia elétrica? Ignore as perdas na distribuição.
127. (Unifor-CE) Um menino de massa 20 kg desce por um escorregador de 3,0 m de altura em relação à areia de um tanque, na base do escorregador. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, o trabalho realizado pela força peso do menino vale, em joules:
- a) 600. b) 400. c) 300. d) 200. e) 60.

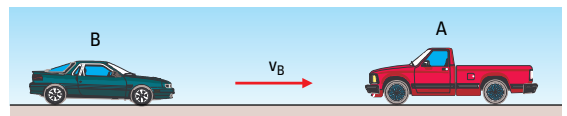
128. (ITA-SP) Deixa-se cair continuamente areia de um reservatório a uma taxa de 3,0 kg/s diretamente sobre uma esteira que se move na direção horizontal com velocidade $\vec{v}$. Considere que a camada de areia depositada sobre a esteira se locomove com a mesma velocidade $\vec{v}$, devido ao atrito.



Desprezando a existência de quaisquer outros atritos, conclui-se que a potência em watts, requerida para manter a esteira movendo-se a 4,0 m/s, é:

- a) 0. b) 3. c) 12. d) 24. e) 48.
129. (Ufscar-SP) Um estudante deixa cair várias vezes uma bolinha de pingue-pongue verticalmente, da mesma altura, sobre o piso de uma sala. Depois de cada choque, ele nota que a bolinha sempre volta verticalmente, mas atinge alturas diferentes. Suponha a resistência do ar desprezível. Essa observação permite afirmar que a variação da quantidade de movimento da bolinha ocorrida nos seus diferentes choques com o piso:
- a) é sempre a mesma, qualquer que seja a altura atingida pela bolinha na volta.
 b) é maior quando a altura atingida pela bolinha na volta for maior.
 c) é maior quando a altura atingida pela bolinha na volta for menor.
 d) é menor quando a altura atingida pela bolinha na volta for maior.
 e) não tem relação com a altura atingida pela bolinha na volta.

130. (Fuvest-SP) Uma caminhonete **A**, parada em uma rua plana, foi atingida por um carro **B**, com massa $m_B = \frac{m_A}{2}$, que vinha com velocidade $\mathbf{v}_B$. Como os veículos ficaram amassados, pode-se concluir que o choque não foi totalmente elástico. Consta no boletim de ocorrência que, no momento da batida, o carro **B** parou enquanto a caminhonete **A** adquiriu uma velocidade $\mathbf{v}_A = \frac{\mathbf{v}_B}{2}$, na mesma direção de $\mathbf{v}_B$.



Considere estas afirmações de algumas pessoas que comentaram a situação:

- I) A descrição do choque não está correta, pois é incompatível com a lei da conservação da quantidade de movimento.
 II) A energia mecânica dissipada na deformação dos veículos foi igual a $\frac{1}{2} m_A v_A^2$.
 III) A quantidade de movimento dissipada no choque foi igual a $\frac{1}{2} m_B v_B$.

Está correto apenas o que se afirma em:

- a) I. b) II. c) III. d) I e III. e) II e III.
131. (UFJF-MG) Um vagão, movendo-se sobre uma linha férrea retilínea e horizontal, com a velocidade de 12 m/s em módulo, atinge outro vagão, que estava em repouso sobre essa mesma linha. A massa do vagão que estava em repouso é de 10 000 kg, e a do

outro é de 20 000 kg. Após o choque, os dois vagões passam a mover-se juntos, com velocidade $\vec{v}_1$. Se o vagão em repouso tivesse massa de 20 000 kg e o outro 10 000 kg, mantendo-se as demais condições inalteradas, a velocidade final do conjunto seria $\vec{v}_2$. As velocidades $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$ têm módulos, respectivamente:

- a) 8 m/s, 6 m/s. c) 12 m/s, 8 m/s.
b) 6 m/s, 8 m/s. d) 8 m/s, 4 m/s.

132. (UFRGS-RS) Dois vagões de trem, de massas $4 \cdot 10^4$ kg e $3 \cdot 10^4$ kg, deslocam-se no mesmo sentido, sobre uma linha férrea retilínea. O vagão de menor massa está na frente, movendo-se com uma velocidade de 0,5 m/s. A velocidade do outro é 1 m/s. Em dado momento, se chocam e permanecem acoplados. Imediatamente após o choque, a quantidade de movimento do sistema formado pelos dois vagões é:

- a) $3,5 \cdot 10^4$ kg · m/s. d) $7,0 \cdot 10^4$ kg · m/s.
b) $5,0 \cdot 10^4$ kg · m/s. e) $10,5 \cdot 10^4$ kg · m/s.
c) $5,5 \cdot 10^4$ kg · m/s.

133. (Unifor-CE) Uma caixa de madeira, de massa 2,0 kg, move-se numa superfície horizontal sem atrito, com velocidade escalar constante de 10 m/s. Num dado instante ela colide com outra caixa, de massa 3,0 kg, que estava parada, passando a mover-se juntas, unidas por um encaixe. A velocidade do conjunto, após a colisão, em m/s, vale:

- a) 5,0. b) 4,3. c) 4,0. d) 3,3. e) 2,8.

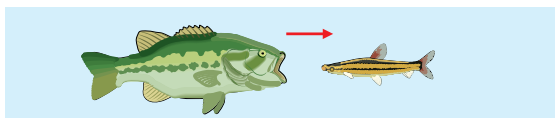
134. (Unifor-CE) Duas partículas, de massas $m_1 = 100$ g e $m_2 = 200$ g, movem-se sobre uma mesma reta, em sentidos opostos, com velocidades escalares de módulos $v_1 = 5,0$ m/s e $v_2 = 3,0$ m/s, respectivamente, indo uma de encontro à outra. Nessas condições, o módulo da quantidade de movimento do sistema constituído pelas duas partículas, imediatamente após a colisão, em kg · m/s, vale:

- a) $1,1 \cdot 10^3$. b) $1,0 \cdot 10^3$. c) 1,0. d) 1,1. e) 0,10.

135. (Unifor-CE) Um caixote de massa 2,0 kg, aberto em sua parte superior, desloca-se com velocidade constante de 0,40 m/s sobre um plano horizontal sem atrito. Começa, então, a chover intensamente na vertical. Quando o caixote tiver armazenado 2,0 kg de água, sua velocidade será, em m/s:

- a) 0,80. b) 0,40. c) 0,20. d) 0,10. e) 0,05.

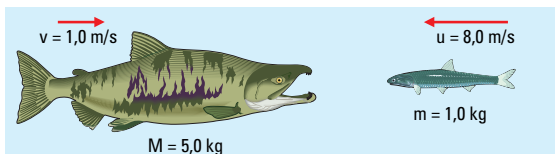
136. (Uerj) Um peixe de 4 kg, nadando com velocidade de 1,0 m/s, no sentido indicado pela figura, engole um peixe de 1 kg, que estava em repouso, e continua nadando no mesmo sentido.



A velocidade, em m/s, do peixe maior, imediatamente após a ingestão, é igual a:

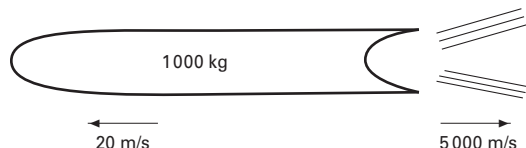
- a) 1,0. b) 0,8. c) 0,6. d) 0,4.

137. (UFPI) Na figura abaixo, o peixe maior, de massa $M = 5,0$ kg, nada para a direita a uma velocidade $v = 1,0$ m/s, e o peixe menor, de massa $m = 1,0$ kg, se aproxima dele a uma velocidade $u = 8,0$ m/s, para a esquerda. Após engolir o peixe menor, o peixe maior terá uma velocidade de (despreze qualquer efeito de resistência da água):



- a) 0,50 m/s, para a esquerda. d) 0,50 m/s, para a direita.
b) 1,0 m/s, para a esquerda. e) 1,0 m/s, para a direita.
c) nula.

138. (ITA-SP) Uma sonda espacial de 1 000 kg, vista de um sistema de referência inercial, encontra-se em repouso no espaço. Num determinado instante, seu propulsor é ligado e, durante o intervalo de tempo de 5s, os gases são ejetados a uma velocidade constante, em relação à sonda, de 5 000 m/s.



No final desse processo, com a sonda movendo-se a 20 m/s, a massa aproximada de gases ejetados é:

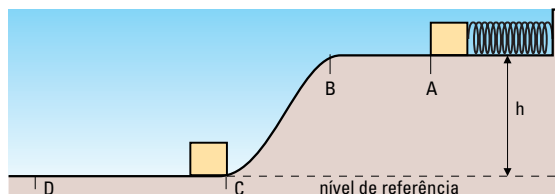
- a) 0,8 kg. b) 4 kg. c) 5 kg. d) 20 kg. e) 25 kg.

139. (Unicamp-SP) Um canhão de massa $M = 300$ kg dispara na horizontal uma bala de massa $m = 15$ kg com uma velocidade de 60 m/s em relação ao chão.

- a) Qual a velocidade de recuo do canhão em relação ao chão?
b) Qual a velocidade de recuo do canhão em relação à bala?
c) Qual a variação da energia cinética do disparo?

140. (UFV-MG) Um bloco de massa m é mantido em repouso no ponto **A** da figura, comprimindo, de uma distância x , uma mola de constante elástica k . O bloco, após abandonado, é empurrado pela mola e, após liberado por essa, passa pelo ponto **B**, chegando em **C**. Imediatamente depois de chegar no ponto **C**, esse bloco tem uma colisão perfeitamente inelástica com outro bloco, de massa M , percorrendo o conjunto uma distância L até parar no ponto **D**. São desprezíveis os atritos no trecho compreendido entre os pontos **A** e **C**. Considere os valores de m , x , k , h , M e L , bem como o módulo da aceleração gravitacional local, g , apresentados a seguir:

m	x	k	h	M	L	g
2,0 kg	10 cm	3 200 N/m	1,0 m	4,0 kg	2,0 m	10 m/s ²



- a) Calcule a(s) modalidade(s) de energia mecânica em cada ponto apresentado abaixo, completando o quadro, no que couber, atentando para o nível de referência para energia potencial gravitacional, assinalado na figura.

Ponto	Modalidade de Energia Mecânica				Energia mecânica total (J)
	Energia potencial gravitacional (J)	Energia potencial elástica (J)	Energia cinética (J)	Outra (J)	
A					
B					

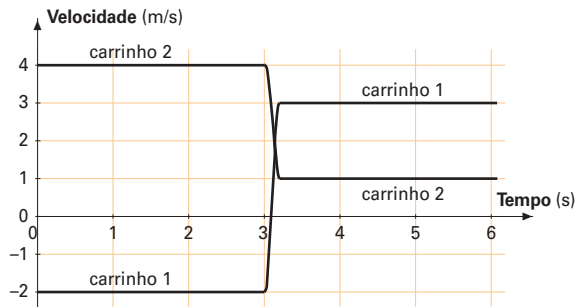
- b) Calcule a velocidade do bloco quando chega em **C**.
c) Supondo os dois blocos do mesmo material, determine o coeficiente de atrito entre os blocos e a superfície plana.

141. (Vunesp) Um carrinho de massa $4m$, deslocando-se inicialmente sobre trilhos horizontais e retílineos com velocidade de $2,5 \text{ m/s}$, choca-se com outro, de massa m , que está em repouso sobre os trilhos, como mostra a figura:



Com o choque, os carrinhos engatam-se, passando a se deslocar com velocidade v na parte horizontal dos trilhos. Desprezando quaisquer atritos, determine:

- a velocidade v do conjunto na parte horizontal dos trilhos.
 - a altura máxima H , acima dos trilhos horizontais, atingida pelo conjunto ao subir a parte em rampa dos trilhos mostrada na figura.
- (Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.)
142. (UFPR) Com relação aos conceitos de trabalho, energia e momento linear (quantidade de movimento), é correto afirmar:
- O trabalho realizado por uma força depende somente do módulo desta força.
 - A energia cinética de um objeto depende da orientação da sua velocidade.
 - Quando uma bola é jogada verticalmente para cima, o trabalho da força gravitacional na subida tem o mesmo módulo que o trabalho na descida, mas com sinal oposto.
 - Dois veículos de mesma massa, movendo-se com velocidade de mesmo módulo, nem sempre terão o mesmo momento linear.
 - O momento linear é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade.
 - Numa colisão, o momento linear total é sempre conservado.
143. (Vunesp) A figura mostra o gráfico das velocidades de dois carrinhos que se movem sem atrito sobre um mesmo par de trilhos horizontais e retílineos. Em torno do instante $3s$, os carrinhos colidem-se.



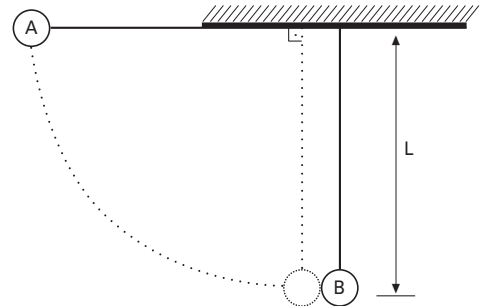
Se as massas dos carrinhos 1 e 2 são, respectivamente, m_1 e m_2 , então:

- $m_1 = 3m_2$.
 - $3m_1 = m_2$.
 - $3m_1 = 5m_2$.
 - $3m_1 = 7m_2$.
 - $5m_1 = 3m_2$.
144. (UEPB) Uma esfera de massa igual a $0,2 \text{ kg}$, movendo-se sobre uma superfície muito lisa com velocidade 36 km/h , colidiu elasticamente contra um obstáculo fixo. O módulo da variação da quantidade de movimento (momento linear) da esfera em $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ é:
- nulo.
 - $16,0$.
 - $8,0$.
 - $2,0$.
 - $4,0$.
145. (UFPI) Um objeto, de massa m e velocidade v_0 , colide frontalmente com um outro objeto de massa $4m$, inicialmente em repouso sobre uma superfície lisa. Após a colisão, o objeto de

massa m fica em repouso. A razão entre a energia cinética final e a energia cinética inicial, $\frac{K_f}{K_i}$, para essa colisão é:

- zero.
- $0,25$.
- $0,50$.
- $0,75$.
- $1,00$.

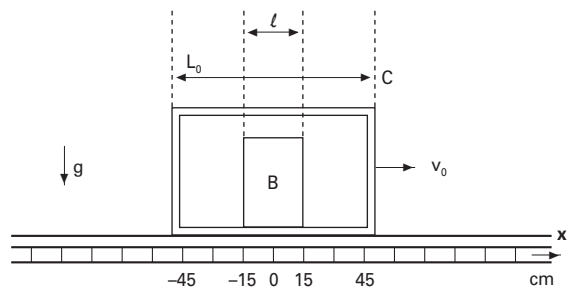
146. (UFSC) As esferas **A** e **B** da figura têm a mesma massa e estão presas a fios inextensíveis, de massas desprezíveis e de mesmo comprimento, sendo L a distância do ponto de suspensão até o centro de massa das esferas e igual a $0,80 \text{ m}$. Inicialmente, as esferas encontram-se em repouso e mantidas nas posições indicadas. Soltando-se a esfera **A**, ela desce, indo colidir, de forma perfeitamente elástica, com a esfera **B**. Desprezem-se os efeitos da resistência do ar.



Assinale a(s) proposição(ões) correta(s):

- Durante o movimento de descida da esfera **A**, sua energia mecânica permanece constante e é possível afirmar que sua velocidade no ponto mais baixo da trajetória, imediatamente antes de colidir com a esfera **B**, é de $3,0 \text{ m/s}$.
- Não é possível calcular o valor da velocidade da esfera **A**, no instante em que colidiu com a esfera **B**, porque não houve conservação da energia mecânica durante seu movimento de descida e também porque não conhecemos a sua massa.
- A velocidade da esfera **A**, no ponto mais baixo da trajetória, imediatamente antes de colidir com a esfera **B**, é de $4,0 \text{ m/s}$.
- Considerando o sistema constituído pelas esferas **A** e **B**, em se tratando de um choque perfeitamente elástico, podemos afirmar que há conservação da quantidade de movimento total e da energia cinética total do sistema.
- Imediatamente após a colisão, a esfera **B** se afasta da esfera **A** com velocidade igual a $4,0 \text{ m/s}$.
- Após a colisão, a esfera **A** permanece em repouso.
- Após a colisão, a esfera **A** volta com velocidade de $4,0 \text{ m/s}$, invertendo o sentido do seu movimento inicial.

147. (Fuvest-SP) Uma caixa **C**, parada sobre uma superfície horizontal, tem em seu interior um bloco **B**, que pode deslizar sem atrito e colidir elasticamente com ela. O bloco e a caixa têm massas iguais, sendo $m_c = m_b = 20 \text{ kg}$. Na situação representada na figura, no instante $t = 0$, é dado um empurrão na caixa, que passa a se mover, sem atrito, com velocidade inicial $v_0 = 15 \text{ cm/s}$.



O bloco e a parede esquerda da caixa colidem no instante $t_1 = 2s$, passando o bloco, depois, a colidir sucessivamente com as paredes direita e esquerda da caixa, em intervalos de tempo Δt iguais.

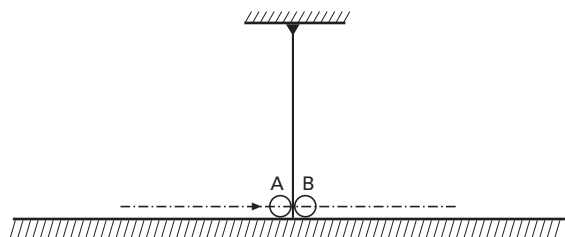
a) Determine os intervalos de tempo Δt .

b) Construa os gráficos abaixo:

- Quantidade de movimento Q_c da caixa em função do tempo t
- Quantidade de movimento Q_b do bloco em função do tempo t
- Energia total E do sistema em função do tempo t

Em todos os gráficos, considere pelo menos quatro colisões e indique valores e unidades nos eixos verticais.

- 148.** (Ufscar-SP) O esquema da figura mostra a situação imediatamente anterior ao choque da esfera **A**, que percorre o plano horizontal, com a esfera **B**, presa ao fio, em repouso. O choque é perfeitamente elástico, as esferas são idênticas e seus centros de massa estão alinhados.

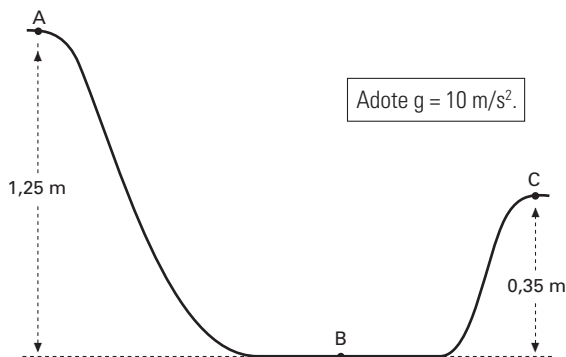


Depois do choque, a esfera presa ao fio sobe até atingir uma altura de 0,20 m em relação à horizontal que passa pelos seus centros de massa. Considere desprezível a resistência do ar e responda:

- a) qual a velocidade de cada esfera imediatamente após o choque?
b) o que deve ocorrer com as esferas quando a esfera **B** voltar à sua posição inicial? Explique.

(Admita $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

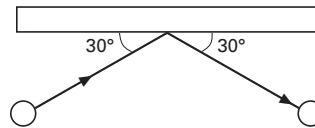
- 149.** (Mack-SP)



Um pequeno corpo C_1 , de massa 2 kg, é abandonado do repouso no ponto **A** do trilho acima ilustrado. Sem perder o contato com o mesmo, esse corpo desliza sem atrito até atingir o ponto **B**, num trecho horizontal, quando se choca frontalmente com um outro corpo C_2 de massa 3 kg, inicialmente em repouso. Sabendo que o choque é perfeitamente elástico, o segundo corpo atingirá o ponto **C** do trilho com velocidade de:

- a) 9,0 m/s. b) 6,0 m/s. c) 5,0 m/s. d) 4,0 m/s. e) 3,0 m/s.

- 150.** (Mack-SP) Uma bola de bilhar de 100 g, com velocidade de 8 m/s, atinge a lateral da mesa, sofrendo um choque perfeitamente elástico, conforme mostra a figura a seguir. No choque, a bola permanece em contato com a lateral da mesa durante 0,08s. A intensidade da força que a bola aplica nessa lateral é de:



- a) 20 N. b) 18 N. c) 16 N. d) 15 N. e) 10 N.

- 151.** (UEPB) Os lançamentos de satélites, as imagens obtidas do universo por telescópio, o envio de sondas a Marte, entre outros, são fatos que tendem a popularizar os conceitos sobre a Lei da Gravitação Universal. Com base nestes conhecimentos, assinale a proposição correta:

- a) A força de atração gravitacional deve existir não apenas entre o Sol e os planetas, ou entre a Terra e a Lua, mas deve se manifestar entre todos os corpos materiais do universo.
b) A constante gravitacional seria diferente, se fosse medida em outro planeta.
c) Um corpo, afastando-se da superfície terrestre, ao atingir uma posição fora da atmosfera, deixa de ser atraído pela Terra.
d) Um newton de arroz, tanto no polo sul quanto no equador terrestre, contém a mesma quantidade de arroz.
e) O peso de um corpo independe do local onde ele se encontra.

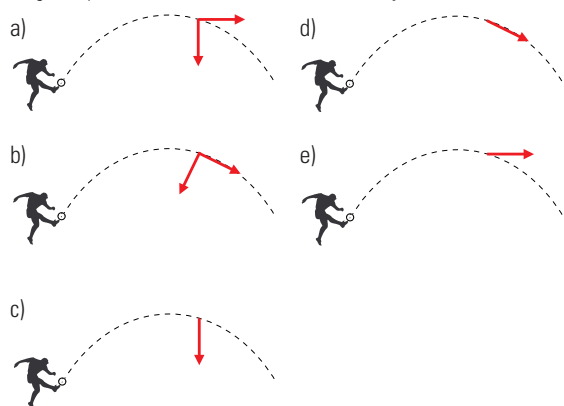
- 152.** (UFPI) A unidade astronômica, UA (1 UA $\approx$ 150 milhões de quilômetros), é a distância da Terra até o Sol. O raio da órbita do planeta Marte é, aproximadamente, 1,5 UA. Considere a situação em que a linha que une a Terra ao Sol é perpendicular à linha que une Marte ao Sol. Nessa situação, podemos afirmar que a distância entre a Terra e Marte, em UA, é, aproximadamente:

- a) 0,9. b) 1,8. c) 2,7. d) 3,6. e) 4,5.

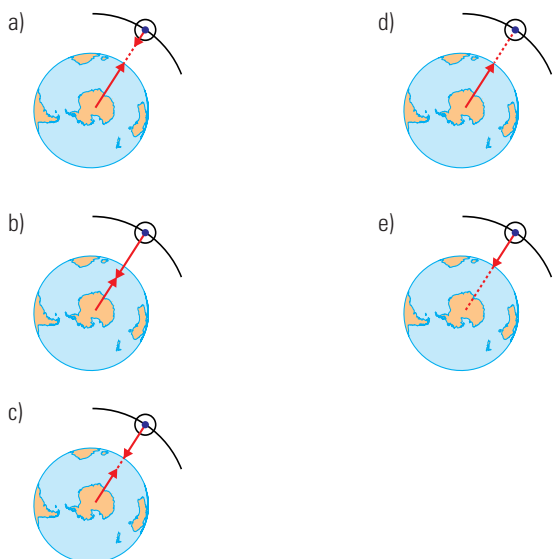
- 153.** (PUC-RJ) Uma bola é lançada de uma torre para baixo. A bola não é deixada cair, mas sim lançada com uma certa velocidade inicial para baixo. Sua aceleração para baixo é (**g** refere-se à aceleração da gravidade):

- a) exatamente igual a **g**.
b) maior do que **g**.
c) menor do que **g**.
d) inicialmente, maior do que **g**, mas rapidamente estabilizando em **g**.
e) inicialmente, menor do que **g**, mas rapidamente estabilizando em **g**.

- 154.** (UFPE) Um jogador chuta a bola em um jogo de futebol. Desprezando-se a resistência do ar, a figura que melhor representa a(s) força(s) que atua(m) sobre a bola em sua trajetória é:



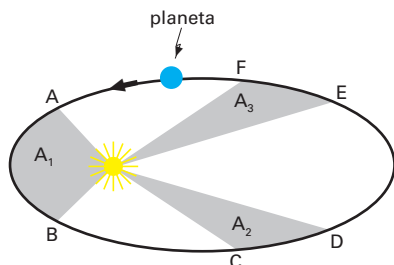
- 155.** (PUC-SP) Um satélite em órbita ao redor da Terra é atraído pelo nosso planeta e, como reação (3^a Lei de Newton), atrai a Terra. A figura que representa corretamente esse par ação-reação é:



156. (Furg-RS) Suponha que Ganimedes, uma das grandes luas de Júpiter, efetua um movimento circular uniforme em torno desse planeta. Então, a força que mantém o satélite Ganimedes na trajetória circular está dirigida:

a) para o centro do Sol. d) para o centro de Ganimedes.
b) para o centro de Júpiter. e) tangente à trajetória.
c) para o centro da Terra.

157. (Uerj) A figura ilustra o movimento de um planeta em torno do Sol.

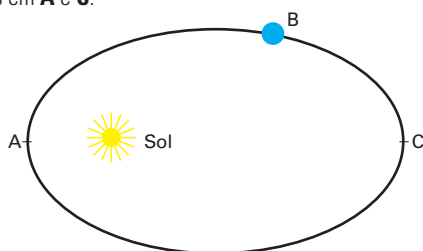


Se os tempos gastos para o planeta se deslocar de **A** para **B**, de **C** para **D** e de **E** para **F** são iguais, então as áreas A_1 , A_2 e A_3 – apresentam a seguinte relação:

a) $A_1 = A_2 = A_3$. c) $A_1 < A_2 < A_3$.
b) $A_1 > A_2 > A_3$. d) $A_1 > A_2 > A_3$.

158. (UFPI) Um planeta gira, em órbita elíptica, em torno do Sol. Considere as afirmações:

I) Na posição **A**, a quantidade de movimento linear do planeta tem módulo máximo.
II) Na posição **C**, a energia potencial do sistema (Sol + planeta) é máxima.
III) Na posição **B**, a energia total do sistema (Sol + planeta) tem um valor intermediário, situado entre os correspondentes valores em **A** e **C**.



Assinale a alternativa correta:

a) I e III são verdadeiras. d) Apenas II é verdadeira.
b) I e II são verdadeiras. e) Apenas I é verdadeira.
c) II e III são verdadeiras.

159. (Ufla-MG) O módulo da força gravitacional entre duas pequenas esferas iguais de massa **m**, cujos centros estão separados por uma distância **d**, é **F**. Aumentando a separação entre as esferas para **2d**, qual será o módulo da força gravitacional entre elas?

a) 2F b) F c) $\frac{F}{2}$ d) $\frac{F}{4}$ e) 4F

160. (Unifor-CE) Os corpos **A** e **B**, de dimensões desprezíveis, têm massas tais que $m_A = 2m_B$. Eles são levados para o espaço, muito longe da influência de qualquer outro corpo, e liberados a certa distância um do outro. Eles se atraem e, antes de colidirem, suas acelerações, em qualquer instante, são tais que:

a) $a_A = \frac{a_B}{4}$. c) $a_A = a_B$. e) $a_A = 4a_B$.
b) $a_A = \frac{a_B}{2}$. d) $a_A = 2a_B$.

161. (Mack-SP) Um satélite estacionário possui órbita circular equatorial, a 1 600 km da superfície da Terra. Sabendo que o raio do equador terrestre é $6,4 \cdot 10^3$ km, podemos dizer que nesta altura:

a) o peso do satélite é praticamente zero, devido à ausência de gravidade terrestre no local.
b) o peso do satélite é igual ao peso que ele teria na superfície do nosso planeta.
c) o peso do satélite é igual a 80% do peso que ele teria na superfície do nosso planeta.
d) o peso do satélite é igual a 64% do peso que ele teria na superfície do nosso planeta.
e) o peso do satélite é igual a 25% do peso que ele teria na superfície do nosso planeta.

162. (PUC-SP) “Que graça pode haver em ficar dando voltas na Terra uma, duas, três, quatro... 3 000 vezes? Foi isso que a americana Shannon Lucid, de 53 anos, fez nos últimos seis meses a bordo da estação orbital russa Mir...”

Revista *Veja*, 2/10/96.

Em órbita circular, aproximadamente 400 km acima da superfície, a Mir move-se com velocidade escalar constante de aproximadamente 28 080 km/h, equivalente a $7,8 \cdot 10^3$ m/s.

Utilizando-se o raio da Terra como $6 \cdot 10^6$ m, qual é, aproximadamente, o valor da aceleração da gravidade nessa órbita?

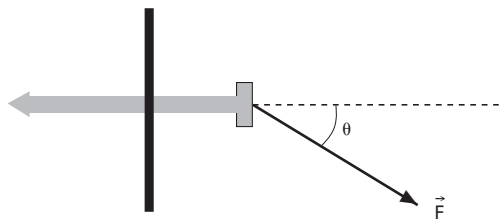
a) zero. c) $7,2 \text{ m/s}^2$. e) $11,0 \text{ m/s}^2$.
b) $1,0 \text{ m/s}^2$. d) $9,5 \text{ m/s}^2$.

163. (Fuvest-SP) No sistema solar, o planeta Saturno tem massa cerca de 100 vezes maior do que a da Terra e descreve uma órbita, em torno do Sol, a uma distância média 10 vezes maior do que a distância média da Terra ao Sol (valores aproximados). A razão $\left(\frac{F_{\text{Sat}}}{F_T}\right)$ entre a força gravitacional com que o Sol atrai Saturno e a força gravitacional com que o Sol atrai a Terra é de aproximadamente:

a) 1 000. b) 10. c) 1. d) 0,1. e) 0,001.

Estática e Hidrostática

164. (UFMT) Um martelo exerce sobre um prego cravado na parede uma força de 10 kgf, na direção e sentido mostrados na figura a seguir.



Sobre tal fato, analise as proposições:

- A componente que efetivamente contribui para que o prego seja arrancado da parede deve ter a mesma direção do seu deslocamento.
- Para que o prego seja arrancado, é mais fácil aplicar uma força $\vec{F}$ na direção em que θ é igual a 60° do que na direção em que θ é igual a 30° .
- Se a força $\vec{F}$ for aplicada paralelamente ao deslocamento do prego, o trabalho realizado será maior do que se $\vec{F}$ estiver na direção em que θ é igual a 30° .

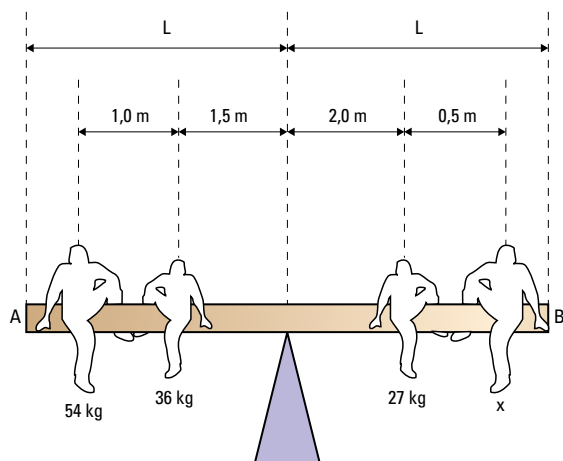
165. (UFRRJ) Na figura abaixo suponha que o menino esteja empurrando a porta com uma força $F_1 = 5 \text{ N}$, atuando a uma distância $d_1 = 2 \text{ m}$ das dobradiças (eixo de rotação) e que o homem exerça uma força $F_2 = 80 \text{ N}$ a uma distância de 10 cm do eixo de rotação.



Nestas condições, pode-se afirmar que:

- a porta estaria girando no sentido de ser fechada.
- a porta estaria girando no sentido de ser aberta.
- a porta não gira em nenhum sentido.
- o valor do momento aplicado à porta pelo homem é maior que o valor do momento aplicado pelo menino.
- a porta estaria girando no sentido de ser fechada, pois a massa do homem é maior que a massa do menino.

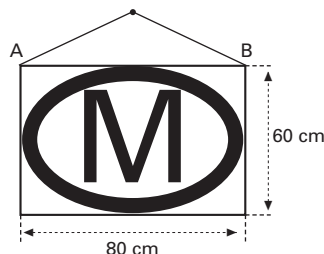
166. (Mack-SP)



Após uma aula sobre o "Princípio das Alavancas", alguns estudantes resolveram testar seus conhecimentos num "playground", determinando a massa de um deles. Para tanto, quatro sentaram-se estrategicamente na gangorra homogênea da figura, de seção transversal constante, com o ponto de apoio em seu centro, e atingiram o equilíbrio quando se encontravam sentados nas posições indicadas na figura. Desta forma, se esses estudantes assimilaram corretamente o tal princípio, chegaram à conclusão de que a massa desconhecida, do estudante sentado próximo à extremidade **B**, é:

- indeterminável, sem o conhecimento do comprimento da gangorra.
- 108 kg.
- 63 kg.
- 54 kg.
- 36 kg.

167. (Mack-SP) Aninha pendura um quadro retangular homogêneo de 3 kg de massa em um prego fixo na parede. O fio utilizado é ideal, tem comprimento 1 m e está preso nos pontos **A** e **B** do quadro.



Desprezando qualquer tipo de atrito e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, quando o lado **AB** está na horizontal, a tração no fio tem intensidade de:

- 12 N.
- 15 N.
- 18 N.
- 20 N.
- 25 N.

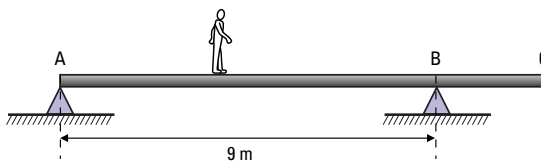
168. (Uerj)



Na figura acima, o ponto **F** é o centro de gravidade da vassoura. A vassoura é serrada no ponto **F** e dividida em duas partes: I e II. A relação entre os pesos P_I e P_{II} , das partes I e II respectivamente, é representada por:

- $P_I = P_{II}$.
- $P_I > P_{II}$.
- $P_I = 2P_{II}$.
- $P_I < P_{II}$.

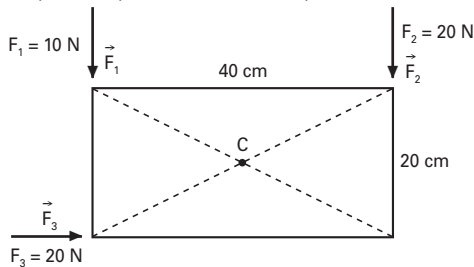
169. (Unif-RJ) Uma viga de comprimento $\overline{AC} = 12 \text{ m}$ e peso $P = 200 \text{ N}$ apoia-se horizontalmente em dois suportes colocados nos pontos **A** e **B**, distantes 9 m um do outro.



Considere um menino de peso igual a 400 N em cima da viga.

- Determine a força no suporte **B**, supondo que o menino esteja parado no meio da viga e que a reação em **A** seja igual a 200 N .
- Descreva o comportamento do sistema se o menino caminhar de **B** em direção a **C**.

170. (Unifor-CE) Numa placa retangular são aplicadas três forças contidas no plano da placa, conforme o esquema:



O momento resultante dessas forças em relação a um eixo, que é perpendicular à placa e passa pelo centro **C**, tem, em $\text{N} \cdot \text{m}$, módulo igual a:

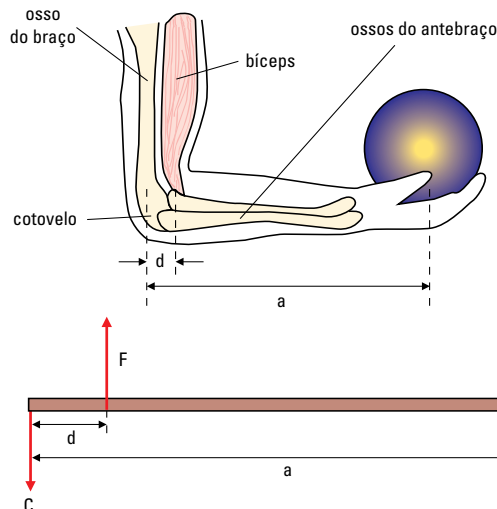
- a) zero. b) 2,0. c) 4,0. d) 6,0. e) 8,0.
171. (Mack-SP) Por erro de fabricação, uma balança de pratos **A** e **B** idênticos apresenta os braços com comprimentos diferentes (ℓ_1 e ℓ_2). Ao ser utilizada por Rubinho na determinação da massa de um corpo **x**, ele verificou que:

- 1º) colocando o corpo **x** no prato **A**, o equilíbrio horizontal ocorreu quando se colocou no prato **B** uma massa m_1 ;
2º) colocando o corpo **x** no prato **B**, o equilíbrio horizontal ocorreu quando se colocou no prato **A** uma massa m_2 , diferente de m_1 .

Dessa forma, conclui-se que a massa m_x do corpo **x** é:

- a) $\frac{m_1 + m_2}{2}$. c) $\sqrt{m_1 m_2}$. e) $\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$.
b) $\frac{m_1 m_2}{2}$. d) $\sqrt[3]{(m_1 m_2)^2}$.

172. (Unicamp-SP) O bíceps é um dos músculos envolvidos no processo de dobrar nossos braços. Esse músculo funciona num sistema de alavanca como é mostrado na figura a seguir. O simples ato de equilibrarmos um objeto na palma da mão, estando o braço em posição vertical e o antebraço em posição horizontal, é o resultado de um equilíbrio das seguintes forças: o peso **P** do objeto, a força **F** que o bíceps exerce sobre um dos ossos do antebraço e a força **C** que o osso do braço exerce sobre o cotovelo. A distância do cotovelo até a palma da mão é $a = 0,30 \text{ m}$ e a distância do cotovelo ao ponto em que o bíceps está ligado a um dos ossos do antebraço é de $d = 0,04 \text{ m}$. O objeto que a pessoa está segurando tem massa $M = 2,0 \text{ kg}$. Despreze o peso do antebraço e da mão.



- a) Determine a força **F** que o bíceps deve exercer no antebraço.
b) Determine a força **C** que o osso do braço exerce nos ossos do antebraço.

173. (PUC-RJ)



Um homem puxa um caixote de massa **m** com uma força de módulo **F** formando um ângulo θ com a horizontal, conforme a figura acima. O caixote se move com velocidade constante, e o coeficiente de atrito cinético entre o caixote e o solo vale μ_c . Qual o valor da força normal **N** exercida pelo solo no caixote?

174. (UFC-CE) No filme *Armageddon*, é mostrado um asteroide, em rota de colisão com a Terra. O diâmetro desse asteroide mede cerca de 1 000 km, mas, de acordo com vários astrônomos, os maiores asteroides com alguma probabilidade de colidir com a Terra têm um diâmetro de 10 km. São os chamados *exterminadores*. Faça uma estimativa da razão entre as massas desses dois tipos de asteroides.

175. (Mack-SP) Num dia em que a temperatura ambiente é de $14,5^\circ\text{C}$, ao se submergir totalmente um cubo maciço de uma liga metálica com 450 g em água pura ($\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \text{ g/cm}^3$), verifica-se um deslocamento de 30 cm^3 do líquido, enquanto um outro cubo, com região interna oca e vazia, de igual volume externo e constituído do mesmo material, flutua nessa água com $\frac{1}{4}$ de sua altura emergida.

O volume efetivo dessa liga metálica, no segundo cubo, é de:

- a) $1,5 \text{ cm}^3$. c) 15 cm^3 . e) 30 cm^3 .
b) $2,25 \text{ cm}^3$. d) $22,5 \text{ cm}^3$.

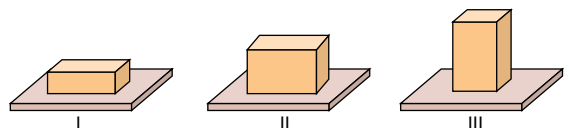
176. (Fuvest-SP) Um motorista para em um posto e pede ao frentista para regular a pressão dos pneus de seu carro em 25 "libras" (abreviação da unidade "libra força por polegada quadrada" ou "psi"). Essa unidade corresponde à pressão exercida por uma força igual ao peso da massa de 1 libra, distribuída sobre uma área de 1 polegada quadrada. Uma libra corresponde a 0,5 kg e 1 polegada a $25 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, aproximadamente. Como 1 atm corresponde a cerca de $1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ no SI (e $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$), aquelas 25 "libras" pedidas pelo motorista equivalem aproximadamente a:

- a) 2 atm. c) 0,5 atm. e) 0,01 atm.
b) 1 atm. d) 0,2 atm.

177. (Unifor-CE) Um bloco maciço de metal, em forma de cubo, tem massa de 800 kg e está apoiado sobre uma superfície horizontal por uma de suas faces. A pressão que ele exerce tem intensidade de $5,0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$. Nessas condições, a medida da aresta desse cubo, em centímetros, vale:

- a) 20. b) 30. c) 40. d) 50. e) 60.

178. (UFMG) As figuras mostram um mesmo tijolo, de dimensões $5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$, apoiado sobre uma mesa de três maneiras diferentes. Em cada situação, a face do tijolo que está em contato com a mesa é diferente.



As pressões exercidas pelo tijolo sobre a mesa nas situações I, II e III são, respectivamente, p_1 , p_2 e p_3 .

Com base nessas informações, é correto afirmar que:

- a) $p_1 = p_2 = p_3$.
b) $p_1 < p_2 < p_3$.
c) $p_1 < p_2 > p_3$.
d) $p_1 > p_2 > p_3$.

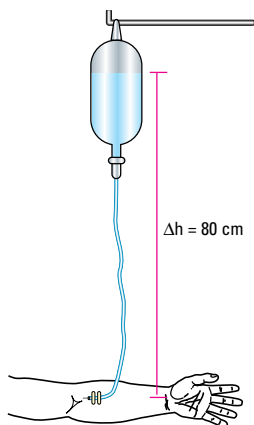
179. (UFRN) Na casa de Petúnia há uma caixa-d'água cúbica, de lado igual a 2,0 m, cuja base está a 4,0 m de altura em relação ao chuveiro. Depois de a caixa estar cheia, uma boia veda a entrada da água. Num certo dia, Petúnia ouviu, no noticiário, que o mosquito transmissor da dengue põe ovos também em água limpa. Preocupada com esse fato, ela espera a caixa encher o máximo possível e, então, veda-a completamente, inclusive os sangrados. Em seguida, abre a torneira do chuveiro para um banho, mas a água não sai.

Isso ocorre porque, como a caixa está toda vedada:

- a) a parte acima do nível da água, dentro da caixa, torna-se vácuo, e a tendência é a água subir, e não descer.
b) a força da gravidade não atua na água e, portanto, esta não desce.
c) não há nem gravidade nem pressão interna dentro da caixa.
d) a pressão atmosférica na saída da água no chuveiro é maior que a pressão dentro da caixa-d'água.

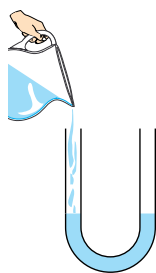
180. (UAM-SP) Um técnico de saúde sabe que para o soro penetrar na veia de um paciente o nível superior do soro deve ficar acima do nível da veia, conforme a figura ao lado. Considere a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$ e a densidade do soro 1 g/cm^3 . A pressão exercida, exclusivamente, pela coluna do soro na veia do paciente, em pascal, é de:

- a) 8.
b) 80.
c) 8 000.
d) 800.

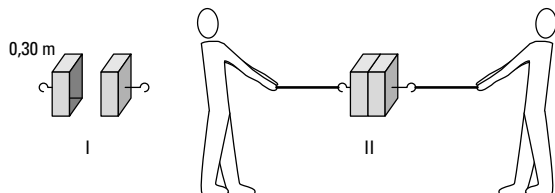


181. (PUC-RJ) Entornando-se água em um tubo aberto em forma de U, nota-se que o nível de água em cada lado equaliza. A razão disso é:

- a) porque o tubo é simétrico.
b) porque entorna-se a água devagar.
c) porque a densidade da água é $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$.
d) porque a pressão na água depende da profundidade em relação à superfície.
e) porque a pressão externa vale 10^5 N/m^2 .



182. (UFMG) A figura I mostra uma caixa de aço, cúbica e oca, formada por duas metades. A aresta do cubo mede 0,30 m. Essas duas metades são unidas e o ar do interior da caixa é retirado até que a pressão interna seja de 0,10 atm. Isso feito, duas pessoas puxam cada uma das metades da caixa, tentando separá-las, como mostra a figura II. A pressão atmosférica é de 1,0 atm ($1 \text{ atm} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$).

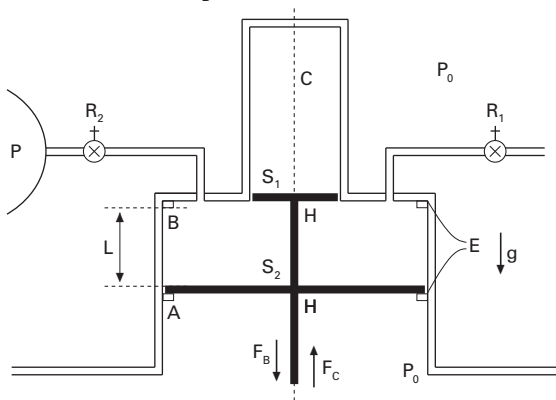


Considerando as informações dadas, responda:

Nessa situação, as pessoas conseguirão separar as duas metades dessa caixa?

Justifique sua resposta, apresentando os cálculos necessários.

183. (Fuvest-SP) Uma determinada máquina pneumática aplica, por meio da haste **H**, uma força para cima e para baixo sobre um mecanismo externo. A haste **H** interliga dois êmbolos, de áreas $S_1 = 1,2 \text{ m}^2$ e $S_2 = 3,6 \text{ m}^2$, que podem mover-se em dois cilindros coaxiais, ao longo de um comprimento $L = 0,50 \text{ m}$, limitado por pinos (**E**). O conjunto (êmbolos e haste) tem massa $M = 8 000 \text{ kg}$. Os êmbolos separam três regiões: câmara **C**, mantida sempre em vácuo; câmara **B**, entre esses dois êmbolos; região **A**, aberta ao ambiente. A câmara **B** pode se comunicar com o ambiente, por um registro **R**₁, e com um reservatório de ar comprimido, à pressão constante $P = 5,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, por meio de um registro **R**₂ (conforme figura). Inicialmente, com o registro **R**₁ aberto e **R**₂ fechado, os êmbolos deslocam-se lentamente para cima, puxando o mecanismo externo com uma força constante **F**_C. No final do percurso, **R**₁ é fechado e **R**₂ aberto, de forma que os êmbolos deslocam-se para baixo, empurrando o mecanismo externo com uma força constante **F**_B.



(Considere a temperatura como constante e a pressão ambiente como $P_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Lembre-se de que $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.) Determine:

- a) a intensidade, em N, da força **F**_C;
b) a intensidade, em N, da força **F**_B;
c) o trabalho **T**, sobre o mecanismo externo, em J, em um ciclo completo.

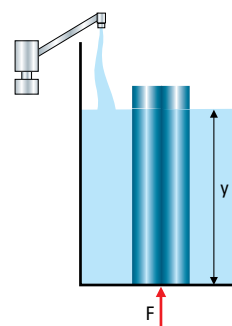
184. (Mack-SP) Quando um mergulhador se encontra a 25,0 m de profundidade, na água do mar, a pressão que ele suporta é de:

(Dados: $d_{\text{água do mar}} = 1,03 \text{ g/cm}^3$; $g = 10,0 \text{ m/s}^2$;

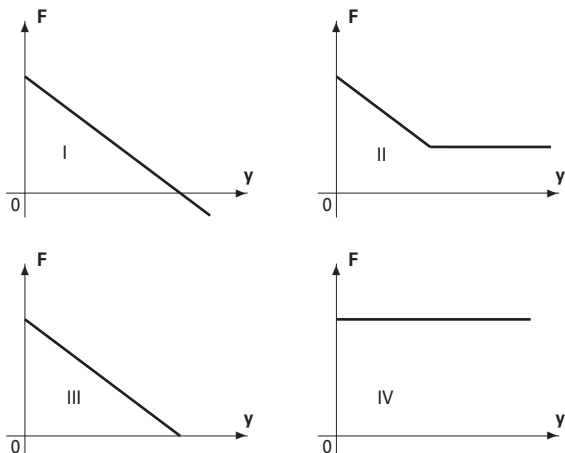
$P_{\text{atmosférica}} = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.)

- a) $3,58 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
b) $2,85 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
c) $2,35 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
d) $2,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
e) $1,85 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

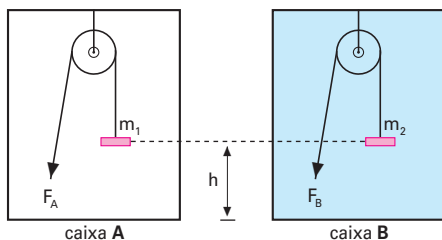
185. (UFC-CE) Um cilindro reto, sólido, está dentro de um recipiente de base plana e horizontal. Uma torneira despeja água no recipiente (veja figura ao lado). Analise os gráficos I, II, III e IV, a seguir. Marque a alternativa em que ambos os gráficos indicados são possíveis representações corretas da intensidade da força de contato (**F**) exercida pelo recipiente sobre o cilindro, em função da altura do nível (**y**) da água.



- a) I e IV. b) III e IV. c) I e II. d) II e IV. e) II e III.

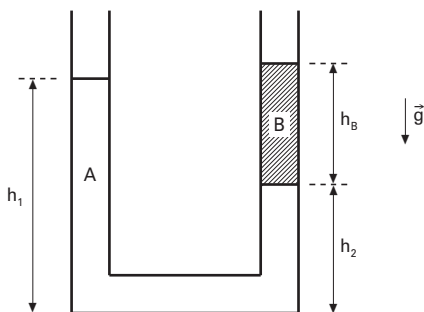


- 186.** (UEM-PR) Duas massas $m_1 = m_2$ estão suspensas por um sistema polia-corda, no centro geométrico de duas caixas, conforme a figura. Na caixa **A**, onde está m_1 , foi feito vácuo. A caixa **B**, onde está m_2 , está cheia de água. Considere, respectivamente, F_A e F_B as forças que mantêm as massas em repouso, a uma distância h do fundo das caixas. Despreze todas as forças dissipativas que atuam sobre o sistema. Com base nessas considerações e nas figuras, assinale o que for correto.



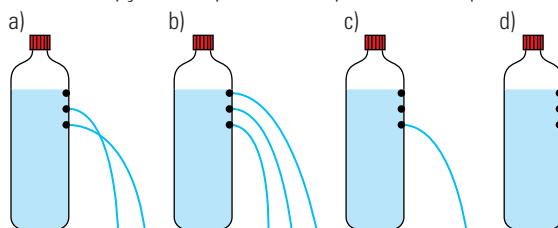
- a) Cortando-se a corda da massa m_1 , esta massa continuará no centro geométrico da caixa **A**.
 b) Cortando-se simultaneamente as cordas, as massas m_1 e m_2 ficarão ponto a ponto com a mesma energia cinética.
 c) A energia potencial da massa m_1 é igual à energia potencial da massa m_2 .
 d) Gasta-se mais energia para içar a massa m_1 do que para içar, da mesma distância, a massa m_2 .
 e) $F_A > F_B$.

- 187.** (Vunesp) A figura mostra dois líquidos, **A** e **B**, incompressíveis e não miscíveis, em equilíbrio num tubo em forma de **U**, de seção constante, aberto nas extremidades. Se a densidade do líquido **A** for duas vezes maior que a do líquido **B**, a altura h_2 , indicada na figura, será:

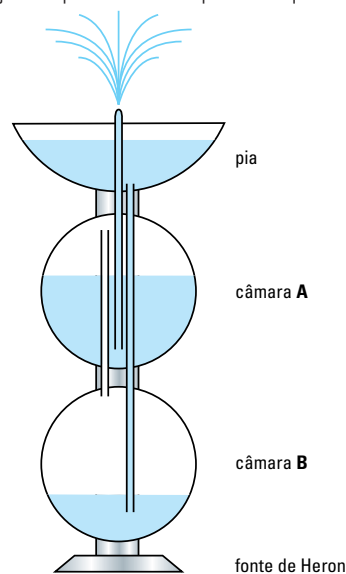


- a) $h_1 - \frac{h_B}{2}$. c) $h_1 - 2h_B$. e) $\frac{h_1}{2} - h_B$.
 b) $h_1 - h_B$. d) $2h_1 - h_B$.

- 188.** (UFRN) O Princípio de Pascal diz que qualquer aumento de pressão num fluido se transmite integralmente a todo o fluido e às paredes do recipiente que o contém. Uma experiência simples pode ser realizada, até mesmo em casa, para verificar esse princípio e a influência da pressão atmosférica sobre fluidos. São feitos três furos, todos do mesmo diâmetro, na vertical, na metade superior de uma garrafa plástica de refrigerante vazia, com um deles a meia distância dos outros dois. A seguir, enche-se a garrafa com água, até um determinado nível acima do furo superior; tampa-se a garrafa, vedando-se totalmente o gargalo, e coloca-se a mesma em pé, sobre uma superfície horizontal. Abaixo, estão ilustradas quatro situações para representar como ocorreria o escoamento inicial da água através dos furos, após efetuarem-se todos esses procedimentos. Assinale a opção correspondente ao que ocorrerá na prática.

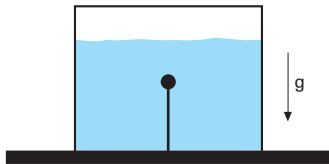


- 189.** (UnB-DF) Heron foi um dos sábios que trabalharam no famoso Museu de Alexandria. Ele descreveu uma série de trabalhos daquilo que hoje se chama Física, e parece que muitos dos aparelhos que ele e outros antes dele fizeram foram construídos para testar princípios da Física ou para demonstrá-los a audiências maiores. Um desses aparelhos é uma fonte, conhecida como fonte de Heron, cujo desenho esquemático é mostrado abaixo. Ela é construída em vidro e constituída, basicamente, de três compartimentos, dois deles de mesma capacidade volumétrica: uma pia superior e duas câmaras esféricas fechadas. Essas três peças comunicam-se exclusivamente por meio de tubos verticais. Inicialmente, apenas a pia e o compartimento intermediário – câmara **A** – estão completamente cheios de água. Tal arranjo permite que a água jorre espontaneamente pelo tubo que atravessa a pia.



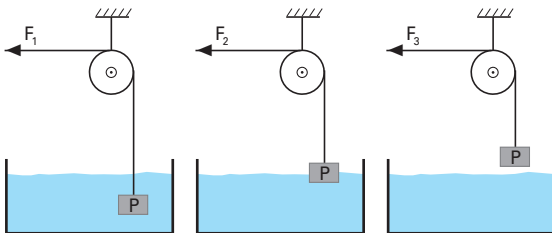
- A respeito da fonte de Heron, julgue os itens que se seguem.
- a) A água que jorra na pia é proveniente da câmara **B**.
 - b) As pressões do ar nas câmaras **A** e **B** são iguais durante o funcionamento da fonte.
 - c) A água para de jorrar quando o nível da água na câmara **B** atinge a entrada do tubo de vidro que a liga à câmara **A**.
 - d) Se o tubo de vidro pelo qual a água jorra se prolongasse para uma altura muitas vezes superior às dimensões da fonte, então a água poderia subir pelo seu interior até uma altura equivalente ao triplo do comprimento total da fonte.
 - e) A energia que garante o funcionamento da fonte provém do campo gravitacional terrestre.

190. (Fuvest-SP) Um objeto menos denso que a água está preso por um fio fino, fixado no fundo de um aquário cheio de água, conforme a figura. Sobre esse objeto atuam as forças peso, empuxo e tensão no fio. Imagine que tal aquário seja transportado para a superfície de Marte, onde a aceleração gravitacional é de aproximadamente $\frac{g}{3}$, sendo g a aceleração da gravidade na Terra.



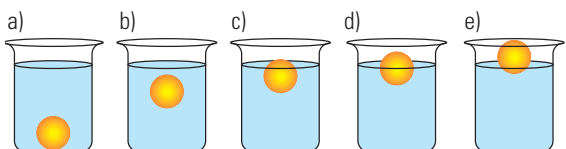
Em relação aos valores das forças observadas na Terra, pode-se concluir que, em Marte:

- a) o empuxo é igual e a tensão é igual.
 - b) o empuxo é igual e a tensão aumenta.
 - c) o empuxo diminui e a tensão é igual.
 - d) o empuxo diminui e a tensão diminui.
 - e) o empuxo diminui e a tensão aumenta.
191. (Uerj) As figuras abaixo mostram três etapas da retirada de um bloco de granito **P** do fundo de uma piscina.



Considerando que F_1 , F_2 e F_3 são os valores das forças que mantêm o bloco em equilíbrio, a relação entre elas é expressa por:

- a) $F_1 = F_2 < F_3$.
 - b) $F_1 < F_2 < F_3$.
 - c) $F_1 > F_2 = F_3$.
 - d) $F_1 > F_2 > F_3$.
192. (UFPE) Uma esfera maciça é colocada dentro de um recipiente contendo água. A densidade da esfera é $0,8 \text{ g/cm}^3$. Qual das figuras abaixo melhor representa a posição de equilíbrio?



193. (Vunesp) A figura 1 mostra um corpo sólido, suspenso ao ar, em equilíbrio com uma quantidade de areia numa balança de braços

iguais. Na figura 2, o mesmo corpo está imerso num líquido e 36 g da areia foram retirados para restabelecer o equilíbrio.

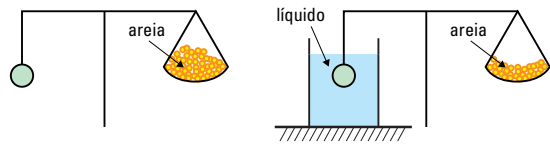
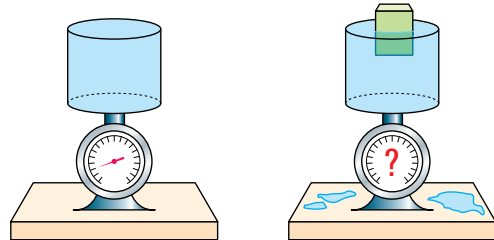


figura 1

figura 2

Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , determine:

- a) o empuxo **E** exercido pelo líquido sobre o sólido;
 - b) a massa específica (densidade) ρ do líquido, em kg/m^3 , sabendo que o volume do líquido deslocado é 30 cm^3 .
194. (UFMG) A figura I mostra uma vasilha, cheia de água até a borda, sobre uma balança. Nessa situação, a balança registra um peso P_1 . Um objeto de peso P_2 é colocado nessa vasilha e flutua, ficando parcialmente submerso, como mostra a figura II. Um volume de água igual ao volume da parte submersa do objeto cai para fora da vasilha.



Com base nessas informações, é correto afirmar que, na figura II, a leitura da balança é:

- a) igual a P_1 .
 - b) igual a $P_1 + P_2$.
 - c) maior que P_1 e menor que $P_1 + P_2$.
 - d) menor que P_1 .
195. (Vunesp) Um cilindro de altura **h**, imerso totalmente num líquido, é puxado lentamente para cima, com velocidade constante, por meio de um fio (figura 1), até emergir do líquido. A figura 2 mostra o gráfico da força de tração **T** no fio em função da distância **y**, medida a partir do fundo do recipiente até a base do cilindro, como mostra a figura 1. São desprezíveis a força devida à tensão superficial do líquido e o empuxo exercido pelo ar sobre o cilindro.

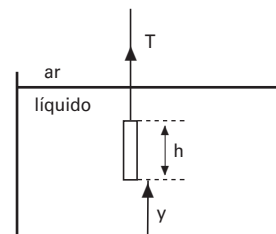


figura 1

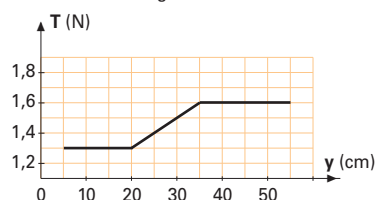
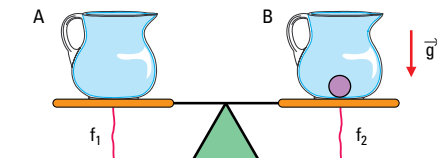


figura 2

Considerando a altura do nível do líquido independente do movimento do cilindro e a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , determine:

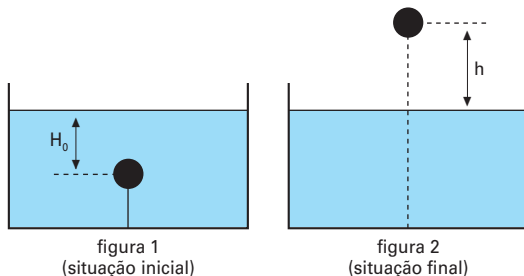
- a) a altura h do cilindro e o empuxo E do líquido sobre ele enquanto está totalmente imerso;
- b) a massa específica (densidade) ρ do líquido, em kg/m^3 , sabendo que a seção transversal do cilindro tem área de $2,5 \text{ cm}^2$.

196. (Fuvest-SP) Duas jarras iguais **A** e **B**, cheias de água até a borda, são mantidas em equilíbrio nos braços de uma balança, apoiada no centro. A balança possui fios flexíveis em cada braço (f_1 e f_2), presos sem tensão, mas não frouxos, conforme a figura.



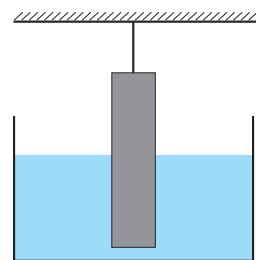
Coloca-se na jarra **B** um objeto metálico, de densidade maior que a da água. Esse objeto deposita-se no fundo da jarra, fazendo com que o excesso de água transborde para fora da balança. A balança permanece na mesma posição horizontal devido à ação dos fios. Nessa nova situação, pode-se afirmar que:

- a) há tensões iguais e diferentes de zero nos dois fios.
 - b) há tensão nos dois fios, sendo a tensão no fio f_1 maior que no fio f_2 .
 - c) há tensão apenas no fio f_1 .
 - d) há tensão apenas no fio f_2 .
 - e) não há tensão em nenhum dos dois fios.
197. (Fuvest-SP) Uma bolinha de isopor é mantida submersa, em um tanque, por um fio preso ao fundo. O tanque contém um líquido de densidade ρ igual à da água. A bolinha, de volume $V = 200 \text{ cm}^3$ e massa $m = 40 \text{ g}$, tem seu centro mantido a uma distância $H_0 = 50 \text{ cm}$ da superfície (figura 1). Cortando o fio, observa-se que a bolinha sobe, salta fora do líquido, e que seu centro atinge uma altura $h = 30 \text{ cm}$ acima da superfície (figura 2).



Desprezando os efeitos do ar, determine:

- a) a altura h' , acima da superfície, que o centro da bolinha atingiria, se não houvesse perda de energia mecânica (devida, por exemplo, à produção de calor, ao movimento da água, etc.);
 - b) a energia mecânica E (em joules) dissipada entre a situação inicial e a final.
198. (UFC-CE) Um cilindro reto está suspenso por um fio e metade de seu volume está submersa em água, como indica a figura a seguir. Se T é a tensão no fio, nessas condições, e T_0 é a tensão no fio quando a água é retirada, calcule a razão $\frac{T}{T_0}$. A densidade do cilindro dada por $\rho_c = 2,5\rho_a$, sendo ρ_a a densidade da água.



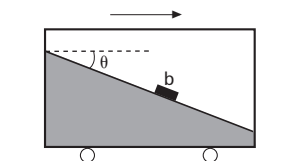
199. (UFSC) Leia com atenção o texto abaixo.

Chamados popularmente de "zeppelins", em homenagem ao famoso inventor e aeronauta alemão Conde Ferdinand von Zeppelin, os dirigíveis de estrutura rígida constituíram-se no principal meio de transporte aéreo das primeiras décadas do século XX. O maior e mais famoso deles foi o "Hindenburg LZ 129", dirigível cuja estrutura tinha 245 m de comprimento e 41,2 m de diâmetro na parte mais larga. Alcançava a velocidade de 135 km/h e sua massa total – incluindo o combustível e quatro motores de 1 100 HP de potência cada um – era de 214 t. Transportava 45 tripulantes e 50 passageiros, estes últimos alojados em camarotes com água corrente e energia elétrica.

O "Hindenburg" ascendia e mantinha-se no ar graças aos 17 balões menores instalados no seu bojo, isto é, dentro da estrutura, que continham um volume total de $20\,000 \text{ m}^3$ de gás hidrogênio e deslocavam igual volume de ar ($\rho_{\text{Hidrogênio}} = 0,09 \text{ kg/m}^3$ e $\rho_{\text{ar}} = 1,30 \text{ kg/m}^3$).

Assinale a(s) proposição(ões) corretas(s):

- a) Era graças à grande potência dos seus motores que o dirigível "Hindenburg" mantinha-se no ar.
 - b) O Princípio de Arquimedes somente é válido para corpos mergulhados em líquidos e não serve para explicar por que um balão sobe.
 - c) O empuxo que qualquer corpo recebe do ar é causado pela variação da pressão atmosférica com a altitude.
 - d) É possível calcular o empuxo que o dirigível recebia do ar, pois é igual ao peso do volume de gás hidrogênio contido no seu interior.
 - e) Se considerarmos a massa específica do ar igual a $1,30 \text{ kg/m}^3$, o empuxo que o dirigível recebia do ar era igual a $2,60 \cdot 10^5 \text{ N}$.
 - f) A força ascensional do dirigível dependia única e exclusivamente dos seus motores.
 - g) Deixando escapar parte do gás contido nos balões, era possível reduzir o empuxo e, assim, o dirigível poderia descer.
200. (Uerj) Um caminhão-tanque, transportando gasolina, se move no sentido indicado com aceleração a . Uma pequena boia **b** flutua na superfície do líquido como indica a figura.

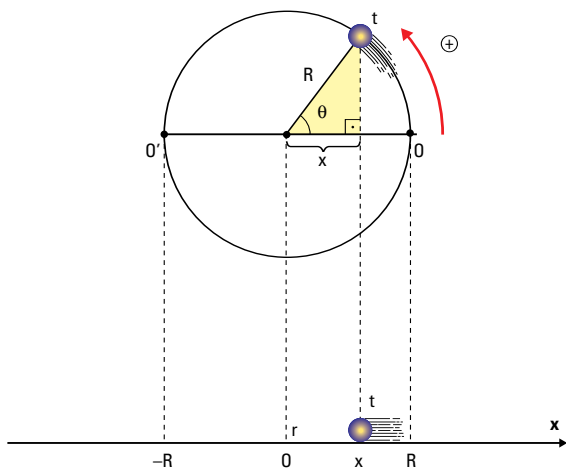


A inclinação do líquido no interior do tanque, expressa pela tangente do ângulo θ , é igual a:

- a) $\frac{a}{g}$.
- b) $2\frac{a}{g}$.
- c) $3\frac{a}{g}$.
- d) $4\frac{a}{g}$.

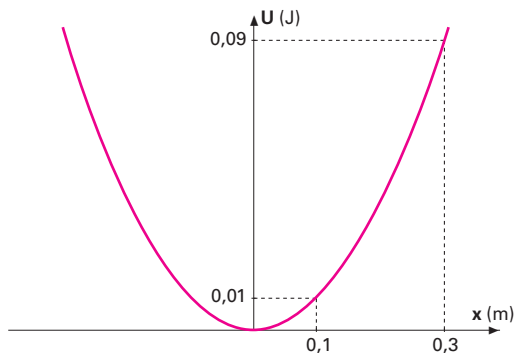
Ondulatória

201. (UFBA) A figura abaixo representa a posição ocupada, no instante t , por uma partícula que descreve um movimento circular uniforme com velocidade angular $\omega = 4\pi \text{ rad/s}$, numa circunferência de raio $R = \pi \text{ cm}$. A figura representa também a posição da projeção da partícula sobre o eixo Ox , paralelo ao diâmetro OO' , contidos ambos os eixos no plano da circunferência.



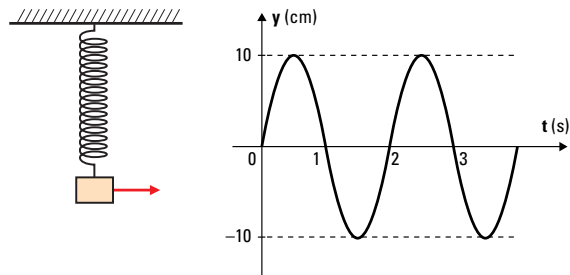
Em relação ao movimento da projeção sobre o eixo Ox , é correto afirmar:

- a) O movimento é harmônico simples, e sua amplitude é igual a $2\pi \text{ cm}$.
 b) O período do movimento é igual a $0,5\text{s}$.
 c) A função horária da velocidade escalar instantânea é $v = -4\pi^2 \cdot \sin(4\pi t)$, sendo a fase inicial igual a zero.
 d) No ponto de inversão $x = -\pi \text{ cm}$, a aceleração escalar é máxima e igual a $16\pi^3 \text{ cm/s}^2$.
 e) Ao se deslocar de $x = \pi \text{ cm}$ até $x = 0$, a energia cinética da partícula diminui.
202. (UFJF-MG) Considere um sistema massa-mola ideal em que a mola tem constante elástica k . O gráfico da figura abaixo representa a curva da energia potencial elástica U em função da elongação x sofrida pela mola:



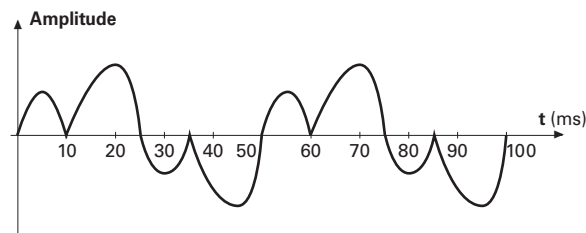
- a) Determine a constante elástica k da mola.
 b) Determine o valor da energia potencial elástica U do sistema para uma elongação $x = 0,2 \text{ m}$.

203. (Mack-SP) Uma mola tem uma extremidade fixa e, preso à outra extremidade, um corpo de $0,5 \text{ kg}$, oscilando verticalmente. Construindo-se o gráfico das posições assumidas pelo corpo em função do tempo, obtém-se o diagrama da figura abaixo. A frequência do movimento desse corpo é:



- a) $0,5 \text{ Hz}$. b) $2,0 \text{ Hz}$. c) $5,0 \text{ Hz}$. d) $8,0 \text{ Hz}$. e) $10,0 \text{ Hz}$.

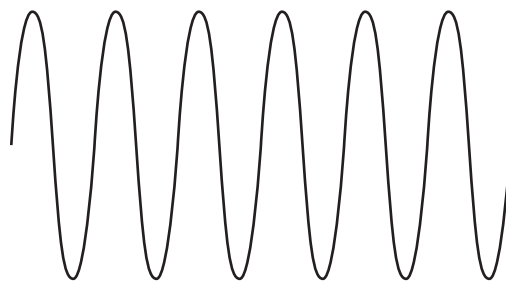
204. (UFC-CE) O gráfico abaixo representa a amplitude de um sinal sonoro em função do tempo t , medido em milissegundos. Ache a frequência desse sinal.



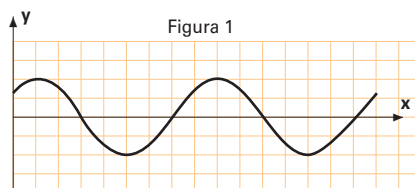
205. (Mack-SP) Um menino na beira de um lago observou uma rolha que flutuava na superfície da água, completando uma oscilação vertical a cada 2s , devido à ocorrência de ondas. Esse menino estimou como sendo 3 m a distância entre duas cristas consecutivas. Com essas observações, o menino concluiu que a velocidade de propagação dessas ondas era de:

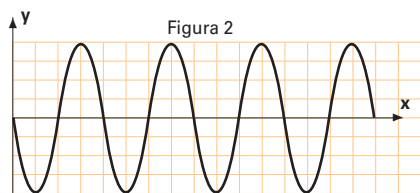
- a) $0,5 \text{ m/s}$. b) $1,0 \text{ m/s}$. c) $1,5 \text{ m/s}$. d) $3,0 \text{ m/s}$. e) $6,0 \text{ m/s}$.

206. (Vunesp) A sucessão de pulsos representada na figura a seguir foi produzida em $1,5\text{s}$. Determine a frequência e o período da onda.



207. (Vunesp) As figuras 1 e 2, desenhadas numa mesma escala, reproduzem instantâneos fotográficos de duas ondas propagando-se em meios diferentes.





a) Denominando A_1 e A_2 e λ_1 e λ_2 , respectivamente, as amplitudes e os comprimentos de onda associados a essas ondas, determine as razões $\frac{A_1}{A_2}$ e $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$.

b) Supondo que essas ondas têm a mesma frequência e que a velocidade da primeira é igual a 600 m/s, determine a velocidade da segunda.

208. (Uece) Uma mochinha chamada Clara de Assis deixa cair, lentamente, um pequeno pedaço de cortiça sobre o centro de um vaso cilíndrico, de diâmetro 60 cm, quase completamente cheio de água. Formam-se, então, ondas concêntricas, que se propagam com velocidade de 2 cm/s. Assinale a afirmativa correta.

- a) A cortiça permanece em repouso.
- b) A cortiça chega à parede do vaso em 15s.
- c) A cortiça chega à parede do vaso em 30s.
- d) A cortiça não se desloca até a parede do vaso.

209. (UFPI) Determinada emissora de rádio transmite na frequência de 6,1 MHz ($6,1 \cdot 10^6$ Hz). A velocidade da luz no ar é $3,0 \cdot 10^8$ m/s. Para sintonizar essa emissora precisamos de um receptor de ondas curtas que opere na faixa de:

- a) 13 m.
- b) 19 m.
- c) 25 m.
- d) 31 m.
- e) 49 m.

210. (UFRGS-RS) Uma onda mecânica senoidal propaga-se em um certo meio. Se aumentarmos o comprimento de onda dessa oscilação, sem alterar-lhe a amplitude, qual das seguintes grandezas também aumentará?

- a) A velocidade de propagação da onda.
- b) A frequência da onda.
- c) A frequência angular da onda.
- d) O período da onda.
- e) A intensidade da onda.

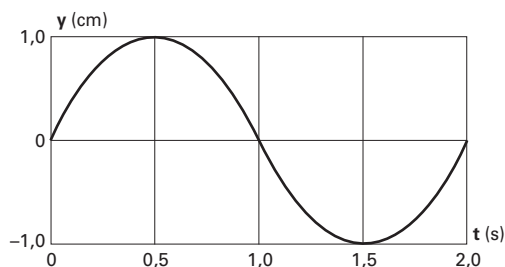
211. (Unifor-CE) Gerador de áudio é um aparelho que gera sons de uma única frequência. Um desses sons de frequência 500 Hz se propaga no ar com velocidade de 340 m/s. O comprimento de onda no ar desse som é, em metros, igual a:

- a) 1,36.
- c) 0,850.
- e) 0,34.
- b) 1,02.
- d) 0,68.

212. (UFMG) Ao tocar um violão, um músico produz ondas nas cordas desse instrumento. Em consequência, são produzidas ondas sonoras que se propagam no ar. Comparando-se uma onda produzida em uma das cordas do violão com a onda sonora correspondente, é correto afirmar que as duas têm:

- a) a mesma amplitude.
- b) a mesma frequência.
- c) a mesma velocidade de propagação.
- d) o mesmo comprimento de onda.

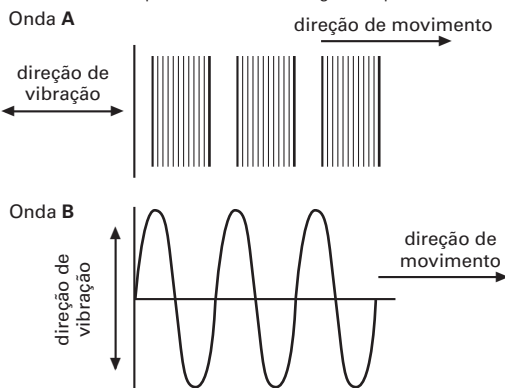
213. (UFPE) O gráfico a seguir representa a posição y de uma rolha que se move verticalmente em uma piscina, onde é produzida uma onda transversal com cristas sucessivas distantes 2,0 m umas das outras. Qual a velocidade de propagação da onda?



- a) 0,5 m/s
- b) 1,0 m/s
- c) 2,0 m/s
- d) 3,0 m/s
- e) 4,0 m/s

214. (ITA-SP) Considere as seguintes afirmações relativas às formas de ondas mostradas na figura a seguir:

- I) A onda **A** é conhecida como onda longitudinal e seu comprimento de onda é igual à metade do comprimento de onda da onda **B**.
- II) Uma onda sonora propagando-se no ar é melhor descrita pela onda **A**, onde as regiões escuras são chamadas de regiões de compressão e as regiões claras, de regiões de rarefação.
- III) Se as velocidades das ondas **A** e **B** são iguais e permanecem constantes e, ainda, se o comprimento de onda da onda **B** é duplicado, então o período da onda **A** é igual ao período da onda **B**.



Então, pode-se concluir que:

- a) somente II é correta.
- b) I e II são corretas.
- c) todas são corretas.
- d) II e III são corretas.
- e) I e III são corretas.

215. (Uerj) Uma onda eletromagnética passa de um meio para outro, cada qual com índice de refração distinto.

Nesse caso, ocorre, necessariamente, alteração da seguinte característica da onda:

- a) período de oscilação.
- b) direção de propagação.
- c) frequência de oscilação.
- d) velocidade de propagação.

216. (Cesgranrio-RJ) Em uma festa no clube, uma pessoa observa que, quando se encontra mergulhada na água da piscina, ela ouve a música que está sendo tocada no mesmo tom que ouvia quando estava fora da piscina.

Considere a velocidade de propagação, o comprimento de onda e a frequência como sendo, respectivamente, v_1 , λ_1 e f_1 para o som ouvido fora da piscina e v_2 , λ_2 e f_2 para o som ouvido dentro da água. Assinale a opção que apresenta uma relação correta entre essas grandezas.

- a) $v_1 = v_2$
- b) $v_1 > v_2$
- c) $f_1 = f_2$
- d) $f_1 > f_2$
- e) $\lambda_1 = \lambda_2$

217. (UFMG) As ondas eletromagnéticas, ao contrário das ondas mecânicas, não precisam de um meio material para se propagar. Considere as seguintes ondas: som, ultrassom, ondas de rádio, micro-ondas e luz. Sobre essas ondas é correto afirmar que:

- a) luz e micro-ondas são ondas eletromagnéticas e as outras são ondas mecânicas.
- b) luz é onda eletromagnética e as outras são ondas mecânicas.
- c) som é onda mecânica e as outras são ondas eletromagnéticas.
- d) som e ultrassom são ondas mecânicas e as outras são ondas eletromagnéticas.

218. (Vunesp) Isaac Newton demonstrou, mesmo sem considerar o modelo ondulatório, que a luz do Sol, que vemos branca, é o resultado da composição adequada das diferentes cores. Considerando hoje o caráter ondulatório da luz, podemos assegurar que ondas de luz correspondentes às diferentes cores terão sempre, no vácuo:

a) o mesmo comprimento de onda. d) a mesma amplitude.
b) a mesma frequência. e) a mesma velocidade
c) o mesmo período.

219. (Uece) Os morcegos, esses estranhos mamíferos voadores, emitem ultrassons, tipo de vibrações de importantes aplicações na ciência e na tecnologia. O menor comprimento de onda do ultrassom produzido por um morcego, no ar, é da ordem de $3,3 \cdot 10^{-3}$ m. A frequência mais elevada que esses animais podem emitir num local onde a velocidade do ultrassom no ar vale 330 m/s é da ordem de:

a) 10^4 Hz. b) 10^5 Hz. c) 10^6 Hz. d) 10^7 Hz.

220. (PUC-SP) Para determinar a profundidade de um poço de petróleo, um cientista emitiu com uma fonte, na abertura do poço, ondas sonoras de frequência 220 Hz. Sabendo-se que o comprimento de onda, durante o percurso, é de 1,5 m e que o cientista recebe como resposta um eco após 8s, a profundidade do poço é:

a) 2640 m. b) 1440 m. c) 2880 m. d) 1320 m. e) 330 m.

221. (UFMG) A figura I mostra, em um determinado instante de tempo, uma mola na qual se propaga uma onda longitudinal. Uma régua de 1,5 m está colocada a seu lado.

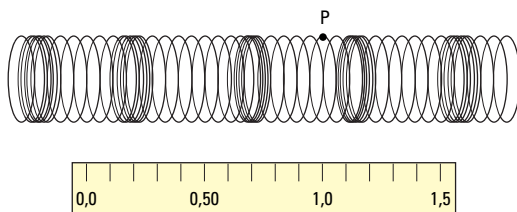


Figura I

A figura II mostra como o deslocamento de um ponto P da mola, em relação a sua posição de equilíbrio, varia com o tempo:

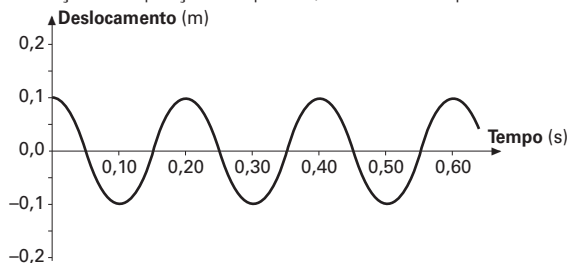
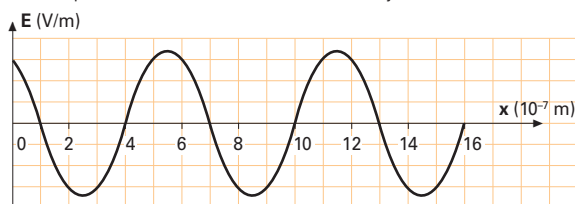


Figura II

As melhores estimativas para o comprimento de onda λ e para o período T dessa onda são:

a) $\lambda = 0,20$ m e $T = 0,50$ s. c) $\lambda = 0,50$ m e $T = 0,50$ s.
b) $\lambda = 0,20$ m e $T = 0,20$ s. d) $\lambda = 0,50$ m e $T = 0,20$ s.

222. (Vunesp) A figura a seguir representa, num determinado instante, o valor (em escala arbitrária) do campo elétrico E associado a uma onda eletromagnética que se propaga no vácuo, ao longo do eixo x , correspondente a um raio de luz de cor laranja.

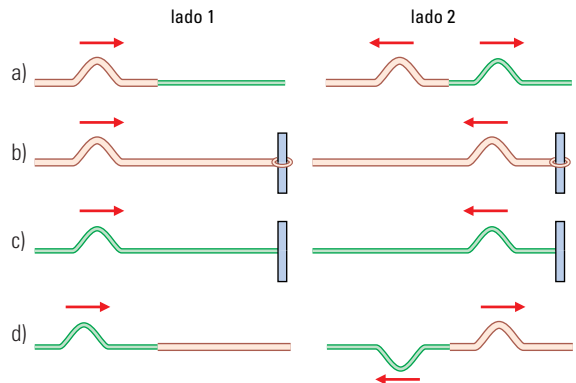


A velocidade da luz no vácuo vale $3,0 \cdot 10^8$ m/s.

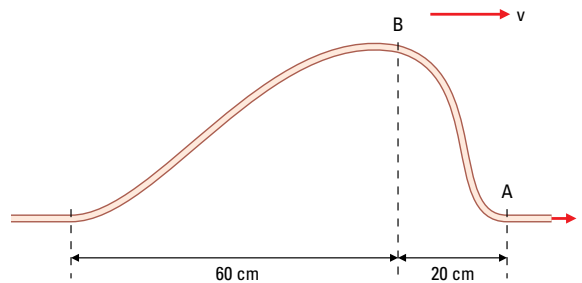
Podemos concluir que a frequência dessa luz de cor laranja vale, em hertz, aproximadamente:

a) 180. c) $0,25 \cdot 10^{15}$. e) $0,5 \cdot 10^{15}$.
b) $4,0 \cdot 10^{-15}$. d) $2,0 \cdot 10^{-15}$.

223. (UFMT) Nos esquemas a seguir temos a representação de um pulso que se propaga em uma corda. O lado 1 representa o pulso incidente e o lado 2 representa o pulso após ocorrido o fenômeno de reflexão, refração ou ambos. Diante do exposto julgue os itens em (V) se forem verdadeiros ou (F) se forem falsos.



224. (UFRJ) A figura representa a fotografia, em um determinado instante, de uma corda na qual se propaga um pulso assimétrico para a direita.



Seja t_A o intervalo de tempo necessário para que o ponto A da corda chegue ao topo do pulso; seja t_B o intervalo de tempo necessário para que o ponto B da corda retorne à sua posição horizontal de equilíbrio.

Tendo em conta as distâncias indicadas na figura, calcule a razão $\frac{t_A}{t_B}$.

225. (UFC-CE) Você está parado em um cruzamento, esperando que o sinal vermelho fique verde. A distância que vai de seu olho até o sinal é de 10 m. Essa distância corresponde a vinte milhões de vezes o comprimento de onda da luz emitida pelo sinal. Usando essa informação, você pode concluir, corretamente, que a frequência da luz vermelha é, em Hz: (Dado: velocidade da luz no ar = $3,0 \cdot 10^8$ m/s.)

a) $6 \cdot 10^6$. b) $6 \cdot 10^8$. c) $6 \cdot 10^{10}$. d) $6 \cdot 10^{12}$. e) $6 \cdot 10^{14}$.

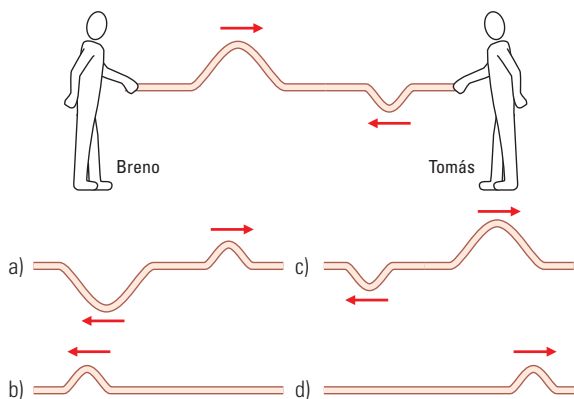
226. (Fuvest-SP) Uma onda eletromagnética propaga-se no ar com velocidade praticamente igual à da luz no vácuo ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s), enquanto o som propaga-se no ar com velocidade aproximada de 330 m/s. Deseja-se produzir uma onda audível que se propague no ar com o mesmo comprimento de onda daquelas utilizadas para transmissões de rádio em frequência modulada (FM) de 100 MHz ($100 \cdot 10^6$ Hz). A frequência da onda audível deverá ser aproximadamente de:

a) 110 Hz. c) 11 000 Hz. e) $9 \cdot 10^{13}$ Hz.
b) 1 033 Hz. d) 10^8 Hz.

227. (UFMG) A figura a seguir mostra pulsos produzidos por dois garotos, Breno e Tomás, nas extremidades de uma corda. Cada pulso vai de

encontro ao outro. O pulso produzido por Breno tem maior amplitude que o pulso produzido por Tomás. As setas indicam os sentidos de movimento dos pulsos.

Assinale a alternativa que contém a melhor representação dos pulsos, logo depois de se encontrarem.



228. (UFBA) De acordo com a teoria do movimento ondulatório, é correto afirmar:

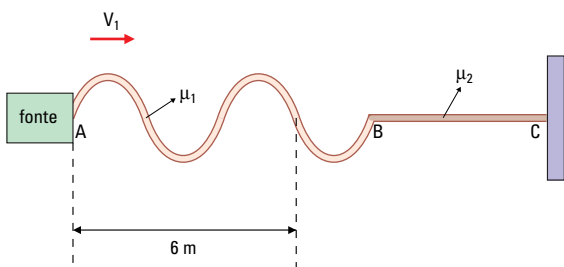
- a) O som é uma onda mecânica longitudinal.
- b) A distância entre duas cristas consecutivas de uma onda que se propaga num meio material independe da frequência da fonte que a produziu.
- c) Quando uma das extremidades de uma corda sob tensão passa a vibrar verticalmente, produz ondas transversais.
- d) Todas as ondas eletromagnéticas possuem a mesma frequência.
- e) Uma onda cujo comprimento de onda é λ sofre difração ao atravessar uma fenda de abertura x se $\lambda \geq x$.

229. (UEL-PR) A velocidade de propagação v de um pulso transversal numa corda depende da força de tração T com que a corda é esticada e de sua densidade linear d (massa por unidade de comprimento): $v = \sqrt{\frac{T}{d}}$.

Um cabo de aço, com 2,0 m de comprimento e 200 g de massa, é esticado com força de tração de 40 N. A velocidade de propagação de um pulso nesse cabo é, em m/s:

- a) 1,0. b) 2,0. c) 4,0. d) 20. e) 40.

230. (Mack-SP) A figura a seguir mostra uma onda transversal periódica que se propaga com velocidade $v_1 = 8$ m/s em uma corda AB, cuja densidade linear é μ_1 . Essa corda está ligada a uma outra BC, cuja densidade é μ_2 , sendo que a velocidade de propagação da onda nesta segunda corda é $v_2 = 10$ m/s. O comprimento de onda quando se propaga na corda BC é igual a:



- a) 7 m. b) 6 m. c) 5 m. d) 4 m. e) 3 m.

231. (Vunesp) Numa experiência clássica, coloca-se dentro de uma câmpula de vidro onde se faz o vácuo uma lanterna acesa e um des-

pertador que está despertando. A luz da lanterna é vista, mas o som do despertador não é ouvido. Isso acontece porque:

- a) o comprimento de onda da luz é menor que o do som.
- b) nossos olhos são mais sensíveis que nossos ouvidos.
- c) o som não se propaga no vácuo e a luz sim.
- d) a velocidade da luz é maior que a do som.
- e) o vidro da câmpula serve de blindagem para o som mas não para a luz.

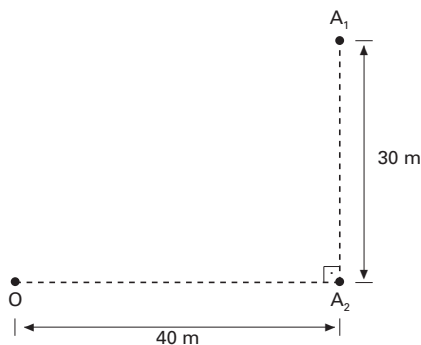
232. (UFMG) O som é um exemplo de uma onda longitudinal. Uma onda produzida numa corda esticada é um exemplo de uma onda transversal. O que difere ondas mecânicas longitudinais de ondas mecânicas transversais é:

- a) a direção de vibração do meio de propagação.
- b) a direção de propagação.
- c) o comprimento de onda.
- d) a frequência.

233. (Faap-SP) O som é uma onda _____. Para se propagar necessita _____ e a altura de um som refere-se à sua _____.

- a) plana — do ar — intensidade.
- b) mecânica — do meio material — frequência.
- c) mecânica — do vácuo — frequência.
- d) transversal — do ar — velocidade.
- e) transversal — do meio material — intensidade.

234. (UFPR) Na figura abaixo, A_1 e A_2 representam duas fontes sonoras que emitem ondas com mesma frequência e em fase. No ponto O está localizado um observador. As ondas emitidas têm frequência de 1 700 Hz e velocidade de propagação igual a 340 m/s.



Com base nas informações acima e nas propriedades ondulatórias, é correto afirmar:

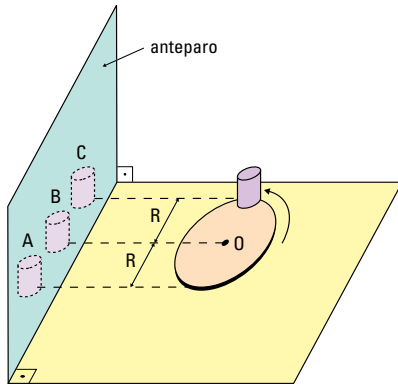
- a) As ondas emitidas pelas duas fontes são do tipo transversal.
- b) O comprimento de onda das ondas emitidas pelas fontes é 0,20 m.
- c) A diferença entre as distâncias percorridas pelas ondas de cada fonte até o observador é igual a um número inteiro de comprimentos de onda.
- d) A interferência das ondas no ponto O é destrutiva.
- e) Frentes de onda emitidas por qualquer uma das fontes levarão menos que 0,10s para atingir o observador.
- f) O fenômeno da interferência entre duas ondas é uma consequência do princípio da superposição.

235. (UFRGS-RS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do parágrafo abaixo.

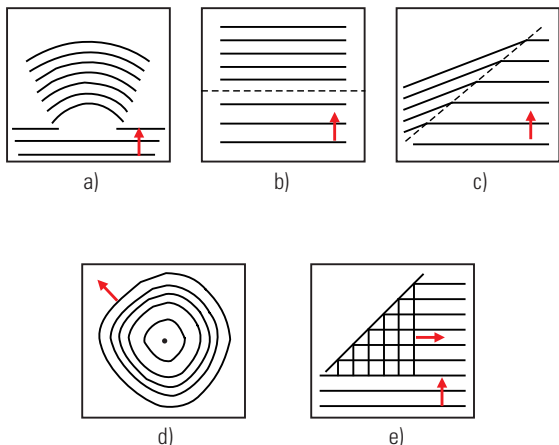
Cada modo de oscilação da onda estacionária que se forma em uma corda esticada pode ser considerado o resultado da _____ de duas ondas senoidais idênticas que se propagam _____.

- a) interferência — em sentidos contrários
- b) interferência — no mesmo sentido
- c) polarização — no mesmo sentido
- d) dispersão — no mesmo sentido
- e) dispersão — em sentidos contrários

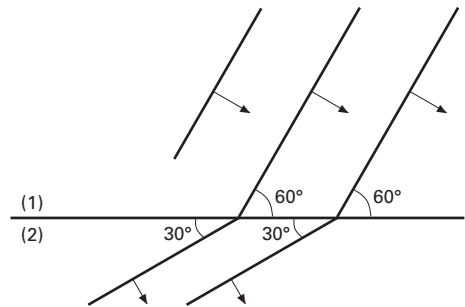
- 236.** (Mack-SP) Um disco de 20 cm de diâmetro gira uniformemente em torno de um eixo **O**, sobre um plano horizontal, executando 60 rpm. Perpendicularmente ao plano do disco, existe um anteparo, conforme ilustra a figura. Ao fixarmos um objeto cilíndrico de pequeno diâmetro, perpendicularmente ao disco, num ponto de sua periferia, ele passa a descrever um MCU de frequência igual à do disco. A velocidade da projeção ortogonal do objeto no anteparo será:



- a) constante durante todo o trajeto entre **A** e **C**.
b) zero no ponto **B**.
c) máxima no ponto **B** e seu módulo, aproximadamente $6,3 \cdot 10^{-1}$ m/s.
d) máxima no ponto **B** e seu módulo, aproximadamente $1,26 \cdot 10^{-1}$ m/s.
e) máxima nos pontos **A** e **C** e seu módulo, aproximadamente $6,3 \cdot 10^{-1}$ m/s.
- 237.** (UFC-CE) Uma partícula é suspensa por um fio de massa desprezível e 1,6 m de comprimento, formando um pêndulo, como mostra a figura. No ponto **P**, situado 1,2 m, verticalmente, abaixo do ponto **O**, há um prego que impede a passagem do fio. A partícula é liberada quando o fio forma um ângulo θ , muito pequeno, com a vertical. Quando o fio encontra o prego, a partícula continua seu movimento até atingir o ponto mais alto de seu percurso. Calcule o tempo que ela leva desde o ponto inicial até esse ponto final. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ a aceleração da gravidade no local.
- 238.** (Unifor-CE) Os esquemas a seguir são normalmente usados para representar a propagação de ondas na superfície da água em uma cuba de ondas. O esquema que representa a difração de ondas é o:



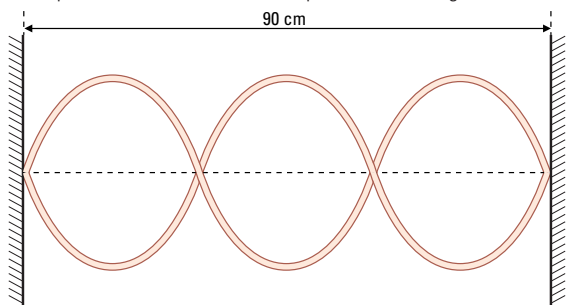
- 239.** (Unifor-CE) As frentes de ondas planas na superfície da água mudam de direção ao passar de uma parte mais profunda de um tanque para outra mais rasa, como mostra o esquema a seguir.



(Dados: $\sin 60^\circ = 0,87$ e $\sin 30^\circ = 0,50$.)

Se a velocidade de propagação das ondas é de 174 cm/s na parte mais profunda, na parte mais rasa a velocidade, em cm/s, vale:

- a) 87. b) 100. c) 174. d) 200. e) 348.
- 240.** (UFMA) Um brincante de bumba-meu-boi toca sua zabumba a uma distância **D** de uma parede, ouvindo o eco de sua batida. Como o brincante é o responsável pelo ritmo da brincadeira, procura ficar a uma distância em que sua batida coincide com o eco. A velocidade do som no ar é 340 m/s. Se o tempo entre duas batidas consecutivas é $t = 0,5\text{s}$, qual será a distância **D**?
- 241.** (Furg-RS) A voz humana é produzida pelas vibrações de duas membranas – as cordas vocais – que entram em vibração quando o ar proveniente dos pulmões é forçado a passar pela fenda existente entre elas. As cordas vocais das mulheres vibram, em geral, com frequência mais alta do que as dos homens, determinando que elas emitam sons agudos (voz “fina”), e eles, sons graves (voz “grossa”). A propriedade do som que nos permite distinguir um som agudo de um grave é denominada:
- a) intensidade. c) velocidade. e) altura.
b) amplitude. d) timbre.
- 242.** (UFV-MG) Uma pessoa é capaz de ouvir a voz de outra situada atrás de um muro de concreto, mas não pode vê-la. Isto se deve à:
- a) difração, pois o comprimento de onda da luz é comparável às dimensões do obstáculo, mas o do som não é.
b) velocidade da luz ser muito maior que a do som, não havendo tempo para que ela contorne o obstáculo, enquanto o som consegue fazê-lo.
c) interferência entre as ondas provenientes do emissor e sua reflexão no muro: construtiva para as ondas sonoras e destrutiva para as luminosas.
d) dispersão da luz, por se tratar de uma onda eletromagnética, e não-dispersão do som, por ser uma onda mecânica.
e) difração, pois o comprimento de onda do som é comparável às dimensões do obstáculo, mas o da luz não é.
- 243.** (Mack-SP) Uma corda feita de um material, cuja densidade linear é 10 g/m, está sob tensão provocada por uma força de 900 N. Os suportes fixos distam 90 cm. Faz-se vibrar a corda transversalmente e esta produz ondas estacionárias, representadas na figura.



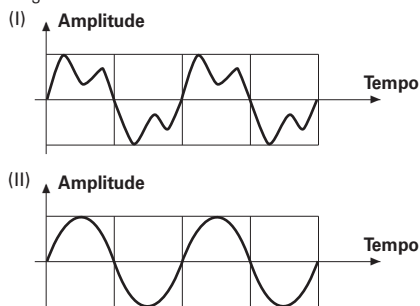
A frequência das ondas componentes, cuja superposição causa essa vibração, é:

- a) 100 Hz. b) 200 Hz. c) 300 Hz. d) 400 Hz. e) 500 Hz.

244. (Uenf-RJ) Em determinada flauta, uma onda estacionária tem comprimento de onda dado por $\lambda = 2L$, em que L é o comprimento da flauta. Considerando que a velocidade do som no ar é igual a 340 m/s, determine:

- a frequência do som emitido, se o comprimento da flauta é 68 cm;
- o intervalo de tempo necessário para que o som emitido alcance um ouvinte a 500 m de distância da flauta.

245. (UFF-RJ) Ondas sonoras emitidas no ar por dois instrumentos musicais distintos, I e II, têm suas amplitudes representadas em função do tempo pelos gráficos abaixo.



A propriedade que permite distinguir o som dos dois instrumentos é:

- o comprimento de onda.
- a amplitude.
- o timbre.
- a velocidade de propagação.
- a frequência.

246. (UEL-PR) Considere as afirmações a seguir:

- O eco é um fenômeno causado pela reflexão do som num anteparo.
- O som grave é um som de baixa frequência.
- Timbre é a qualidade que permite distinguir dois sons de mesma altura e intensidade emitidos por fontes diferentes.

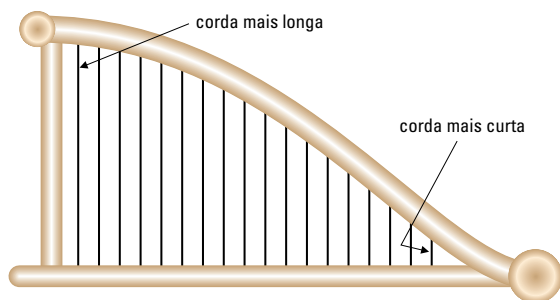
São corretas as afirmações:

- I, apenas.
- I e II, apenas.
- I e III, apenas.
- II e III, apenas.
- I, II e III.

247. (UFRGS-RS) Em uma onda sonora estacionária, no ar, a separação entre um nodo e o ventre mais próximo é de 0,19 m. Considerando-se a velocidade do som no ar igual a 334 m/s, qual é o valor aproximado da frequência dessa onda?

- 1760 Hz
- 880 Hz
- 586 Hz
- 440 Hz
- 334 Hz

248. (UFRJ) Um artesão constrói um instrumento musical rústico usando cordas presas a dois travessões. As cordas são todas de mesmo material, de mesmo diâmetro e submetidas à mesma tensão, de modo que a velocidade com que nelas se propagam ondas transversais seja a mesma. Para que o instrumento possa emitir as diversas notas musicais, ele utiliza cordas de comprimentos diferentes, como mostra a figura:



Uma vez afinado o instrumento, suponha que cada corda vibre em sua frequência fundamental.

Que corda emite o som mais grave, a mais longa ou a mais curta? Justifique sua resposta.

249. (UFMG) A figura a seguir mostra uma harpa, instrumento musical construído com várias cordas de comprimentos diferentes, presas em suas extremidades.



a) Considere que uma das cordas da harpa vibra com sua menor frequência possível. Nessa situação, como se relacionam o comprimento da corda e o comprimento de onda da onda? Justifique sua resposta.

b) Considere, agora, duas cordas da harpa, uma delas com o dobro do comprimento da outra. Suponha que, nessas cordas, a velocidade de propagação das ondas é a mesma. Assim sendo, calcule a relação entre as frequências fundamentais das ondas produzidas nessas duas cordas.

250. (UFMT) Observe as situações:

I) Numa loja de CDs toca uma música de que você gosta. Você vem pela rua, de carro, aproximando-se da loja, passa em frente a ela e continua seu caminho, afastando-se daquela fonte sonora.

II) Você está na janela de sua casa. Um automóvel de propaganda política vem pela rua anunciando um candidato, passa em frente a sua casa e afasta-se até que você não ouve mais o que é dito e até se sente aliviado.

Em ambos os casos você nota que o som ouvido modifica-se ao longo do tempo. A esse respeito, julgue os itens:

- A frequência real da onda emitida pela fonte sonora pode não coincidir com a frequência aparente percebida pelo ouvinte. Esse fenômeno é conhecido como efeito doppler.
- O efeito doppler pode ocorrer para qualquer tipo de fenômeno ondulatório.
- O som emitido por uma fonte sonora que se aproxima de um observador em repouso é percebido com uma frequência maior que a emitida.
- O som percebido por um observador que se aproxima de uma fonte em repouso possui uma frequência maior que a emitida pela fonte.

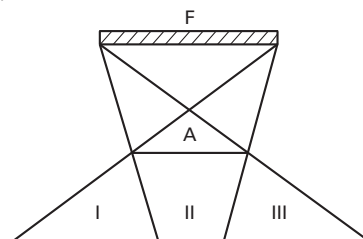
251. (UFRGS-RS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir:

O alarme de um automóvel está emitindo som de uma determinada frequência. Para um observador que se aproxima rapidamente desse automóvel, esse som parece ser de _____ frequência. Ao afastar-se, o mesmo observador perceberá um som de _____ frequência.

- maior – igual
- maior – menor
- igual – igual
- menor – maior
- igual – menor

Óptica

252. (UFRRJ) Na figura abaixo, **F** é uma fonte de luz extensa e **A** um anteparo opaco.



Pode-se afirmar que I, II e III são, respectivamente, regiões de:

- sombra, sombra e penumbra.
- sombra, sombra e sombra.

- c) penumbra, sombra e penumbra.
 d) sombra, penumbra e sombra.
 e) penumbra, penumbra e sombra.

253. (Fuvest-SP) Em agosto de 1999, ocorreu o último eclipse solar total do século. Um estudante imaginou, então, uma forma de simular eclipses. Pensou em usar um balão esférico e opaco, de 40 m de diâmetro, que ocultaria o Sol quando seguro por uma corda a uma altura de 200 m. Faria as observações, protegendo devidamente sua vista, quando o centro do Sol e o centro do balão estivessem verticalmente colocados sobre ele, num dia de céu claro. Considere as afirmações abaixo em relação aos possíveis resultados dessa proposta, caso as observações fossem realmente feitas, sabendo que a distância da Terra ao Sol é de $150 \cdot 10^6$ km e que o Sol tem um diâmetro de $0,75 \cdot 10^6$ km, aproximadamente.

- I) O balão ocultaria todo o Sol: o estudante não veria diretamente nenhuma parte do Sol.
 II) O balão é pequeno demais: o estudante continuaria a ver diretamente partes do Sol.
 III) O céu ficaria escuro para o estudante, como se fosse noite. Está correto apenas o que se afirma em:
 a) I. b) II. c) III. d) I e III. e) II e III.

254. (Mack-SP) Um estudante interessado em comparar a distância da Terra à Lua com a distância da Terra ao Sol, costumeiramente chamada unidade astronômica (uA), implementou uma experiência da qual pôde tirar algumas conclusões. Durante o dia, verificou que em uma das paredes de sua sala de estudos havia um pequeno orifício, pelo qual passava a luz do Sol, proporcionando na parede oposta a imagem do astro. Numa noite de lua cheia, observou que pelo mesmo orifício passava a luz proveniente da Lua e a imagem do satélite da Terra tinha praticamente o mesmo diâmetro da imagem do Sol. Como, através de outra experiência, ele havia concluído que o diâmetro do Sol é cerca de 400 vezes o diâmetro da Lua, a distância da Terra à Lua é de aproximadamente:

- a) $1,5 \cdot 10^{-3}$ uA. c) 0,25 uA. e) 400 uA.
 b) $2,5 \cdot 10^{-3}$ uA. d) 2,5 uA.

255. (Unitau-SP) Dois raios de luz, que se propagam num meio homogêneo e transparente, se interceptam num certo ponto. A partir desse ponto, pode-se afirmar que:

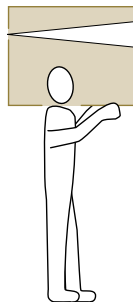
- a) os raios luminosos se cancelam.
 b) mudam a direção de propagação.
 c) continuam se propagando na mesma direção e sentido que antes.
 d) se propagam em trajetórias curvas.
 e) retornam em sentidos opostos.

256. (Faap-SP) O ângulo entre o raio refletido e o raio incidente é 72° . O ângulo de incidência é:

- a) 18° . b) 24° . c) 36° . d) 72° . e) 144° .

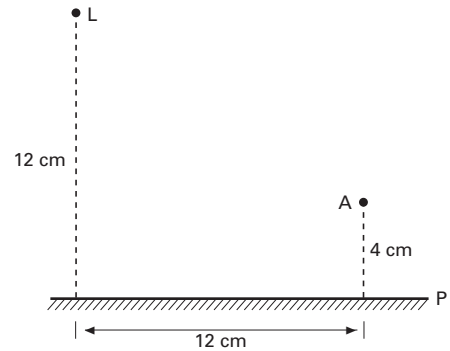
257. (Unaerp-SP) Uma brincadeira proposta em um programa científico de um canal de televisão consiste em obter uma caixa de papelão grande, abrir um buraco em uma de suas faces, que permita colocar a cabeça no seu interior, e um furo na face oposta à qual o observador olha. Dessa forma ele enxerga imagens externas projetadas na sua frente, através do furo às suas costas. Esse fenômeno óptico baseia-se no:

- a) Princípio da Superposição dos Raios Luminosos.
 b) Princípio da Reflexão da Luz.
 c) Princípio da Refração da Luz.
 d) Princípio da Propagação Retilínea da Luz.
 e) Princípio da Independência dos Raios Luminosos.

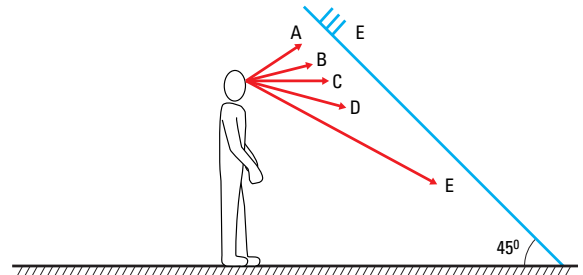


258. (UEM-PR) A figura mostra uma lâmpada **L** a 12 cm de um espelho plano **P**. Determine a distância, em centímetros, percorrida por um

raio de luz emitido por **L** e que, após refletido pelo espelho, atinge o ponto **A**.



259. (Fuvest-SP) Um espelho plano, em posição inclinada, forma um ângulo de 45° com o chão. Uma pessoa observa-se no espelho, conforme a figura. A flecha que melhor representa a direção para a qual ela deve dirigir seu olhar, a fim de ver os sapatos que está calçando, é:

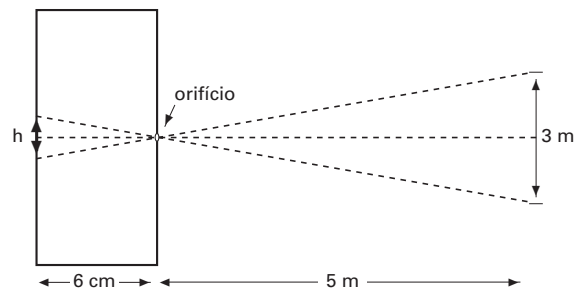


- a) A. b) B. c) C. d) D. e) E.

260. (Fatec-SP) Uma placa retangular de madeira tem dimensões 40 cm x 25 cm. Através de um fio que passa pelo baricentro, ela é presa ao teto de uma sala, permanecendo horizontalmente a 2,0 m do assoalho e a 1,0 m do teto. Bem junto ao fio, no teto, há uma lâmpada cujo filamento tem dimensões desprezíveis. A área da sombra projetada pela placa no assoalho vale, em metros quadrados:

- a) 0,90. b) 0,40. c) 0,30. d) 0,20. e) 0,10.

261. (UFRRJ) No mundo artístico as antigas "câmaras escuras" voltaram à moda. Uma câmara escura é uma caixa fechada de paredes opacas que possui um orifício em uma de suas faces. Na face oposta à do orifício fica preso um filme fotográfico, onde se formam as imagens dos objetos localizados no exterior da caixa, como mostra a figura a seguir.

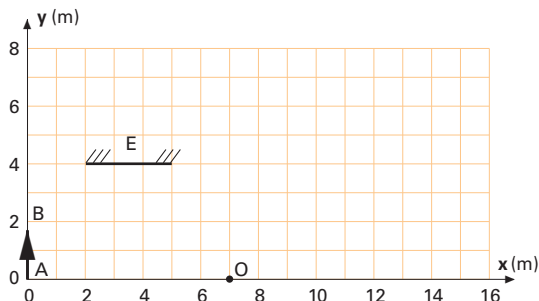


Suponha que um objeto de 3 m de altura esteja a uma distância de 5 m do orifício, e que a distância entre as faces seja de 6 cm. Calcule a altura **h** da imagem.

262. (UFPE) Um observador, a 1,0 m de um espelho plano, vê a imagem de um objeto que está a 6,0 m do espelho. Quando o observador se aproxima 0,5 m do espelho, a quantos metros do espelho estará a imagem do objeto?

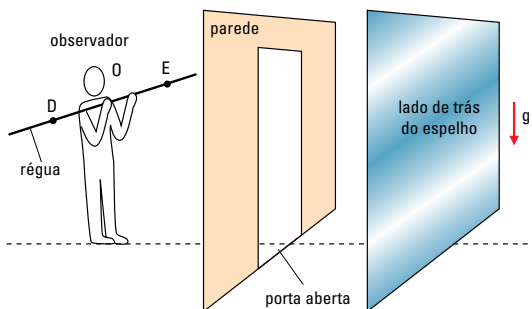
- 263.** (Faap-SP) Um quadro coberto com uma placa de vidro plano não pode ser visto tão distintamente quanto outro não coberto, porque o vidro:
- a) é opaco.
 - b) é transparente.
 - c) não reflete a luz.
 - d) reflete parte da luz.
 - e) é uma fonte luminosa.

- 264.** (Vunesp) As coordenadas (x, y) das extremidades **A** e **B** do objeto AB mostrado na figura a seguir são $(0, 0)$ e $(0, 2)$, respectivamente.



O observador **O**, localizado em $x_0 = 7$ m sobre o eixo **x**, vê a imagem **A'B'** do objeto AB formada pelo espelho plano **E** da figura.

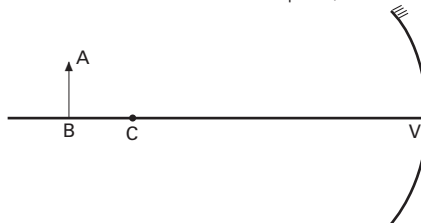
- Quais são as coordenadas das extremidades **A'** e **B'** da imagem **A'B'**?
 - Quais as extremidades x_1 e x_2 do intervalo dentro do qual se deve posicionar o observador **O**, sobre o eixo **x**, para ver a imagem **A'B'** em toda a sua extensão?
- 265.** (Fuvest-SP) Um observador **O** olha-se em um espelho plano vertical pela abertura de uma porta, com 1 m de largura, paralela ao espelho, conforme a figura a seguir. Segurando uma régua longa, ele a mantém na posição horizontal, paralela ao espelho e na altura dos ombros, para avaliar os limites da região que consegue enxergar através do espelho (limite **D**, à sua direita, e limite **E**, à sua esquerda).



- Faça um esquema e trace os raios que, partindo dos limites **D** e **E** da região visível da régua, atingem os olhos do observador **O**. Construa a solução utilizando linhas cheias para indicar esses raios e linhas tracejadas para prolongamentos de raios ou outras linhas auxiliares. Indique, com uma flecha, o sentido de percurso da luz.
 - Identifique **D** e **E** no esquema, estimando, em metros, a distância **L** entre esses dois pontos da régua.
- 266.** (Esfao-RJ) Um objeto está a 10 cm de distância de um espelho esférico côncavo e a sua imagem real, produzida por esse espelho, localiza-se a 40 cm dele. Determine:
- a) a distância focal do espelho;
 - b) o tamanho da imagem se o objeto tem 1,5 cm de altura.
- 267.** (Faap-SP) A respeito de um espelho convexo, sendo o objeto real, pode-se afirmar que:
- a) forma imagens direitas e diminuídas.
 - b) não forma imagens diminuídas.
 - c) suas imagens podem ser projetadas sobre anteparos.
 - d) forma imagens reais.
 - e) suas imagens são mais nítidas que as dadas pelo espelho plano.

- 268.** (Unaerp-SP) Um espelho usado por esteticistas permite que o cliente, bem próximo ao espelho, possa ver seu rosto ampliado e observar detalhes da pele. Este espelho é:
- a) côncavo.
 - b) convexo.
 - c) plano.
 - d) anatômico.
 - e) epidérmico.

- 269.** (UEPB) Considere um objeto AB que se encontra em frente a um espelho côncavo, de raio de curvatura **C** igual a 20 cm, colocado a uma distância de 30 cm do vértice do espelho, conforme a figura:

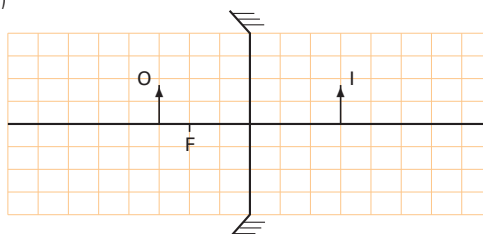


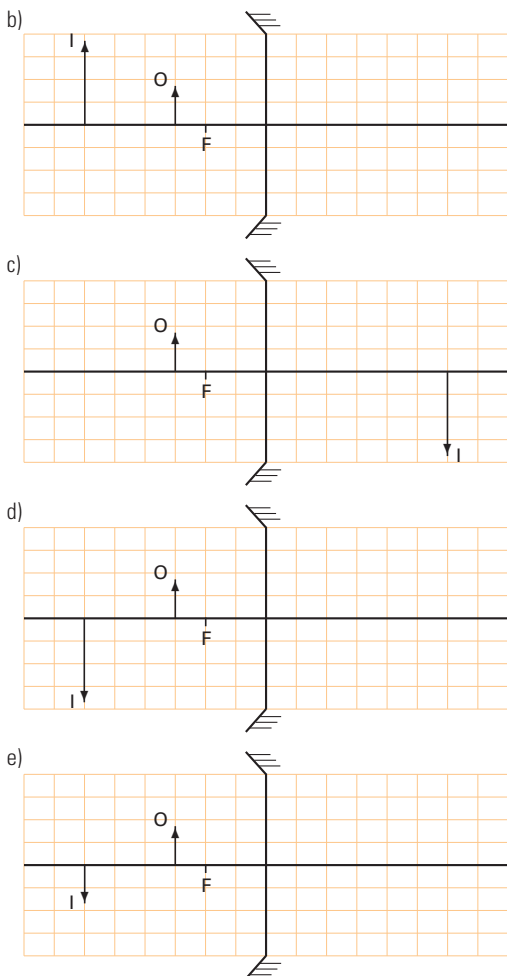
Com base nesse enunciado analise as proposições a seguir:

- O espelho côncavo forma uma imagem real, menor que o objeto e invertida em relação a ele.
- O espelho côncavo forma uma imagem real, maior que o objeto e direita.
- A distância da imagem em relação ao espelho é de 15 cm.
- O espelho côncavo forma uma imagem virtual, maior que o objeto e direita.

Com base na análise feita, assinale a alternativa correta:

- Apenas as proposições I e III são verdadeiras.
 - Apenas as proposições I e II são falsas.
 - Apenas as proposições III e IV são verdadeiras.
 - Apenas a proposição III é verdadeira.
 - Apenas a proposição I é verdadeira.
- 270.** (Mack-SP) Um objeto real é colocado sobre o eixo principal de um espelho esférico côncavo a 4 cm de seu vértice. A imagem conjugada desse objeto é real e está situada a 12 cm do vértice do espelho, cujo raio de curvatura é:
- a) 2 cm.
 - b) 3 cm.
 - c) 4 cm.
 - d) 5 cm.
 - e) 6 cm.
- 271.** (Mack-SP) Sobre o eixo principal de um espelho esférico convexo de raio de curvatura igual a 10 cm, é colocado um objeto real. A distância entre o objeto e o espelho é de 20 cm. Desta forma, obtém-se uma imagem de características:
- a) virtual e invertida.
 - b) virtual e direita.
 - c) real e invertida.
 - d) real e direita.
 - e) diferentes das anteriores.
- 272.** (Mack-SP) A 12 cm de um espelho esférico de Gauss, colocamos um objeto perpendicularmente ao seu eixo principal. A imagem obtida, projetada em um anteparo, tem altura igual ao dobro da do objeto. O raio de curvatura desse espelho é:
- a) 6 cm.
 - b) 14 cm.
 - c) 16 cm.
 - d) 18 cm.
 - e) 24 cm.
- 273.** (UFPE) Um espelho côncavo tem 24 cm de raio de curvatura. Olhando para ele de uma distância de 6,0 cm, qual o tamanho da imagem observada de uma cicatriz de 0,5 cm existente no seu rosto?
- a) 0,2 cm
 - b) 0,5 cm
 - c) 1,0 cm
 - d) 2,4 cm
 - e) 6,0 cm
- 274.** (Vunesp) Uma haste luminosa **O** é colocada diante de um espelho côncavo, de foco **F**, perpendicularmente ao seu eixo principal e com uma de suas extremidades sobre ele. Se a distância da haste ao espelho for igual a $\frac{3}{2}$ da distância focal do espelho, qual a alternativa que melhor representa a imagem **I** formada?





275. (UFRN) Os espelhos retrovisores do lado direito dos veículos são, em geral, convexos (como os espelhos usados dentro de ônibus urbanos, ou mesmo em agências bancárias ou supermercados).

O carro de Dona Beatriz tem um espelho retrovisor convexo cujo raio de curvatura mede 5 m. Considere que esse carro está se movendo numa rua retilínea, com velocidade constante, e que, atrás dele, vem um outro carro. No instante em que Dona Beatriz olha por aquele retrovisor, o carro de trás está a 10 m de distância desse espelho.

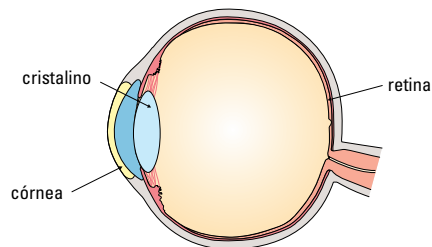
Seja D_o a distância do objeto ao espelho (que é uma grandeza positiva); D_i a distância da imagem ao espelho (considerada positiva se a imagem for real e negativa se a imagem for virtual) e r o raio de curvatura do espelho (considerado negativo para espelhos convexos). A equação dos pontos conjugados é $\frac{1}{D_o} + \frac{1}{D_i} = \frac{2}{r}$, e o aumento linear transversal, m , é dado por $m = -\frac{D_i}{D_o}$.

a) Calcule a que distância desse espelho retrovisor estará a imagem do carro que vem atrás.
b) Especifique se tal imagem será real ou virtual. Justifique.
c) Especifique se tal imagem será direita ou invertida. Justifique.
d) Especifique se tal imagem será maior ou menor que o objeto. Justifique.
e) Do ponto de vista da física, indique a razão pela qual a indústria automobilística opta por esse tipo de espelho.

276. (UFPA) Ao tentar comprar um espelho odontológico, um odontólogo obtém as seguintes informações técnicas, fornecidas por um vende-

dor: o espelho **A** é côncavo e possui raio de curvatura igual a 6,0 cm, enquanto o espelho **B** difere de **A** apenas pelo raio de curvatura, que é igual a 4,0 cm. A ampliação, no entanto, parâmetro de extrema importância para o profissional de odontologia, depende da distância do espelho ao dente. Para fins de comparação, o odontólogo considera que os espelhos são colocados a 1,0 cm do dente a ser observado. Então, após alguns cálculos, ele decide comprar o de maior ampliação. Qual espelho comprado pelo odontólogo? Justifique sua resposta com os cálculos necessários.

277. (UFMG) A figura representa esquematicamente um olho humano:



Suponha que a córnea e o cristalino do olho formem uma lente fina, que está a 2,2 cm de distância da retina. Essa lente é deformável, ou seja, sua distância focal pode ser modificada, alterando-se seu perfil, de modo a formar uma imagem nítida na retina.

Com base nessas informações:

a) Determine a distância focal da lente quando se observa um objeto muito distante. Justifique sua resposta.

b) Em um olho míope, as imagens são formadas antes da retina. Uma técnica cirúrgica para corrigir a miopia consiste no uso de um *laser* para “esculpir” a córnea, a fim de modificar a convergência do conjunto córnea-cristalino.

A figura ao lado mostra, de forma esquemática, o perfil da córnea de um olho míope.

Copie no seu caderno o perfil da córnea e desenhe, sobre essa mesma figura, como deve ficar o perfil da córnea após uma cirurgia de correção de miopia. Justifique sua resposta.



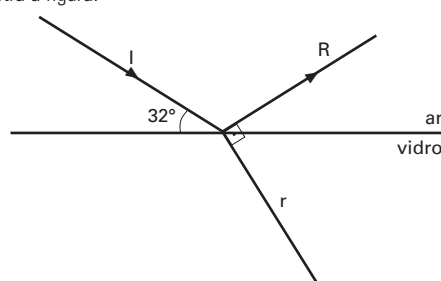
278. (Furg-RS) Uma criança é colocada em frente a um grande espelho plano, a 40 cm dele. A imagem da criança que o espelho forma:

- I) é real;
- II) é maior do que a criança;
- III) encontra-se 40 cm atrás do espelho;
- IV) situa-se na superfície do espelho;
- V) é criada pela refração da luz.

Quais afirmativas estão corretas?

- a) Apenas III.
- b) Apenas I e IV.
- c) Apenas IV e V.
- d) Apenas I, II e V.
- e) Apenas II, III e V.

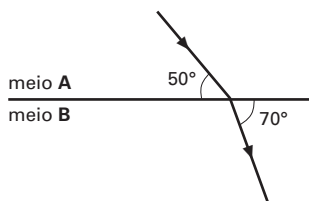
279. (Vunesp) Um raio de luz monocromática incide sobre a superfície plana de um bloco de vidro de tal modo que o raio refletido **R** forma um ângulo de 90° com o raio refratado **r**. O ângulo entre o raio incidente **I** e a superfície de separação dos dois meios mede 32° , como mostra a figura:



Os ângulos de incidência e de refração medem, respectivamente:

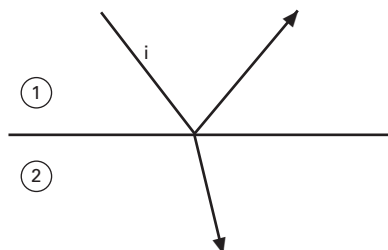
- a) 62° e 38° . c) 90° e 38° . e) 58° e 45° .
b) 58° e 32° . d) 32° e 90°

280. (Mack-SP) Um estudante de física observa um raio luminoso se propagando de um meio **A** para um meio **B**, ambos homogêneos e transparentes como mostra a figura. A partir desse fato, o estudante concluiu que:



- a) o valor do índice de refração do meio **A** é maior que o do meio **B**.
b) o valor do índice de refração do meio **A** é metade que o do meio **B**.
c) nos meios **A** e **B**, a velocidade de propagação da luz é a mesma.
d) a velocidade de propagação da luz no meio **A** é menor que no meio **B**.
e) a velocidade de propagação da luz no meio **A** é maior que no meio **B**.

281. (UFPI) A figura abaixo mostra um raio luminoso incidindo sobre a superfície de separação de dois meios transparentes, 1 e 2.



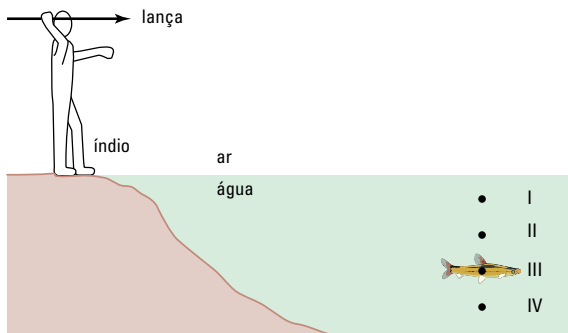
Considere as afirmações:

- I) No meio 1 a frequência da luz é maior que no meio 2.
II) No meio 1 o comprimento de onda da luz é maior que no meio 2.
III) O meio 1 é mais denso do que o meio 2.
IV) No meio 1 a velocidade da luz é maior do que no meio 2.

As afirmações corretas são:

- a) I e II. b) II e III. c) III e IV. d) I e IV. e) II e IV.

282. (UFRRN) Ainda hoje, no Brasil, alguns índios pescam em rios de águas claras e cristalinas, com lanças pontiagudas, feitas de madeira. Apesar de não saberem que o índice de refração da água é igual a 1,33, eles conhecem, a partir da experiência do seu dia-a-dia, a lei da refração (ou da sobrevivência da natureza) e, por isso, conseguem fazer a sua pesca.



A figura acima é apenas esquemática. Ela representa a visão que o índio tem da posição em que está o peixe. Isto é, ele enxerga o peixe como estando na profundidade III. As posições I, II, III e IV correspondem a diferentes profundidades numa mesma vertical.

Considere que o peixe está praticamente parado nessa posição. Para acertá-lo, o índio deve jogar sua lança em direção ao ponto:

- a) I. b) II. c) III. d) IV.

283. (Mack-SP) Um feixe luminoso monocromático atravessa um determinado meio homogêneo, transparente e isotrópico, com velocidade de $2,4 \cdot 10^8$ m/s. Considerando $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s, o índice de refração absoluto desse meio é:

- a) 1,25 m/s. c) 0,8 m/s. e) $7,2 \cdot 10^{16}$ m²/s².
b) 1,25. d) 0,8.

284. (Unitau-SP) Sendo a velocidade da luz na água $\frac{3}{4}$ da velocidade da luz no vácuo, seu índice de refração absoluto é:

- a) 1,00. b) 1,50. c) 2,66. d) 1,33. e) 3,12.

285. (Vunesp) Um raio de luz passa do ar para a água após atingir a superfície da água com um ângulo de incidência de 45° . Quando entra na água, quais das seguintes propriedades da luz variam?

- I) Comprimento de onda III) Velocidade de propagação
II) Frequência IV) Direção de propagação
a) I e II, somente. d) III e IV, somente.
b) II, III e IV, somente. e) I, II, III e IV.
c) I, III e IV, somente.

286. (PUCC-SP) Considere as afirmações acerca da refração da luz:

- I) Ela somente ocorre com desvio dos raios luminosos.
II) O raio refratado se aproxima da normal no meio mais refringente.
III) A refração somente ocorre do meio menos refringente para o mais refringente.
IV) No meio mais refringente a velocidade da luz é menor.

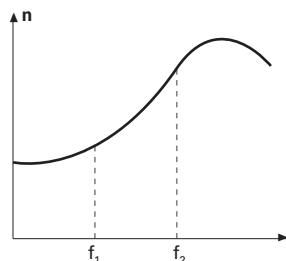
São corretas somente:

- a) I e II. b) I e III. c) II e III. d) II e IV. e) III e IV.

287. (Udesc) Em um dia quente, ao percorrermos uma estrada asfaltada, temos a impressão de que ela está "molhada" à nossa frente. Tal fenômeno é consequência da:

- a) polarização da luz. d) dispersão da luz.
b) refração da luz. e) interferência da luz.
c) difração da luz.

288. (UFJF-MG) De maneira geral, sabemos que o índice de refração (**n**) de um determinado material depende da frequência da luz incidente (**f**). A figura a seguir representa o gráfico do índice de refração em função da frequência da luz incidente para um determinado material. Se **f**₁ e **f**₂ representam duas frequências quaisquer, podemos afirmar que, dentro do material:



- a) as velocidades da luz são iguais para as duas frequências.
b) a velocidade da luz com frequência **f**₂ é maior que a velocidade da luz com frequência **f**₁.
c) a velocidade da luz com frequência **f**₁ é maior que a velocidade da luz com frequência **f**₂.
d) nada podemos afirmar sobre as velocidades, pois a velocidade da luz nesse material independe da frequência da luz incidente.

289. (UFG-GO) Considere que um raio de luz propaga-se de um meio de índice de refração **n**₁ para um meio de índice de refração **n**₂. A superfície de separação entre os dois meios é plana. Classifique as seguintes afirmativas em verdadeiro ou falso:

- a) Se esse raio de luz incidir obliquamente, ele será refratado, aproximando-se da normal, caso o índice de refração n_1 seja menor do que o índice de refração n_2 .
- b) Se a razão entre os senos dos ângulos de incidência e refração for igual a 1,5, a velocidade do raio de luz no meio de índice de refração n_1 será 50% menor que no meio de índice de refração n_2 .
- c) Se a reflexão interna total ocorrer para um ângulo de incidência igual a 30° , o índice de refração deste meio será duas vezes maior do que o do outro meio.
- d) O produto da velocidade do raio de luz pelo índice de refração no mesmo meio é constante.

290. (Ufscar-SP) Duas crianças observam um aquário com a forma de um paralelepípedo, cujas arestas são opacas. Uma delas afirma que há, no aquário, apenas um peixinho; a outra afirma que há dois. Sabendo que essas crianças não mentem, assinale a alternativa que melhor explica o que está ocorrendo.

Em cada alternativa os círculos representam as crianças, o(s) ponto(s) representa(m) o(s) peixinho(s) e o retângulo representa o aquário, todos vistos de cima.

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

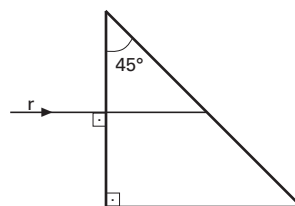
291. (UFPI) Um feixe de luz verde tem comprimento de onda de 600 nm ($6 \cdot 10^{-7}$ m) no ar. Qual é o comprimento de onda dessa luz, em nm, dentro da água, onde a velocidade da luz vale somente 75% do seu valor no ar?

- a) 350 b) 400 c) 450 d) 500 e) 550

292. (Uerj) Um feixe de *laser*, propagando-se no ar com velocidade v_{ar} , penetra numa lâmina de vidro e sua velocidade é reduzida para $v_{\text{vidro}} = \frac{2}{3} v_{\text{ar}}$. Sabendo que, no caso descrito, a frequência da radiação não se altera ao passar de um meio para outro, a razão entre os comprimentos de onda dessa radiação no vidro e no ar, $\frac{\lambda_{\text{vidro}}}{\lambda_{\text{ar}}}$, é dada por:

- a) $\frac{1}{3}$ b) $\frac{2}{3}$ c) 1. d) $\frac{3}{2}$

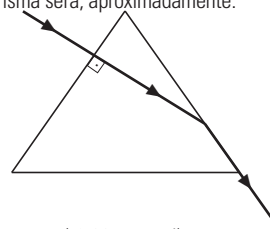
293. (Unifor-CE) Um raio de luz r incide na face de um prisma, de material transparente, conforme está indicado no esquema. O ângulo-limite de refração para o ar é 41° .



Esse raio de luz vai:

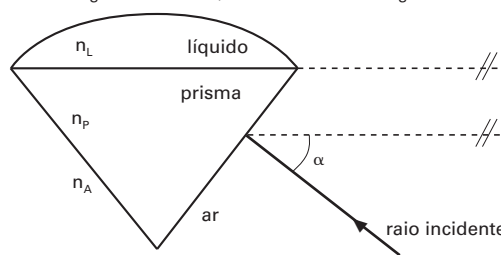
- a) incidir na segunda face do prisma e refletir formando um ângulo de reflexão igual a 45° .
- b) incidir na segunda face do prisma e refletir sobre si mesmo.
- c) incidir na segunda face do prisma e refletir formando um ângulo de reflexão igual a $22,5^\circ$.
- d) passar para o ar na segunda face do prisma, afastando-se da normal.
- e) passar para o ar na segunda face do prisma, aproximando-se da normal.

294. (PUC-SP) Um raio de luz monocromática incide perpendicularmente em uma das faces de um prisma equilátero e emerge de forma rasante pela outra face. Considerando $\sqrt{3} = 1,73$ e supondo o prisma imerso no ar, cujo índice de refração é 1, o índice de refração do material que constitui o prisma será, aproximadamente:



- a) 0,87. b) 1,15. c) 2,00. d) 1,41. e) 2,82.

295. (UFJF-MG) Um prisma equilátero de índice de refração n_p está em contato com dois meios, cujos índices de refração são n_A (ar) e n_L (líquido). Um raio de luz incide sobre uma das superfícies do prisma com um ângulo de $\alpha = 30^\circ$, conforme mostra a figura abaixo:

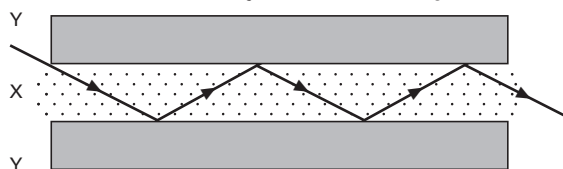


Se $n_p = 1,5$ e $n_A = 1,0$, qual deve ser o índice de refração do líquido para termos reflexão total na interface prisma-líquido?

296. (Uece) A moderna tecnologia empregada na telecomunicação utiliza as fibras ópticas em substituição aos cabos metálicos. As mensagens são transmitidas através de impulsos luminosos, em vez de impulsos elétricos. A transmissão da luz ao longo das fibras ópticas é baseada no fenômeno da:

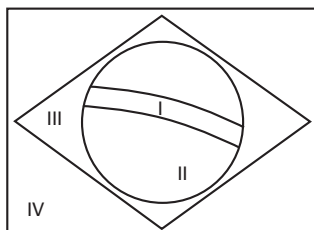
- a) difração. b) polarização. c) refração. d) reflexão total.

297. (UFMG) O princípio básico de funcionamento de uma fibra óptica consiste em colocar um material **X**, com índice de refração n_x , no interior de outro material **Y**, com índice de refração n_y . Um feixe de luz que incide em uma extremidade de **X** atravessa para a outra extremidade, sem penetrar no material **Y**, devido a múltiplas reflexões totais. Essa situação está ilustrada na figura:



Para que isso aconteça, é necessário que:

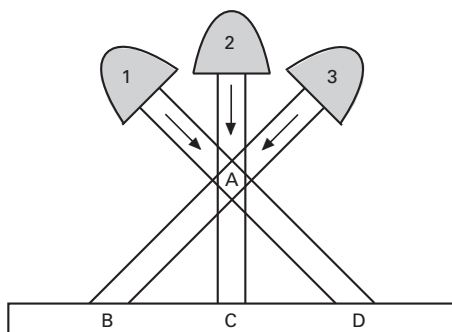
- a) $n_x < n_y$. b) $n_x = 0$. c) $n_x = n_y$. d) $n_x > n_y$.
298. (UEPB) De acordo com os conceitos estudados em óptica, julgue as seguintes proposições, classificando **V** ou **F** conforme sejam verdadeiras ou falsas, respectivamente:
- 1) Em qualquer meio material, a luz se propaga com uma velocidade menor que sua velocidade de propagação no vácuo.
 - 2) Um feixe luminoso emitido por uma lanterna no ar se refrata ao penetrar na água.
 - 3) Quando um raio luminoso se refrata, tem-se $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \text{constante}$.
- θ_1 = ângulo de incidência
 θ_2 = ângulo de refração
- 4) A cor de um objeto depende não apenas da sua natureza, mas também da cor da luz com que é iluminado.
 - 5) Quando um raio de luz se reflete, o ângulo de incidência é maior que o ângulo de reflexão.
- A sequência correta é:
- a) VVVF. b) VVVF. c) VVVV. d) VFVF. e) FVVV.
299. (UFMG) A figura mostra a bandeira do Brasil de forma esquemática:



Sob luz branca, uma pessoa vê a bandeira do Brasil com a parte I branca, a parte II azul, a parte III amarela e a parte IV verde. Se a bandeira for iluminada por luz monocromática amarela, a mesma pessoa verá, provavelmente:

a) a parte I amarela e a II preta. c) a parte I branca e a II azul.
b) a parte I amarela e a II verde. d) a parte I branca e a II verde.

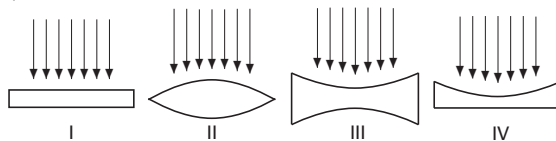
300. (UFV-MG) Três feixes de luz, de mesma intensidade, podem ser vistos atravessando uma sala, como mostra a figura a seguir:



O feixe 1 é vermelho, o 2 é verde e o 3 é azul. Os três feixes se cruzam na posição **A** e atingem o anteparo nas regiões **B**, **C** e **D**. As cores que podem ser vistas nas regiões **A**, **B**, **C** e **D**, respectivamente, são:

- a) branco, azul, verde, vermelho.
b) branco, branco, branco, branco.
c) branco, vermelho, verde, azul.
d) amarelo, azul, verde, vermelho.
e) amarelo, vermelho, verde, azul.

301. (Uerj) As figuras abaixo representam raios solares incidentes sobre quatro lentes distintas:



Deseja-se incendiar um pedaço de papel, concentrando a luz do Sol sobre ele. A lente que seria mais efetiva para essa finalidade é a de número:

- a) I. b) II. c) III. d) IV.

302. (PUC-MG) A lente da historinha do Bidu pode ser representada por quais das lentes cujos perfis são mostrados a seguir?

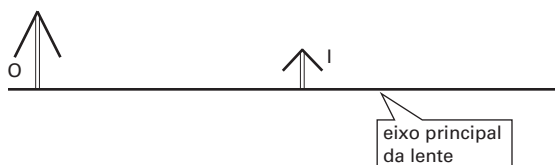


Criação de Mauricio de Sousa



- a) 1 ou 3 b) 2 ou 4 c) 1 ou 2 d) 3 ou 4 e) 2 ou 3

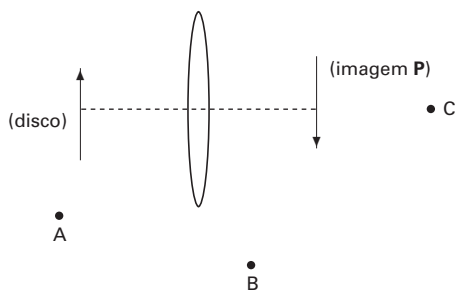
303. (PUC-SP) No esquema a seguir, **O** é um objeto real e **I**, a sua imagem virtual, conjugada por uma lente esférica delgada.



A partir das informações contidas no texto e na figura, podemos concluir que a lente é:

- a) convergente e está entre **O** e **I**.
b) convergente e está à direita de **I**.
c) divergente e está entre **O** e **I**.
d) divergente e está à esquerda de **O**.
e) divergente e está à direita de **I**.

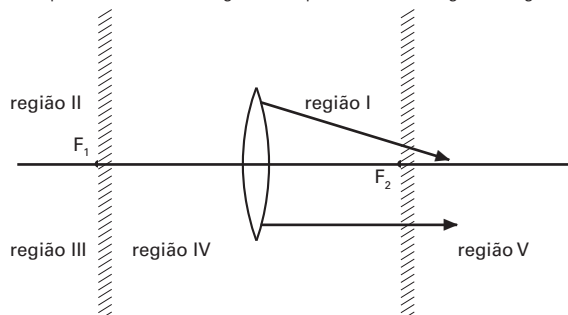
304. (Fuvest-SP) Um disco é colocado diante de uma lente convergente, com o eixo que passa por seu centro coincidindo com o eixo óptico da lente. A imagem **P** do disco é formada conforme a figura a seguir. Procurando ver essa imagem, um observador coloca-se, sucessivamente, nas posições **A**, **B** e **C**, mantendo os olhos num plano que contém o eixo da lente. (Estando em **A**, esse observador dirige o olhar para **P** através da lente.)



Assim, essa imagem poderá ser vista:

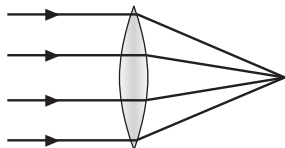
- a) somente da posição **A**. d) somente das posições **B** ou **C**.
b) somente da posição **B**. e) em qualquer das posições **A**, **B** ou **C**.
c) somente da posição **C**.

- 305.** (UFRGS-RS) A distância focal de uma lente convergente é de 10,0 cm. A que distância da lente deve ser colocada uma vela para que sua imagem seja projetada, com nitidez, sobre um anteparo situado a 0,5 m da lente?
a) 5,5 cm b) 12,5 cm c) 30,0 cm d) 50,0 cm e) 60,0 cm
- 306.** (Mack-SP) A 60 cm de uma lente convergente de 5 di, coloca-se, perpendicularmente ao seu eixo principal, um objeto de 15 cm de altura. A altura da imagem desse objeto é:
a) 5,0 cm. b) 7,5 cm. c) 10,0 cm. d) 12,5 cm. e) 15,0 cm.
- 307.** (Unifor-CE) O filamento incandescente de uma lâmpada está a 40 cm de uma lente convergente de distância focal 20 cm que projeta sua imagem bem nítida num anteparo fixo. Se a lente for afastada do anteparo mais 20 cm, para obter novamente uma imagem nítida do filamento, este deve ser também afastado:
a) 5 cm. b) 10 cm. c) 15 cm. d) 20 cm. e) 25 cm.
- 308.** (UFC-CE) Dois raios procedentes de um ponto luminoso são refratados por uma lente convergente e representados na figura a seguir.



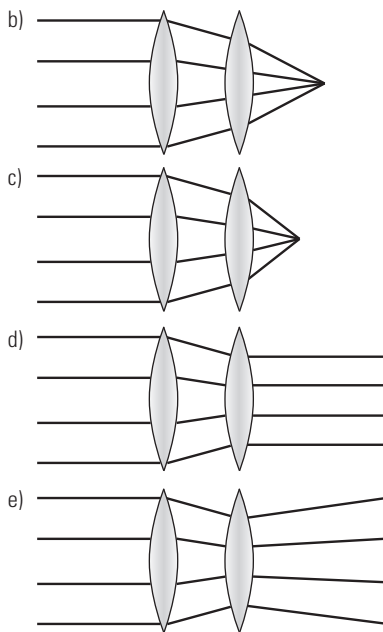
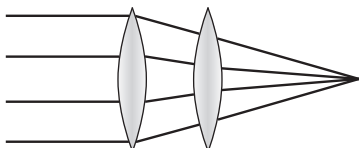
Podemos afirmar que o ponto luminoso se encontra na região:

- a) I. b) II. c) III. d) IV. e) V.
- 309.** (PUC-RJ) A figura abaixo mostra uma lente positiva também chamada convexa ou convergente, pois faz convergir raios paralelos de luz em um ponto chamado foco:

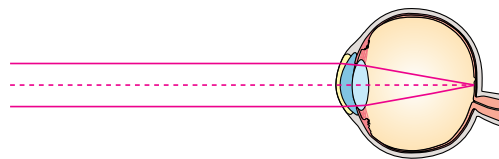


Qual das figuras abaixo melhor representa o que ocorre quando raios paralelos de luz incidem em duas lentes convexas iguais à anteriormente apresentada?

a)

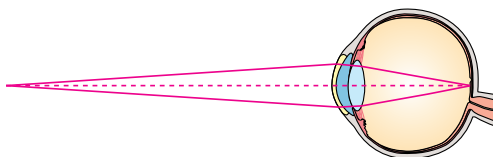


- 310.** (UFMT) A respeito da capacidade de visão do olho humano, analise os itens.
- Quando se olha para um objeto distante, a imagem forma-se na retina sem que seja necessário nenhum esforço de acomodação visual.
 - A luz emitida pelos olhos incide nos objetos à volta e a eles retorna, complementando o fenômeno conhecido por capacidade visual.
 - A luz atravessa a córnea localizada na parte central da superfície do globo ocular e passa, em seguida, pela pupila, que controla a entrada de luz, dilatando-se quando o ambiente externo tem pouca luz e contraindo-se na presença de muita luz.
 - O cristalino é uma lente biconcava e flexível que projeta na retina uma imagem real e invertida do objeto visualizado.
- 311.** (PUC-RJ) As partes essenciais do olho humano, considerado como instrumento ótico, estão descritas a seguir. A parte frontal é curva e é formada pela córnea e a lente cristalina. Quando olhamos para um objeto, a refração da luz na córnea e na lente cristalina produz uma imagem real desse objeto na retina, localizada na parte posterior do olho a uma distância de 2,5 cm.



Quando o objeto está muito distante, essa distância córnea-retina corresponde à distância focal do sistema córnea-lente cristalina, como mostrado na figura acima.

Quando o objeto que queremos enxergar está próximo, a lente cristalina contrai o raio de curvatura para diminuir sua distância focal. Dessa forma, a imagem do objeto continua sendo formada na retina, como mostrado na figura abaixo, e podemos enxergar bem o objeto.



Suponha que você esteja lendo um livro à distância de 22,5 cm do rosto. Qual deve ser a distância focal efetiva de seu olho para que possa ler bem o texto?

312. (UFRGS-RS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do seguinte texto.

Uma pessoa vê nitidamente um objeto quando a imagem desse objeto se forma sobre a retina.

Em pessoas míopes, a imagem se forma à frente da retina.

Em pessoas hipermetropes, os raios luminosos são interceptados pela retina antes de formarem a imagem (diz-se, então, que a imagem se forma atrás da retina).

Pessoas míopes devem usar óculos com lentes _____ e pessoas hipermetropes devem usar óculos com lentes _____.

- a) convergentes — biconvexas. d) divergentes — bicôncavas.
b) convergentes — divergentes. e) divergentes — convergentes.
c) plano-convexas — divergentes.

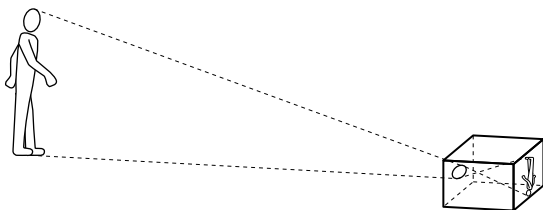
313. (Mack-SP) Assinale a alternativa incorreta.

- a) Foco de um sistema óptico qualquer é um ponto que tem por conjugado um ponto impróprio (localizado no infinito).
b) Quando a luz incide na fronteira de um dióptro plano, para que haja reflexão total, ela deve dirigir-se do meio mais refringente para o meio menos refringente.
c) Numa lâmina de faces paralelas envolvida por um único meio, o raio emergente é paralelo ao raio incidente.
d) Se uma lente é constituída de um material com índice de refração maior que o do meio externo e se as bordas forem finas, ela será convergente.
e) Verifica-se que o desvio mínimo sofrido por um raio luminoso ao atravessar um prisma, constituído de um material cujo índice de refração é maior que o do meio externo, ocorre quando o ângulo de incidência é o dobro do ângulo de emergência.

314. (Ufscar-SP) Numa máquina fotográfica, a distância da objetiva ao filme é de 25 mm. A partir das especificações dadas a seguir, assinale a que corresponde a uma lente que poderia ser a objetiva dessa máquina:

- a) convergente, de convergência +4,0 di.
b) convergente, de convergência +25 di.
c) convergente, de convergência +40 di.
d) divergente, de convergência -25 di.
e) divergente, de convergência -4,0 di.

315. (UFPE) Uma câmera fotográfica artesanal possui uma única lente delgada convergente de distância focal 20 cm. Você vai usá-la para fotografar uma estudante que está em pé a 100 cm da câmera, conforme indicado na figura. Qual deve ser a distância, em centímetros, da lente ao filme para que a imagem completa da estudante seja focalizada sobre o filme?



316. (Vunesp) Assinale a alternativa correta.

- a) Quando alguém se vê diante de um espelho plano, a imagem que observa é real e direita.
b) A imagem formada sobre o filme, nas máquinas fotográficas, é virtual e invertida.
c) A imagem que se vê quando se usa uma lente convergente como "lente de aumento" (lupa) é virtual e direita.
d) A imagem projetada sobre uma tela por um projetor de slides é virtual e direita.
e) A imagem de uma vela formada na retina de um olho humano é virtual e invertida.

317. (UFPR) Considerando os elementos ópticos e os objetos ou situações apresentados, é correto afirmar:

- a) A superfície refletora em um farol de automóvel é um espelho plano.

- b) Uma lupa é constituída por uma lente divergente.

- c) Um espelho de maquiagem, para o qual a imagem de um objeto próximo é maior que o próprio objeto, é um espelho esférico.

- d) O cristalino do olho humano comporta-se como uma lente convergente.

- e) Óculos de sol (usados apenas para reduzir a intensidade luminosa) são constituídos por lentes convergentes.

- f) Alguns prismas podem ser utilizados como espelho por permitirem a reflexão interna total.

318. (Unirio-RJ) Uma boa teoria científica deve ter um bom poder preditivo e um bom poder explicativo. A óptica geométrica tem as capacidades anteriormente citadas, porém, como toda teoria científica, tem seus limites.

Dos fenômenos citados a seguir, o que não consegue ser explicado através da teoria da óptica geométrica é o que se refere à(s):

- a) ocorrência de miragens no deserto ou no asfalto num dia quente e seco, dando a ilusão de existência de poças de água sobre o solo.
b) formação de imagens reais de objetos reais através de espelhos côncavos.
c) formação do arco-íris na atmosfera terrestre.
d) decomposição da luz solar num feixe colorido ao atravessar um prisma.
e) diversas colorações observadas nas películas de óleo depositadas sobre a água.

319. (UFRGS-RS) Considere as afirmações a seguir:

- I) A distância focal de uma lente depende do meio que a envolve.
II) A luz contorna obstáculos com dimensões semelhantes ao seu comprimento de onda, invadindo a região de sombra geométrica.
III) Luz emitida por uma fonte luminosa percorre o interior de fibras óticas, propagando-se de uma extremidade à outra.

Os fenômenos óticos melhor exemplificados pelas afirmações I, II e III são, respectivamente, os seguintes:

- a) refração, difração e reflexão total.
b) refração, interferência e polarização.
c) espalhamento, difração e reflexão total.
d) espalhamento, interferência e reflexão total.
e) dispersão, difração e polarização.

320. (UFPR) Com base nos conceitos da óptica, é correto afirmar:

- a) Luz é uma onda de natureza eletromagnética.
b) A propagação retilínea da luz é evidenciada durante um eclipse lunar.
c) Quando a luz se propaga num meio material com índice de refração igual a 2, sua velocidade de propagação é reduzida à metade do seu correspondente valor no vácuo.
d) Uma pessoa pode reduzir a intensidade da luz que atinge os seus olhos utilizando polarizadores.
e) Quando um feixe de luz monocromática é transmitido de um meio para outro, o seu comprimento de onda permanece inalterado.
f) A difração é um fenômeno que ocorre exclusivamente com a luz.

Termodinâmica

321. (Unifor-CE) Mediu-se a temperatura de um corpo com dois termômetros: um, graduado na escala Celsius, e outro, na escala Fahrenheit. Verificou-se que as indicações nas duas escalas eram iguais em valor absoluto. Um possível valor para a temperatura do corpo na escala Celsius é:

- a) -25. b) -11,4. c) 6,0. d) 11,4. e) 40.

322. (Unifor-CE) Um estudante construiu uma escala de temperatura E atribuindo o valor 0 °E à temperatura equivalente a 20 °C e o valor 100 °E à temperatura equivalente a 104 °F. Quando um termômetro graduado na escala E indicar 25 °E, outro termômetro graduado na escala Fahrenheit indicará:

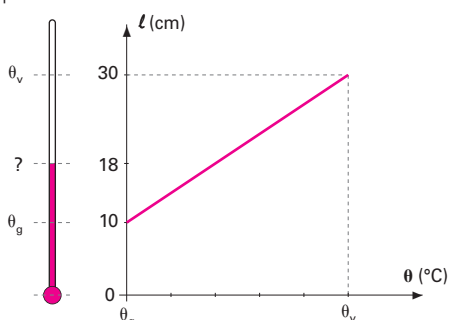
- a) 85. b) 77. c) 70. d) 64. e) 60.

323. (Mack-SP) As escalas termométricas mais utilizadas atualmente são a Celsius, a Fahrenheit e a kelvin. Se tomarmos por base a tempe-

ratura no interior do Sol, estimada em $2 \cdot 10^7$ °C, podemos dizer que tal valor seria praticamente:

- o mesmo, se a escala termométrica utilizada fosse a kelvin.
- o mesmo, se a escala termométrica utilizada fosse a Fahrenheit.
- 273 vezes o valor correspondente à medida efetuada na escala kelvin.
- 1,8 vez o valor correspondente à medida efetuada na escala Fahrenheit.
- 0,9 vez o valor correspondente à medida efetuada na escala Fahrenheit.

- 324.** (Cesgranrio-RJ) Com o objetivo de recalibrar um velho termômetro com a escala totalmente apagada, um estudante o coloca em equilíbrio térmico, primeiro, com gelo fundente e, depois, com água em ebulição sob pressão atmosférica normal. Em cada caso, ele anota a altura atingida pela coluna de mercúrio: 10,0 cm e 30,0 cm, respectivamente, medida sempre a partir do centro do bulbo. A seguir, ele espera que o termômetro entre em equilíbrio térmico com o laboratório e verifica que, nessa situação, a altura da coluna de mercúrio é de 18,0 cm. Qual a temperatura do laboratório na escala Celsius desse termômetro?

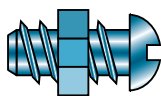


- 20 °C
- 30 °C
- 40 °C
- 50 °C
- 60 °C

- 325.** (Cesgranrio-RJ) Para uma mesma temperatura, os valores indicados pelos termômetros Fahrenheit (F) e Celsius (C) obedecem à seguinte relação: $F = 1,8C + 32$. Assim, a temperatura na qual o valor indicado pelo termômetro Fahrenheit corresponde ao dobro do indicado pelo termômetro Celsius vale, em °F:

- 12,3.
- 24,6.
- 80.
- 160.
- 320.

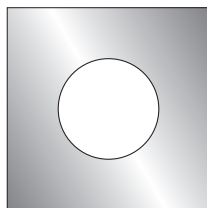
- 326.** (PUC-RJ) Uma porca está muito apertada no parafuso. O que você deve fazer para afrouxá-la?



- É indiferente esfriar ou esquentar a porca.
- Esfriar a porca.
- Esquentar a porca.
- É indiferente esfriar ou esquentar o parafuso.
- Esquentar o parafuso.

- 327.** (Furg-RS) Uma chapa metálica tem um orifício circular, como mostra a figura, e está a uma temperatura de 10 °C. A chapa é aquecida até uma temperatura de 50 °C. Enquanto ocorre o aquecimento, o diâmetro do orifício:

- aumenta continuamente.
- diminui continuamente.
- permanece inalterado.
- aumenta e depois diminui.
- diminui e depois aumenta.

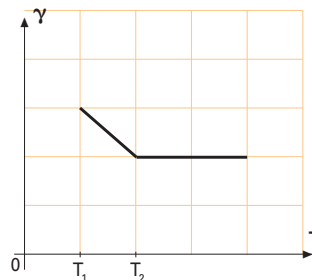


- 328.** (UERJ) Uma torre de aço, usada para transmissão de televisão, tem altura de 50 m quando a temperatura ambiente é de 40 °C. Considere que o aço se dilata, linearmente, em média, na proporção de

$\frac{1}{100\,000}$ para cada variação de 1 °C. À noite, supondo que a temperatura caia para 20 °C, a variação de comprimento da torre, em centímetros, será de:

- 1,0.
- 1,5.
- 2,0.
- 2,5.

- 329.** (UFRGS-RS) O diagrama abaixo representa, em unidades arbitrárias, o coeficiente de dilatação volumétrica (γ) de um certo material como função da temperatura absoluta (T). Em todo o intervalo de temperaturas mostrado no gráfico, o material permanece sólido.

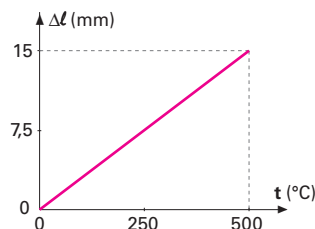


Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do parágrafo abaixo.

Quando a temperatura aumenta de T_1 para T_2 , o volume de um objeto feito com esse material _____; na região de temperaturas maiores do que T_2 , o volume desse objeto _____ quando aumenta a temperatura.

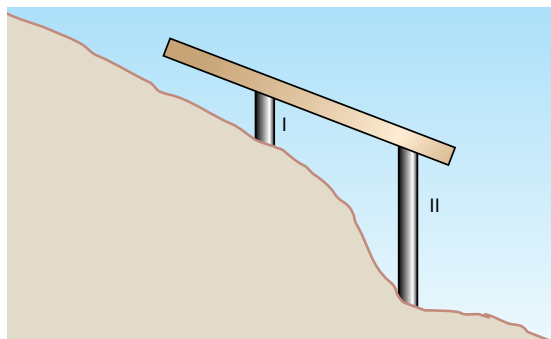
- aumenta — aumenta
- aumenta — permanece constante
- aumenta — diminui
- diminui — aumenta
- diminui — permanece constante

- 330.** (UFPE) O gráfico a seguir representa a variação, em milímetros, do comprimento de uma barra metálica, de tamanho inicial igual a 1 000 m, aquecida em um forno industrial. Qual é o valor do coeficiente de dilatação térmica linear do material de que é feita a barra, em unidades de $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$?



- 331.** (Cesgranrio-RJ) Uma rampa para saltos de asa-delta é construída de acordo com o esquema que se segue. A pilastra de sustentação II tem, a 0 °C, comprimento três vezes maior do que a I.

Os coeficientes de dilatação de I e II são, respectivamente, α_1 e α_2 . Para que a rampa mantenha a mesma inclinação a qualquer temperatura, é necessário que a relação entre α_1 e α_2 seja:



- a) $\alpha_1 = \alpha_2$. c) $\alpha_1 = 3\alpha_2$. e) $\alpha_2 = 2\alpha_1$.
b) $\alpha_1 = 2\alpha_2$. d) $\alpha_2 = 3\alpha_1$.

332. (Mack-SP) À temperatura de 0 °C, uma barra metálica **A**

($\alpha_A = 2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) tem comprimento de 202,0 mm e outra barra metálica **B** ($\alpha_B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) tem comprimento 200,8 mm. Aquecendo-se essas barras, elas apresentarão o mesmo comprimento à temperatura de:

- a) 100 °C. b) 150 °C. c) 180 °C. d) 200 °C. e) 220 °C.

333. (Unifor-CE) Um recipiente de vidro de capacidade 500 cm³ contém 200 cm³ de mercúrio, a 0 °C. Verifica-se que, em qualquer temperatura, o volume da parte vazia é sempre o mesmo. Nessas condições, sendo γ o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio, o coeficiente de dilatação linear do vidro vale:

- a) $\frac{6\gamma}{5}$. b) $\frac{3\gamma}{5}$. c) $\frac{\gamma}{5}$. d) $\frac{2\gamma}{15}$. e) $\frac{\gamma}{15}$.

Para responder às questões 334 e 335 utilize as informações abaixo.

Uma certa massa de gás perfeito sofre uma transformação isobárica e sua temperatura varia de 293 K para 543 K.

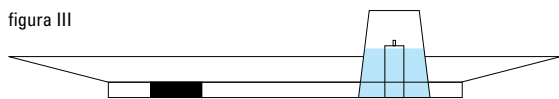
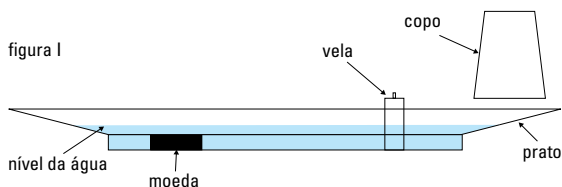
334. (Unifor-CE) A variação da temperatura do gás, nessa transformação, medida na escala Fahrenheit, foi de:

- a) 250°. b) 273°. c) 300°. d) 385°. e) 450°.

335. (Unifor-CE) Se o volume ocupado pelo gás à temperatura de 293 K era 2,0 L, a 543 K o volume, em litros, vale:

- a) 1,1. b) 2,0. c) 3,7. d) 4,4. e) 9,0.

336. (UnB-DF) Um desafio interessante consiste em colocar uma moeda no fundo de um prato, de forma que ela fique coberta por uma fina camada de água, conforme está representado na figura I, e retirá-la sem molhar os dedos, utilizando apenas um copo, uma vela e um isqueiro. Uma solução é apresentada nas figuras seguintes: a vela é acesa e, posteriormente, o copo é emborcado sobre ela; depois de algum tempo, a chama da vela extingue-se, e a água do prato é drenada para o interior do copo.



Com relação à situação apresentada, julgue os itens que se seguem.

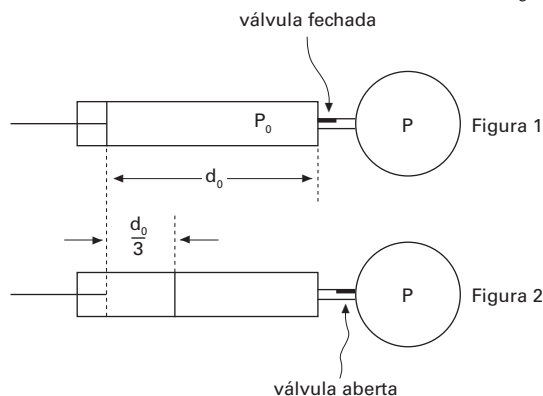
- a) A massa total de gás aprisionado no interior do copo com a vela acesa é menor que a massa total do gás que seria aprisionado se o copo fosse emborcado com a vela apagada.
b) A chama da vela se apagará somente se a água que entrar no copo for suficiente para atingir o pavio aceso.
c) Enquanto a vela estiver acesa no interior do copo, observar-se-á um aumento no brilho da chama.
d) Depois que a chama da vela se apaga, o gás no interior do copo resfria-se, originando uma região de baixa pressão. Consequentemente, a pressão exterior empurra a água para o interior do copo.

337. (Mack-SP) O motorista de um automóvel calibrou os pneus, à temperatura de 17 °C, em 25 libras-força/polegada². Verificando a pressão dos pneus após ter percorrido certa distância, encontrou o valor de 27,5 libras-força/polegada². Admitindo o ar como gás per-

feito e que o volume interno dos pneus não sofre alteração, a temperatura atingida por eles foi de:

- a) 18,7 °C. b) 34 °C. c) 46 °C. d) 58 °C. e) 76 °C.

338. (Vunesp) Uma bomba de ar, constituída de cilindro e êmbolo, está acoplada a uma bola de futebol. Na base do cilindro, existe uma válvula que se abre sob pressão e que só permite a passagem de ar do cilindro para a bola. Inicialmente, o êmbolo está à distância d_0 (indicada na Figura 1) da base do cilindro e a pressão no interior do cilindro é a pressão atmosférica P_0 , enquanto a pressão no interior da bola é P . Quando o êmbolo é empurrado de $\frac{1}{3}$ do seu afastamento inicial, a válvula entre o cilindro e a bola se abre (Figura 2).



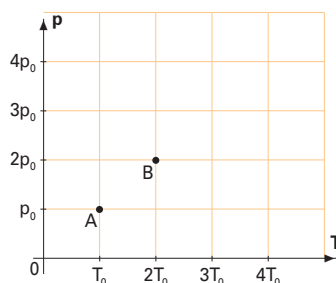
Considerando a temperatura constante e o gás ideal, pode-se dizer que a pressão P no interior da bola é:

- a) $\frac{2}{3}P_0$. b) P_0 . c) $\frac{3}{2}P_0$. d) $2P_0$. e) $3P_0$.

339. (UFJF-MG) Um recipiente de paredes rígidas contém um gás ideal à temperatura de 27 °C e à pressão de 10 atm. Sabendo que a pressão máxima a que o recipiente pode resistir é de 25 atm, podemos afirmar que ele pode ser mantido com segurança pelo menos até a temperatura de:

- a) 450 °C. b) 500 °C. c) 600 °C. d) 750 °C.

340. (UFRGS-RS) O diagrama a seguir representa a pressão (p) em função da temperatura absoluta (T) para uma amostra de gás ideal. Os pontos **A** e **B** indicam dois estados dessa amostra.



Sendo V_A e V_B os volumes correspondentes aos estados indicados, podemos afirmar que a razão $\frac{V_B}{V_A}$ é:

- a) $\frac{1}{4}$. b) $\frac{1}{2}$. c) 1. d) 2. e) 4.

341. (Furg-RS) Uma certa quantidade de gás ideal, inicialmente à pressão P_0 , volume V_0 e temperatura T_0 , é submetida à seguinte sequência de transformações:

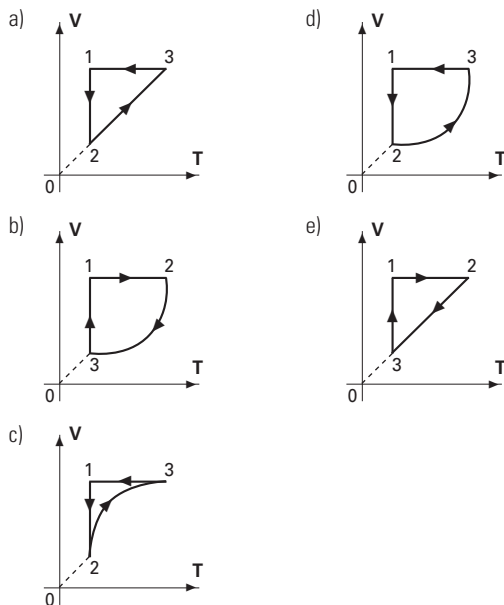
- I) É aquecida a pressão constante até que sua temperatura atinja o valor $3T_0$.
II) É resfriada a volume constante até que a temperatura atinja o valor inicial T_0 .

III) É comprimida à temperatura constante até que atinja a pressão inicial P_0 .

Ao final desses três processos, podemos afirmar que o volume final do gás será igual a:

- a) $\frac{V_0}{9}$. b) $\frac{V_0}{3}$. c) V_0 . d) $3V_0$. e) $9V_0$.

- 342.** (Unirio-RJ) Uma determinada massa de gás perfeito, inicialmente no estado 1, sofreu as seguintes e sucessivas transformações gasosas: foi comprimida isotermicamente até um estado 2; depois foi aquecida isobaricamente até um outro estado 3; e finalmente esfriada isometricamente retornando ao estado 1. Dentre os diagramas volume $\times$ temperatura absoluta apresentados, assinale aquele que melhor representa a sucessão de transformações descritas.



- 343.** (Fuvest-SP) Um bujão de gás de cozinha contém 13 kg de gás liquefeito, à alta pressão. Um mol desse gás tem massa de, aproximadamente, 52 g. Se todo o conteúdo do bujão fosse utilizado para encher um balão, à pressão atmosférica e à temperatura de 300 K, o volume final do balão seria aproximadamente de:

- a) 13 m³. b) 6,2 m³. c) 3,1 m³. d) 0,98 m³. e) 0,27 m³.

(Dados: constante dos gases R : $R = 8,3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ ou

$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$;

$P_{\text{atmosférica}} = 1 \text{ atm} \approx 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$); $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$.)

- 344.** (Mack-SP) Um gás costumeiramente presente na atmosfera das grandes cidades é o CO (monóxido de carbono), proveniente dos automóveis em movimento, das indústrias, etc. Se admitirmos que uma determinada fonte "produz" cerca de 1,0 kg de CO num certo intervalo de tempo, e que o mesmo pudesse ser confinado num recipiente sob pressão normal e a 35 °C de temperatura, na ausência de outros gases, tal recipiente deveria ter o volume de:

- a) 456 L. b) 902 L. c) 1 804 L. d) 9 020 L. e) 18 040 L.

(Dados: oxigênio: $Z = 8$ e $A = 16$; carbono: $Z = 6$ e $A = 12$;

$$R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}})$$

- 345.** (Mack-SP) Uma massa de certo gás ideal, inicialmente nas CNTP, está contida num recipiente provido com uma válvula de segurança. Devido ao aquecimento ambiental, para se manter constante a pressão e o volume no interior do recipiente, foi necessário abrir a válvula de segurança e permitir que 9% dessa massa gasosa escapasse. A temperatura do gás, nesse instante, é de:

- a) 3 033 °C. b) 2 760 °C. c) 300 °C. d) 100 °C. e) 27 °C.

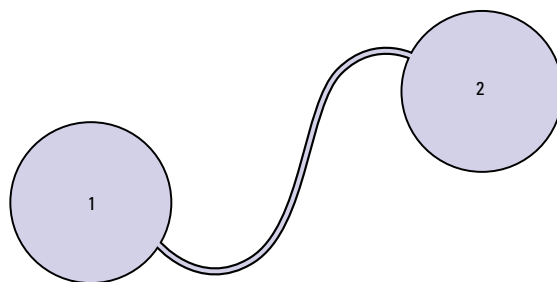
- 346.** (UFC-CE) Um cilindro, cujo volume pode variar, contém um gás perfeito, à pressão de 4 atm, a uma temperatura de 300 K. O gás passa, então, por dois processos de transformação:

- seu volume aumenta sob pressão constante até duplicar, e
- retorna ao volume original, através de uma compressão isotérmica.

A temperatura e a pressão do gás, ao final dos dois processos acima descritos, serão, respectivamente:

- a) 300 K e 8 atm. c) 300 K e 4 atm. e) 600 K e 2 atm.
b) 600 K e 4 atm. d) 600 K e 8 atm.

- 347.** (UFC-CE) Um sistema é formado por dois reservatórios, 1 e 2, de mesmo volume V_0 , ligados por um tubo fino (veja figura abaixo). Inicialmente, ambos os reservatórios estão cheios de um gás ideal, à mesma temperatura absoluta T_0 e à mesma pressão P_0 . A temperatura do reservatório 2 é então duplicada, enquanto a do reservatório 1 é mantida igual a T_0 .



- a) Calcule o número total de mols de gás no sistema em função de T_0 , P_0 , V_0 e da constante universal dos gases R .
b) Calcule a pressão final do sistema.

- 348.** (UFC-CE) Existem várias propriedades físicas que variam com a temperatura.

Assinale a alternativa que apresenta uma propriedade física que não varia com a temperatura.

- a) A massa de mercúrio dentro de um termômetro.
b) A pressão dentro de um botijão de gás.
c) A resistência elétrica de um material condutor.
d) O comprimento de uma barra metálica.

- 349.** (UFC-CE) Um recipiente fechado, contendo um gás perfeito, está inicialmente à temperatura $T = 0$ °C. A seguir, o recipiente é aquecido até que a energia interna desse gás duplique seu valor. A temperatura final do gás é:

- a) 546 K. b) 273 K. c) 0 K. d) 273 °C. e) 0 °C.

- 350.** (UFRRJ) Uma pessoa bebe 200 g de água a 20 °C. Sabendo que a temperatura do seu corpo é praticamente constante e vale 36,5 °C, a quantidade de calor absorvido pela água é igual a: (Dado: calor específico da água = 1 cal/g°C.)

- a) 730 cal. c) 3 300 cal. e) 0,01750 cal.
b) 15 600 cal. d) 1 750 cal.

- 351.** (UAM-SP) O calor gerado em alguns órgãos do corpo humano (fígado, cérebro, coração, etc.) em uma pessoa normal andando é da ordem de 2 kcal por minuto. Considere que 1 cal $\approx$ 4,2 J. A potência média, em watt, para a situação descrita é de:

- a) 140. b) 240. c) 340. d) 440.

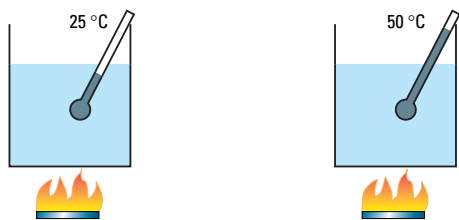
- 352.** (UEPB) Um aquecedor elétrico, imerso em 500 g de uma substância, libera energia a uma potência constante de 100 cal/min, elevando a temperatura da substância de 40 °C, durante um intervalo de 10 min. A capacidade térmica da substância, em cal/°C, e o calor específico da substância, em cal/g · °C, são respectivamente:

- a) 50; 0,1. b) 40; 0,01. c) 40; 0,04. d) 50; 0,05. e) 25; 0,05.

- 353.** (Unifor-CE) Uma fonte térmica fornece calor com potência constante. Ela aquece 100 g de água, de 20 °C até 50 °C, em 3,0 min. Para aquecer 250 g de um metal, de 25 °C a 40 °C, ela gasta 45 s. Sendo o calor específico da água igual a 1,0 cal/g · °C, o do metal, nas mesmas unidades, vale:

- a) 0,50. b) 0,40. c) 0,30. d) 0,20. e) 0,10.

354. (Uenf-RJ) Uma certa quantidade de água é aquecida de 25°C a 50°C numa boca de fogão, como indica a figura abaixo:



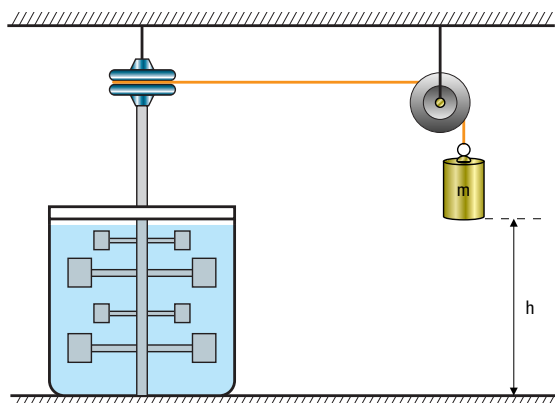
Durante o processo de aquecimento foram queimados 10 g de gás. O calor liberado na queima de 1 g de gás é igual a $1,1 \cdot 10^4$ cal e o calor específico da água é igual a $1,0$ cal/g $\cdot$ $^{\circ}\text{C}$.

- a) Supondo que não houve perda de calor para o ambiente, calcule a massa de água aquecida.
- b) Se, no lugar da água, fosse aquecido um bloco de um certo metal, de mesma massa da água, a variação de temperatura do metal seria 20 vezes maior. Indique se esse metal tem calor específico maior ou menor do que a água.
355. (UFRJ) Sabemos que no verão, sob sol a pino, a temperatura da areia da praia fica muito maior do que a da água. Para avaliar quantitativamente esse fenômeno, um estudante coletou amostras de massas iguais de água e de areia e cedeu a cada uma delas a mesma quantidade de calor. Verificou, então, que, enquanto a temperatura da amostra de areia sofreu um acréscimo de 50°C , a temperatura da amostra de água sofreu um acréscimo de apenas 6°C . Considerando o calor específico da água $1,00$ cal/g $\cdot$ $^{\circ}\text{C}$, calcule o calor específico da areia.
356. (Vunesp) Uma zelosa “mãe de primeira viagem” precisa preparar o banho do recém-nascido, mas não tem termômetro. Seu pediatra disse que a temperatura ideal para o banho é de 38°C . Ela mora à beira-mar e acabou de ouvir, pelo rádio, que a temperatura ambiente é de 32°C . Como boa estudante de física, resolve misturar água fervente com água à temperatura ambiente, para obter a temperatura desejada.
- a) Enuncie o princípio físico em que se baseia o seu procedimento.
- b) Suponha que ela dispõe de uma banheira com 10 L de água à temperatura ambiente. Calcule qual é, aproximadamente, o volume de água fervente que ela deve misturar à água da banheira para obter a temperatura ideal. Admita desprezível o valor absorvido pela banheira e que a água não transborde.
357. (Vunesp) A figura mostra as quantidades de calor Q absorvidas, respectivamente, por dois corpos, **A** e **B**, em função de suas temperaturas:
-
- a) Determine a capacidade térmica C_A do corpo **A** e a capacidade térmica C_B do corpo **B**, em J/ $^{\circ}\text{C}$.
- b) Sabendo que o calor específico da substância de que é feito o corpo **B** é duas vezes maior que o da substância de **A**, determine a razão $\frac{m_A}{m_B}$ entre as massas de **A** e **B**.
358. (Mack-SP) No laboratório de física, um estudante realiza a seguinte experiência: em um calorímetro de capacidade térmica 10 cal/ $^{\circ}\text{C}$ que contém 150 g de água (calor específico = 1 cal/g $\cdot$ $^{\circ}\text{C}$) a 20°C , ele

coloca um bloco de alumínio (calor específico = $0,2$ cal/g $\cdot$ $^{\circ}\text{C}$) de 100 g a 100°C . Alguns minutos após o equilíbrio térmico, o estudante verifica que a temperatura do sistema é de 28°C . A perda de calor do sistema até o instante em que é medida essa temperatura foi de:

a) 288 cal. b) 168 cal. c) 160 cal. d) 152 cal. e) 120 cal.

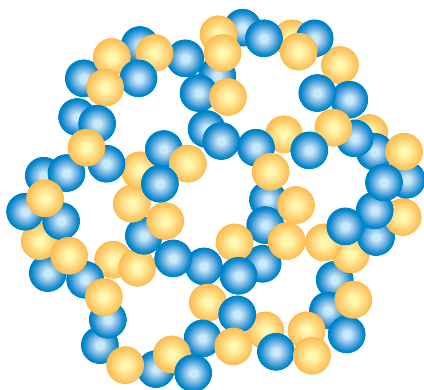
359. (UFRN) Quantidades de massas diferentes de água pura e óleo comum de cozinha (ambas nas mesmas condições de pressão e temperatura) podem ter o(a) mesmo(a):
- a) capacidade térmica. c) densidade.
- b) condutividade térmica. d) calor específico
360. (UFPI) Um cozinheiro coloca 1 L de água gelada (à temperatura de 0°C) em uma panela que contém água à temperatura de 80°C . A temperatura final da mistura é 60°C . A quantidade de água quente que havia na panela, não levando em conta a troca de calor da panela com a água, era, em litros:
- a) 2. b) 3. c) 4. d) 5. e) 6.
361. (PUC-RJ) Devido a um resfriado, um homem de 80 kg tem temperatura do corpo igual a 39°C em vez da temperatura normal de 37°C . Supondo que o corpo humano seja constituído basicamente de água, qual a quantidade de calor produzida pelo corpo para causar este aumento de temperatura?
- (Dado: calor específico da água = 1 cal/g $\cdot$ $^{\circ}\text{C}$.)
362. (ITA-SP) O ar dentro de um automóvel fechado tem massa de 2,6 kg e calor específico de 720 J/kg $\cdot$ $^{\circ}\text{C}$. Considere que o motorista perde calor a uma taxa constante de 120 J/s e que o aquecimento do ar confinado se deva exclusivamente ao calor emanado pelo motorista. Quanto tempo levará para a temperatura variar de $2,4^{\circ}\text{C}$ a 37°C ?
- a) 540s. b) 480s. c) 420s. d) 360s. e) 300s.
363. (Mack-SP) Um disco de chumbo de massa 100 g se encontra inicialmente a 10°C , quando passa a ser aquecido por uma fonte térmica. Após ter recebido 30 cal, sua área irá aumentar de:
- (Dados: $C_{pb} = 3 \cdot 10^{-2}$ cal/g $\cdot$ $^{\circ}\text{C}$; $\alpha_{pb} = 3 \cdot 10^{-5}$ $^{\circ}\text{C}^{-1}$.)
- a) 0,06%. c) 0,003%. e) 0,0003%.
- b) 0,03%. d) 0,0006%.
364. (Mack-SP) Um certo profissional, ao desenvolver um trabalho culinário, necessita urgentemente de 40 L de água a 50°C . Para tanto, dispõe de três únicas opções:
- I) utilizar exclusivamente uma torneira elétrica, que já fornece água a 50°C , de vazão constante $4 \cdot 10^{-5}$ m³/s;
- II) utilizar exclusivamente 40 L de água de um reservatório, inicialmente a 20°C , e um aquecedor elétrico de imersão, cujas características nominais são 4 200 W — 220 V ou
- III) utilizar 20 L de água proveniente da torneira citada na opção I e 20 L de água obtida a partir dos recursos da opção II.
- Desprezando qualquer perda de calor com o meio ambiente:
- a) a opção I proporcionará a água desejada no menor intervalo de tempo.
- b) a opção II proporcionará a água desejada no menor intervalo de tempo.
- c) a opção III proporcionará a água desejada no menor intervalo de tempo.
- d) a opção I e a opção II proporcionarão a água desejada no mesmo intervalo de tempo.
- e) as três opções proporcionarão a água desejada no mesmo intervalo de tempo.
- (Dados: $C_{\text{água}} = 1$ cal/g $\cdot$ $^{\circ}\text{C}$; $\rho_{\text{água}} = 1$ g/cm³; 1 cal = $4,2$ J.)
365. (UFBA) A figura a seguir representa a experiência de Joule na qual uma massa m cai de uma altura h fazendo girar as pás, que, por sua vez, aquecem uma massa M de água. Admite-se que toda a energia gerada pela queda de m produz aquecimento de M e que a resistência do ar é desprezível. O módulo da aceleração da gravidade local é g , e o calor específico da água é c .



Nessas condições, é correto afirmar:

- A massa **m** atinge metade da altura com velocidade igual a $\sqrt{2gh}$.
- Durante a queda da massa **m**, a energia total do sistema é igual a mgh .
- A energia mecânica do sistema não se conserva, dissipando-se sob a forma de calor.
- A massa **M** de água sofre um aumento de temperatura, determinado por $\Delta\theta = \frac{mgh}{Mc}$.
- Nessa experiência, a água absorve energia na forma de calor sensível.

- 366.** (Furg-RS) As moléculas da água no estado cristalino (gelo) se organizam em estruturas hexagonais com grandes espaços vazios. Ao ocorrer a fusão, essas estruturas são rompidas e as moléculas se aproximam umas das outras, ocasionando redução no volume da substância. O aumento na densidade ocorre inclusive na fase líquida, de 0 a 4 °C.

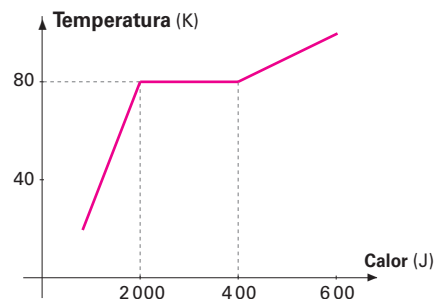


O texto acima explica o conceito de:

- calor específico.
- evaporação.
- dilatação anômala.
- capacidade térmica.
- dilatação aparente.

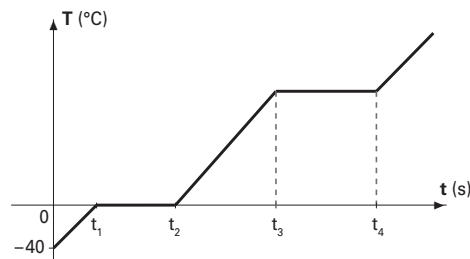
- 367.** (UFRGS-RS) Um sistema consiste em um cubo de 10 g de gelo, inicialmente à temperatura de 0 °C. Esse sistema passa a receber calor proveniente de uma fonte térmica e, ao fim de algum tempo, está transformado em uma massa de 10 g de água a 20 °C. Qual foi a quantidade de energia transferida ao sistema durante a transformação? (Dados: calor de fusão do gelo = 334,4 J/g; calor específico da água = 4,18 J/g · °C.)
- 418 J.
 - 836 J.
 - 4,18 kJ.
 - 6,77 kJ.
 - 8,36 kJ.

- 368.** (UFPI) Uma amostra de 20 g de uma substância sólida é aquecida até tornar-se totalmente líquida. O gráfico a seguir mostra a variação da temperatura da amostra em função da quantidade de calor, **Q**, absorvida por ela. O calor latente de fusão da substância, em J/g, vale:



- 10.
- 20.
- 50.
- 100.
- 200.

- 369.** (UFV-MG) Utilizando-se uma fonte de fornecimento contínuo de calor, aquecem-se, à pressão constante de 1 atm, 100 g de gelo, que são transformados em vapor superaquecido. A figura seguinte ilustra a variação da temperatura do sistema com o tempo.



- Em que intervalo de tempo ocorre a fusão?
- Em que intervalo de tempo ocorre a vaporização?
- Considerando o calor específico do gelo igual a 0,55 cal/g · °C e o calor latente de fusão igual a 80 cal/g, qual é a quantidade de calor absorvida pelo sistema do instante inicial ao instante **t₂**?

- 370.** (Furg-RS) A tabela a seguir mostra os pontos de ebulição e os calores de vaporização (à pressão de 1 atm) para sete substâncias diferentes:

Substância	Ponto de ebulição (°C)	Calor de vaporização (cal/g)
Mercúrio	357	65
Iodo	184	24
Água	100	540
Álcool etílico	78	200
Bromo	59	44
Nitrogênio	-196	48
Hélio	-269	6

Analisando a tabela podemos concluir que:

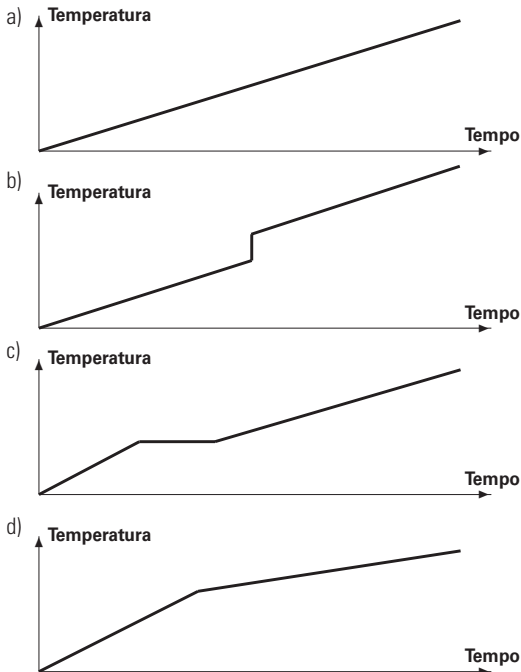
- o bromo passa de líquido para vapor em 44 °C.
- para passar para vapor, 1 g de nitrogênio requer o dobro de calorias que 1 g de iodo.
- para vaporizar 50 g de hélio, são necessárias 600 cal.
- na temperatura em que a água ferve, o álcool etílico é líquido.
- na temperatura ambiente, o mercúrio é vapor.

- 371.** (UFMT) Caju, que gosta de pescar, costuma moldar seus próprios chumbos de pescaria. Para fazer isso, coloca um pedaço de cano de chumbo dentro de uma lata e deixa-o por algum tempo na chama forte de um fogão. Depois de derretido, o chumbo líquido é colocado dentro de uma fôrma. A partir dessa fase, julgue as proposições.

- O chumbo cede calor para o ambiente e solidifica-se novamente, assumindo a forma desejada.
- Durante a solidificação, a temperatura do chumbo varia, perdendo calor para o ambiente.
- Durante a solidificação, coexistem as fases líquida e sólida do chumbo.

d) No processo de solidificação, o grau de agitação molecular tende a permanecer constante.

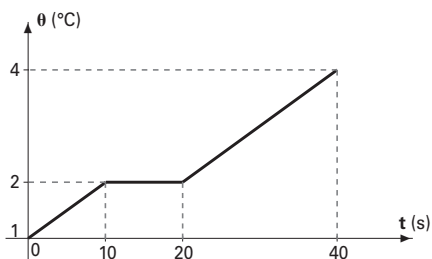
- 372.** (UFMG) Um bloco de cobre, inicialmente sólido, é aquecido continuamente. Após um certo tempo, esse bloco se liquefaz totalmente e o cobre líquido continua a ser aquecido. Durante todo o processo, o cobre recebe a mesma quantidade de calor por unidade de tempo. Assinale a alternativa cujo gráfico melhor descreve a variação da temperatura do bloco com o tempo.



- 373.** (Fuvest-SP) Em um copo grande, termicamente isolado, contendo água à temperatura ambiente (25°C), são colocados dois cubos de gelo a 0°C . A temperatura da água passa a ser, aproximadamente, de 1°C . Nas mesmas condições se, em vez de dois, fossem colocados quatro cubos de gelo iguais aos anteriores, ao ser atingido o equilíbrio, haveria no copo:
- apenas água acima de 0°C .
 - apenas água a 0°C .
 - gelo a 0°C e água acima de 0°C .
 - gelo e água a 0°C .
 - apenas gelo a 0°C .

- 374.** (Mack-SP) Como sabemos, a água apresenta dilatação anômala, pois quando resfriada à temperatura abaixo de 4°C o seu volume aumenta. Assim, quando determinada massa de água a 20°C (calor específico = $1,0 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$, densidade = $1,0 \text{ g/cm}^3$) é resfriada, transformando-se em gelo a 0°C (calor latente de fusão = 80 cal/g , densidade = $0,9 \text{ g/cm}^3$), tem seu volume aumentado de 20 cm^3 . A quantidade de calor retirada dessa massa de água é de:
- 18 000 cal.
 - 14 400 cal.
 - 10 800 cal.
 - 7 200 cal.
 - 3 600 cal.

- 375.** (UEM-PR) Um corpo absorve calor de uma fonte à razão constante de 100 cal/s . O gráfico da temperatura do corpo em função do tempo está indicado na figura abaixo.



De acordo com o enunciado e com o gráfico, assinale o que for correto.

- Entre 10s e 20s, ocorre uma mudança de fase.
- Entre 10s e 20s, o corpo não absorve energia.
- Se a massa do corpo é de $1\,000 \text{ g}$, seu calor específico, calculado entre 20s e 40s, é de $1 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$.
- A capacidade térmica do corpo, calculada entre 0s e 10s, é de $100 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}$.
- Se a massa do corpo é de $1\,000 \text{ g}$, seu calor latente de transformação é de 1 cal/g .
- A energia total utilizada para aquecer o corpo de 1°C a 4°C é de 4 kcal .

- 376.** (UFPR) Um esquiador desce, com velocidade constante, uma encosta com inclinação de 30° em relação à horizontal. A massa do esquiador e de seu equipamento é 72 kg . Considere que todo o calor gerado pelo atrito no movimento seja gasto na fusão da neve, cujo calor latente de fusão é $3,6 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$, e suponha a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 . Determine a massa de neve fundida após o esquiador descer 90 m na encosta. Expresse o resultado em gramas.

- 377.** (Ufscar-SP) Um dia, o zelador de um clube mediu a temperatura da água da piscina e obteve 20°C , o mesmo valor para qualquer ponto da água da piscina. Depois de alguns dias de muito calor, o zelador refez essa medida e obteve 25°C , também para qualquer ponto do interior da água. Sabendo que a piscina contém 200 m^3 de água, que a densidade da água é $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e que o calor específico da água é $4,2 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$, responda:

- qual a quantidade de calor absorvida do ambiente pela água da piscina?
- por qual processo (ou processos) o calor foi transferido do ambiente para a água da piscina e da água da superfície para a água do fundo? Explique.

- 378.** (UEPB) De acordo com os conceitos estudados em termologia, analise as proposições a seguir, escrevendo **V** ou **F** conforme sejam verdadeiras ou falsas, respectivamente.

- A temperatura de um corpo é uma medida do calor nele contido.
- Uma peça de metal e um pedaço de madeira, colocados em um mesmo ambiente durante certo tempo, adquirem praticamente a mesma temperatura.
- Geralmente, quando uma pessoa sai de uma piscina, ela sente mais frio do que quando se encontrava dentro da água. Essa sensação é uma consequência da evaporação da água aderida à sua pele.
- Em junho de certo ano, a mídia noticiou que na cidade de Curitiba a temperatura chegou a 10°C . Esta temperatura na escala Fahrenheit corresponde a 55°F .
- Quando aquecemos um recipiente completamente cheio de líquido, este transborda. O volume de líquido que transborda mede a dilatação relativa do líquido.

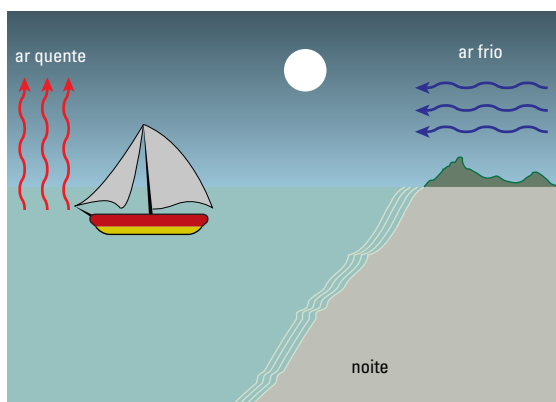
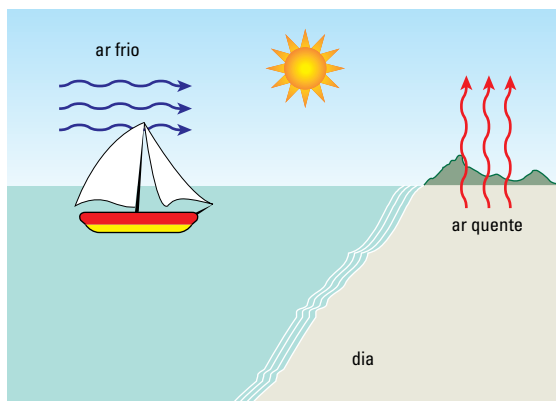
A sequência correta é:

- VVVF.
- FFVF.
- FVVF.
- VVFF.
- FVVF.

- 379.** (UFMT) Sobre as diversas formas de propagação de calor, julgue as afirmativas.

- A condução é o modo pelo qual o calor é transferido através de um meio material com transferência simultânea de matéria.
- Se as moléculas de um meio material vibram, o calor é transmitido por condução.
- A maioria dos líquidos e gases possui baixa condutividade. A convecção, por ocorrer somente nos líquidos e gases, é a forma predominante de transmissão de calor nesses meios.

- 380.** (PUC-SP) Observe as figuras a seguir sobre a formação das brisas marítima e terrestre.



Durante o dia, o ar próximo à areia da praia se aquece mais rapidamente do que o ar próximo à superfície do mar. Dessa forma o ar aquecido do continente sobe e o ar mais frio do mar desloca-se para o continente, formando a brisa marítima. À noite, o ar sobre o oceano permanece aquecido mais tempo do que o ar sobre o continente, e o processo se inverte. Ocorre então a brisa terrestre. Dentre as alternativas a seguir, indique a que explica, corretamente, o fenômeno apresentado.

- a) É um exemplo de convecção térmica e ocorre pelo fato de a água ter um calor específico maior do que a areia. Dessa forma, a temperatura da areia se altera mais rapidamente.
- b) É um exemplo de condução térmica e ocorre pelo fato de a areia e a água serem bons condutores térmicos. Dessa forma, o calor se dissipa rapidamente.
- c) É um exemplo de irradiação térmica e ocorre pelo fato de a areia e a água serem bons condutores térmicos. Dessa forma, o calor se dissipa rapidamente.
- d) É um exemplo de convecção térmica e ocorre pelo fato de a água ter um calor específico menor do que a areia. Dessa forma, a temperatura da areia se altera mais rapidamente.
- e) É um processo de estabelecimento do equilíbrio térmico e ocorre pelo fato de a água ter uma capacidade térmica desprezível.
- 381.** (UFJF-MG) Um dia, na praia, um turista nota que o vento vem do mar para a terra com velocidade de módulo constante. Uma mudança brusca das condições do tempo faz com que uma grande quantidade de massa de água fria chegue a essa praia. O turista notará que:
- a) o módulo da velocidade do vento diminuiu, e o sentido passou a ser da terra para o mar.
- b) o módulo da velocidade do vento diminuiu, e o sentido não se alterou.
- c) o módulo da velocidade do vento aumentou, e o sentido não se alterou.
- d) o módulo da velocidade não se alterou, e o sentido passou a ser da terra para o mar.

382. (UFG-GO) A temperatura é uma das grandezas termodinâmicas cuja variação pode alterar as propriedades térmicas de substâncias. Assim:

- a) devido a uma diferença de densidade entre as partes de um fluido (líquidos, gases e vapores), o processo de propagação de calor ocorre por convecção térmica.
- b) a capacidade térmica depende do estado de agregação da substância.
- c) a temperatura é a medida da quantidade de calor de uma substância.
- d) o ponto de fusão e o ponto de solidificação de uma substância ocorrem em temperaturas diferentes, à mesma pressão.

383. (Furg-RS) Selecione a alternativa que completa corretamente as frases abaixo.

- I) Quanto maior a altitude, menor é a pressão atmosférica e _____ é a temperatura de ebulição da água.
- II) Durante o dia a temperatura no deserto é muito elevada, e durante a noite sofre uma grande redução. Isso ocorre em virtude do _____ calor específico da areia.
- III) Uma roupa escura absorve _____ quantidade de radiação que uma roupa clara.
- IV) A transferência de calor do Sol para a Terra é feita pelo processo de _____.

A alternativa que completa corretamente as lacunas das frases é:

- a) menor — grande — maior — convecção.
- b) menor — pequeno — maior — radiação.
- c) maior — pequeno — igual — convecção.
- d) maior — pequeno — menor — radiação.
- e) maior — grande — menor — convecção.

384. (UFRGS-RS) A seguir são feitas três afirmações sobre processos termodinâmicos envolvendo transferência de energia de um corpo para outro.

- I) A radiação é um processo de transferência de energia que não ocorre se os corpos estiverem no vácuo.
- II) A convecção é um processo de transferência de energia que ocorre em meios fluidos.
- III) A condução é um processo de transferência de energia que não ocorre se os corpos estiverem à mesma temperatura.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I. c) Apenas III. e) Apenas II e III.
- b) Apenas II. d) Apenas I e II.

385. (UFRN) Certos povos nômades que vivem no deserto, onde as temperaturas durante o dia podem chegar a 50 °C, usam roupas de lã branca para se protegerem do intenso calor da atmosfera. Essa atitude pode parecer-nos estranha, pois, no Brasil, usamos a lã para nos protegermos do frio.

O procedimento dos povos do deserto pode, contudo, ser explicado pelo fato de que:

- a) a lã é naturalmente quente (acima de 50 °C) e, no deserto, ajuda a esfriar os corpos das pessoas, enquanto o branco é uma "cor fria", ajudando a esfriá-los ainda mais.
- b) a lã é bom isolante térmico, impedindo que o calor de fora chegue aos corpos das pessoas, e o branco absorve bem a luz em todas as cores, evitando que a luz do Sol os aqueça ainda mais.
- c) a lã é bom isolante térmico, impedindo que o calor de fora chegue aos corpos das pessoas, e o branco reflete bem a luz em todas as cores, evitando que a luz do Sol os aqueça ainda mais.
- d) a lã é naturalmente quente (embora esteja abaixo de 50 °C) e, no deserto, ajuda a esfriar os corpos das pessoas, e o branco também é uma "cor quente", ajudando a refletir o calor que vem de fora.

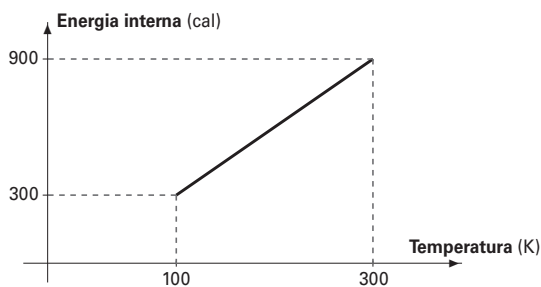
386. (UFPA) Para revestir as paredes de uma cozinha industrial, de onde o calor propagado causa desconforto às salas vizinhas, um engenheiro encontra dois produtos com custos idênticos. O produto **A** tem coeficiente de condutibilidade térmica K_A e espessura e_A . O produto **B** tem coeficiente de condutibilidade térmica $K_B = 2K_A$ e espessura $e_B = 2e_A$. Considerando exclusivamente o isolamento térmico, o engenheiro deve recomendar o produto **A**, o **B** ou é indiferente usar **A** ou **B**? Justifique.

387. (Vunesp) Transfere-se calor a um sistema num total de 200 cal. Verifica-se que o sistema se expande, realizando um trabalho de 150 J, e que sua energia interna aumenta.

- Considerando $1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$, calcule a quantidade de energia transferida ao sistema, em joules.
- Utilizando a Primeira Lei da Termodinâmica, calcule a variação de energia interna desse sistema.

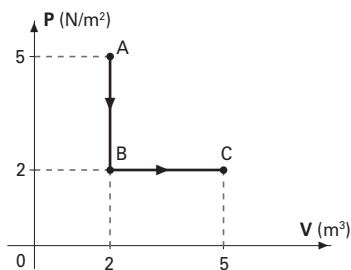
388. (UFRRJ) Um sistema termodinâmico, ao passar de um estado inicial para um estado final, tem 200 J de trabalho realizado sobre ele, liberando 70 cal. Usando a Primeira Lei da Termodinâmica e considerando que 1 cal equivale a $4,19 \text{ J}$, indique o valor de τ , Q e ΔE_i , com os respectivos sinais.

389. (UFPI) No gráfico abaixo está mostrada a variação (em função da temperatura absoluta) da energia interna de 1 mol de gás hélio, mantido a volume constante. O gás tem massa igual a $4,0 \text{ g}$. O valor do calor específico, a volume constante, desse gás é, em $\text{cal/g} \cdot \text{K}$:



- 0,25.
- 0,50.
- 0,75.
- 1,0.
- 1,25.

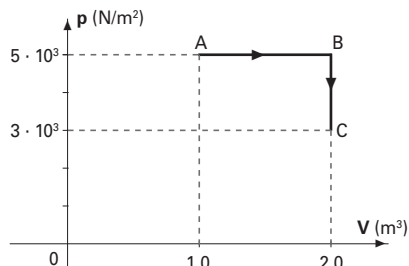
390. (Unif-RJ) Um gás perfeito sofre uma transformação, que pode ser representada no diagrama abaixo:



Calcule:

- a relação entre as temperaturas nos estados **A** e **C**;
- o trabalho realizado pelo gás na transformação ABC.

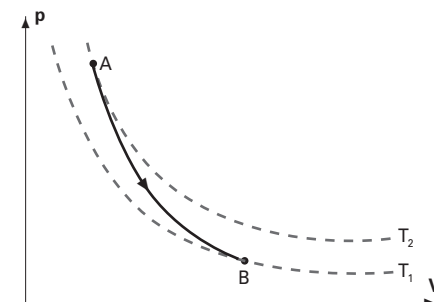
391. (Unifor-CE) Uma certa massa de gás perfeito realiza a transformação ABC, representada no gráfico $p \times V$ abaixo:



Nessa transformação, é correto afirmar que o gás:

- cedeu $5 \cdot 10^3 \text{ J}$ de trabalho ao ambiente.
- cedeu $3 \cdot 10^3 \text{ J}$ de calor ao ambiente.
- cedeu $2 \cdot 10^3 \text{ J}$ de trabalho ao ambiente.
- recebeu $2 \cdot 10^3 \text{ J}$ de calor do ambiente.
- recebeu $5 \cdot 10^3 \text{ J}$ de calor do ambiente.

392. (Ufes) O gráfico a seguir representa a expansão adiabática de 1 mol de um gás ideal monoatômico entre as isotérmicas T_2 e T_1 . Considere a constante universal dos gases perfeitos como R .



a) Determine o trabalho realizado pelo gás durante essa transformação.

b) Determine o expoente de Poisson, $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$, desse gás.

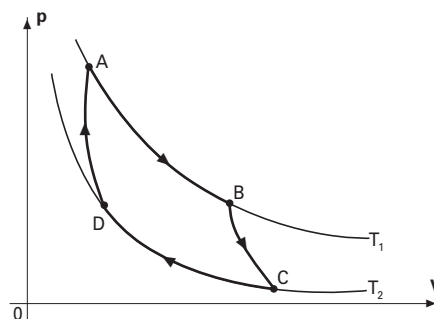
393. (Furg-RS) Analise cada uma das seguintes afirmativas relacionadas à Segunda Lei da Termodinâmica e indique se são verdadeiras (**V**) ou falsas (**F**).

- Em uma máquina térmica, a transformação de energia térmica em trabalho nunca se dá totalmente.
- Calor flui espontaneamente de sistemas mais frios para sistemas mais quentes.
- Carnot idealizou um ciclo totalmente reversível com o qual se obteria o máximo rendimento possível.

Quais são, respectivamente, as indicações corretas?

- $F - F - V$
- $F - V - F$
- $F - V - V$
- $V - F - V$
- $V - V - F$

394. (UFBA) A figura a seguir representa o ciclo de Carnot para um gás ideal.



Nessas condições, é correto afirmar:

- Na compressão adiabática, a energia interna do gás diminui.
- Na expansão isotérmica, o gás recebe calor de uma das fontes.
- Na expansão adiabática, a temperatura do gás diminui.
- Na compressão isotérmica, a energia interna do gás diminui.
- Na transformação cíclica, o gás atinge o equilíbrio térmico com a fonte quente, antes de reiniciar novo ciclo.

395. (UFBA) De acordo com a Teoria da Termodinâmica, é correto afirmar:

- O calor só pode fluir de um corpo a outro de menor temperatura.
- O Princípio da Conservação da Energia é válido para qualquer sistema físico isolado.
- Uma máquina térmica transforma integralmente calor em trabalho.
- A variação da entropia corresponde à variação da energia útil do sistema.
- Todos os processos naturais irreversíveis acarretam aumento na indisponibilidade de energia.

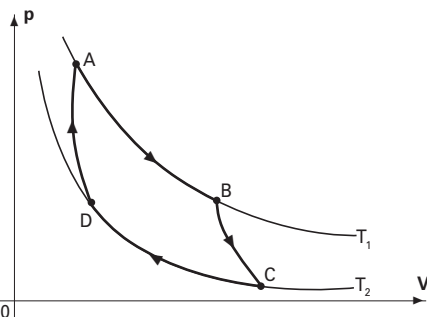
396. (UFRRJ) Num dia quente de verão, sem vento, com a temperatura ambiente na marca dos 38°C , Seu Onório teria de permanecer bas-

tante tempo na cozinha de sua casa. Para não sentir tanto calor, resolveu deixar a porta do refrigerador aberta, no intuito de esfriar a cozinha. A temperatura no interior da geladeira é de aproximadamente 0 °C.

A análise dessa situação permite dizer que o objetivo de Seu Onório:

- a) será alcançado, pois o refrigerador vai fazer o mesmo papel de um condicionador de ar, diminuindo a temperatura da cozinha.
- b) não será atingido, pois o refrigerador vai transferir calor da cozinha para a própria cozinha, e isso não constitui um processo de refrigeração.
- c) será alcançado, pois, atingido o equilíbrio térmico, a cozinha terá sua temperatura reduzida para 19 °C.
- d) não será atingido, pois, com a porta do refrigerador aberta, tanto a cozinha como o próprio refrigerador terão suas temperaturas elevadas, ao receberem calor de Seu Onório.

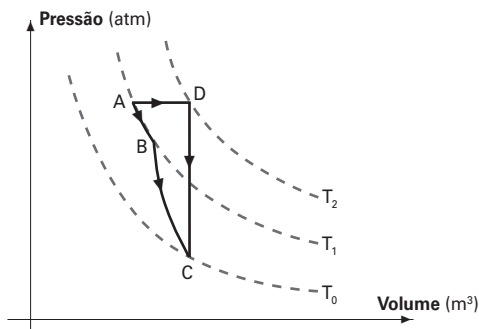
397. (UFBA) A figura abaixo representa o ciclo de Carnot realizado por um gás ideal que sofre transformações numa máquina térmica. Considere-se que o trabalho útil fornecido pela máquina, em cada ciclo, é igual a 1 000 J e, ainda, que $\theta_1 = 127\text{ °C}$, $\theta_2 = 27\text{ °C}$, $1\text{ cal} = 4,2\text{ J}$.



Nessas condições, conclui-se corretamente que:

- a) De A até B, o gás é expandido isobaricamente.
- b) De B até C, o gás sofre uma expansão isotérmica.
- c) De C até D, o gás é comprimido isotermicamente.
- d) De D até A, o gás sofre compressão sem trocar calor com o meio externo.
- e) O rendimento da máquina depende da substância utilizada.
- f) A quantidade de calor retirado da fonte quente é aproximadamente igual a 952 cal.

398. (UFG-GO)



O diagrama acima, da pressão em função do volume, mostra as transformações termodinâmicas sofridas por n mols de um gás ideal. Assim:

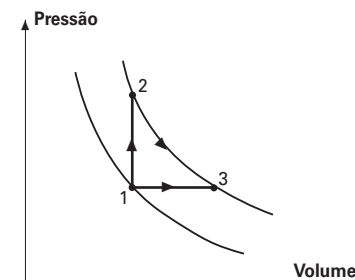
- a) as variações de energia interna do gás nos trechos ABC e ADC são diferentes.
- b) o calor absorvido no trecho AB é igual ao trabalho realizado pelo gás nesse trecho.
- c) na expansão adiabática (trecho BC), o trabalho realizado pelo gás é diretamente proporcional a $T_0 - T_1$.
- d) tanto no trecho AD quanto no trecho DC, o gás absorve calor.

399. (UFV-MG) A seguir, são apresentadas algumas informações importantes acerca de processos termodinâmicos envolvendo um determinado gás ideal:

- A energia interna (U) do gás depende unicamente de sua temperatura absoluta (T).
- A variação da energia interna (ΔU) do gás pode ser dada por $\Delta U = Q - W$, em que Q é a quantidade de calor absorvida (ou cedida) pelo gás e W o trabalho realizado por ele (ou sobre ele).
- O trabalho realizado pelo gás ao se expandir é igual à "área sob a curva" no correspondente diagrama pressão *versus* volume.

Análise agora a seguinte situação:

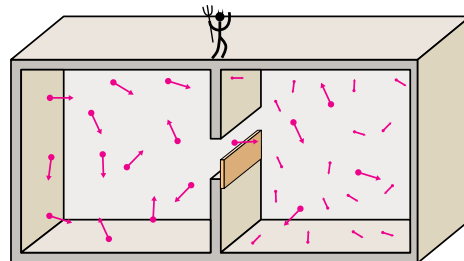
Um gás ideal de n mols encontra-se no estado termodinâmico 1. A partir desse estado, pode passar a um dos dois estados 2 ou 3, por transformação isovolumétrica ou isobárica, absorvendo, do meio externo, respectivamente, 1 200 cal ou 2 000 cal. O diagrama abaixo ilustra essas transformações, bem como uma possível expansão isotérmica do gás entre os estados 2 e 3, ao longo de uma curva abaixo da qual a área corresponde a 1 100 cal.



Utilizando as informações e os dados fornecidos, complete os quadros em branco da tabela seguinte, apresentando os valores de Q , W e ΔU correspondentes a cada uma das transformações citadas.

Transformação	Q (cal)	W (cal)	ΔU (cal)
Isovolumétrica (1 $\rightarrow$ 2)			
Isobárica (1 $\rightarrow$ 3)			
Isotérmica (2 $\rightarrow$ 3)			

400. (Ufscar-SP) Maxwell, notável físico escocês da segunda metade do século XIX, inconformado com a possibilidade da morte térmica do universo, consequência inevitável da Segunda Lei da Termodinâmica, criou o "demônio de Maxwell", um ser hipotético capaz de violar essa lei. Essa fictícia criatura poderia selecionar as moléculas de um gás que transitassem entre dois compartimentos controlando a abertura que os divide, como ilustra a figura.



Por causa dessa manipulação diabólica, as moléculas mais velozes passariam para um compartimento, enquanto as mais lentas passariam para o outro. Se isso fosse possível:

- a) esse sistema nunca entraria em equilíbrio térmico.
- b) esse sistema estaria em equilíbrio térmico permanente.
- c) o Princípio da Conservação da Energia seria violado.
- d) não haveria troca de calor entre os dois compartimentos.
- e) haveria troca de calor, mas não haveria troca de energia.

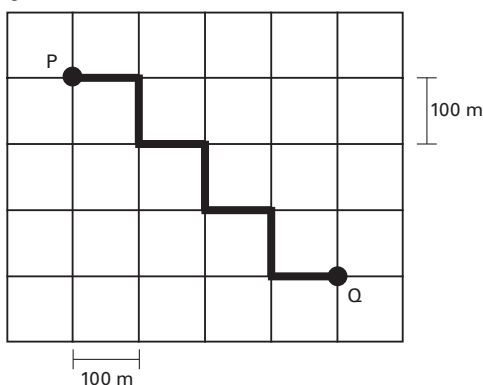
Mecânica

- 401.** (Unicamp-SP) O Sr. P. K. Aretha afirmou ter sido sequestrado por extraterrestres e ter passado o fim de semana em um planeta da estrela Alfa da constelação de Centauro. Tal planeta dista 4,3 anos-luz da Terra. Com muita boa vontade, suponha que a nave dos extraterrestres tenha viajado com a velocidade da luz ($3,0 \cdot 10^8$ m/s), na ida e na volta. Adote $1 \text{ ano} = 3,2 \cdot 10^7$ s. Responda:

a) Quantos anos teria durado a viagem de ida e de volta do Sr. Aretha?

b) Qual a distância em metros do planeta à Terra?

- 402. (PUC-SP)** Num bairro, onde todos os quarteirões são quadrados e as ruas paralelas distam 100 m uma da outra, um transeunte faz o percurso de **P** a **Q** pela trajetória representada no esquema a seguir:



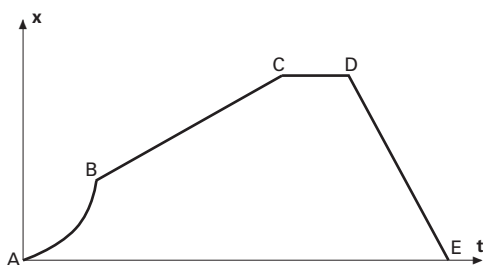
O deslocamento vetorial desse transeunte tem módulo, em metros, igual a:

- a) 300.
b) 350.
c) 400.
d) 500.
e) 700.

- 403.** (Uniupe-MG) No jogo do Brasil contra a Noruega, o tira-teima mostrou que o atacante brasileiro Roberto Carlos chutou a bola diretamente contra o goleiro do time adversário. A bola atingiu o goleiro com velocidade de 108 km/h e este conseguiu imobilizá-la em 0,1s, com um movimento de recuo dos braços. O módulo da aceleração média da bola durante a ação do goleiro foi, em m/s^2 , igual a:

a) 3000. b) 1080. c) 300. d) 108. e) 30.

- 404.** (UFSC) Um móvel desloca-se ao longo de uma linha reta, sendo sua posição em função do tempo dada pelo gráfico a seguir:

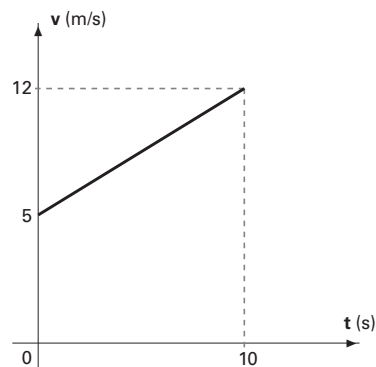


Marque as proposições corretas:

a) Nos trechos BC e DE, o movimento foi acelerado.

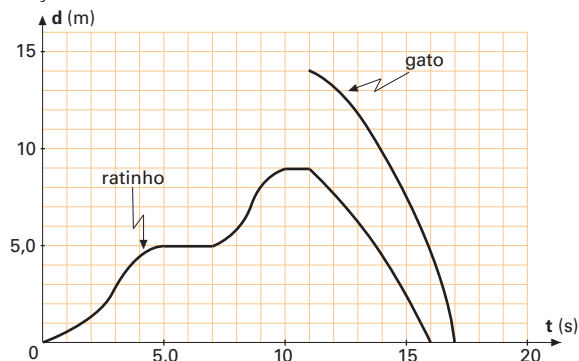
- b) No trecho CD, a velocidade foi constante diferente de zero.
c) De **A** até **C**, o corpo deslocou-se sempre no mesmo sentido.
d) De **B** a **C**, a aceleração foi constante diferente de zero.
e) No trecho DE, a velocidade foi negativa.

- 405.** (Uniupe-MG) O gráfico representa como varia a velocidade de um corpo em função do tempo. O deslocamento por ele sofrido no intervalo de tempo considerado é, em metros, de:



- a) 85. b) 70. c) 65. d) 50. e) 45.

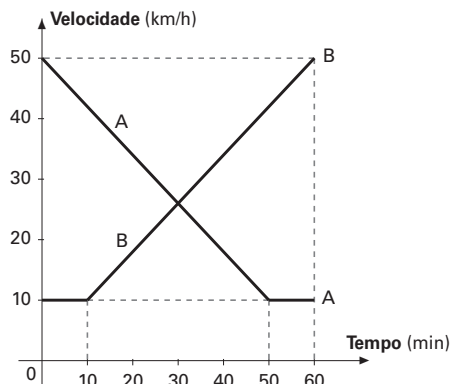
- 406.** (UFSC) Um ratinho afasta-se de sua toca em busca de alimento, percorrendo uma trajetória retilínea. No instante $t = 11$ s, um gato pula sobre o caminho do ratinho e ambos dispõem a correr: o ratinho retornando sobre a mesma trajetória em busca da segurança da toca e o gato atrás do ratinho. O gráfico da figura representa as posições do ratinho e do gato, em função do tempo, considerando que no instante $t = 0$, o ratinho partiu da posição $d = 0$, isto é, da sua toca.



Assinale a(s) proposição(ões) correta(s) sobre o movimento do ratinho e do gato:

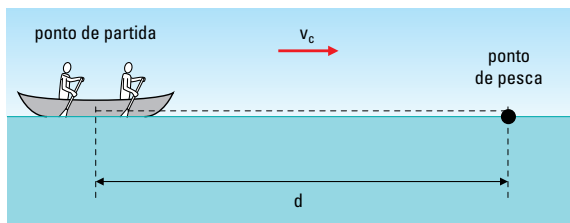
- a) No instante $t = 10\text{ s}$ o ratinho encontra-se a 10 m da sua toca, isto é, do seu ponto de partida.
- b) O ratinho deslocou-se com velocidade constante entre os instantes $t = 5,0\text{ s}$ e $t = 7,0\text{ s}$.
- c) O movimento do ratinho foi sempre retilíneo e uniforme, tanto na ida como na volta.
- d) O gato encontrava-se a $5,0\text{ m}$ do ratinho quando começou a persegui-lo.
- e) O ratinho parou duas vezes no seu trajeto de ida e volta até a toca.
- f) O ratinho chega $1,0\text{ s}$ antes do gato que, portanto, não consegue alcançá-lo.
- g) O gato percorre uma distância maior que a do ratinho, em menor tempo, por isso alcança-o antes que ele possa chegar à toca.

407. (UFC-CE) Dois veículos, **A** e **B**, estão emparelhados, no tempo $t = 0$, em um ponto situado ao longo de uma estrada horizontal reta. A figura a seguir mostra como as velocidades de **A** e **B** variaram com o tempo, a partir do instante inicial.



Análise as opções a seguir e assinale as que você achar corretas.

- Os dois veículos percorreram distâncias iguais após viajarem durante 60 min.
 - Ao fim dos 30 min iniciais de viagem, os dois veículos estão novamente emparelhados.
 - Ao fim dos 30 min iniciais de viagem, ambos os veículos estão a uma mesma velocidade.
 - Ao fim dos 30 min iniciais de viagem, as acelerações dos veículos apontam em sentidos opostos.
408. (UFSC) Descendo um rio em sua canoa, sem remar, dois pescadores levam 300s para atingir o seu ponto de pesca, na mesma margem do rio e em trajetória retilínea. Partindo da mesma posição e remando, sendo a velocidade da canoa, em relação ao rio, igual a 2,0 m/s, eles atingem o seu ponto de pesca em 100s. Após a pescaria, remando contra a correnteza do rio, eles gastam 600s para retornar ao ponto de partida.



Considerando que a velocidade da correnteza v_c é constante, assinale a(s) proposição(ões) correta(s):

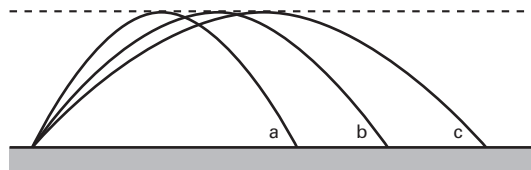
- Quando os pescadores remaram rio acima, a velocidade da canoa, em relação à margem, foi igual a 4,00 m/s.
- Não é possível calcular a velocidade com que os pescadores retornaram ao ponto de partida, porque a velocidade da correnteza não é conhecida.
- Quando os pescadores remaram rio acima, a velocidade da canoa, em relação ao rio, foi de 1,50 m/s.
- A velocidade da correnteza do rio é 1,00 m/s.
- O ponto de pesca fica a 300 m do ponto de partida.
- Não é possível determinar a distância do ponto de partida até o ponto de pesca.
- Como a velocidade da canoa foi de 2,0 m/s, quando os pescadores remaram rio abaixo, então, a distância do ponto de partida ao ponto de pesca é 200 m.

409. (Uerj) Foi veiculada na televisão uma propaganda de uma marca de biscoitos com a seguinte cena: um jovem casal estava num mirante sobre um rio e alguém deixava cair lá de cima um biscoito. Passados alguns segundos, o rapaz se atira do mesmo lugar de onde caiu o biscoito e consegue agarrá-lo no ar. Em ambos os casos, a queda é livre, as velocidades iniciais são nulas, a altura de queda é a mesma e a resistência do ar é nula.

Para Galileu Galilei, a situação física desse comercial seria interpretada como:

- impossível, porque a altura da queda não era grande o suficiente.
- possível, porque o corpo mais pesado cai com maior velocidade.
- possível, porque o tempo de queda de cada corpo depende de sua forma.
- impossível, porque a aceleração da gravidade não depende da massa dos corpos.

410. (UFV-MG) A figura a seguir mostra três trajetórias de uma bola de futebol que é chutada de um mesmo ponto:

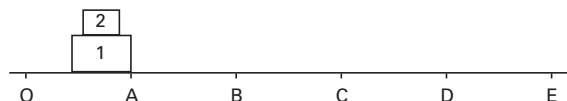


Sejam t representando o tempo de permanência da bola no ar, v_y a componente vertical da velocidade inicial da bola e v_x a componente horizontal da velocidade inicial. Em relação a estas três grandezas físicas e considerando as três trajetórias **A**, **B** e **C** acima, livres da resistência do ar, pode-se concluir que:

- $t_A < t_B < t_C$, $v_{yA} = v_{yB} = v_{yC}$, $v_{xA} = v_{xB} = v_{xC}$.
 - $t_A = t_B = t_C$, $v_{yA} < v_{yB} < v_{yC}$, $v_{xA} < v_{xB} = v_{xC}$.
 - $t_A = t_B = t_C$, $v_{yA} = v_{yB} = v_{yC}$, $v_{xA} < v_{xB} < v_{xC}$.
 - $t_A = t_B = t_C$, $v_{yA} = v_{yB} = v_{yC}$, $v_{xA} > v_{xB} > v_{xC}$.
 - $t_A < t_B < t_C$, $v_{yA} < v_{yB} < v_{yC}$, $v_{xA} = v_{xB} > v_{xC}$.
411. (Uniupe-MG) Uma gota de tinta cai 5 cm do centro de um disco que está girando a 30 rpm. As velocidades angular e linear da mancha provocada pela tinta são, respectivamente, iguais a:

- π rad/s e 5π cm/s.
- 4π rad/s e 20π cm/s.
- 5π rad/s e 25π cm/s.
- 8π rad/s e 40π cm/s.
- 10π rad/s e 50π cm/s.

412. (UFV-MG) O bloco 1 da figura abaixo move-se em linha reta no trecho AE, mantendo sobre si, sem deslizamento, um outro bloco, 2.



No trecho AC, a velocidade do bloco 1 permanece constante, trecho no qual é empurrado horizontalmente por uma pessoa.

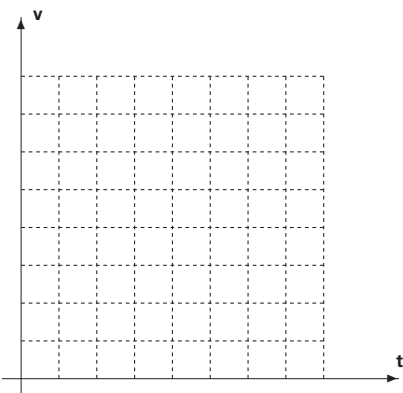
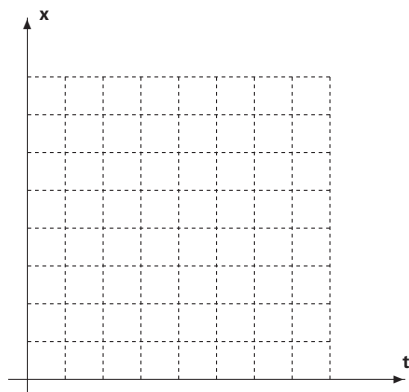
A partir do ponto **C**, a pessoa não mais atua sobre o bloco, que para em **E**.

Em todo o trecho AE, não se alteram as características das superfícies envolvidas.

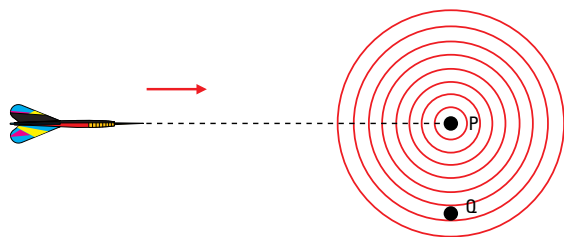
- Complete o quadro a seguir, ilustrando o diagrama das forças que agem sobre o bloco 1 em cada um dos pontos apresentados.

Diagrama de forças que agem sobre o bloco 1	
Ponto B	Ponto D
1	1

b) Represente graficamente, abaixo, para o trecho AE, a variação, com o tempo, da posição x e da velocidade v do bloco 1. Considere, como referencial, um observador fixo no ponto O da figura, em relação ao qual o bloco, no instante inicial $t = 0$, se encontrava à direita com velocidade inicial v_0 .



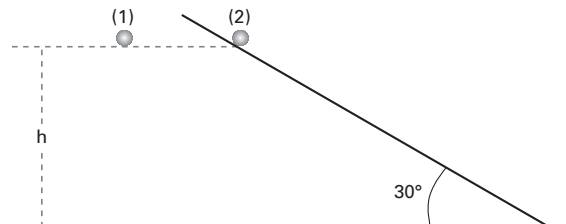
413. (PUC-RJ)



Um dardo é atirado horizontalmente, com velocidade inicial de 10 m/s , visando o centro P de um alvo giratório (veja a figura). Ele atinge o ponto Q do alvo $0,20 \text{ s}$ mais tarde. No instante do lançamento, o ponto Q está situado verticalmente abaixo do centro de rotação do alvo e é atingido pelo dardo após dar duas voltas completas. A aceleração gravitacional local é 10 m/s^2 .

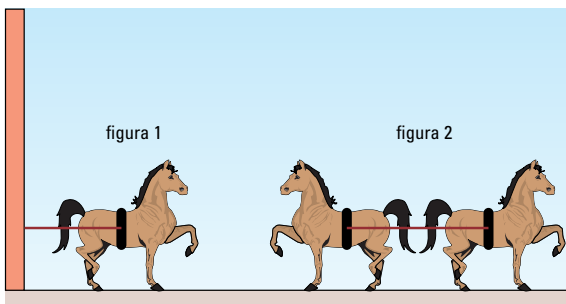
- a) Calcule a distância PQ.
b) Calcule a frequência de rotação do alvo.

414. (UFRJ) Duas pequenas esferas de aço são abandonadas a uma mesma altura h do solo. A esfera 1 cai verticalmente. A esfera 2 desce uma rampa inclinada 30° com a horizontal, como mostra a figura:



Considerando os atritos desprezíveis, calcule a razão $\frac{t_1}{t_2}$ entre os tempos gastos pelas esferas 1 e 2, respectivamente, para chegarem ao solo.

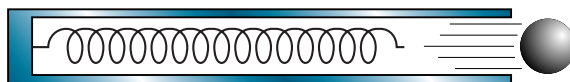
415. (UFF-RJ) Um fazendeiro possui dois cavalos igualmente fortes. Ao prender qualquer um dos cavalos com uma corda a um muro (figura 1), observa que o animal, por mais que se esforce, não consegue arrebenhá-la. Ele prende, em seguida, um cavalo ao outro, com a mesma corda. A partir de então, os dois cavalos passam a puxar a corda (figura 2) tão esforçadamente quanto antes.

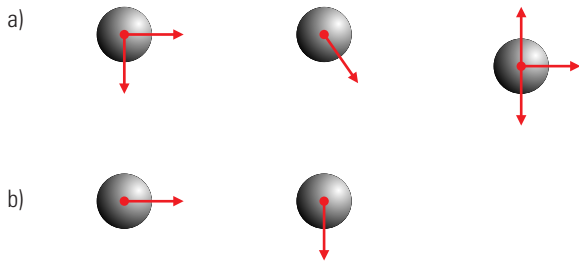


A respeito da situação ilustrada pela figura 2, é correto afirmar que:

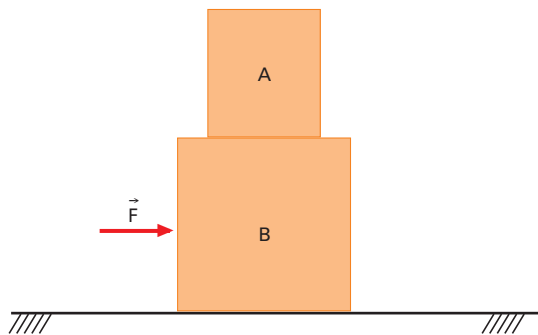
- a) a corda arrebenta, pois não é tão resistente para segurar dois cavalos.
b) a corda pode arrebentar, pois os dois cavalos podem gerar, nessa corda, tensões até duas vezes maiores que as da situação da figura 1.
c) a corda não arrebenta, pois a resultante das forças exercidas pelos cavalos sobre ela é nula.
d) a corda não arrebenta, pois não está submetida a tensões maiores que na situação da figura 1.
e) não se pode saber se a corda arrebenta ou não, pois nada se disse sobre sua resistência.

416. (UFSC) Uma mola comprimida no interior de um tubo cilíndrico impulsiona uma bola, projetando-a horizontalmente para fora do tubo. Desprezando-se a resistência do ar, o esquema que representa corretamente a(s) força(s) atuante(s) sobre a bola fora do tubo é:



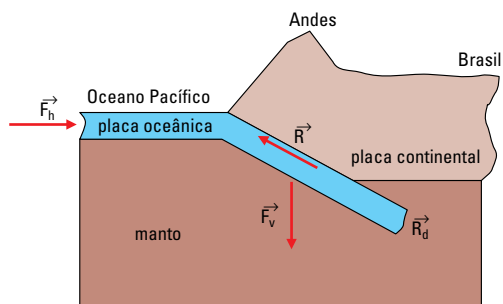


417. (UFRJ) A figura mostra um bloco **A**, de 3 kg, apoiado sobre um bloco **B** de 4 kg. O bloco **B**, por sua vez, está apoiado sobre uma superfície horizontal muito lisa, de modo que o atrito entre eles é desprezível. O conjunto é acelerado para a direita por uma força horizontal $\vec{F}$, de módulo igual a 14 N, aplicada no bloco **B**.



- a) Determine a direção e o sentido da força de atrito ($\vec{f}_{at}$) exercida pelo bloco **B** sobre o bloco **A** e calcule seu módulo.
b) Determine a direção e o sentido da reação $-\vec{f}_{at}$, calcule seu módulo e indique em que corpo está aplicada.

418. (UnB-DF)



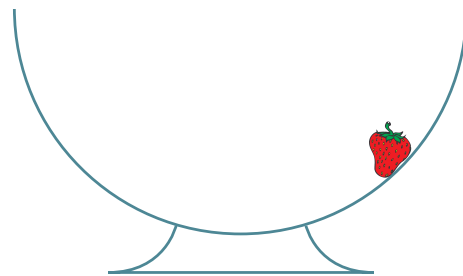
A semelhança entre as margens dos continentes, que se encaixam como um quebra-cabeças, sempre intrigou os cientistas. Em 1915, o pesquisador alemão Alfred Wegener propôs que há 200 milhões de anos havia um único continente na Terra, denominado Pangeia, que, gradativamente, foi-se desmembrando em vários continentes menores até chegarem à geometria observada atualmente. Entretanto, somente nos anos 60, com o nascimento da teoria da tectônica de placas, suas ideias foram aceitas. De acordo com essa teoria, a superfície da Terra é coberta por uma série de placas rígidas e finas, que deslizam impulsionadas pelo movimento do material quente e parcialmente fundido do manto. A figura ilustra de forma esquemática o encontro de duas placas onde é originada a cordilheira dos Andes. A figura ilustra, ainda, as principais forças atuantes na placa oceânica, que mergulha por debaixo da placa continental com uma

velocidade relativa aproximadamente constante e igual a 10 cm por ano. As forças $\vec{F}_h$ e $\vec{F}_v$ são, respectivamente, as componentes horizontal e vertical da força resultante do conjunto das forças peso, empuxo, reação normal de contato entre as placas e força responsável pelo movimento lateral da placa oceânica, enquanto as forças $\vec{R}$ e $\vec{R}_d$ são forças de atrito que se opõem ao movimento de mergulho da placa.

A respeito dessa situação, e supondo que só atuem as forças representadas na figura, julgue os seguintes itens.

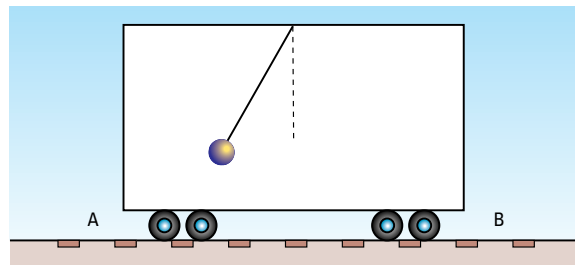
- a) Sabendo que as velocidades atuais das placas são constantes, é correto concluir que a força $\vec{F}_h$ tem módulo maior que o módulo da resultante das outras três forças.
b) Admitindo que o ângulo entre a placa descendente e a placa horizontal é de 30° , então o módulo de $\vec{F}_v$ será igual à metade da soma dos módulos de $\vec{R}$ com $\vec{R}_d$.
c) Se a velocidade relativa entre as duas placas for mantida constante, então uma ilha no oceano Pacífico, localizada a 1 000 km da costa do Chile, desaparecerá sob os Andes em menos de 1 milhão de anos.
d) Sabendo que um grande número de terremotos é causado por acelerações bruscas no encontro entre as placas, então é correto inferir que o equilíbrio entre as forças atuantes nas placas nem sempre acontece.

419. (UFRJ) O desenho representa uma saladeira com a forma de um hemisfério; em seu interior há um morango em repouso na posição indicada:



- a) Determine a direção e o sentido da força $\vec{F}$ exercida pela saladeira sobre o morango e calcule seu módulo em função do módulo do peso $\vec{P}$ do morango.
b) Informe em que corpos estão atuando as reações à força $\vec{F}$ e ao peso $\vec{P}$.

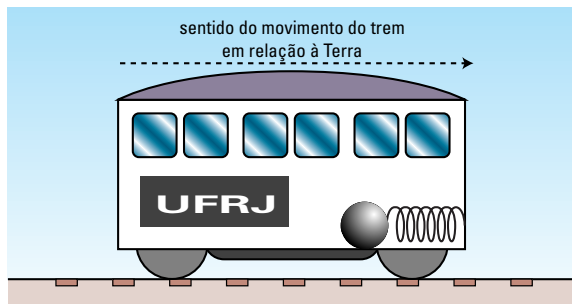
420. (UEL-PR) Um observador vê um pêndulo preso ao teto de um vagão e deslocado da vertical como mostra a figura a seguir:



Sabendo que o vagão se desloca em trajetória retilínea, ele pode estar se movendo de:

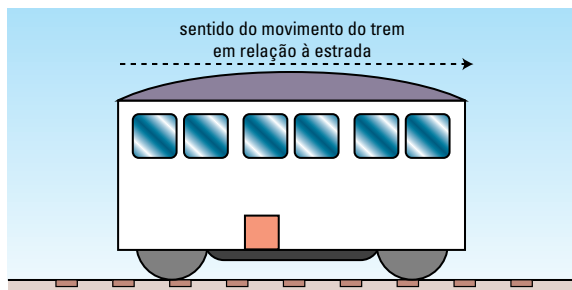
- a) **A** para **B**, com velocidade constante.
b) **B** para **A**, com velocidade constante.
c) **A** para **B**, com sua velocidade diminuindo.
d) **B** para **A**, com sua velocidade aumentando.
e) **B** para **A**, com sua velocidade diminuindo.

- 421.** (UFRJ) Um trem está se deslocando para a direita sobre trilhos retilíneos e horizontais, com movimento uniformemente variado em relação à Terra. Uma esfera metálica, que está apoiada no piso horizontal de um dos vagões, é mantida em repouso em relação ao vagão por uma mola colocada entre ela e a parede frontal, como ilustra a figura. A mola encontra-se comprimida.



Suponha desprezível o atrito entre a esfera e o piso do vagão.

- Determine a direção e o sentido da aceleração do trem em relação à Terra.
 - Verifique se o trem está se deslocando em relação à Terra com movimento uniformemente acelerado ou retardado, justificando sua resposta.
- 422.** (Unicamp-SP) Considere um avião a jato, com massa total de 100 t ($1,0 \cdot 10^5$ kg), durante a decolagem numa pista horizontal. Partindo do repouso, o avião necessita de 2 000 m de pista para atingir a velocidade de 360 km/h, a partir da qual ele começa a voar.
- Qual é a força de sustentação, na direção vertical, no momento em que o avião começa a voar?
 - Qual é a força média horizontal sobre o avião enquanto ele está em contato com o solo durante o processo de aceleração?
- Adote a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- 423.** (UFRJ) Um trem está se movendo sobre trilhos planos, retilíneos e horizontais com movimento uniforme em relação à estrada. Sobre o piso horizontal de um dos vagões há um bloco em repouso em relação ao vagão, como mostra a figura. Nesse caso, o piso exerce sobre o bloco uma força $\vec{F}$.



A partir de um determinado instante, o trem é uniformemente retardado até parar. Apesar disso, durante o retardamento, o bloco permanece em repouso em relação ao vagão. Nesse caso, durante o retardamento, o piso exerce sobre o bloco uma força $\vec{F}$. Verifique se $|\vec{F}| < |\vec{F}|$, $|\vec{F}| = |\vec{F}|$ ou se $|\vec{F}| > |\vec{F}|$. Justifique sua resposta.

- 424.** (PUC-MG) Uma pessoa está dentro de um elevador em repouso, sobre uma balança que acusa uma leitura igual a P . Se o eleva-

dor subir com aceleração igual a duas vezes a aceleração da gravidade, a nova leitura será:

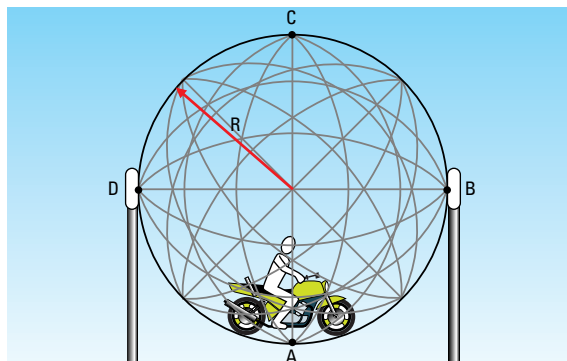
- P.
- 2P.
- 3P.
- 4P.
- 5P.

- 425.** (UEPB) No circo, uma das apresentações que geram sempre muita expectativa é a do globo da morte. O auge deste espetáculo se dá quando o conjunto "motociclista e moto" não cai ao atingir o ápice do globo. Isto ocorre porque:

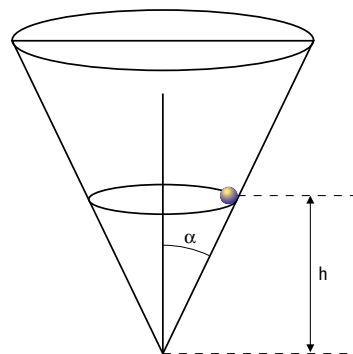
- a força centrípeta sobre o conjunto é nula.
- o peso do conjunto é maior que a força centrípeta.
- o peso do conjunto é menor ou igual à força centrípeta.
- o conjunto está em equilíbrio dinâmico.
- o peso do conjunto é nulo.

- 426.** (Unicamp-SP) Uma atração muito popular nos circos é o "Globo da Morte", que consiste numa gaiola de forma esférica no interior da qual se movimenta uma pessoa pilotando uma motocicleta. Considere um globo de raio $R = 3,6 \text{ m}$.

- Faça um diagrama das forças que atuam sobre a motocicleta nos pontos **A**, **B**, **C** e **D** indicados na figura adiante, sem incluir as forças de atrito. Para efeitos práticos, considere o conjunto piloto + motocicleta como sendo um ponto material.
- Qual a velocidade mínima que a motocicleta deve ter no ponto **C** para não perder o contato com o interior do globo?



- 427.** (ITA-SP) Uma massa pontual se move, sob a influência da gravidade e sem atrito, com velocidade angular ω em um círculo a uma altura $h \neq 0$ na superfície interna de um cone que forma um ângulo α com seu eixo central, como mostrado na figura. A altura h da massa em relação ao vértice do cone é:



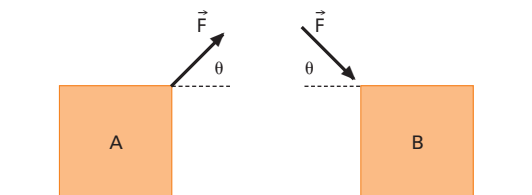
- $\frac{g}{\omega^2}$.
- $\frac{g}{\omega^2} \left(\frac{1}{\sin \alpha} \right)$.

c) $\frac{g}{\omega^2} \left(\frac{\cotg \alpha}{\sin \alpha} \right)$.

d) $\frac{g}{\omega^2} \cdot \cotg^2 \alpha$.

e) inexistente, pois a única posição de equilíbrio é $h = 0$.

428. (UFMT) Dois blocos idênticos, **A** e **B**, estão sujeitos a uma força $\vec{F}$, como se vê na figura a seguir, sendo o bloco **A** puxado e o bloco **B** empurrado. Sabe-se que μ_c dos blocos em relação ao plano é o mesmo.

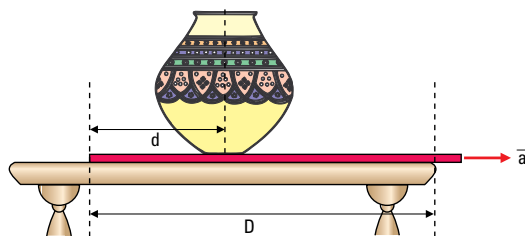


Com base em sua análise, julgue os itens a seguir:

- a) A força de atrito entre o bloco **A** e o plano é menor que a força de atrito entre o bloco **B** e o plano.
 b) A aceleração dos blocos **A** e **B** em relação à Terra é a mesma.
 c) A força normal que age no corpo **A** vale $N_A = P_A - F \cdot \sin \theta$.
 d) A força $\vec{F}$, aplicada no bloco **A**, é igual à força $\vec{F}$, aplicada no bloco **B**.
429. (UFSM-RS) Um bloco com um peso de módulo 15 N encontra-se, em repouso, sobre uma superfície horizontal. Sendo 0,4 o coeficiente de atrito estático entre eles, o módulo da força de atrito, enquanto o bloco permanece em repouso, é:
 a) sempre igual ao módulo da força horizontal aplicada ao bloco, até o valor máximo de 6 N.
 b) 6 N, para qualquer módulo da força horizontal aplicada ao bloco.
 c) sempre menor que o módulo da força horizontal aplicada ao bloco, até o valor máximo de 6 N.
 d) sempre maior que o módulo da força horizontal aplicada ao bloco, com um valor máximo de 6 N.
 e) 15 N, para qualquer módulo da força horizontal aplicada ao bloco.

430. (Unicamp-SP) Um carregador em um depósito empurra uma caixa de 20 kg, que inicialmente estava em repouso. Para colocar a caixa em movimento, é necessária uma força horizontal de 30 N. Uma vez iniciado o deslizamento, são necessários 20 N para manter a caixa movendo-se com velocidade constante.
 a) Determine os coeficientes de atrito estático e cinético entre a caixa e o solo.
 b) Determine o trabalho realizado pelo carregador ao arrastar a caixa por 5 m.
 c) Qual seria o trabalho realizado pelo carregador se a força horizontal aplicada inicialmente fosse de 20 N? Justifique sua resposta.

431. (ITA-SP) Um antigo vaso chinês está a uma distância d da extremidade de um forro sobre uma mesa. Essa extremidade, por sua vez, se encontra a uma distância D de uma das bordas da mesa, como mostrado na figura a seguir. Inicialmente tudo está em repouso. Você apostou que consegue puxar o forro com uma aceleração constante $\vec{a}$ (veja a figura), de tal forma que o vaso não caia da mesa.



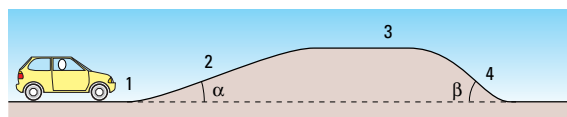
Considere que ambos os coeficientes de atrito, estático e cinético, entre o vaso e o forro tenham o valor μ e que o vaso pare no momento em que toca na mesa. Você ganhará a aposta se a magnitude da aceleração estiver dentro da faixa:

- a) $a < \frac{d}{D} \mu g$. c) $a > \mu g$. e) $a > \frac{D}{D-d} \mu g$.
 b) $a > \frac{d}{D} \mu g$. d) $a > \frac{D}{d} \mu g$.

432. (ITA-SP) Um bloco maciço requer uma potência P_T para ser empurrado, com uma velocidade constante, para subir uma rampa inclinada de um ângulo θ em relação à horizontal. O mesmo bloco requer uma potência Q quando empurrado com a mesma velocidade em uma região plana de mesmo coeficiente de atrito. Supondo que a única fonte de dissipação seja o atrito entre o bloco e a superfície, conclui-se que o coeficiente de atrito entre o bloco e a superfície é:

- a) $\frac{Q}{P_T}$. c) $\frac{Q \cdot \sin \theta}{P_T - Q}$. e) $\frac{Q \cdot \sin \theta}{P_T - Q \cdot \cos \theta}$.
 b) $\frac{Q}{P_T - Q}$. d) $\frac{Q}{P_T - Q \cdot \cos \theta}$.

433. (Fuvest-SP) Um automóvel com massa de 1 000 kg percorre, com velocidade constante $v = 20$ m/s (ou 72 km/h), uma estrada (ver figura) com dois trechos horizontais (1 e 3), um em subida (2) e um em descida (4).



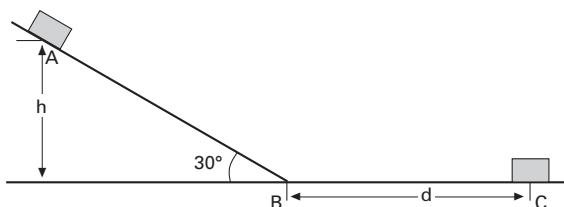
Nos trechos horizontais o motor do automóvel desenvolve uma potência de 30 kW para vencer a resistência do ar, que pode ser considerada constante ao longo de todo o trajeto percorrido. Suponha que não há outras perdas por atrito.

Determine:

- a) o valor, em newtons, do componente paralelo a cada trecho da estrada das forças $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ e $\vec{F}_4$, aplicados pela estrada ao automóvel nos trechos 1, 2 e 4, respectivamente.
 b) o valor, em kW, da potência P_2 que o motor desenvolve no trecho 2.

(Dados: $g = 10$ m/s², $\sin \alpha = 0,10$ e $\sin \beta = 0,15$.)

434. (UFBA) Um pequeno bloco de massa m , inicialmente em repouso, num local onde a intensidade do campo gravitacional é $\vec{g}$, desce, de uma altura h , um plano inclinado perfeitamente liso. Ao abandonar a rampa, o bloco continua se deslocando sobre uma superfície horizontal rugosa, sofrendo, então, uma desaceleração a , até parar no ponto **C**.



Desprezando-se a resistência do ar e sabendo que $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ e

$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$, é correto afirmar:

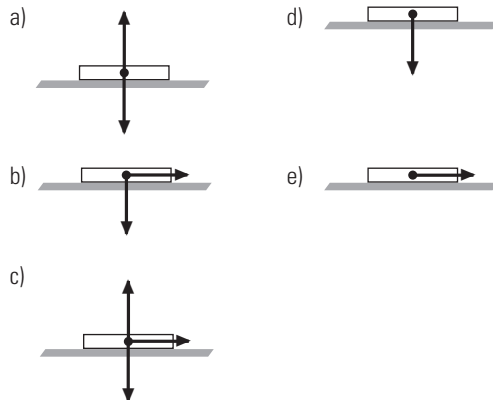
- A intensidade da reação normal da superfície inclinada, sobre o bloco, é igual a mg .
- A intensidade da força que faz o bloco descer o plano é igual a $\frac{mg}{2}$.
- A energia mecânica do bloco no ponto **A** é a mesma que no ponto **C**.
- O trabalho realizado pela força peso para deslocar o bloco de **A** até **B** é igual a mgh .
- Para ir de **B** até **C**, o bloco percorre uma distância igual a $\frac{ah}{g}$.
- No trecho BC, o coeficiente de atrito cinético é igual a $\frac{h}{d}$.

O texto a seguir é para as questões 35 e 36.

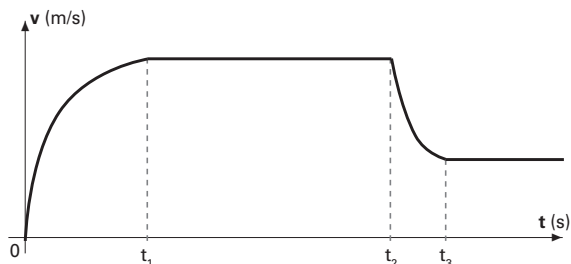
A casa de Dona Maria fica no alto de uma ladeira. O desnível entre sua casa e a rua que passa no pé da ladeira é de 20 m. Dona Maria tem 60 kg e sobe a rua com velocidade constante. Quando ela sobe a ladeira trazendo sacolas de compras, sua velocidade é menor. E seu coração, quando ela chega à casa, está batendo mais rápido. Por esse motivo, quando as sacolas de compras estão pesadas, Dona Maria sobe a ladeira em ziguezague.

- (Cesgranrio-RJ) A ordem de grandeza do gasto de energia, em joules, de Dona Maria ao subir a ladeira é:
 - 10^3 .
 - 10^4 .
 - 10^5 .
 - 10^6 .
 - 10^7 .
- (Cesgranrio-RJ) O fato de Dona Maria subir a ladeira em ziguezague e com velocidade menor está diretamente associado à redução de:
 - potência.
 - aceleração.
 - deslocamento.
 - energia.
 - trabalho.
- (UFG-GO) A mecânica estuda o movimento dos corpos – suas causas, consequências e utiliza-se de leis e princípios para descrevê-lo. Assim:
 - o gráfico $v \times t$ da sombra de uma bola, após ser chutada por um jogador, às 12h de um dia ensolarado (sol a pino), é uma linha reta paralela ao eixo dos tempos.
 - o que mantém um satélite em órbita circular em torno da Terra é a sua aceleração tangencial.
 - a força de reação ao peso de um bloco, deslizando sobre uma superfície, é perpendicular a esta e denominada força normal.
 - para dois corpos diferentes, sob a ação de uma mesma força resultante, atuando durante o mesmo intervalo de tempo, o corpo de maior massa ficará submetido a uma maior variação da quantidade de movimento.

- (UFRGS-RS) Uma pessoa, parada à margem de um lago congelado cuja superfície é perfeitamente horizontal, observa um objeto em forma de disco que, em certo trecho, desliza com movimento retilíneo uniforme, tendo uma de suas faces planas em contato com o gelo. Do ponto de vista desse observador, considerado inercial, qual das alternativas indica o melhor diagrama para representar as forças exercidas sobre o disco nesse trecho? (Supõe-se a ausência total de forças dissipativas, como atrito com a pista ou com o ar.)



- (UFSC) Um paraquedista abandona o avião e inicia sua queda, em pleno ar, no instante $t = 0$. Cai livremente – submetido somente à força de resistência do ar e à força peso – até o instante t_2 , quando abre o paraquedas. O gráfico abaixo representa a velocidade vertical do paraquedista em função do tempo:



Assinale a(s) proposição(ões) correta(s):

- A aceleração do paraquedista tem valor constante, desde o instante em que abandona o avião ($t = 0$) até o instante em que o paraquedas abre ($t = t_2$).
- Entre os instantes t_1 e t_2 , a força de resistência do ar tem valor igual ao da força peso.
- Desde o instante em que o paraquedista abandona o avião ($t = 0$) até o instante t_1 , a força de resistência do ar aumenta desde zero até um valor igual ao da força peso.
- Durante toda a queda, a aceleração do paraquedista é constante e igual à aceleração da gravidade.
- Entre os instantes t_2 e t_3 , a força de resistência do ar sobre o paraquedista e seu paraquedas apresenta valores maiores do que a força peso do conjunto, e a força resultante tem sentido contrário ao do movimento do paraquedista.
- Em nenhum instante, a força de resistência do ar apresentou maior intensidade do que a força peso do paraquedista.
- Ao atingir o solo, a energia cinética do paraquedista é igual à energia potencial gravitacional ao abandonar o avião, porque a energia mecânica se conserva.

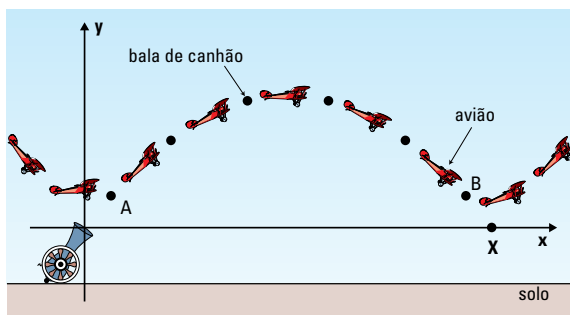
440. (UFMT) Foguetes lançadores como os do Projeto Apolo são utilizados há décadas para colocar satélites em órbita da Terra ou para levar a outros planetas dispositivos construídos pelo homem. Para que o lançamento seja feito com sucesso, os engenheiros aeroespaciais têm que conhecer as forças que atuam nos foguetes. Analise esse tema e julgue os itens.

- a) À medida que o foguete sobe, várias forças atuam, tais como a força de propulsão do motor, a força de atrito com o ar e a própria força da gravidade.
- b) À medida que o foguete sobe, a força de atrito com o ar diminui, pois a atmosfera é mais rarefeita quanto maior a altitude, mas a força da gravidade permanece constante e igual a mg , onde m é a massa do foguete.
- c) A massa do foguete diminui com o tempo, pois boa parte de sua massa total é constituída de combustível.
- d) Supondo que a força de propulsão do foguete seja constante, sua aceleração deve aumentar com o tempo.

441. (UFMT) Segundo a teoria do “Big Bang”, o universo se originou de uma grande explosão. Como consequência desse fenômeno, as galáxias estão se afastando umas das outras. Em relação ao movimento das galáxias, julgue os itens.

- a) A força de explosão ainda atua sobre as galáxias.
- b) Considerando que a força gravitacional é sempre atrativa e inversamente proporcional à distância elevada ao quadrado, o movimento das galáxias deve, em algum momento, cessar. A partir de então, elas passam a se aproximar umas das outras.
- c) No movimento das galáxias, a inércia não pode ser considerada desprezível.

442. (UnB-DF) Os aviões da Esquadilha da Fumaça são adequados para fazer acrobacias no ar. Em uma demonstração, um desses aviões faz a seguinte manobra: mergulha para perto da superfície da Terra até o ponto **A** e, a partir desse ponto até o ponto **B**, faz uma trajetória descrita pela equação $y = 0,58x - 7,1 \cdot 10^{-4}x^2$, em que x e y são expressos em metros. Entre esses dois pontos, a trajetória do avião é idêntica à de uma bala de canhão, como ilustra a figura abaixo, sendo que a velocidade do avião é igual à velocidade da bala do canhão em qualquer ponto da trajetória entre **A** e **B**.



Em relação à situação descrita, julgue os itens a seguir.

- a) As informações contidas no texto permitem inferir que os efeitos da resistência do ar e da rotação da Terra sobre o movimento da bala de canhão foram desprezados.
- b) O piloto do avião tem peso aparente nulo entre os pontos **A** e **B**.
- c) Apesar de as velocidades da bala e do avião na situação descrita serem idênticas entre os pontos **A** e **B**, para que um avião consiga percorrer a mesma trajetória da bala entre os

pontos **A** e **B**, não é necessário que sua velocidade seja idêntica à velocidade da bala em cada ponto da trajetória.

d) A bala atingirá o solo a mais de 800 m do local de onde foi lançada.

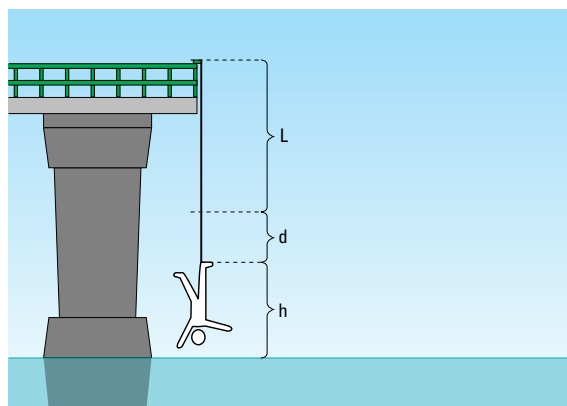
443. (União-MG) Um corpo sujeito exclusivamente à ação de uma força **F** constante e igual a 24 N tem sua velocidade variada de 4 m/s para 10 m/s, após um percurso de 7 m. Pode-se afirmar que a massa do corpo tem valor, em quilogramas, igual a:

- a) 1. b) 4. c) 6. d) 8. e) 9.

444. (UFSC) Um projétil é lançado do chão com velocidade escalar inicial v_0 e ângulo θ_0 em relação ao plano horizontal. Despreze qualquer forma de atrito. Determine quais das proposições a seguir são corretas.

- a) O movimento do projétil se dá em um plano.
- b) Quanto maior o ângulo θ_0 , entre 0° e 90° , maior o alcance do projétil.
- c) Quanto maior a velocidade escalar inicial v_0 , maior o alcance do projétil.
- d) O tempo de subida do projétil, até o ponto de altura máxima, é igual ao tempo de descida até o chão.
- e) Não há conservação de energia mecânica do projétil, pois há uma força externa atuando nele.
- f) Caso houvesse resistência do ar, essa faria com que o alcance do projétil fosse maior do que o da situação sem resistência.
- g) Caso houvesse resistência do ar, essa faria com que a altura máxima do projétil fosse a mesma da situação sem resistência.

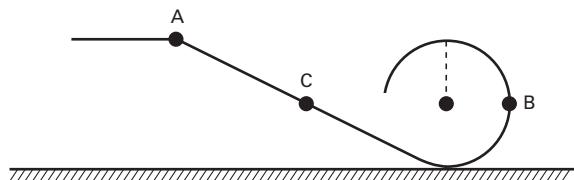
445. (UFRRJ) Um homem, com peso igual a 600 N, preso por um dos pés a uma corda elástica, pula de uma ponte de 50 m de altura sobre um rio. Sendo a constante elástica da corda equivalente a 150 N/m e seu comprimento igual a 20 m, calcule a distância entre o pé do homem e a superfície do rio quando ele se encontra no ponto mais baixo.



446. (Unicamp-SP) *Bungee jumping* é um esporte radical, muito conhecido hoje em dia, em que uma pessoa salta de uma grande altura, presa a um cabo elástico. Considere o salto de uma pessoa de 80 kg. A velocidade máxima atingida pela pessoa durante a queda é de 20 m/s. A partir desse instante, a força elástica do cabo começa a agir. O cabo atinge o dobro de seu comprimento normal quando a pessoa atinge o ponto mais baixo de sua trajetória. Para resolver as questões abaixo, despreze a resistência do ar.

- a) Calcule o comprimento normal do cabo.
- b) Determine a constante elástica do cabo.

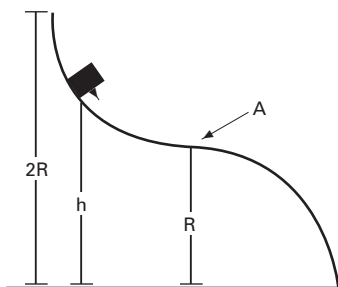
447. (Uerj)



A figura mostra uma plataforma que termina em arco de círculo. Numa situação em que qualquer atrito pode ser desprezado, uma pequena esfera é largada do repouso no ponto **A**, a uma altura do solo igual ao diâmetro do círculo. A intensidade da aceleração local da gravidade é **g**. Com relação ao instante em que a esfera passa pelo ponto **B**, situado a uma altura igual ao raio do círculo:

- indique se o módulo de sua velocidade é maior, igual ou menor que no ponto **C**, situado à mesma altura que **B**, e justifique sua resposta;
- determine os componentes tangencial e centrípeto de sua aceleração ($\vec{a}$).

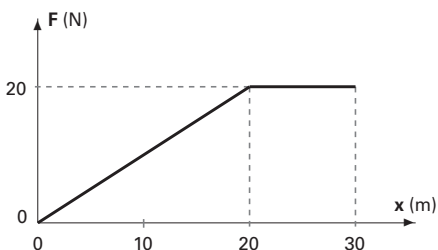
448. (ITA-SP) Um pequeno bloco, solto com velocidade nula a uma altura **h**, move-se sob o efeito da gravidade e sem atrito sobre um trilho em forma de dois quartos de círculo de raio **R** que se tangenciam, como mostra a figura.



A mínima altura inicial **h** que acarreta a saída do bloco do trilho, após o ponto **A**, é:

- $\frac{4R}{3}$
- $\frac{5R}{4}$
- $\frac{3R}{2}$
- $\frac{5R}{3}$
- $2R$

449. (UFPE) Um bloco de massa 0,5 kg está sujeito a uma força que varia com a posição de acordo com o gráfico a seguir. Se o bloco partiu do repouso em $x = 0$, qual será sua velocidade escalar, em m/s, quando **x** for igual a 30 m?

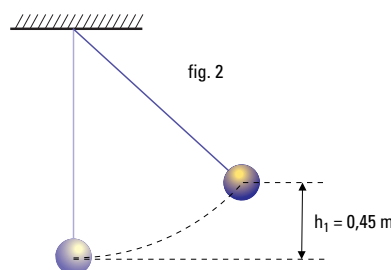
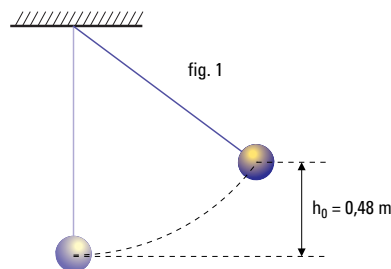


450. (UFF-RJ) Uma bola de borracha é abandonada a 2,0 m acima do solo. Após bater no chão, retorna a uma altura de 1,5 m do solo. A percentagem da energia inicial perdida na colisão da bola com o solo é:

- 5%
- 15%
- 20%
- 25%
- 35%

451. (UFRJ) Uma esfera de aço de massa $m = 0,20$ kg, suspensa por um fio a um suporte, é afastada de sua posição de equilíbrio e

abandonada a uma altura $h_0 = 0,48$ m, como mostra a figura 1. Ao completar a primeira oscilação, verifica-se que ela consegue atingir apenas uma altura $h_1 = 0,45$ m, como mostra a figura 2.

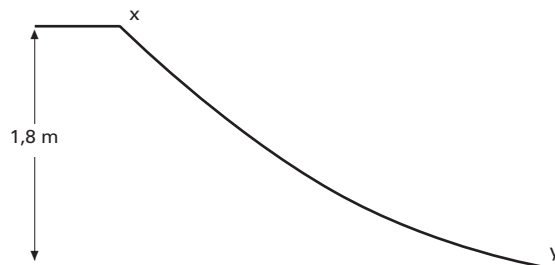


Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$ a aceleração da gravidade, calcule:

- o trabalho realizado pelos diversos atritos que se opõem ao movimento da esfera durante essa primeira oscilação;
- o trabalho realizado pela tensão no fio durante essa primeira oscilação.

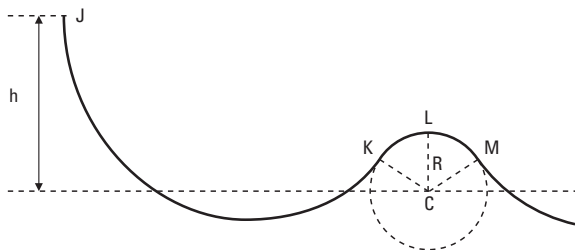
452. (UFRRJ) Um objeto de 4 kg de massa desloca-se com velocidade de 5 m/s, sem atrito, sobre um plano horizontal. A partir de um dado instante, passa a agir sobre ele uma força resultante, que faz sua velocidade aumentar para 10 m/s. Determine o trabalho da força resultante durante a variação de velocidade ocorrida.

453. (Unicube-MG) Num escorregador, uma criança de massa 33 kg, partindo do repouso em **x**, desliza até **y**. Desprezando as perdas de energia e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, a velocidade da criança ao atingir o ponto **y** será, em m/s, igual a:



- 3,3
- 5,4
- 6,0
- 8,2
- 9,0

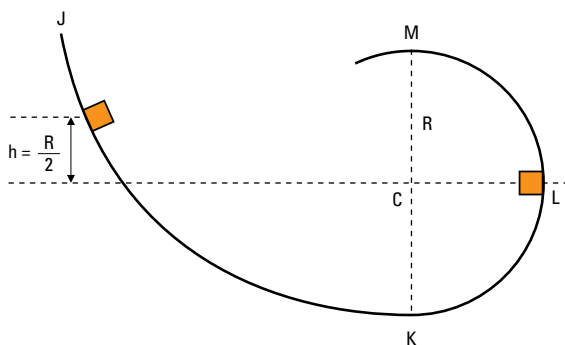
454. (UFRJ) A figura a seguir mostra o perfil JKLM de um tobogã, cujo trecho KLM é circular de centro em **C** e raio $R = 5,4$ m. Uma criança de 15 kg inicia sua descida, a partir do repouso, de uma altura $h = 7,2$ m acima do plano horizontal que contém o centro **C** do trecho circular.



Considere os atritos desprezíveis e $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- Calcule a velocidade com que a criança passa pelo ponto **L**.
- Determine a direção e o sentido da força exercida pelo tobogã sobre a criança no instante em que ela passa pelo ponto **L** e calcule seu módulo.

455. (UFRJ) A figura mostra o perfil de um trilho vertical JKLM cujo trecho KLM é circular de centro em **C** e raio **R**:



Um bloco de pequenas dimensões é abandonado a uma altura $h = \frac{R}{2}$ acima do plano horizontal que contém o centro **C** e passa a deslizar sobre o trilho com atrito desprezível.

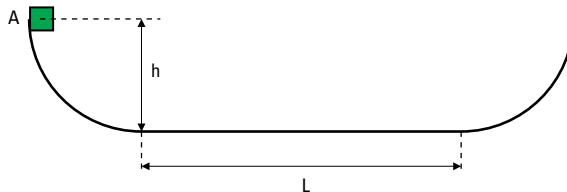
- Determine a direção e o sentido da velocidade $\vec{v}$ do bloco no instante em que ele passa pelo ponto **L** e calcule seu módulo em função de **R** e da aceleração da gravidade **g**.
- Determine a direção e o sentido da resultante $\vec{F}$ das forças que atuam sobre o bloco no instante em que ele passa pelo ponto **L** (informando o ângulo que ela forma com a horizontal) e calcule seu módulo em função da massa **m** do bloco e da aceleração da gravidade **g**.

456. (Ufla-MG) Uma partícula em movimento está sujeita à força elástica $F = -kx$, em que **k** é a constante elástica e **x** é a posição. Qual das afirmativas abaixo é correta em relação à energia cinética (E_c), energia potencial (E_p) e energia mecânica (E_m)?

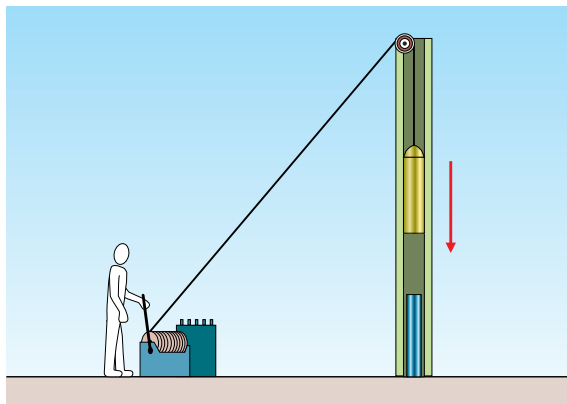
- E_m é constante.
- E_c é constante e E_p diminui.
- E_p é constante e E_c cresce.
- E_p e E_c são constantes.
- E_m , E_p e E_c são constantes.

457. (UnB-DF) Um bloco escorrega por uma pista com extremidades elevadas e uma parte central plana, de comprimento **L**, conforme representa a figura adiante. O atrito nas partes elevadas é nulo, mas, na parte plana, o coeficiente de atrito dinâmico é igual a 0,10. Se o bloco inicia o movimento, a partir do repouso, no ponto **A**, que se encontra a uma altura $h = \frac{3L}{4}$ acima da parte plana da pista, calcule o número de vezes que ele percorrerá a distância **L**.

Despreze a parte fracionária de seu resultado, caso exista.



458. (PUC-SP) Num bate-estaca, um bloco de ferro de massa superior a 500 kg cai de uma certa altura sobre a estaca, atingindo o repouso logo após a queda. São desprezadas as dissipações de energia nas engrenagens do motor.



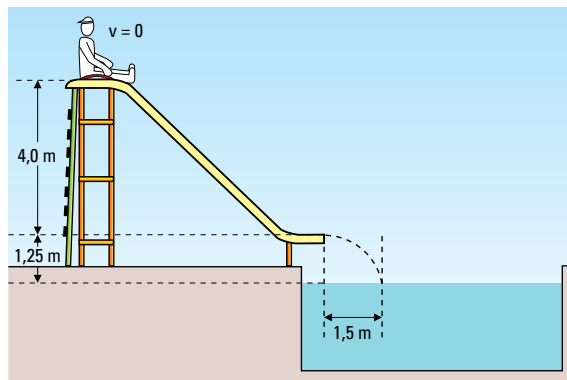
A respeito da situação descrita são feitas as seguintes afirmações:

- Houve transformação de energia potencial gravitacional do bloco de ferro em energia cinética, que será máxima no instante imediatamente anterior ao choque com a estaca.
- Como o bloco parou após o choque com a estaca, toda a energia do sistema desapareceu.
- A potência do motor do bate-estaca será tanto maior quanto menor for o tempo gasto para erguer o bloco de ferro até a altura ocupada por ele, antes de cair.

É(são) verdadeira(s):

- somente I.
- somente II.
- somente I e II.
- somente I e III.
- todas as afirmações.

459. (UFF-RJ) Um tobogã de 4,0 m de altura é colocado à beira de uma piscina com sua extremidade mais baixa a 1,25 m acima do nível da água. Uma criança, de massa 50 kg, escorrega do topo do tobogã a partir do repouso, conforme indicado na figura:

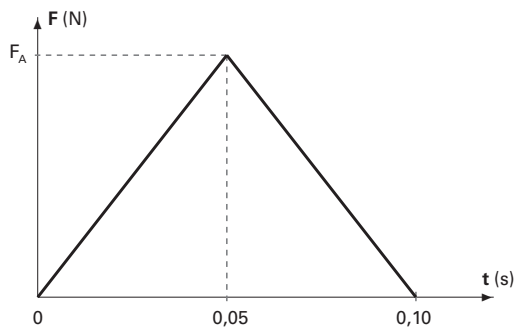


Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e sabendo que a criança deixa o tobogã com uma velocidade horizontal $\mathbf{v}$ e cai na água a 1,5 m da vertical que passa pela extremidade mais baixa do tobogã, determine:

- a) a velocidade horizontal $\mathbf{v}$ com que a criança deixa o tobogã;
- b) a perda de energia mecânica da criança durante a descida no tobogã.

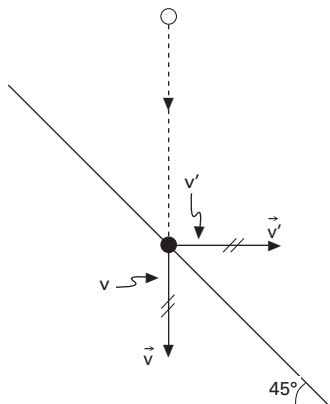
460. (UFPE) Uma bola de massa 50 g é solta de uma altura igual a 3,2 m. Após a colisão com o solo, ela alcança uma altura máxima de 1,8 m. Se o impacto com o chão teve uma duração de 0,02s, qual a intensidade da força média, em newtons, que atuou sobre a bola durante a colisão? (Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

461. (UFPE) Uma bola de tênis, de massa 50 g, se move com velocidade de 72 km/h e atinge uma raquete, retornando na mesma direção e com o mesmo valor de velocidade. Suponha que a força exercida pela raquete sobre a bola varia com o tempo de acordo com a figura a seguir. Qual o valor máximo da força $\mathbf{F}_A$, em newtons?



462. (UnB-DF) Indeciso com relação à convocação dos jogadores que deveriam compor a seleção universitária de futebol da UnB, para disputar os jogos universitários do Distrito Federal (JUDF), o técnico, dispondo de vários jogadores de mesmo nível técnico, resolveu lançar um desafio, garantindo participação no time para aqueles que respondessem corretamente ao seguinte problema: na cobrança de um pênalti, em uma partida de futebol, uma bola de massa igual a 0,40 kg é chutada com velocidade inicial de 25 m/s. O tempo de contato entre o pé do jogador e a bola é de 0,05s. Calcule, em newtons, a força média aplicada à bola pelo pé do jogador.

463. (UFRJ) Uma bola de pingue-pongue cai verticalmente e se choca, com velocidade $\mathbf{v}$, com um anteparo plano, inclinado 45° com a horizontal. A velocidade $\mathbf{v'}$ da bola imediatamente após o choque é horizontal, como ilustra a figura:



O peso da bola, o empuxo e a força de resistência do ar são desprezíveis quando comparados à força média que o anteparo exerce sobre a bola durante o choque. Suponha $|\mathbf{v}| = |\mathbf{v'}| = v$.

- a) Determine a direção e o sentido da força média exercida pelo anteparo sobre a esfera durante o choque, caracterizando-os pelo ângulo que ela forma com o anteparo.
- b) Calcule o módulo dessa força média em função da massa $\mathbf{m}$ da esfera, do módulo $\mathbf{v}$ de suas velocidades, tanto imediatamente antes quanto imediatamente após o choque, e do tempo Δt que a bola permanece em contato com o anteparo.

464. (UEL-PR) Um veículo de massa 500 kg, percorrendo uma estrada horizontal, entra numa curva com velocidade de 50 km/h e sai numa direção que forma ângulo de 60° com a direção inicial e com a mesma velocidade de 50 km/h. Em unidades do sistema internacional, a variação da quantidade de movimento do veículo ao fazer a curva, em módulo, foi de:

- a) $7,0 \cdot 10^4$.
- b) $5,0 \cdot 10^4$.
- c) $3,0 \cdot 10^4$.
- d) $7,0 \cdot 10^3$.
- e) $3,0 \cdot 10^3$.

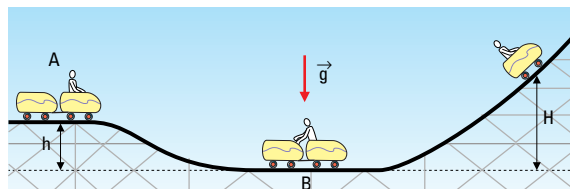
465. (UFV-MG) Em 13 de janeiro de 1920 o jornal *New York Times* publicou um editorial atacando o cientista Robert Goddard por propor que foguetes poderiam ser usados em viagens espaciais. O editorial dizia:

“É de se estranhar que o prof. Goddard, apesar de sua reputação científica internacional, não conheça a relação entre as forças de ação e reação e a necessidade de ter alguma coisa melhor que o vácuo contra a qual o foguete possa reagir. É claro que falta a ele o conhecimento dado diariamente no colégio.”
Comente o editorial anterior, indicando quem tem razão e por que, baseando sua resposta em algum princípio físico fundamental.

466. (UFPR) Com relação aos conceitos de trabalho, energia e momento linear (quantidade de movimento), é correto afirmar:

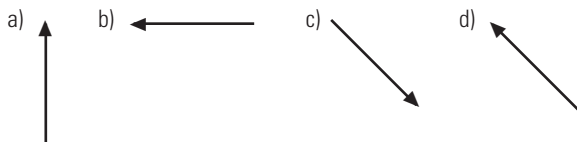
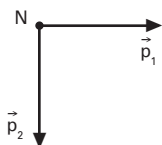
- a) O trabalho realizado por uma força depende somente do módulo desta força.
- b) A energia cinética de um objeto depende da orientação da sua velocidade.
- c) Quando uma bola é jogada verticalmente para cima, o trabalho da força gravitacional na subida tem o mesmo módulo que o trabalho na descida, mas com sinal oposto.
- d) Dois veículos de mesma massa, movendo-se com velocidade de mesmo módulo, nem sempre terão o mesmo momento linear.
- e) O momento linear é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade.
- f) Numa colisão, o momento linear total é sempre conservado.

467. (Fuvest-SP) Um conjunto de dois carrinhos com um rapaz sentado no carrinho dianteiro, e nele preso pelo cinto de segurança, encontra-se inicialmente na altura $\mathbf{h}$ (posição $\mathbf{A}$ da figura) de uma montanha-russa. A massa $\mathbf{m}$ do rapaz é igual à massa de cada um dos carrinhos. O conjunto começa a descida com velocidade inicial nula. Ao chegar ao ponto $\mathbf{B}$ da parte plana da trajetória, o rapaz solta o carrinho traseiro e o empurra para trás com impulso suficiente para fazê-lo retornar ao ponto $\mathbf{A}$ de partida, onde o carrinho chega com velocidade nula. Despreze os atritos.



- a) Determine a altura máxima H a que chega o carrinho dianteiro.
 b) Houve variação de energia mecânica do conjunto quando o rapaz empurrou o carrinho traseiro? Se houve, calcule essa variação. Se não houve, escreva "a energia mecânica se conservou".

468. (Uerj) Um certo núcleo atômico N , inicialmente em repouso, sofre uma desintegração radioativa, fragmentando-se em três partículas, cujos momentos lineares (quantidades de movimento) são: $\vec{p}_1$, $\vec{p}_2$ e $\vec{p}_3$. A figura a seguir mostra os vetores que representam os momentos lineares das partículas 1 e 2, imediatamente após a desintegração. O vetor que melhor representa o momento linear da partícula 3, $\vec{p}_3$, é:



469. (UFBA) Sobre uma superfície horizontal, encontra-se uma mola de constante elástica $k = 100 \text{ N/m}$, comprimida de 8 mm . Na sua extremidade livre, repousa uma esfera **A** de 10 g de massa (figura I). Liberada a mola, a esfera **A** sofre uma colisão frontal parcialmente elástica com outra esfera, **B**, de 12 g de massa, que se encontra inicialmente em repouso (figura II). Após o choque, **B** se desloca com velocidade de $0,6 \text{ m/s}$. Considera-se a mola ideal, e a resistência do ar, as forças de atrito entre as esferas e a superfície, bem como a inércia de rotação, desprezíveis.

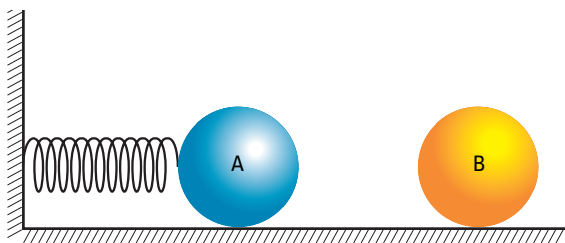


figura 1

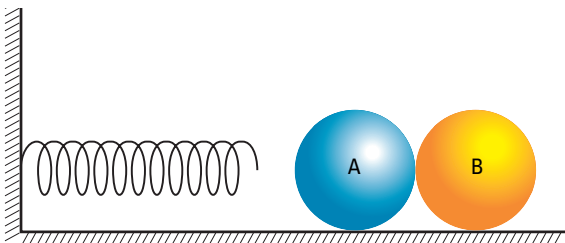
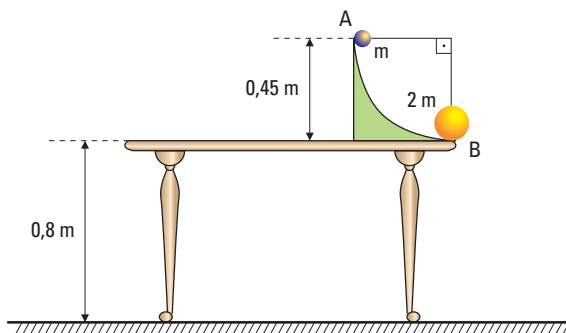


figura 2

Determine, em porcentagem, o coeficiente de restituição da colisão.

470. (UFU-MG) Sobre uma mesa de altura $0,8 \text{ m}$, apoia-se uma rampa lisa na forma de um quadrante de circunferência de raio $0,45 \text{ m}$. Do ponto **A** da rampa, abandona-se uma partícula de massa m

que vai chocar-se elasticamente com outra partícula de massa $2m$ em repouso no ponto **B**, mais baixo da rampa.



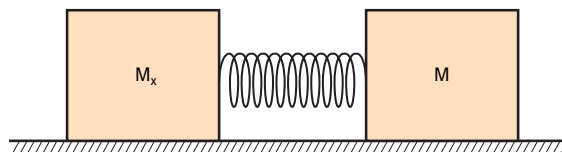
Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$, pede-se:

- a) a velocidade da partícula de massa $2m$ ao chocar-se com o solo;
 b) a altura, acima do tampo da mesa, que a partícula de massa m alcança após a colisão;
 c) a distância entre os pontos de impacto das partículas com o solo.

471. (UEM-PR) Com velocidade constante, um caminhão se move num trecho retilíneo horizontal, sem atrito. Ele transporta, sobre a carroceria, pedras e um garoto. Se o garoto começa a arremessar pedras, pode-se concluir que a velocidade do caminhão, na direção inicial do movimento:

- a) aumenta, se as pedras forem arremessadas para trás.
 b) diminui, se as pedras forem arremessadas para a frente.
 c) diminui, se as pedras forem arremessadas verticalmente para cima.
 d) aumenta, se as pedras forem arremessadas lateralmente, perpendicularmente à direção do movimento do caminhão.
 e) permanece constante, qualquer que seja a direção em que o garoto arremessar as pedras.

472. (UFPE) Uma mola é comprimida entre um bloco de massa $M = 1,0 \text{ kg}$ e outro de massa desconhecida, M_x , conforme a figura. Os blocos estão apoiados numa superfície cujo atrito é desprezível. Após o sistema ser liberado, verifica-se que a aceleração de M é $+2,0 \text{ m/s}^2$ e a do corpo de massa desconhecida é $-1,0 \text{ m/s}^2$.



Desprezando a massa da mola, calcule o valor de M_x em quilogramas.

- a) 0,2 c) 1,0 e) 2,5
 b) 0,5 d) 2,0

473. (Unicube-MG) Um corpo x , de massa $m_x = 2,0 \text{ kg}$ e velocidade $v_x = 20 \text{ m/s}$, chocou-se com outro corpo y , de massa $m_y = 3,0 \text{ kg}$ e velocidade $v_y = 15 \text{ m/s}$, que se movia na mesma direção e sentido. Após o choque, os corpos passaram a se mover juntos com velocidade, em m/s , igual a:

- a) 35,0. c) 18,0. e) 17,0.
 b) 25,5. d) 17,5.

474. (UnB-DF) O estabelecimento das ideias a respeito da gravitação universal é considerado uma das conquistas mais importantes no desenvolvimento das ciências em geral e, particularmente, da Física. A sua compreensão é fundamental para o entendimento dos movimentos da Lua, dos planetas, dos satélites e mesmo dos corpos próximos à superfície da Terra. Em relação a esse assunto, julgue os itens adiante.

- Para que a Lua descreva o seu movimento orbital ao redor da Terra, é necessário que a resultante das forças que atuam sobre ela não seja nula.
- Um satélite em órbita circular ao redor da Terra move-se perpendicularmente ao campo gravitacional terrestre.
- A força gravitacional sobre um satélite sempre realiza trabalho, independentemente de sua órbita ser circular ou elíptica.
- Um corpo, quando solto próximo à superfície terrestre, cai em direção a ela pelo mesmo motivo que a Lua descreve sua órbita em torno da Terra.

475. (Fuvest-SP) Dois satélites artificiais **A** e **B** descrevem órbitas circulares no plano equatorial da Terra. O satélite **A** está a uma distância R_A do centro da Terra e estacionário com relação a um observador fixo em um ponto do equador da Terra.

- Esse mesmo observador vê o satélite **B** passar por uma mesma posição, numa vertical sobre ele, a cada dois dias, sempre à mesma hora. Quais os dois possíveis valores da velocidade angular de **B**, no referencial inercial em relação ao qual a Terra gira em torno de seu eixo com um período de 24h? Expresse o resultado em rad/h.
- Calcule, em função de R_A , os valores dos raios das órbitas correspondentes às velocidades angulares encontradas no item anterior.

476. (UFRGS-RS) Um planeta imaginário, Terra Mirim, tem a metade da massa da Terra e move-se em torno do Sol em uma órbita igual à da Terra. A intensidade da força gravitacional entre o Sol e Terra Mirim é, em comparação à intensidade dessa força entre o Sol e a Terra:

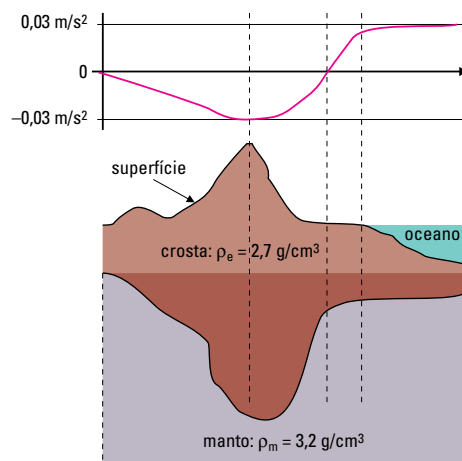
- o quádruplo.
- o dobro.
- a metade.
- um quarto.

477. (PUCC-SP) Na superfície do planeta Mercúrio, cuja massa é $3,6 \cdot 10^{23}$ kg e cujo diâmetro vale $5,0 \cdot 10^6$ m, a aceleração da gravidade é de $3,9 \text{ m/s}^2$. Se a Lua tem massa de $7,4 \cdot 10^{22}$ kg e diâmetro de $3,4 \cdot 10^6$ m, a aceleração da gravidade na sua superfície, em m/s^2 , vale:

- 0,14.
- 0,30.
- 1,7.
- 3,3.
- 7,2.

478. (UnB-DF) A crosta terrestre, além de possuir espessura irregular, possui densidade diferente da do manto superior. Na realidade, a densidade varia bastante de local para local, dependendo do tipo de rocha predominante no subsolo de cada região. Tais variações de composição e de espessura da crosta provocam ligeiras alterações no valor da aceleração da gravidade local g , que podem ser medidas com auxílio de aparelhos precisos, conhecidos como gravímetros. O método pode ser útil na desco-

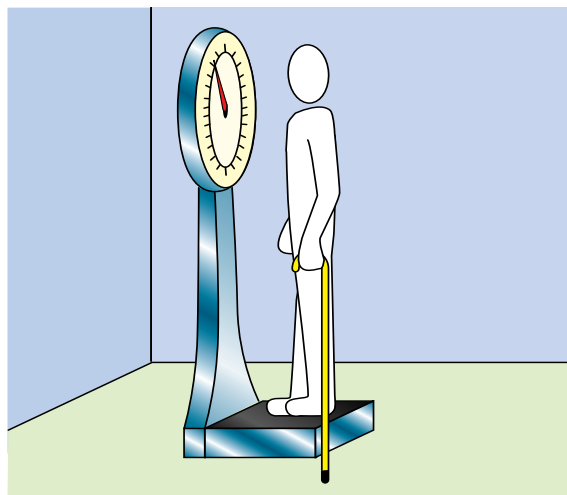
berta de grandes depósitos de minerais. A figura abaixo ilustra parte da crosta e do manto e o gráfico mostra a variação de g observada ao longo da superfície em relação ao valor médio.



Com base no texto e na figura acima e considerando que a constante de gravitação universal seja igual $6,7 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$ e que o valor médio de g seja igual a $9,80 \text{ m/s}^2$, julgue os itens a seguir.

- Um depósito de 500 milhões de toneladas de ferro, cujo centro geométrico esteja localizado a 200 m de profundidade, produz na superfície um acréscimo da aceleração gravitacional menor que $0,001 \text{ m/s}^2$.
- O gráfico e a figura mostram que existe uma correlação entre a densidade média das rochas de uma região e o valor da aceleração gravitacional local.
- A aceleração associada ao movimento de rotação da Terra não afeta a leitura de um gravímetro.

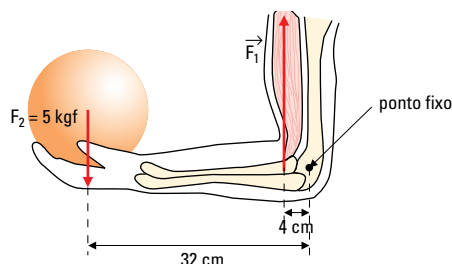
479. (UFRJ) Uma pessoa idosa, de 68 kg, ao se pesar, o faz apoiada em sua bengala, como mostra a figura:



Com a pessoa em repouso a leitura da balança é de 650 N. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- Supondo que a força exercida pela bengala sobre a pessoa seja vertical, calcule o seu módulo e determine o seu sentido.
- Calcule o módulo da força que a balança exerce sobre a pessoa e determine a sua direção e o seu sentido.

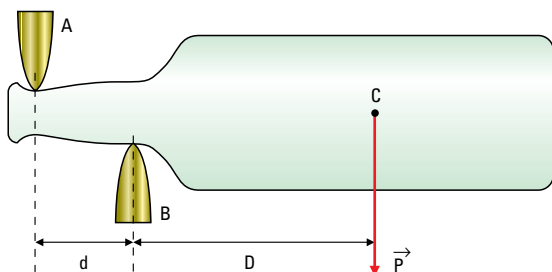
480. (UFRRJ) A figura abaixo apresenta as dimensões aproximadas do braço de uma pessoa normal. A força potente $\vec{F}_1$, exercida pelo bíceps, atua a uma distância de 4 cm da articulação (ponto fixo) enquanto um peso $F_2 = 5 \text{ kgf}$ (força resistente) é sustentado pela mão a uma distância de 32 cm do ponto fixo.



Nessa situação, pode-se afirmar que:

- a) o valor da força exercida pelo bíceps para manter o braço na posição da figura é 20 kgf.
b) o valor do torque da força $\vec{F}_1$ é 20 N.
c) o braço da pessoa permanece em equilíbrio, pois os módulos das forças $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ são iguais.
d) o peso cairá, pois o momento da força resistente é maior que o momento da força potente.
e) o valor da força efetuada pelo músculo bíceps é maior do que o peso sustentado e vale 40 kgf.

481. (UFRJ) A figura mostra uma garrafa mantida em repouso por dois suportes **A** e **B**. Na situação considerada a garrafa está na horizontal e os suportes exercem sobre ela forças verticais. O peso da garrafa e seu conteúdo tem um módulo igual a 1,4 kgf e seu centro de massa **C** situa-se a uma distância horizontal $D = 18 \text{ cm}$ do suporte **B**:



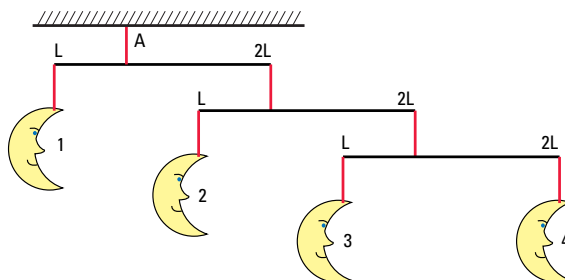
Sabendo que a distância horizontal entre os suportes **A** e **B** é $d = 12 \text{ cm}$, determine o sentido da força que o suporte **A** exerce sobre a garrafa e calcule seu módulo.

482. (UFRRJ) Uma barra cilíndrica homogênea de 200 N de peso e 10 m de comprimento encontra-se em equilíbrio, apoiada nos suportes **A** e **B**, como mostra a figura a seguir. Calcule as intensidades, R_A e R_B , das reações dos apoios, **A** e **B**, sobre a barra.



483. (ITA-SP) Um brinquedo que as mães utilizam para enfeitar quartos de crianças é conhecido como "móbile". Considere o "móbile" de luas esquematizado na figura a seguir. As luas

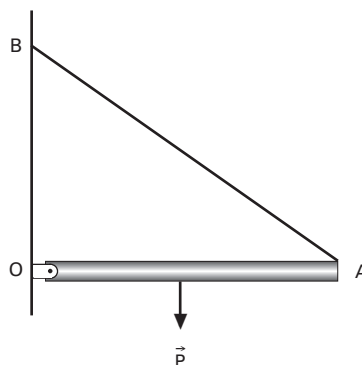
estão presas por meio de fios de massas desprezíveis a três barras horizontais, também de massas desprezíveis. O conjunto todo está em equilíbrio e suspenso num único ponto **A**.



Se a massa da lua 4 é de 10 g, então a massa em quilogramas da lua 1 é:

- a) 180. b) 80. c) 0,36. d) 0,18. e) 9.

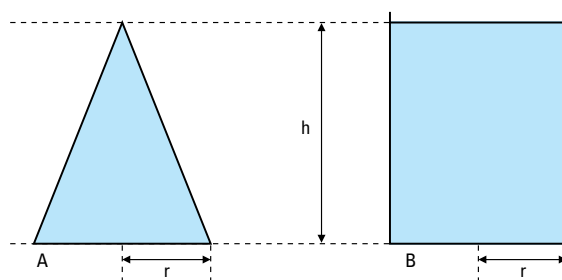
484. (UFRGS-RS) A figura representa uma barra homogênea OA, rígida e horizontal, de peso **P**. A barra é mantida em equilíbrio, sustentada numa extremidade por um cabo AB, preso a uma parede no ponto **B**.



No ponto **O**, a força exercida pela articulação sobre a barra tem um componente vertical que é:

- a) diferente de zero e dirigido para cima.
b) diferente de zero e dirigido para baixo.
c) diferente de zero e de sentido indefinido.
d) igual a zero.
e) igual, em módulo, ao peso **P** da barra.

485. (UFRGS-RS) Dois recipientes **A** e **B** têm bases circulares com mesmo raio r , sendo **A** um cone reto e **B** um cilindro reto. Ambos contêm água e estão cheios até à mesma altura h , conforme representa a figura:

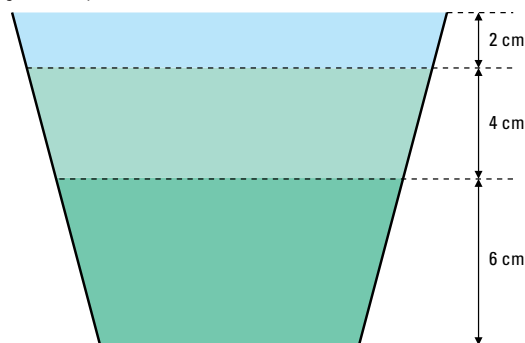


Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir.

O peso da água contida em **A** é _____ peso da água contida em **B**, e a pressão exercida pela água sobre a base de **A** é _____ pressão exercida pela água sobre a base de **B**.

- a) o dobro do – a metade da
- b) um terço do – igual à
- c) a metade do – a metade da
- d) um terço do – o dobro da
- e) igual ao – igual à

- 486.** (PUC-RJ) Em um vaso de forma de cone truncado, são colocados três líquidos imiscíveis. O mais leve ocupa um volume cuja altura vale 2 cm; o de densidade intermediária ocupa um volume de altura igual a 4 cm e o mais pesado ocupa um volume de altura igual a 6 cm. Supondo que as densidades dos líquidos sejam $1,5 \text{ g/cm}^3$, 2 g/cm^3 e 4 g/cm^3 , respectivamente, a força extra exercida sobre o fundo do vaso devido à presença dos líquidos é:



- a) 3 500 Pa.
- c) 14,0 N.
- e) 4,8 N.
- b) 10,5 N.
- d) 7,0 N.

(Dados: área da superfície inferior do vaso = 20 cm^2 ; área da superfície livre do líquido que está na primeira camada superior = 40 cm^2 ; $g = 10,0 \text{ m/s}^2$.)

- 487.** (UEPB) De acordo com os conceitos estudados em Hidrostática, analise as proposições a seguir, escrevendo **V** ou **F** conforme sejam verdadeiras ou falsas, respectivamente.

- I) A pressão atmosférica é tanto menor quanto maior for a altitude do local.
- II) Ao se tomar um líquido com canudo, pode-se afirmar que é a pressão atmosférica que empurra o líquido para a boca.
- III) Um corpo flutua na água. O empuxo recebido pelo corpo é menor que o peso do corpo.
- IV) Dois corpos flutuam num mesmo líquido. Pode-se afirmar que os corpos têm, necessariamente, densidades iguais e massas iguais.
- V) A pressão, em qualquer profundidade, em um líquido não depende da forma do recipiente que o contém.

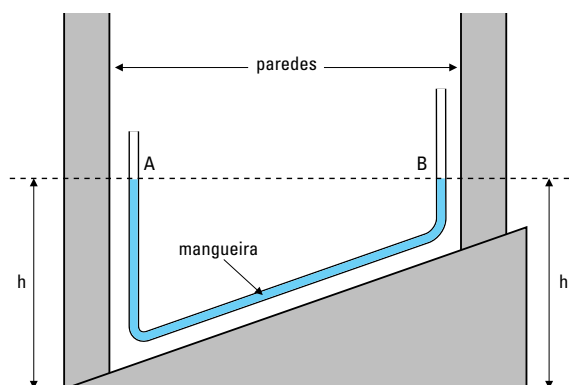
A sequência correta é:

- a) VVVF
- c) FFVF
- e) FVFF
- b) VVFF
- d) VFVF

- 488.** (UFMT) Ao projetar o sistema de fornecimento de água de uma cidade, um técnico tem que dimensionar as caixas-d'água de cada bairro, levando em conta as leis da Física. Acerca da maneira mais adequada de desenvolver tal projeto, julgue os itens.

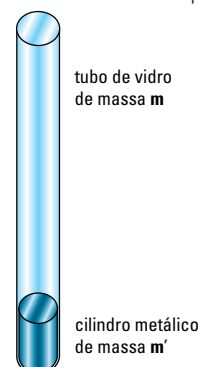
- a) O técnico deve projetar caixas-d'água tanto mais largas quanto mais longe, em média, estiverem as residências.
- b) Caixas-d'água de diferentes formatos apresentam diferentes eficiências quanto ao fornecimento de água.
- c) Num sistema de abastecimento de água onde nenhuma bomba está presente, o agente físico responsável pela pressão da água nos canos é a força da gravidade.
- d) A pressão da água no interior da tubulação de uma residência independe do diâmetro dos canos.

- 489.** (UFJF-MG) Uma mangueira transparente, com as extremidades abertas e parcialmente cheia de água, é usada por um pedreiro para determinar se dois pontos estão no mesmo nível (**h**). A figura abaixo ilustra esse procedimento. Como uma pessoa que conhece os princípios da Física justificaria a afirmação do pedreiro de que os pontos **A** e **B** estão no mesmo nível?



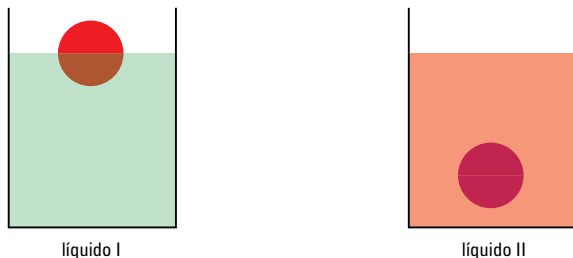
- a) Devido à viscosidade da água, as colunas nos dois lados da mangueira atingem o mesmo nível.
- b) O empuxo é o responsável por nivelar as colunas de água nos dois lados.
- c) Os pontos **A** e **B** estão submetidos à mesma pressão e portanto estão no mesmo nível.
- d) Devido ao Princípio de Pascal, uma variação de pressão num ponto de um líquido não é transmitida de maneira uniforme aos outros pontos, a não ser que estes pontos estejam no mesmo nível.

- 490.** (UFV-MG) Uma pessoa dispõe de um tubo comprido de vidro, cujo diâmetro externo é **D**, a massa é **m**, sendo hermeticamente fechado e contendo em seu interior um cilindro metálico de massa **m'** preso à sua base conforme a figura abaixo. Deseja-se, com esse tubo, construir um densímetro, visando à medida de densidade de líquidos. A densidade desejada seria obtida a partir da medida da altura do tubo imersa no líquido.



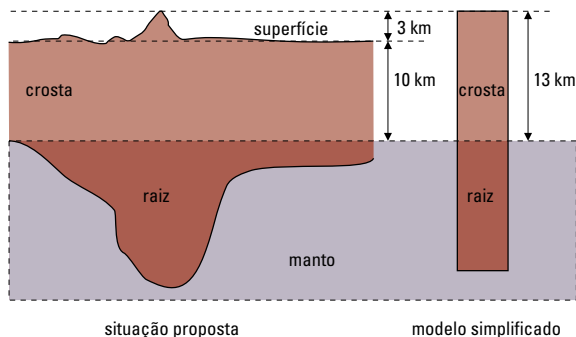
Se o densímetro fosse utilizado para teste de uma bebida, cuja densidade deve ser ρ , a que altura a partir de sua extremidade inferior deveria ser gravada uma marca correspondente a esta densidade?

491. (Unf-RJ) A figura mostra uma determinada esfera colocada em dois recipientes idênticos, porém contendo líquidos diferentes:

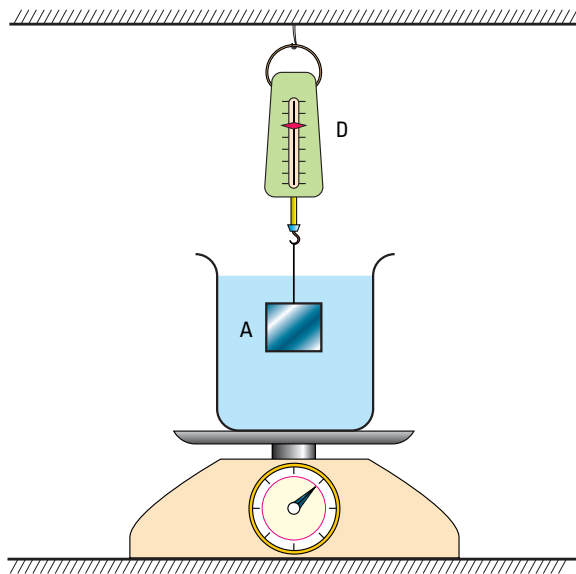


No líquido I, a esfera fica parcialmente imersa; no líquido II, ela é acelerada para baixo.

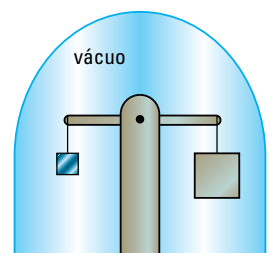
- a) Indique em qual dos líquidos o empuxo é menor do que o peso da esfera e justifique sua resposta.
b) Suponha que a razão entre as massas específicas do material da esfera e do líquido I seja igual a 0,8. Calcule a fração do volume da esfera que está imersa.
492. (UFPI) Um objeto, quando completamente mergulhado na água, tem um peso aparente igual a três quartos de seu peso real. O número de vezes que a densidade média desse objeto é maior que a densidade da água é:
- a) 4. c) 1. e) $\frac{1}{4}$.
b) 2. d) $\frac{1}{2}$.
493. (Furg-RS) Um corpo de massa específica ρ desconhecida é colocado em um recipiente contendo um líquido com massa específica 10 g/cm^3 . Verificando que $\frac{1}{4}$ do corpo fica submerso no líquido, podemos afirmar que a densidade volumétrica ρ vale, em g/cm^3 :
- a) 2,5. c) 10. e) 50.
b) 4. d) 40.
494. (UnB-DF) A camada mais externa da Terra, denominada crosta, não possui resistência suficiente para suportar o peso de grandes cadeias de montanhas. Segundo uma das teorias atualmente aceitas, para que as cadeias de montanhas mantenham-se em equilíbrio, é necessário que possuam raízes profundas, como ilustrado no lado esquerdo da figura a seguir, para flutuar sobre o manto mais denso, assim como os *icebergs* flutuam nos oceanos. Para estimar a profundidade da raiz, considere que uma cadeia de montanhas juntamente com sua raiz possa ser modelada, ou seja, representada de maneira aproximada, por um objeto homogêneo e regular imerso no manto, como mostrado no lado direito da figura. Sabendo que as densidades da crosta e do manto são, respectivamente, $\rho_c = 2,7 \text{ g/cm}^3$ e $\rho_m = 3,2 \text{ g/cm}^3$ e supondo que a cadeia de montanhas tenha 3 000 m de altitude, ou seja, atinge 13 000 m de altura a partir do manto, calcule, em quilômetros, a profundidade da raiz no manto, utilizando o modelo simplificado. Despreze a parte fracionária de seu resultado, caso exista.



495. (UFBA) A figura abaixo representa um cubo de aresta A , massa m e volume V , preso na extremidade de um dinamômetro D , mergulhado totalmente num líquido de densidade μ , contido no recipiente que se encontra sobre a balança. O módulo da aceleração da gravidade local é g ; a pressão atmosférica, p_0 ; o peso do conjunto recipiente-líquido, P ; e a altura do líquido no recipiente, h . Desprezando-se a viscosidade do líquido, pode-se afirmar:



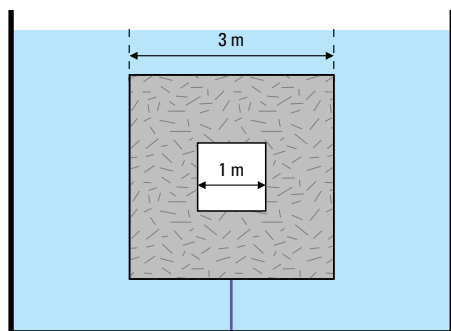
- a) O módulo do empuxo depende do material de que é feito o cubo.
b) A indicação do dinamômetro é μVg .
c) A leitura da balança é $(P + \mu Vg)$.
d) Rompendo-se o fio que o prende ao dinamômetro, o cubo adquire uma aceleração igual a $g\left(1 - \mu \frac{V}{m}\right)$.
e) Após rompimento do fio e queda completa do cubo, admitindo-se perfeita união entre as superfícies de contato, o fundo do recipiente suporta uma pressão total igual a $p_0 \frac{mg}{A^2} + \mu gh$.
496. (UFRGS-RS) Uma balança de braços iguais encontra-se no interior de uma campânula de vidro, de onde foi retirado o ar. Na extremidade esquerda está suspenso um pequeno cubo de metal, e na extremidade direita está suspenso um cubo maior, de madeira bem leve. No vácuo, a balança está em equilíbrio na posição horizontal, conforme representado na figura a seguir.



O que aconteceria com a balança se o ar retornasse para o interior da campânula?

- Ela permaneceria na posição horizontal.
- Ela oscilaria algumas vezes e voltaria à posição horizontal.
- Ela oscilaria indefinidamente em torno da posição horizontal.
- Ela acabaria inclinada para a direita.
- Ela acabaria inclinada para a esquerda.

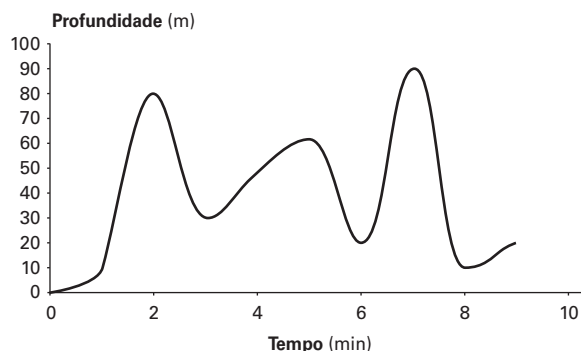
- 497.** (UFG-GO) Um bloco cúbico oco foi construído, retirando-se da parte central de um cubo, de aresta igual a 3 m, uma parte também cúbica, de aresta igual a 1 m. O bloco está preso por um cabo ideal, ao fundo de um tanque com água, conforme mostra na figura abaixo:



Considerando a densidade do material do bloco igual a 800 kg/m^3 , a densidade da água igual a $1\,000 \text{ kg/m}^3$, e a aceleração gravitacional igual a 10 m/s^2 :

- a massa do bloco é igual a $2,08 \cdot 10^3 \text{ kg}$.
- o empuxo que atua no bloco é igual a $2,7 \cdot 10^5 \text{ N}$.
- a tensão no cabo é igual a $6,2 \cdot 10^4 \text{ N}$.
- a tensão no cabo torna-se nula, adicionando-se, no interior do cubo, uma massa de $6,2 \cdot 10^3 \text{ kg}$.

- 498.** (UFMT) Uma esfera homogênea, feita com um material flexível mais denso que a água, é utilizada por um cientista para estudar as correntes marinhas. Ao jogar uma dessas esferas no mar, o cientista observa que ela inicialmente afunda, mas depois a sua profundidade varia de acordo com o gráfico.

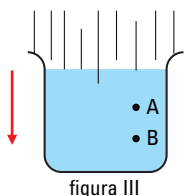
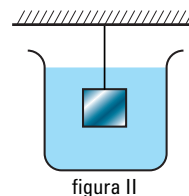
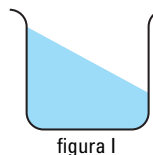


Em relação ao movimento da esfera, analise as afirmações.

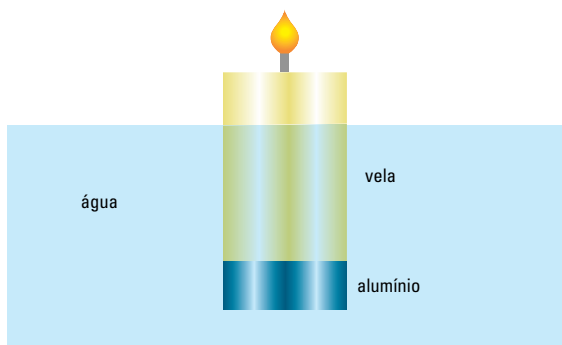
- O movimento somente pode ser compreendido se a força resultante que atua sobre a esfera não for constante em relação ao tempo.
- À proporção que a esfera afunda, aumenta a pressão exercida pela própria água do mar. Em consequência a esfera fica achatada, pois a pressão atua de cima para baixo.
- À proporção que a esfera afunda, o aumento de pressão provoca a diminuição do volume da esfera, diminuindo, consequentemente, a força de empuxo. Dessa forma, a esfera passa a afundar cada vez mais rápido. Trata-se de um movimento não uniforme.
- De acordo com o gráfico, entre 2 e 3 min, a esfera afunda.
- Quanto maior for a massa da esfera, maior deve ser a influência dos efeitos perturbatórios.

- 499.** (UnB-DF) Os princípios estudados em hidrostática são fundamentais para a compreensão de fenômenos como a determinação das pressões sanguínea e intraocular, o comportamento dos animais subaquáticos e até mesmo o funcionamento de um submarino. Com base nos princípios da hidrostática, julgue os itens a seguir.

- Se o líquido contido em um recipiente tem a sua superfície inclinada, conforme mostra a figura I, pode-se assegurar que o recipiente está em movimento retilíneo e uniforme.
- A figura II mostra uma peça metálica suspensa por um fio e imersa em água. Ao se dissolver açúcar no meio líquido, a tensão no fio diminuirá.
- Na figura III, é mostrado num recipiente em queda livre vertical, contendo determinado líquido. Nessa circunstância, a pressão no ponto A é igual à pressão no ponto B.
- Para que um peixe se mantenha imóvel, quando imerso na água, a sua densidade média deve ser igual à do meio (em que ele está imerso).



- 500.** (ITA-SP) Na extremidade inferior de uma vela cilíndrica de 10 cm de comprimento (massa específica $0,7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) é fixado um cilindro maciço de alumínio (massa específica $2,7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) que tem o mesmo raio que a vela e comprimento de 1,5 cm. A vela é acesa e imersa na água, onde flutua de pé com estabilidade, como mostra a figura a seguir.



Supondo que a vela queime a uma taxa de 3 cm por hora e que a cera fundida não escorra enquanto a vela queima, conclui-se que a vela vai apagar-se:

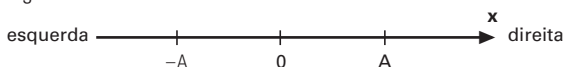
- imediatamente, pois não vai flutuar.
- em 30min.
- em 50min.
- em 1h 50min.
- em 3h 20min.

Oscilações e Ondas

501. (Mack-SP) Um corpo efetua um movimento harmônico simples. Com relação a esse movimento, podemos afirmar que:

- a trajetória descrita pelo corpo é uma senoide.
- o módulo da velocidade do corpo varia senoidalmente com o tempo.
- o sentido da velocidade do corpo varia quatro vezes em cada período.
- a aceleração do corpo tem módulo invariável.
- o módulo da aceleração do corpo varia linearmente com o tempo.

502. (UFRGS-RS) Uma massa **M** executa um movimento harmônico simples entre as posições $x = -A$ e $x = A$, conforme representa a figura:



Qual das alternativas refere-se corretamente aos módulos e aos sentidos das grandezas velocidade e aceleração da massa **M** na posição $x = -A$?

- A velocidade é nula; a aceleração é nula.
- A velocidade é máxima e aponta para a direita; a aceleração é nula.
- A velocidade é nula; a aceleração é máxima e aponta para a direita.
- A velocidade é nula; a aceleração é máxima e aponta para a esquerda.
- A velocidade é máxima e aponta para a esquerda; a aceleração é máxima e aponta para a direita.

503. (UEL-PR) Um movimento harmônico simples é descrito pela função $x = 0,050 \cdot \cos(2\pi t + \pi)$, em unidades do Sistema Internacional. Nesse movimento, a amplitude e o período, em unidades do Sistema Internacional, valem, respectivamente:

- 0,050 e 1,0.
- π e 2π .
- 2,0 e 1,0.
- 2π e π .

504. (Mack-SP) Uma partícula descreve um movimento harmônico simples segundo a equação $x = 0,3 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3} + 2t\right)$, no SI. O módulo da máxima velocidade atingida por esta partícula é:

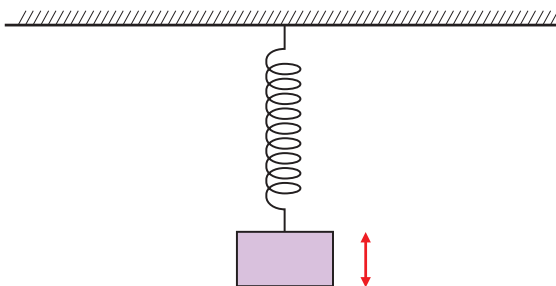
- 0,3 m/s.
- 0,1 m/s.
- 0,6 m/s.
- 0,2 m/s.
- $\frac{\pi}{3}$ m/s.

505. (ITA-SP) Uma partícula em movimento harmônico simples oscila com frequência de 10 Hz entre os pontos **L** e **-L** de uma reta. No instante t_1 a partícula está no ponto $\frac{\sqrt{3}}{2}L$ caminhando em direção a valores inferiores, e atinge o ponto $-\frac{\sqrt{2}}{2}L$ no instante t_2 .

O tempo gasto nesse deslocamento é:

- 0,021s.
- 0,029s.
- 0,15s.
- 0,21s.
- 0,29s.

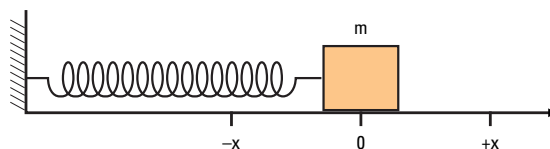
506. (UFV-MG) Um bloco oscila harmonicamente, livre da resistência do ar, com uma certa amplitude, como ilustrado na figura a seguir:



Ao aumentar sua amplitude de oscilação, pode-se afirmar que:

- a constante elástica da mola não se altera, aumentando o período e a velocidade máxima do oscilador.
- o período e a constante elástica da mola não se alteram, aumentando apenas a velocidade máxima do oscilador.
- o período aumenta, a velocidade máxima diminui e a constante elástica da mola não se altera.
- o período, a velocidade máxima do oscilador e a constante elástica da mola aumentam.
- o período, a velocidade máxima do oscilador e a constante elástica da mola não se alteram.

507. (UEL-PR) A partícula de massa **m**, presa à extremidade de uma mola, oscila num plano horizontal de atrito desprezível, em trajetória retilínea em torno do ponto de equilíbrio, **O**. O movimento é harmônico simples, de amplitude **x**.



Considere as afirmações:

- O período do movimento independe de **m**.
- A energia mecânica do sistema, em qualquer ponto da trajetória, é constante.
- A energia cinética é máxima no ponto **O**.

É correto afirmar que somente:

- a) I é correta. d) I e II são corretas.
b) II é correta. e) II e III são corretas.
c) III é correta.

508. (UFU-MG) Um bloco de massa $m = 1 \text{ kg}$ preso à extremidade de uma mola e apoiado sobre uma superfície horizontal sem atrito oscila em torno da posição de equilíbrio, com uma amplitude de $0,1 \text{ m}$, conforme mostra a figura **a** abaixo. A figura **b** mostra como a energia cinética do bloco varia de acordo com seu deslocamento.

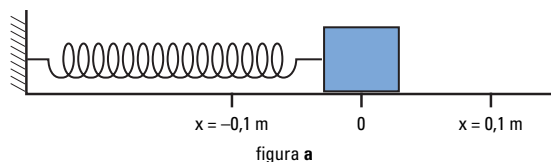


figura **a**

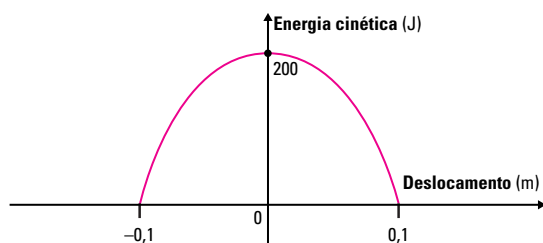


figura **b**

É correto afirmar que:

- a) quando o bloco passa pelos pontos extremos, isto é, em $x = \pm 0,1 \text{ m}$, a aceleração do bloco é nula nesses pontos.
b) o módulo da força que a mola exerce sobre o bloco na posição $+0,1 \text{ m}$ é $2,0 \cdot 10^3 \text{ N}$.
c) a constante elástica da mola vale $2,0 \cdot 10^4 \text{ N/m}$.
d) a energia potencial do bloco na posição $+0,05 \text{ m}$ vale 100 J .
e) na posição de equilíbrio, o módulo da velocidade do bloco é 20 m/s .

509. (Unaerp-SP) O período de oscilação (**T**) de um pêndulo simples, sistema físico que consiste de um fio de comprimento **L**, mantido na vertical por um peso, em um local de aceleração da gravidade **g**, é dado pela seguinte expressão:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

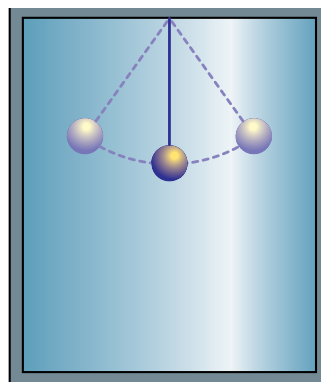
Dessa forma, a frequência (**f**) do pêndulo, que está relacionada com o período (**T**), será dobrada, se:

- a) dobrarmos **L** e **g**.
b) quadruplicarmos **g**.
c) quadruplicarmos **L**.
d) triplicarmos **L**.
e) mantivermos **L** e **g**.

510. (Fuvest-SP) Um trapezista abre as mãos e larga a barra de um trapézio ao passar pelo ponto mais baixo da oscilação. Desprezando-se o atrito, podemos afirmar que o trapézio:

- a) para de oscilar.
b) aumenta a amplitude de oscilação.
c) tem seu período de oscilação aumentado.
d) não sofre alteração na sua frequência.
e) aumenta sua energia mecânica.

511. (Uece) Um pêndulo simples é preso ao teto de um elevador, conforme mostra a figura:



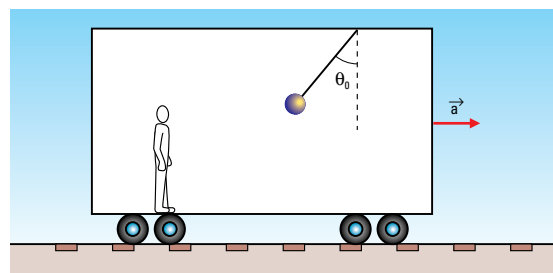
Observe as seguintes situações:

- I) O elevador permanece em repouso ou move-se verticalmente com velocidade constante.
II) O elevador acelera para cima.
III) O elevador acelera para baixo.

Pode-se afirmar que:

- a) o período do pêndulo em II é maior do que em I.
b) o período do pêndulo em III é maior do que em I.
c) a frequência do movimento oscilatório em II é menor do que em III.
d) somente em I o pêndulo pode oscilar.

512. (ITA-SP) No início do século, Albert Einstein propôs que forças inerciais, como aquelas que aparecem em referenciais acelerados, sejam equivalentes às forças gravitacionais. Considere um pêndulo de comprimento **L** suspenso no teto de um vagão de trem em movimento retilíneo com aceleração constante de módulo **a**, como mostra a figura:



Em relação a um observador no trem, o período de pequenas oscilações do pêndulo ao redor da sua posição de equilíbrio θ_0 é:

- a) $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$.
b) $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g+a}}$.
c) $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g^2 - a^2}}$.
d) $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g^2 + a^2}}$.
e) $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{ag}}$.

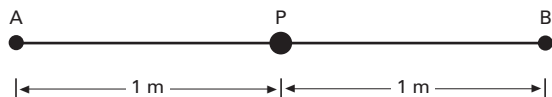
513. (PUC-MG) Considere dois sistemas físicos independentes: o primeiro, denominado I, é um pêndulo simples de comprimento L , oscilando com pequena amplitude em um local onde a aceleração da gravidade é g ; o segundo, denominado II, é um objeto de massa m oscilando num plano horizontal sem atrito, pelo fato de estar preso a uma mola de constante elástica k , que se encontra fixada numa parede vertical.

Para que os dois sistemas tenham a mesma frequência de oscilação, deve ser obedecida a relação:

a) $mg = Lk$. c) $Lm = gk$. e) $mg = (Lk)^2$.

b) $\frac{L}{k} = \frac{m}{g}$. d) $\frac{L}{m} = \left(\frac{g}{k}\right)^2$.

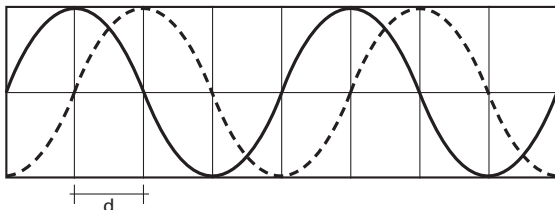
514. (UFRGS-RS) A figura mostra uma partícula **P** de um determinado meio elástico, inicialmente em repouso. A partir de um determinado instante ela é atingida por uma onda mecânica longitudinal que se propaga nesse meio; a partícula passa então a se deslocar, indo até o ponto **A**, depois indo até o ponto **B** e finalmente retornando à posição original. O tempo gasto para todo esse movimento foi de 2s.



Quais são, respectivamente, os valores da frequência e da amplitude da onda?

- a) 2 Hz e 1 m d) 0,5 Hz e 1 m
b) 2 Hz e 0,5 m e) 0,5 Hz e 4 m
c) 0,5 Hz e 0,5 m

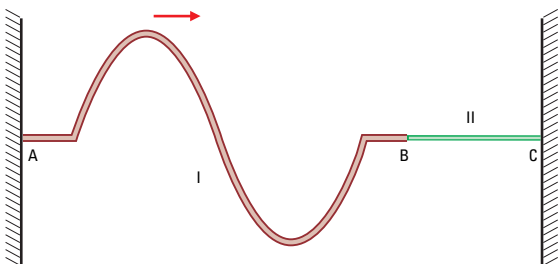
515. (UFSM-RS) A figura mostra uma onda em dois instantes de tempo: $t = 5s$ (—) e $t = 9s$ (---).



Se a distância indicada for $d = 2$ m, o período (em segundos) da onda é:

- a) 2. b) 4. c) 10. d) 16. e) 20.

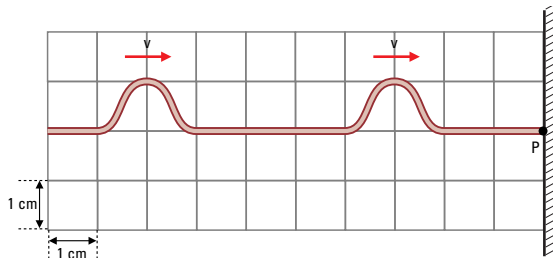
516. (UFV-MG) Duas cordas, de densidades lineares diferentes, são unidas conforme indica a figura:



As extremidades **A** e **C** estão fixas e a corda I é mais densa que a corda II. Admitindo-se que as cordas não absorvam energia, em relação à onda que se propaga no sentido indicado, pode-se afirmar que:

- a) o comprimento de onda é o mesmo nas duas cordas.
b) a velocidade é a mesma nas duas cordas.
c) a velocidade é maior na corda I.
d) a frequência é maior na corda II.
e) a frequência é a mesma nas duas cordas.

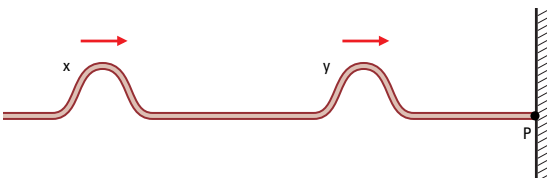
517. (Unirio-RJ) Duas ondas transversais idênticas propagam-se numa corda tensa onde serão refletidas em sua extremidade fixa, representada pelo ponto **P**. A figura representa os dois pulsos no instante $t_0 = 0s$.



Considerando suas velocidades de módulo igual a 1,0 cm/s, represente sobre a área quadriculada no seu caderno, através de um desenho, a forma geométrica da corda nos instantes:

- a) $t_1 = 4,0s$. b) $t_2 = 6,0s$.

518. (UECE) A figura mostra dois pulsos ideais, **x** e **y**, idênticos e de amplitude **a**, que se propagam com velocidade **v** em uma corda, cuja extremidade **P** é fixa.

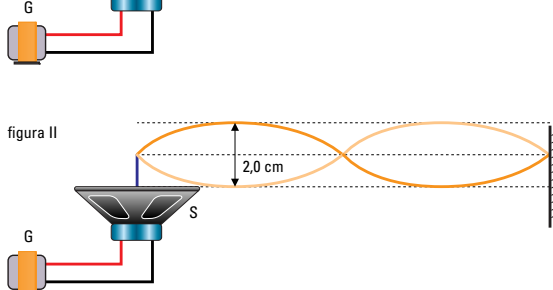


No instante em que ocorrer a superposição, o pulso resultante terá amplitude:

- a) a. b) 2a. c) $\frac{a}{2}$. d) zero.

519. (UERJ) Um alto-falante (**S**), ligado a um gerador de tensão senoidal (**G**), é utilizado como um vibrador que faz oscilar, com frequência constante, uma das extremidades de uma corda (**C**). Esta tem comprimento de 180 cm e sua outra extremidade é fixa, segundo a figura I.

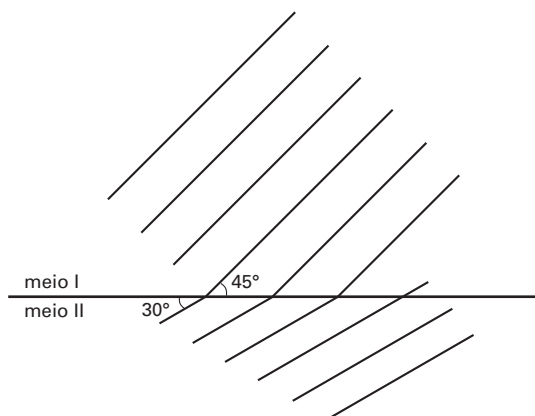
Num dado instante, o perfil da corda vibrante apresenta-se como mostra a figura II.



Nesse caso, a onda estabelecida na corda possui amplitude e comprimento de onda, em centímetros, iguais a, respectivamente:

- a) 2,0 e 90. c) 2,0 e 180.
b) 1,0 e 90. d) 1,0 e 180.

- 520.** (Unirio-RJ) Um vibrador produz ondas planas na superfície de um líquido com frequência $f = 10$ Hz e comprimento de onda $\lambda = 28$ cm. Ao passarem do meio I para o meio II, como mostra a figura, foi verificada uma mudança na direção de propagação das ondas.



No meio II os valores da frequência e do comprimento de onda serão, respectivamente, iguais a:

- a) 10 Hz; 14 cm. d) 15 Hz; 14 cm.
b) 10 Hz; 20 cm. e) 15 Hz; 25 cm.
c) 10 Hz; 25 cm.

(Dados: $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = 0,5$; $\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$;
 $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$ e considere $\sqrt{2} = 1,4$.)

- 521.** (UEL-PR) Dois geradores de ondas periódicas situados nos pontos **C** e **D** emitem ondas de mesma amplitude e com mesmo comprimento de onda λ . Se as ondas se anulam num ponto **A** devido à interferência, a distância AC – AD em módulo pode ser igual a:

- a) $\frac{7\lambda}{4}$. b) $\frac{3\lambda}{2}$. c) λ . d) 5λ . e) $\frac{\lambda}{5}$.

- 522.** (Fuvest-SP) Uma roda, contendo em sua borda 20 dentes regularmente espaçados, gira uniformemente dando 5 voltas por segundo. Seus dentes se chocam com uma palheta produzindo sons que se propagam a 340 m/s.

- a) Qual a frequência do som produzido?
b) Qual o comprimento de onda do som produzido?

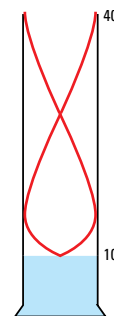
- 523.** (UFMG) Ao tocar um violão, um músico produz ondas nas cordas desse instrumento. Em consequência, são produzidas ondas sonoras que se propagam no ar. Comparando-se uma onda produzida em uma das cordas do violão com a onda sonora correspondente, é correto afirmar que as duas têm:

- a) a mesma amplitude.
b) a mesma frequência.
c) a mesma velocidade de propagação.
d) o mesmo comprimento de onda.

- 524.** (Unirio-RJ) A nota musical de frequência $f = 440$ Hz é denominada lá padrão. Qual o seu comprimento de onda, em metros, considerando a velocidade do som igual a 340 m/s?

- a) 1,29. c) $6,25 \cdot 10^3$. e) $7,73 \cdot 10^{-1}$.
b) 2,35. d) $6,82 \cdot 10^{-1}$.

- 525.** (PUCC-SP) Uma proveta graduada tem 40,0 cm de altura e está com água no nível de 10,0 cm de altura. Um diapasão de frequência 855 Hz vibrando próximo à extremidade aberta da proveta indica ressonância. Uma onda sonora estacionária possível é representada na figura a seguir:



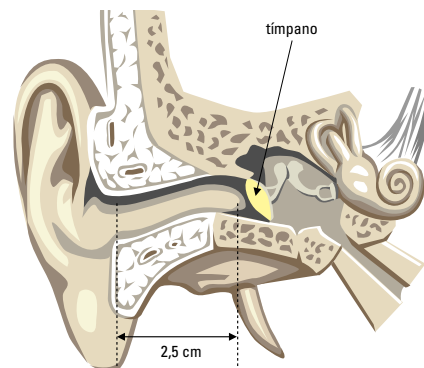
A velocidade do som, nessas condições, é, em metros por segundo:

- a) 326. b) 334. c) 342. d) 350. e) 358.

- 526.** (UFRGS-RS) Quando você anda em um velho ônibus urbano, é fácil perceber que, dependendo da frequência de giro do motor, diferentes componentes do ônibus entram em vibração. O fenômeno físico que está se produzindo neste caso é conhecido como:

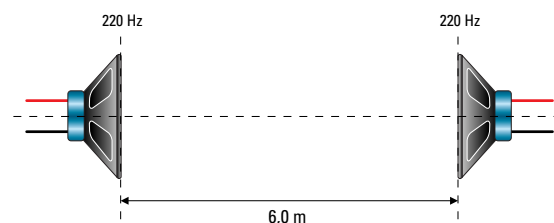
- a) eco. d) ressonância.
b) dispersão. e) polarização.
c) refração.

- 527.** (UFRJ) O canal que vai do tímpano à entrada do ouvido pode ser considerado como um tubo cilíndrico de 2,5 cm de comprimento, fechado numa extremidade e aberto na outra.



Considere a velocidade do som no ar igual a 340 m/s. Calcule a frequência fundamental de vibração da coluna de ar contida nesse canal.

- 528.** (Unicamp-SP) A velocidade do som no ar é de aproximadamente 330 m/s. Colocam-se dois alto-falantes iguais, um defronte ao outro, distanciados 6,0 m, conforme a figura a seguir.



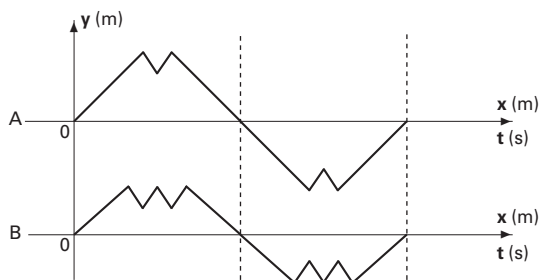
Os alto-falantes são excitados simultaneamente por um mesmo amplificador com um sinal de frequência de 220 Hz.

- Qual é o comprimento de onda do som emitido pelos alto-falantes?
- Em que pontos do eixo, entre os dois alto-falantes, o som tem intensidade máxima?

529. (UnB-DF) Sabe-se que a função do ouvido é converter uma fraca onda mecânica que se propaga no ar em estímulos nervosos; sabe-se, ainda, que os métodos de diagnose média que usam ondas ultrassônicas baseiam-se na reflexão do ultrassom ou no efeito Doppler, produzido pelos movimentos dentro do corpo. Com base em conhecimentos a respeito de ondas, julgue os itens adiante.

- No processo de interferência entre duas ondas, necessariamente, uma delas retarda o progresso da outra.
- O efeito Doppler não é determinado apenas pelo movimento da fonte em relação ao observador, mas também por sua velocidade absoluta em relação ao meio no qual a onda se propaga.
- Nos instrumentos musicais de corda, os sons estão relacionados com a frequência de vibração de cada corda; quanto maior a frequência de vibração de cada corda, mais grave será o som produzido.
- Um concerto ao ar livre está sendo transmitido, ao vivo, para todo o mundo, em som estéreo, por um satélite geoestacionário localizado a uma distância vertical de 37 000 km da superfície da Terra. Quem estiver presente ao concerto, sentado a 350 m do sistema de alto-falantes, escutará a música antes de um ouvinte que resida a 5 000 km do lugar da realização do concerto.

530. (PUC-MG) As vozes de dois cantores, emitidas nas mesmas condições ambientais, foram representadas em um osciloscópio e apresentaram os aspectos geométricos indicados a seguir.



A respeito dessas ondas, foram feitas várias afirmativas:

- As vozes possuem timbres diferentes.
- As ondas possuem o mesmo comprimento de onda.
- Os sons emitidos possuem alturas iguais.
- As ondas emitidas possuem a mesma frequência.
- Os sons emitidos possuem a mesma intensidade.
- As ondas emitidas possuem amplitudes diferentes.
- O som indicado em **A** é mais agudo do que o indicado em **B**.
- Os períodos das ondas emitidas são iguais.

O número de afirmativas corretas é igual a:

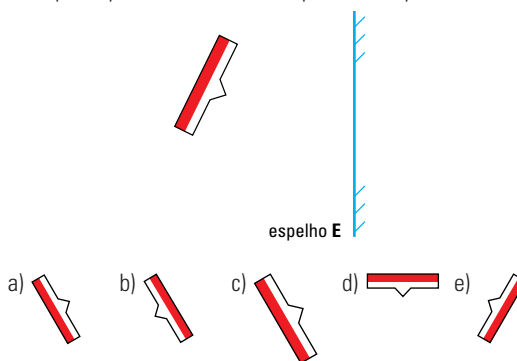
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

Óptica

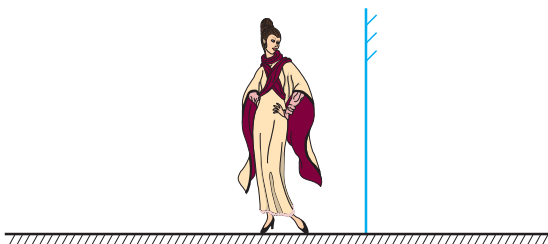
531. (Cesgranrio-RJ) Às 18h, uma pessoa olha para o céu e observa que metade da Lua está iluminada pelo Sol. Não se tratando de um eclipse da Lua, então é correto afirmar que a fase da Lua, nesse momento:

- só pode ser quarto crescente.
- só pode ser quarto minguante.
- só pode ser lua cheia.
- só pode ser lua nova.
- pode ser quarto crescente ou quarto minguante.

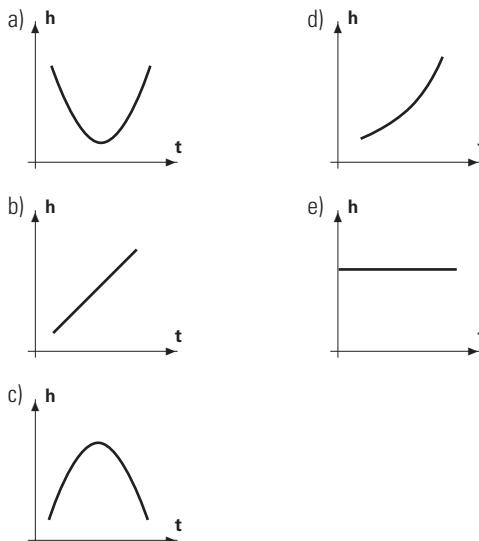
532. (Cesgranrio-RJ) A imagem da figura a seguir obtida por reflexão no espelho plano **E** é mais bem representada por:



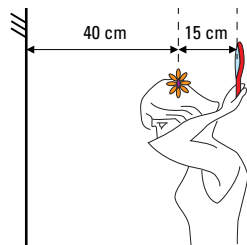
533. (Faap-SP) Uma modelo aproxima-se de um espelho plano e depois dele se afasta sempre andando muito charmosamente.



Qual dos gráficos a seguir representa o tamanho real **h** de sua imagem em função do tempo?



534. (Uerj) Uma garota, para observar seu penteado, coloca-se em frente a um espelho plano de parede, situado a 40 cm de uma flor presa na parte de trás dos seus cabelos. Buscando uma visão melhor do arranjo da flor no cabelo, ela segura, com uma das mãos, um pequeno espelho plano atrás da cabeça, a 15 cm da flor.



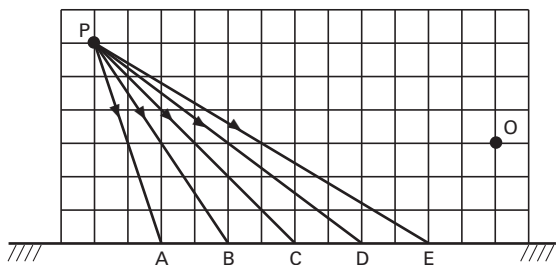
A menor distância entre a flor e sua imagem, vista pela garota no espelho de parede, está próxima de:

- a) 55 cm. b) 70 cm. c) 95 cm. d) 110 cm.
535. (Uece) Um menino, parado em relação ao solo, vê sua imagem em um espelho plano **E** colocado à parede traseira de um ônibus.



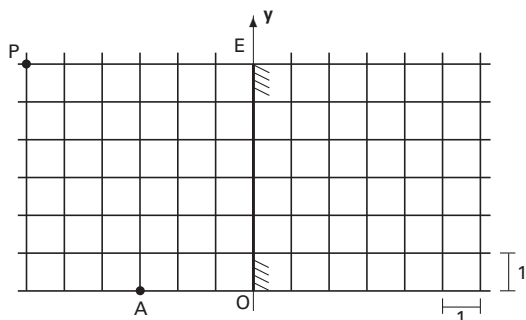
Se o ônibus se afasta do menino com velocidade de 2 m/s, o módulo da velocidade da imagem, em relação ao solo, é:

- a) 4 m/s. b) 3 m/s. c) 2 m/s. d) 1 m/s.
536. (UEL-PR) Um observador **O** observa a imagem de um objeto **P** refletida num espelho plano horizontal. A figura mostra um feixe de raios luminosos que partem de **P**.



O raio que atinge o observador **O** é:

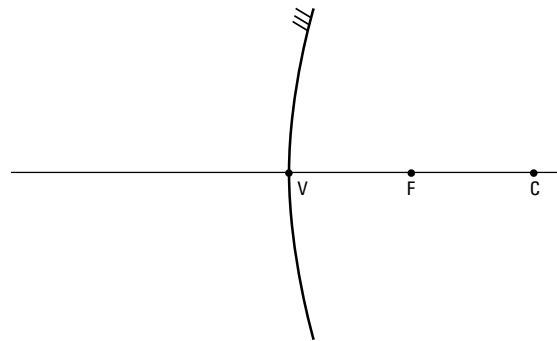
- a) PEO. b) PDO. c) PCO. d) PBO. e) PAO.
537. (Cesgranrio-RJ) Na figura abaixo tem-se o perfil de um espelho plano **E**, desenhado sobre um eixo Oy .



Para que um raio luminoso emitido por uma fonte pontual em **A** atinja o ponto **P**, após refletir nesse espelho, ele deve incidir em um ponto do espelho cuja ordenada **y** vale:

- a) 1. b) 1,5. c) 2. d) 2,5. e) 3.

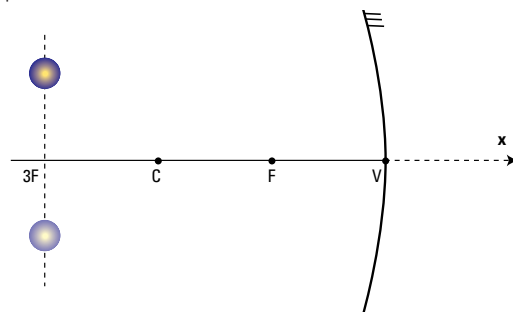
538. (Unioeste-PR) A figura abaixo representa um espelho esférico côncavo onde os pontos **V**, **F** e **C** são respectivamente o vértice, o foco e o centro. A distância entre os pontos **V** e **C** é o raio de curvatura **R** do espelho. A reta-suporte dos pontos citados é o eixo principal do espelho.



Considerando satisfeitas as condições de nitidez de Gauss e supondo apenas objetos reais, assinale as alternativas corretas.

- a) A distância entre **F** e **C** é igual a $\frac{R}{2}$.
- b) Se um objeto estiver localizado à direita de **C**, sua imagem será virtual e menor.
- c) Se um objeto estiver localizado entre **V** e **F**, sua imagem será virtual e maior.
- d) Se a imagem estiver localizada entre **V** e **F**, o objeto está entre **F** e **C**.
- e) Nunca existirá uma imagem entre **V** e **F**, para qualquer posição do objeto real.
- f) Se a imagem estiver localizada a uma distância igual a **R** à esquerda de **V**, o objeto está localizado a uma distância igual a $\frac{R}{3}$ à direita de **F**.
- g) Se o objeto está localizado a uma distância igual a 10 cm de **V** e a imagem está localizada 30 cm à esquerda de **V**, então $R = 15$ cm.

539. (Ufes) Uma partícula pontual realiza, na vertical, um movimento harmônico simples (MHS), dado por $y(t) = A \cdot \cos \omega t$. O plano de oscilação da partícula é perpendicular ao eixo principal (eixo **x**) de um espelho esférico côncavo Gaussiano e está a uma distância do vértice igual a três vezes a distância focal do espelho.



Determine:

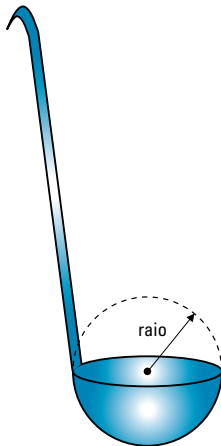
- a frequência angular de oscilação da imagem da partícula;
- a amplitude de oscilação da imagem;
- a diferença de fase $\Delta\phi$ entre o movimento de oscilação da partícula e o da sua imagem.

540. (PUC-MG) Um objeto situado a 20 cm de um espelho côncavo forma uma imagem real de tamanho igual ao do objeto. Se o objeto for deslocado para 10 cm do espelho, a nova imagem aparecerá a uma distância:

- 10 cm.
- 15 cm
- 20 cm.
- 30 cm.
- infinita.

541. (UnB-DF) Uma aluna visitou o estande de ótica de uma feira de ciências e ficou maravilhada com alguns experimentos envolvendo espelhos esféricos. Em casa, na hora do jantar, ela observou que a imagem de seu rosto aparecia invertida à frente de uma concha que tinha forma de uma calota esférica, ilustrada na figura. Considerando que a imagem formou-se a 4 cm do fundo da concha e a 26 cm do rosto da aluna, calcule, em milímetros, o raio da esfera que delimita a concha, como indicado na figura.

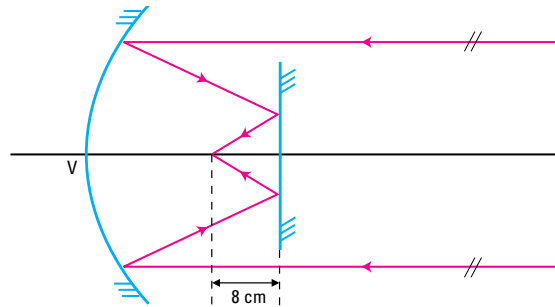
Desconsidere a parte fracionária de seu resultado, caso exista.



542. (UFRRJ) Um objeto está a uma distância P do vértice de um espelho esférico de Gauss. A imagem formada é virtual e menor. Neste caso, pode-se afirmar que:

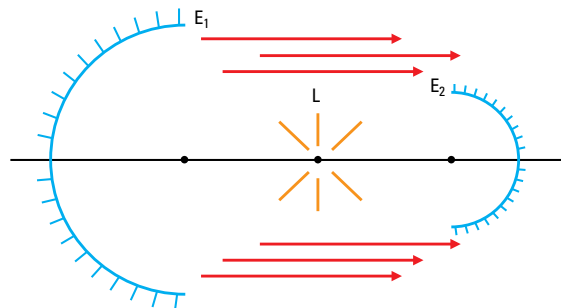
- o espelho é convexo.
- a imagem é invertida.
- a imagem se forma no centro de curvatura do espelho.
- o foco do espelho é positivo, segundo o referencial de Gauss.
- a imagem é formada entre o foco e o centro de curvatura.

543. (UFRJ) Um espelho côncavo de 50 cm de raio e um pequeno espelho plano estão frente a frente. O espelho plano está disposto perpendicularmente ao eixo principal do côncavo. Raios luminosos paralelos ao eixo principal são refletidos pelo espelho côncavo; em seguida, refletem-se também no espelho plano e tornam-se convergentes num ponto do eixo principal distante 8 cm do espelho plano, como mostra a figura a seguir.



Calcule a distância do espelho plano ao vértice V do espelho côncavo.

544. (Fuvest-SP) Um holofote é constituído por dois espelhos esféricos côncavos E_1 e E_2 , de modo que a quase totalidade da luz proveniente da lâmpada L seja projetada pelo espelho maior E_1 , formando um feixe de raios quase paralelos.

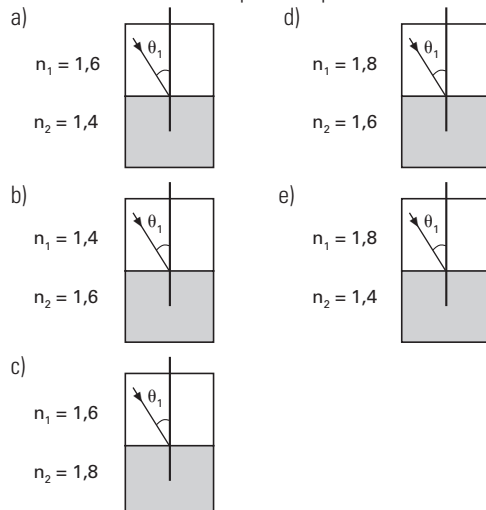


Neste arranjo, os espelhos devem ser posicionados de forma que a lâmpada esteja aproximadamente:

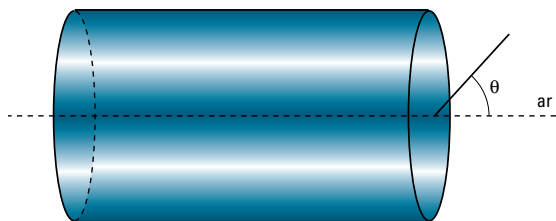
- nos focos dos espelhos E_1 e E_2 .
- no centro de curvatura de E_2 e no vértice de E_1 .
- no foco de E_2 e no centro de curvatura de E_1 .
- nos centros de curvatura de E_1 e E_2 .
- no foco de E_1 e no centro de curvatura de E_2 .

545. (PUC-RJ) Na figura a seguir, a luz incide segundo o mesmo ângulo de incidência θ_1 a partir do filme superior de um conjunto de dois filmes superpostos. Os índices de refração dos filmes estão indicados na figura.

Aumentando-se progressivamente θ_1 , em que caso o raio refratado no filme inferior desaparecerá primeiro?

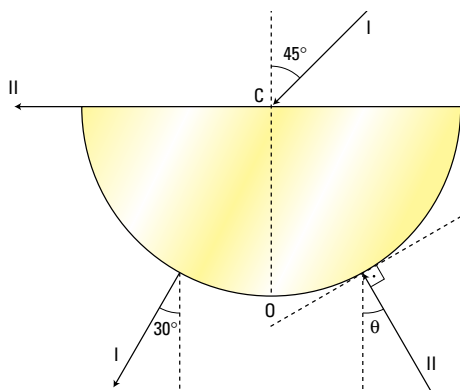


546. (UFPE) Um feixe de luz incide em um cilindro uniforme de índice de refração $n = \frac{\sqrt{5}}{2}$, conforme a figura a seguir:



Qual o maior ângulo θ , em graus, que o feixe poderá fazer com a normal à superfície circular do cilindro, de tal forma que o feixe sofra reflexão interna total nas paredes laterais do cilindro? Considere o índice de refração do ar igual a 1. (Este é o princípio da fibra óptica utilizada, por exemplo, em telecomunicações e em sondas na área médica).

547. (Fuvest-SP) Um raio de luz I, no plano da folha, incide no ponto C do eixo de um semicilindro de plástico transparente, segundo um ângulo de 45° com a normal OC à face plana. O raio emerge pela superfície cilíndrica segundo um ângulo de 30° com a direção de OC. Um raio II incide perpendicularmente à superfície cilíndrica formando um ângulo θ com a direção OC e emerge com direção praticamente paralela à face plana.

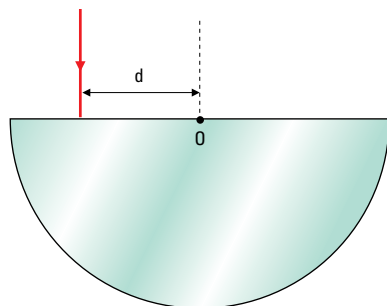


Podemos concluir que:

- a) $\theta = 0^\circ$. d) $\theta = 60^\circ$.
b) $\theta = 30^\circ$. e) a situação proposta no enunciado não pode ocorrer.
c) $\theta = 45^\circ$.

(Dados: $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ e $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$.)

548. (Uerj) Na figura a seguir, o semidisco transparente, de centro O, de raio igual a 1,0 m, possui a face curva interna espelhada e ângulo limite de refração igual a 60° .



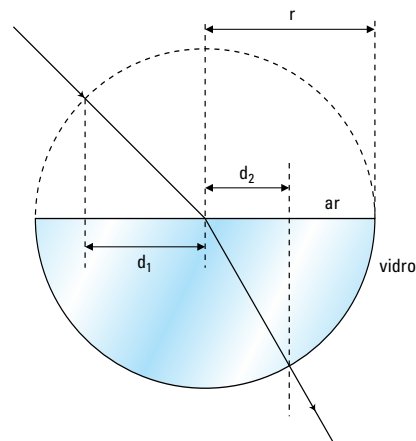
Um raio de luz incide perpendicularmente à sua face plana, a distância d de seu centro, é refletido em sua face espelhada e, a seguir, sofre uma reflexão total na face plana.

A partir desses dados, calcule:

- a) o índice de refração do semidisco;
b) a distância d .

(Dado: $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$.)

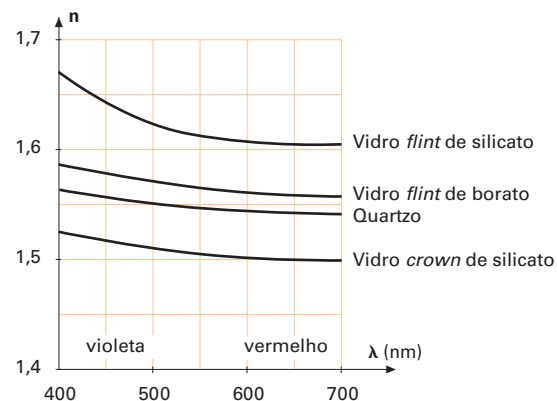
549. (UFSM-RS) Um raio de luz monocromática vindo do ar incide sobre a face plana de um cilindro de vidro de seção reta semicircular, como indica a figura:



Sendo o raio da seção semicircular $r = 8$ cm, $d_1 = 5$ cm e $d_2 = 4$ cm, o índice de refração do vidro, em relação ao ar, é:

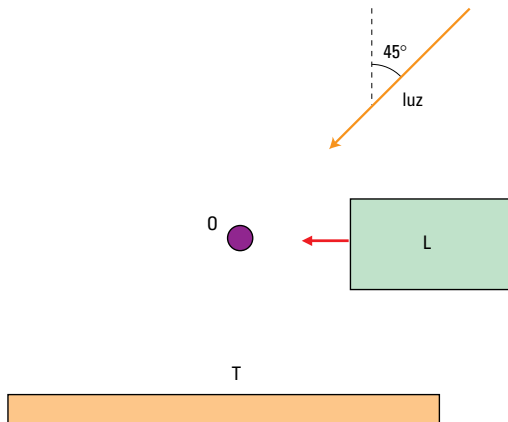
- a) 1,20. b) 1,25. c) 1,50. d) 1,60. e) 2,00.

550. (PUC-MG) O gráfico a seguir representa a variação do índice de refração (eixo vertical) de diversos materiais (nome das curvas) em função do comprimento de onda (eixo horizontal). Leia atentamente os valores representados e escolha a opção que corretamente representa a combinação que permite o menor valor para o ângulo limite, em relação ao ar.

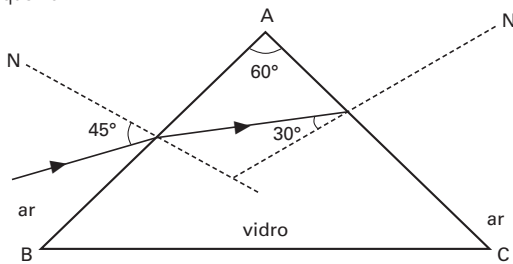


- a) Vidro flint de silicato e luz violeta.
b) Vidro crown de silicato e luz vermelha.
c) Quartzo e luz violeta.
d) Vidro flint de silicato e luz vermelha.
e) Vidro crown de silicato e luz violeta.

551. (Unicamp-SP) A figura a seguir representa uma tela **T**, um pequeno objeto **O** e luz incidindo a 45° em relação à tela. Na situação da figura, o objeto **O** faz sombra sobre a tela. Colocando-se uma lâmina **L** de plástico plano, de 1,2 cm de espessura e índice de refração $n = 1,18 \approx \frac{5\sqrt{2}}{6}$, paralelamente entre a tela e o objeto, a sombra se desloca sobre a tela.



- a) Faça um esquema mostrando os raios de luz passando junto ao objeto e atingindo a tela, com e sem a lâmina de plástico.
b) Calcule o deslocamento da sombra na tela ao se introduzir a lâmina de plástico.
552. (PUCC-SP) Um prisma de vidro, cujo ângulo de refração é 60° , está imerso no ar. Um raio de luz monocromática incide em uma das faces do prisma sob ângulo de 45° e, em seguida, na segunda face sob ângulo de 30° , como está representado no esquema:



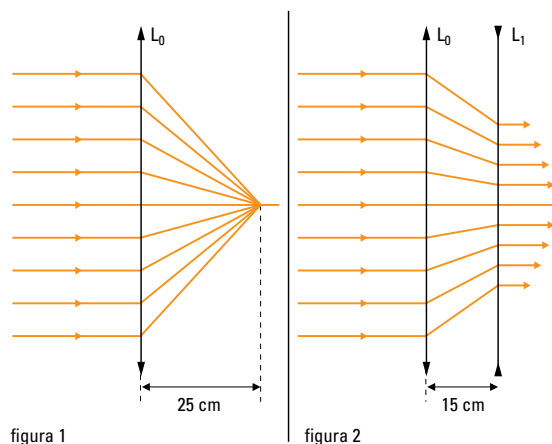
Nessas condições, o índice de refração do vidro em relação ao ar, para essa luz monocromática, vale:

- a) $\frac{3\sqrt{2}}{2}$. c) $\sqrt{2}$. e) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$.
b) $\sqrt{3}$. d) $\frac{\sqrt{6}}{2}$.

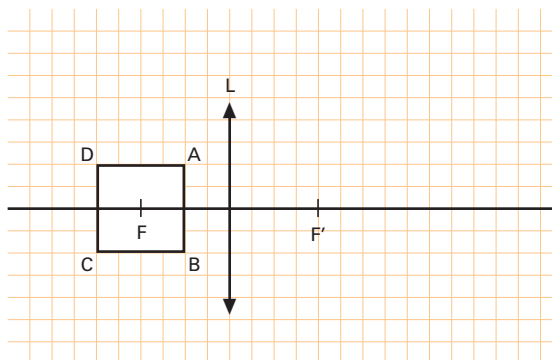
$$\left(\text{Dados: } \sin 30^\circ = \frac{1}{2}; \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}; \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

553. (UFRJ) Um feixe de raios luminosos incide sobre uma lente **L**, paralelamente ao seu eixo principal e, após atravessá-la, converge para um ponto sobre o eixo principal localizado a 25 cm de distância do centro óptico, como mostra a figura 1. No lado oposto ao da incidência coloca-se uma outra lente **L**, divergente com o mesmo eixo principal e, por meio de tentativas sucessivas, verifica-se que, quando a distância entre as lentes é de 15 cm, os raios emergentes voltam a ser paralelos ao eixo

principal, como mostra a figura 2. Calcule, em módulo, a distância focal da lente **L**.



554. (UFRJ) Uma vela é colocada a 50 cm de uma lente, perpendicular a seu eixo principal. A imagem obtida é invertida e do mesmo tamanho da vela.
a) Determine se a lente é convergente ou divergente. Justifique sua resposta.
b) Calcule a distância focal da lente.
555. (Fuvest-SP) A figura representa uma lente convergente **L**, com focos **F** e **F'**, e um quadrado ABCD, situado num plano que contém o eixo da lente. Construa a imagem A'B'C'D' do quadrado, formada pela lente. Use linhas tracejadas para indicar todas as linhas auxiliares utilizadas para construir as imagens. Represente com traços contínuos somente as imagens dos lados do quadrado, no que couber na folha. Identifique claramente as imagens **A'**, **B'**, **C'** e **D'** dos vértices.



556. (UFV-MG) Considere uma máquina fotográfica, equipada com uma objetiva de distância focal igual a 50 mm. Para que a imagem esteja em foco, a distância entre o centro óptico da objetiva e o plano do filme, para um objeto situado a 1 m da lente, deverá ser:
a) 50,0 mm. d) 100 mm.
b) 52,6 mm. e) 150 mm.
c) 47,6 mm.
557. (UFU-MG) a) Um estudante de física olha, através de uma lupa, uma pulga que foi condicionada a andar apenas sobre o eixo principal da lupa, conforme mostra a figura 1. Ele mediu a distância **p** entre a pulga e a lupa e a distância **p'** entre a lupa e a

imagem real da pulga, em vários pontos. O resultado dessas medições é apresentado no gráfico da figura 2.

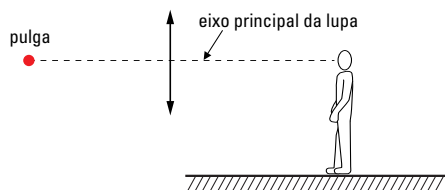


figura 1

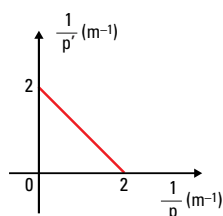


figura 2

- 1) Obtenha a distância focal da lente.
- 2) A pulga, ao passar exatamente pelo ponto médio entre o foco da lente e o centro óptico da lupa, resolve dar um pequeno salto vertical. Desprezando a resistência do ar, adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e admitindo como válidas as condições de Gauss, determine a aceleração da imagem da pulga em relação ao estudante, durante o salto.
- b) Ao batermos com uma régua a água de um tanque, em uma certa frequência f , a onda propagada tem comprimento de onda igual a λ . Se aumentarmos a frequência das batidas da régua na água, qual será a alteração do comprimento de onda?

558. (UFF-RJ) Um operador cinematográfico deve saber selecionar a lente de projeção adequada para que a tela fique totalmente preenchida com a imagem do filme. A largura de um quadro na fita de um filme de longa metragem é 35 mm. Para um cinema em que a tela tem 10,5 m de largura e está a 30 m da lente da máquina de projeção, determine:

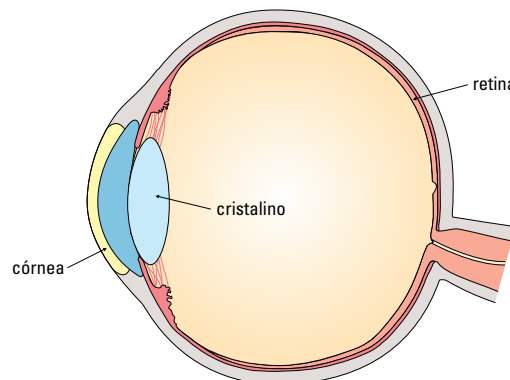
- a) a ampliação necessária para que a tela seja totalmente utilizada;
- b) a distância entre a fita e a lente para que a ampliação necessária seja obtida;
- c) a distância focal da lente.

559. (UFRJ) Um projetor de diapositivos (*slides*) possui um sistema de lentes cuja distância focal é ajustável. Um diapositivo é colocado na vertical, a 125 cm de distância de uma parede também vertical. O eixo principal do sistema de lentes é horizontal. Ajusta-se a distância focal do sistema e obtém-se, projetada na parede, uma imagem nítida do diapositivo, com suas dimensões lineares ampliadas 24 vezes.

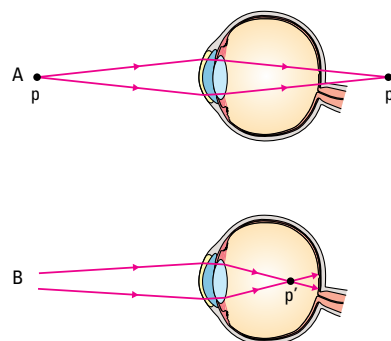
- a) O sistema de lentes do projetor é convergente ou divergente? Justifique sua resposta.
- b) Para que valor foi ajustada a distância focal do sistema?

560. (UnB-DF) Considere que a retina do olho de uma pessoa, ilustrado na figura, esteja localizada a 2,5 cm do conjunto formado pela córnea e pelo cristalino – conjunto considerado aqui como uma única lente de espessura desprezível – e que, se a musculatura do olho estiver relaxada, a imagem nítida de uma estrela no céu é feita exatamente sobre a retina, no fundo do olho. Para que a pessoa possa observar nitidamente um objeto situado próximo

ao seu rosto, será necessário um esforço para alterar a curvatura do cristalino, e assim variar a distância focal da lente. Suponha que a pessoa focalize nitidamente a estrela e, depois, um objeto situado a 10 cm da córnea de seu olho. Calcule, em milímetros, a diferença entre as distâncias focais nos dois casos. Despreze a parte fracionária de seu resultado, caso exista.

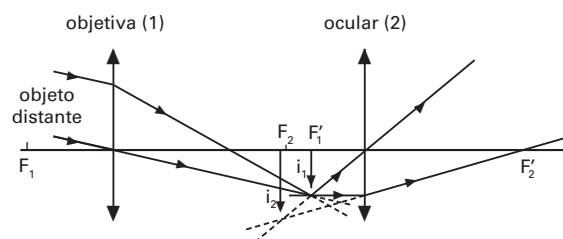


561. (PUC-MG) A figura a seguir mostra esquematicamente dois defeitos de visão, que podem ser corrigidos pelo uso das seguintes lentes:



- a) convergentes para os casos **A** e **B**.
- b) divergentes para os casos **A** e **B**.
- c) convergente para o caso **A** e divergente para o **B**.
- d) divergente para o caso **A** e convergente para o **B**.
- e) um dos defeitos mostrados não pode ser corrigido com o uso de lentes.

562. (PUCC-SP) O esquema a seguir mostra a formação da imagem em uma luneta astronômica:



Numa certa luneta as distâncias focais da objetiva e da ocular são de 60 cm e 30 cm, respectivamente, e a distância entre elas é de 80 cm. Nessa luneta a imagem final de um astro distante se formará a:

- a) 30 cm da objetiva.
- b) 30 cm da ocular.
- c) 40 cm da objetiva.
- d) 60 cm da objetiva.
- e) 60 cm da ocular.

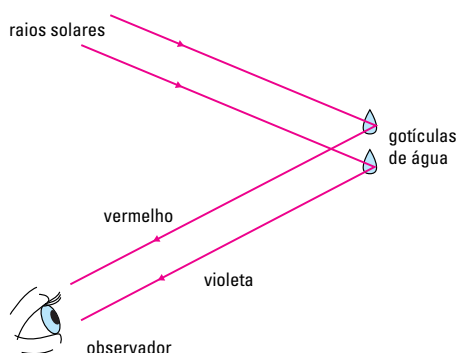
563. (PUC-MG) Quando a luz passa por um orifício muito pequeno, comparável ao seu comprimento de onda, ela sofre um efeito chamado de:

- a) dispersão.
- b) interferência.
- c) difração.
- d) refração.
- e) polarização.

564. (ITA-SP) No final de uma tarde de céu límpido, quando o Sol está no horizonte, sua cor parece “avermelhada”. A melhor explicação para esse belo fenômeno da natureza é que:

- a) o Sol está mais distante da Terra.
- b) a temperatura do Sol é menor no final da tarde.
- c) a atmosfera da Terra espalha comprimentos de ondas mais curtos, como por exemplo o da luz azul.
- d) a atmosfera da Terra absorve os comprimentos de onda azul e verde.
- e) a atmosfera da Terra difrata a luz emitida pelo Sol.

565. (PUC-MG) Escolha a opção que relacione fenômenos óticos envolvidos na formação do arco-íris.

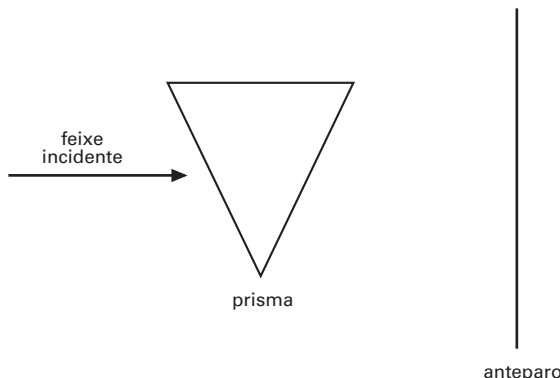


- a) difração, refração, reflexão
- b) refração, reflexão, dispersão
- c) dispersão, interferência, polarização
- d) reflexão, difração, dispersão
- e) difração, interferência, polarização

566. (ITA-SP) Devido à gravidade, um filme fino de sabão suspenso verticalmente é mais espesso embaixo do que em cima. Quando iluminado com luz branca e observado de um pequeno ângulo em relação à frontal, o filme aparece preto em cima, onde não reflete a luz. Aparecem intervalos de luz de cores diferentes na parte em que o filme é mais espesso, onde a cor da luz em cada intervalo depende da espessura local do filme de sabão. De cima para baixo, as cores aparecem na ordem:

- a) violeta, azul, verde, amarela, laranja, vermelha.
- b) amarela, laranja, vermelha, violeta, azul, verde.
- c) vermelha, violeta, azul, verde, amarela, laranja.
- d) vermelha, laranja, amarela, verde, azul, violeta.
- e) violeta, vermelha, laranja, amarela, verde, azul.

567. (UFPR) A figura a seguir representa um feixe de luz incidindo num prisma de seção triangular e, à sua direita, um anteparo. Ao atravessar o prisma, a luz sofre dispersão, observando no anteparo as cores vermelho, amarelo, verde, azul e violeta.



Sabendo que os índices de refração relativos do prisma para essas cores valem, respectivamente, 1,50, 1,51, 1,52, 1,53 e 1,54, é correto afirmar que:

- a) No interior do prisma, a luz amarela tem velocidade menor que a luz azul.
- b) Em cada face do prisma, a luz que sofre maior desvio é a violeta.
- c) Ao se percorrer o anteparo, de cima para baixo, a sequência das cores que ali aparecem é violeta, azul, verde, amarelo e vermelho.
- d) Este fenômeno que acontece no prisma é utilizado para explicar a sequência das cores que aparecem num arco-íris.
- e) Na face esquerda do prisma, uma parte do feixe incidente sofre reflexão.

568. (ITA-SP) Considere as seguintes afirmações sobre o fenômeno de interferência da luz proveniente de duas fontes:

- I) O fenômeno de interferência de luz ocorre somente no vácuo.
- II) O fenômeno de interferência é explicado pela teoria ondulatória da luz.
- III) Quaisquer fontes de luz, tanto coerentes quanto incoerentes, podem produzir o fenômeno de interferência.

Das afirmativas mencionadas, é(são) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) I e II.
- d) I e III.
- e) II e III.

569. (ITA-SP) Numa experiência de Young é usada luz monocromática. A distância entre as fendas F_1 e F_2 é $h = 2,0 \cdot 10^{-2}$ cm. Observa-se num anteparo, a uma distância $L = 1,2$ m das fendas, que a separação entre duas franjas escuras vizinhas é de $3,0 \cdot 10^{-1}$ cm. Sendo válida a aproximação $\tan \theta \approx \sin \theta$:

- I) qual é o comprimento de onda λ da luz usada na experiência?
 - II) qual é a frequência f dessa luz? (A velocidade da luz no ar é $3,0 \cdot 10^8$ m/s.)
 - III) qual é o comprimento de onda λ dessa luz dentro de um bloco de vidro cujo índice de refração é $n = 1,50$ em relação ao ar?
- a) I) $3,3 \cdot 10^{-7}$ m; II) $6,0 \cdot 10^{14}$ Hz; III) $5,0 \cdot 10^{-7}$ m.

- b) I) $4,8 \cdot 10^{-7}$ m; II) $6,0 \cdot 10$ Hz; III) $5,4 \cdot 10^{-7}$ m.
 c) I) $5,0 \cdot 10^{-3}$ m; II) $6,0 \cdot 10^{15}$ Hz; III) $3,3 \cdot 10^{-3}$ m.
 d) I) $5,0 \cdot 10^{-7}$ m; II) $6,0 \cdot 10^{14}$ Hz; III) $5,0 \cdot 10^{-7}$ m.
 e) I) $5,0 \cdot 10^{-7}$ m; II) $6,0 \cdot 10^{14}$ Hz; III) $3,3 \cdot 10^{-7}$ m.

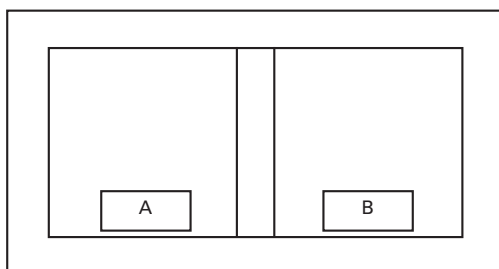
Termodinâmica

570. (Mack-SP) O coeficiente de dilatação linear de certo material é $3,6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Utilizando como unidade de temperatura o $^\circ\text{F}$ (grau Fahrenheit), então o valor do coeficiente de dilatação linear desse material será:

- a) $6,3 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{F}^{-1}$.
 b) $5,6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{F}^{-1}$.
 c) $4,0 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{F}^{-1}$.
 d) $3,6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{F}^{-1}$.
 e) $2,0 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{F}^{-1}$.

571. (PUCC-SP) Um termoscópio é um aparelho que indica variações numa propriedade que é função da temperatura. Por exemplo, a resistência elétrica de um fio aumenta com o aumento da temperatura.

Dois corpos, **A** e **B**, são colocados num recipiente de paredes adiabáticas, separados por outra parede isolante.



Um termoscópio de resistência elétrica é colocado em contato com o corpo **A**. Após estabilização, a leitura do termoscópio é 40,0. Colocado, a seguir, em contato com o corpo **B**, o mostrador do termoscópio indica também 40,0. Retirando a parede divisória e colocando o termoscópio em contato com **A** e **B**, a sua indicação deverá ser:

- a) 10,0. b) 20,0. c) 40,0. d) 80,0. e) 160.

572. (UFU-MG) Analise as afirmações a seguir:

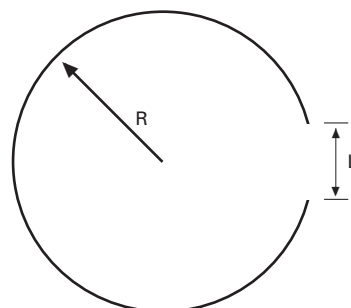
- I) Temperatura é uma grandeza física que mede o estado de agitação das partículas de um corpo, caracterizando o seu estado térmico.
- II) Condução é o processo de transmissão de calor através do qual a energia passa de partícula para partícula sem que as mesmas sejam deslocadas.
- III) Só é possível transformar calor em trabalho utilizando-se duas fontes de calor de mesma temperatura.
- IV) Colocando-se um objeto pesado sobre um bloco de gelo, mesmo que o objeto esteja na mesma temperatura do gelo, observa-se a formação de uma cavidade no gelo sob o objeto. Podemos afirmar que isso ocorre devido ao aumento na temperatura de fusão do gelo, em virtude da diminuição na pressão.

São corretas:

- a) apenas I e II.
 b) apenas III e IV.

- c) apenas I, II e III.
 d) apenas I, III e IV.
 e) I, II, III e IV.

573. (UFV-MG) A figura a seguir ilustra um arame rígido de aço, cujas extremidades estão distanciadas de **L**:



Alterando-se sua temperatura, de 293 K para 100 $^\circ\text{C}$, pode-se afirmar que a distância **L**:

- a) diminui, pois o arame aumenta de comprimento, fazendo com que suas extremidades fiquem mais próximas.
- b) diminui, pois o arame contrai com a diminuição da temperatura.
- c) aumenta, pois o arame diminui de comprimento, fazendo com que suas extremidades fiquem mais afastadas.
- d) não varia, pois a dilatação linear do arame é compensada pelo aumento do raio **R**.
- e) aumenta, pois a área do círculo de raio **R** aumenta com a temperatura.

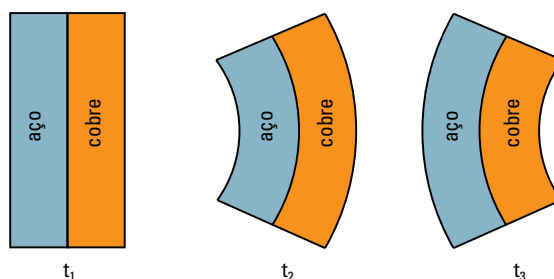
574. (UFMG) O comprimento **L** de uma barra, em função de sua temperatura **t**, é descrito pela expressão $L = L_0 + L_0\alpha(t - t_0)$, sendo **L**₀ o seu comprimento à temperatura **t**₀ e **α** o coeficiente de dilatação do material da barra. Considere duas barras, **X** e **Y**, feitas de um mesmo material. A uma certa temperatura, a barra **X** tem o dobro do comprimento da barra **Y**. Essas barras são, então, aquecidas até outra temperatura, o que provoca uma dilatação ΔX na barra **X** e ΔY na barra **Y**.

A relação correta entre as dilatações das duas barras é:

- a) $\Delta X = \Delta Y$. c) $\Delta X = \frac{\Delta Y}{2}$.
 b) $\Delta X = 4\Delta Y$. d) $\Delta X = 2\Delta Y$.

575. (PUC-MG) Na figura abaixo, estão representadas três chapas bimetálicas idênticas, formadas pela sólida junção de uma chapa de aço e de uma chapa de cobre, conforme indicado. Suas temperaturas são, respectivamente, **t**₁, **t**₂ e **t**₃. Sabe-se que os coeficientes de dilatação linear para esses materiais são:

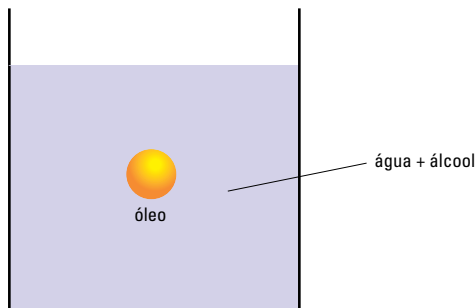
- para o aço, $\alpha = 11 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$;
- para o cobre, $\alpha = 17 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.



Assinale a alternativa que contém valores de t_1 , t_2 e t_3 , nessa ordem, compatíveis com a figura:

- a) 20 °C; 50 °C; -10 °C.
- b) 20 °C; -10 °C; 50 °C.
- c) -10 °C; 20 °C; 50 °C.
- d) 50 °C; -10 °C; 20 °C.
- e) 50 °C; 20 °C; -10 °C.

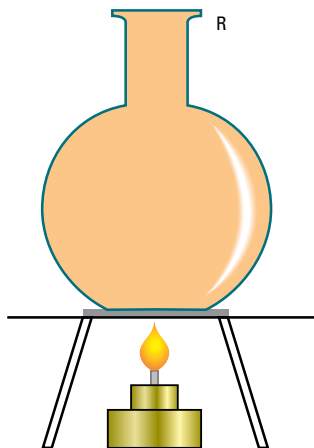
- 576.** (Cesgranrio-RJ) Misturando-se convenientemente água e álcool, é possível fazer com que uma gota de óleo fique imersa, em repouso, no interior dessa mistura, como exemplifica o desenho a seguir. Os coeficientes de dilatação térmica da mistura e do óleo valem, respectivamente, $2,0 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ e $5,0 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$.



Esfriando-se o conjunto e supondo-se que o álcool não evapore, o volume da gota:

- a) diminuirá e ela tenderá a descer.
- b) diminuirá e ela tenderá a subir.
- c) diminuirá e ela permanecerá em repouso.
- d) aumentará e ela tenderá a subir.
- e) aumentará e ela tenderá a descer.

- 577.** (UFBA) A figura a seguir representa um balão, de volume V_0 , feito de material isotrópico de coeficiente de dilatação linear α . O balão está completamente cheio de um líquido de coeficiente de dilatação volumétrica γ e de massa específica μ_0 , à temperatura θ_0 . Quando a temperatura do balão é aumentada de $\Delta\theta$, extravasa o volume V_A do líquido.



Nessas condições, pode-se afirmar:

- a) O raio R diminui quando a temperatura do balão aumenta.
- b) O balão se dilata como se fosse maciço.
- c) O coeficiente de dilatação aparente do líquido é expresso por $\gamma + 3\alpha$.

d) Após a variação de temperatura $\Delta\theta$, a massa específica do líquido passa a ser expressa por $\mu_0(1 + \gamma\Delta\theta)^{-1}$.

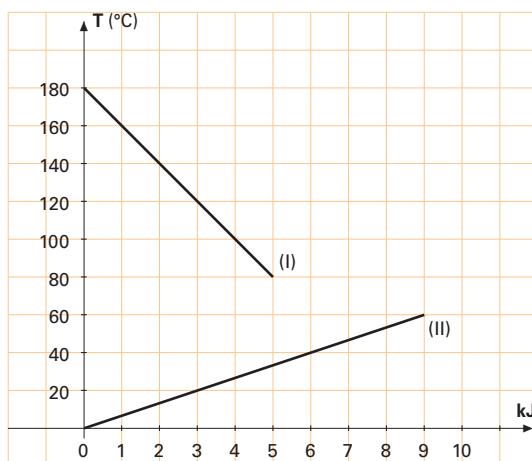
e) A dilatação do balão é igual a $V_0\gamma\Delta\theta - V_A$.

- 578.** (Uerj) Uma menina deseja fazer um chá de camomila, mas só possui 200 g de gelo a 0 °C e um forno de micro-ondas cuja potência máxima é 800 W. Considere que a menina está no nível do mar, o calor latente de fusão do gelo é 80 cal/g, o calor específico da água é 1 cal/g · °C e que 1 cal vale aproximadamente 4 J.

Usando esse forno sempre na potência máxima, o tempo necessário para a água entrar em ebulição é:

- a) 45s.
- b) 90s.
- c) 180s.
- d) 360s.

- 579.** (Fuvest-SP) No gráfico, a curva I representa o resfriamento de um bloco de metal a partir de 180 °C e a curva II, o aquecimento de uma certa quantidade de um líquido a partir de 0 °C, ambos em função do calor cedido ou recebido no processo.



Se colocarmos num recipiente termicamente isolante a mesma quantidade daquele líquido a 20 °C e o bloco a 100 °C, a temperatura de equilíbrio do sistema (líquido + bloco) será de aproximadamente:

- a) 25 °C.
- b) 30 °C.
- c) 40 °C.
- d) 45 °C.
- e) 60 °C.

- 580.** (Fuvest-SP) Dois recipientes de material termicamente isolante contêm cada um 10 g de água a 0 °C. Deseja-se aquecer até uma mesma temperatura os conteúdos dos dois recipientes, mas sem misturá-los. Para isso é usado um bloco de 100 g de uma liga metálica inicialmente à temperatura de 90 °C. O bloco é imerso durante um certo tempo num dos recipientes e depois transferido para o outro, nele permanecendo até ser atingido o equilíbrio térmico. O calor específico da água é dez vezes maior que o da liga. A temperatura do bloco, por ocasião da transferência, deve então ser igual a:

- a) 10 °C.
- b) 20 °C.
- c) 40 °C.
- d) 60 °C.
- e) 80 °C.

- 581.** (UEL-PR) Para se determinar o calor específico de uma liga metálica, um bloco de massa 500 g dessa liga foi introduzido no interior de um forno a 250 °C.

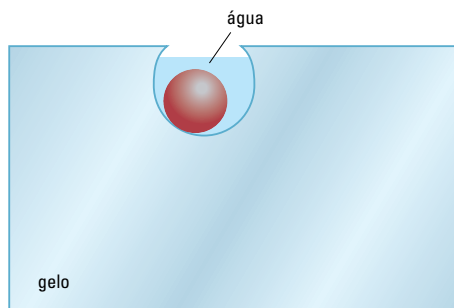
Estabelecido o equilíbrio térmico, o bloco foi retirado do forno e colocado no interior de um calorímetro de capacidade térmica

80 cal/°C, contendo 400 g de água a 20 °C. A temperatura final de equilíbrio foi obtida a 30 °C. Nessas condições, o calor específico da liga, em cal/g · °C, vale:

- a) 0,044. c) 0,030. e) 0,40.
b) 0,036. d) 0,36.

(Dado: calor específico da água = 1,0 cal/g · °C.)

- 582.** (ITA-SP) Numa cavidade de 5 cm³ feita num bloco de gelo, introduz-se uma esfera homogênea de cobre de 30 g aquecida a 100 °C, conforme o esquema a seguir:



Sabendo que o calor latente de fusão do gelo é de 80 cal/g, que o calor específico do cobre é de 0,096 cal/g · °C e que a massa específica do gelo é de 0,92 g/cm³, o volume total da cavidade é igual a:

- a) 8,9 cm³.
b) 3,9 cm³.
c) 39,0 cm³.
d) 8,5 cm³.
e) 7,4 cm³.

- 583.** (Fuvest-SP) Quando água pura é cuidadosamente resfriada, nas condições normais de pressão, pode permanecer no estado líquido até temperaturas inferiores a 0 °C, num estado instável de “superfusão”. Se o sistema é perturbado, por exemplo, por vibração, parte da água se transforma em gelo e o sistema se aquece até se estabilizar em 0 °C. O calor latente de fusão da água é $L = 80$ cal/g. Considerando-se um recipiente termicamente isolado e de capacidade térmica desprezível, contendo 1 L de água a $-5,6$ °C, à pressão normal, determine:

- a) a quantidade, em gramas, de gelo formada, quando o sistema é perturbado e atinge uma situação de equilíbrio a 0 °C;
b) a temperatura final de equilíbrio do sistema e a quantidade de gelo existente (considerando-se o sistema inicial no estado de “superfusão” a $-5,6$ °C), ao colocar-se, no recipiente, um bloco metálico de capacidade térmica $C = 400$ cal/°C, na temperatura de 91 °C.

- 584.** (Fuvest-SP) Um pesquisador estuda a troca de calor entre um bloco de ferro e certa quantidade de uma substância desconhecida, dentro de um calorímetro de capacidade térmica desprezível (ver figura 1). Em sucessivas experiências, ele coloca no calorímetro a substância desconhecida, sempre no estado sólido à temperatura $t_0 = 20$ °C, e o bloco de ferro, a várias temperaturas iniciais t_i , medindo em cada caso a temperatura final de equilíbrio térmico t_e . O gráfico da figura 2 representa o resultado das experiências. A razão das massas do bloco de ferro e da sub-

tância desconhecida é $\frac{m_{Fe}}{m_s} = 0,8$. Considere o valor do calor específico do ferro igual a 0,1 cal/g · °C.

figura 1

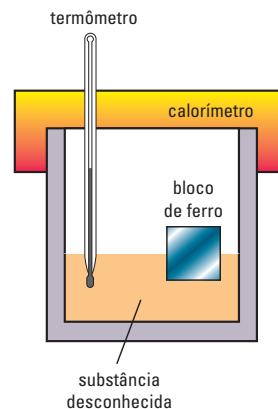
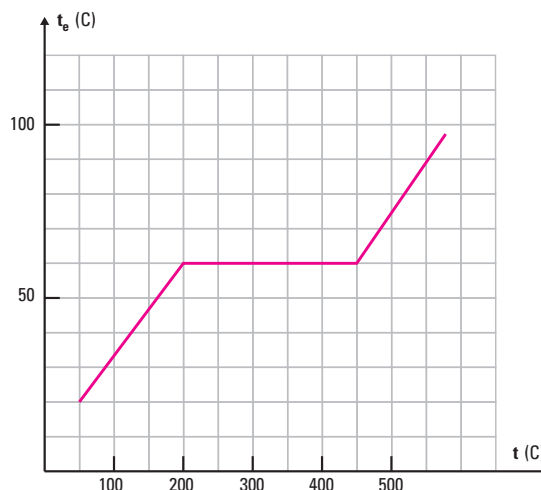


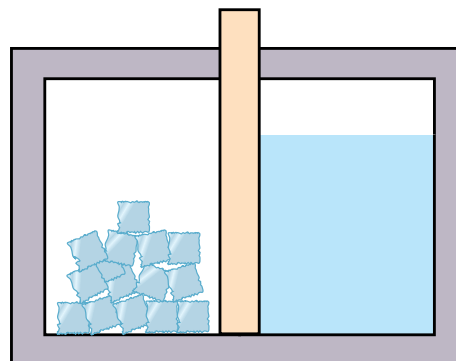
figura 2



A partir destas informações, determine para a substância desconhecida:

- a) a temperatura de fusão, $t_{fusão}$;
b) o calor específico, c_s , na fase sólida;
c) o calor latente de fusão L .

- 585.** (UFF-RJ) Um recipiente adiabático está dividido em dois compartimentos, por meio de uma placa de material isolante térmico, conforme ilustra a figura:



Inicialmente, à esquerda, tem-se a massa m_1 de gelo a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ e à direita, a massa m_2 de água a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A placa é então retirada. Após ser atingido o equilíbrio térmico, verifica-se que, no interior do recipiente, restam apenas $5,4 \cdot 10^3\text{ g}$ de água a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Determine:

- a) o valor de m_1 em gramas;
- b) o valor de m_2 em gramas;
- c) a energia absorvida pelo gelo.

(Dados: $c_{\text{água}}$ (calor específico da água) = $1,0\text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$; c_{gelo} (calor específico do gelo) = $0,50\text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$; L_{gelo} (calor latente de fusão do gelo) = 80 cal/g .)

586. (PUC-MG) Analise fisicamente as afirmativas seguintes:

- I) Para derreter um bloco de gelo rapidamente, uma pessoa embrulhou-o num grosso cobertor.
- II) Para se conservar o chope geladinho por mais tempo, deve-se colocá-lo numa caneca de louça.
- III) Um aparelho de refrigeração de ar deve ser instalado em um local alto num escritório.

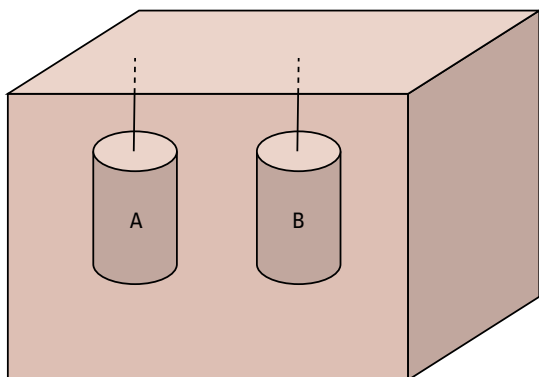
Assinale:

- a) se apenas I e II estiverem corretas.
- b) se apenas II e III estiverem corretas.
- c) se apenas I estiver correta.
- d) se apenas II estiver correta.
- e) se apenas III estiver correta.

587. (Unirio-RJ) Para que a vida continue existindo em nosso planeta, precisamos sempre do calor que emana do Sol. Sabemos que esse calor está relacionado a reações de fusão nuclear no interior desta estrela. A transferência de calor do Sol para nós ocorre através de:

- a) convecção.
- b) condução.
- c) irradiação.
- d) dilatação térmica.
- e) ondas mecânicas.

588. (PUC-MG) Na figura a seguir, está representada uma caixa totalmente fechada, cujas paredes não permitem a passagem de calor. No seu interior fez-se vácuo. Nesta caixa estão suspensos, presos por cabos isolantes térmicos, e sem tocar qualquer superfície da caixa, dois corpos, **A** e **B**, sendo, inicialmente, a temperatura de **A** maior do que a de **B**. Após algum tempo, verifica-se que **A** e **B** atingiram o equilíbrio térmico.



Sobre tal situação, é correto afirmar que a transferência de calor entre **A** e **B** não se deu:

- a) nem por condução, nem por convecção.
- b) nem por condução, nem por radiação.
- c) nem por convecção, nem por radiação.
- d) por condução, mas ocorreu por convecção e por radiação.
- e) por radiação, mas ocorreu por condução e por convecção.

589. (FGV-SP) Pedro, residente em Ubatuba, cidade litorânea, apreciador de chá, costuma prepará-lo meticulosamente, sempre da mesma forma, usando sua marca predileta, e água de uma determinada fonte de encosta, para, logo em seguida, tomá-lo bem quente. Certa vez, foi passar o inverno em Campos do Jordão, cidade serrana próxima, contudo bem mais fria, por estar em elevada altitude (1 700 m acima de Ubatuba), e, também ali preparou sua bebida predileta, seguindo rigorosamente os mesmos procedimentos adotados em Ubatuba e utilizando a mesma marca de chá, dosagem e água, inclusive, que, cuidadosamente, para lá levou, em recipiente de vidro. Contudo, ao tomar o chá, ainda bem quente, teve a nítida sensação de estar este com sabor mais fraco.

Indique a alternativa correta.

- a) Não há razão para estar mais fraca a bebida de Campos do Jordão, pois foi preparada com mesmos ingredientes e procedimentos, contudo, ela pode assim parecer se estiver menos quente.
- b) Não há razão para estar mais fraca a bebida de Campos do Jordão, pois foi preparada com mesmos ingredientes e procedimentos, contudo, como a temperatura ambiente do inverno de Campos do Jordão costuma ser inferior à de Ubatuba, é possível que tal abaixamento da temperatura tenha provocado diminuição da sensibilidade gustativa de Pedro.
- c) Mesmo utilizando os mesmos procedimentos e, supostamente, os mesmos ingredientes, a bebida de Campos do Jordão pode ser sensivelmente mais fraca, principalmente devido à deficiência de controle de qualidade na seleção e industrialização do chá.
- d) Até se utilizados os mesmos procedimentos e ingredientes, a bebida de Campos do Jordão deve ser mais fraca, em consequência de efeitos da força da gravidade.
- e) Não há nenhuma razão para bebidas preparadas em Ubatuba e Campos do Jordão, com mesmos ingredientes e procedimentos, serem mais ou menos fortes, portanto, se houve percepção diferenciada, a mais provável explicação localiza-se na capacidade perceptiva de Pedro, como a devida a resfriados e congestões nasais.

590. (PUC-MG) I) Um gás ideal submetido a uma transformação em que seu volume permanece constante não realiza trabalho durante tal transformação.

- II) A compressão rápida de um gás, como a que se observa no enchimento de um pneu de bicicleta com uma bomba manual, provoca uma elevação da temperatura desse gás.
- III) Se duas amostras de mesma massa, mas de materiais diferentes, recebem iguais quantidades de calor, sem que haja qualquer mudança de fase, acusará maior variação de temperatura aquela que tiver o menor calor específico.

Assinale:

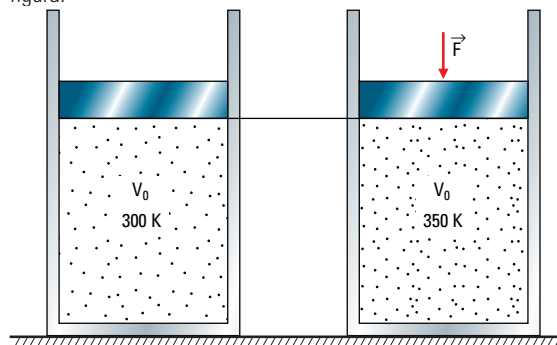
- a) se apenas as afirmativas I e II forem falsas.
- b) se apenas as afirmativas II e III forem falsas.
- c) se apenas as afirmativas I e III forem falsas.
- d) se todas forem verdadeiras.
- e) se todas forem falsas.

591. (UnB-DF) Sábado é dia de feijoada!

Cozinheiros sabem que o feijão preto costuma ser uma leguminosa difícil de ser cozida; logo, põem-no, juntamente com os demais ingredientes, em uma panela de pressão porque sabem que a temperatura dentro da panela pode atingir valores bem mais elevados que o da ebulição da água em condições normais. Para a preparação de quantidades maiores de feijoada, pode-se utilizar uma panela de 18 L ($1,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$). Nessa panela, a pressão é controlada por uma pequena válvula de 0,82 N, que repousa sobre um tubinho de 30 mm^2 ($3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$) de seção reta, por onde escapa o excesso de vapores, impedindo, assim, que a pressão se acumule perigosamente além do necessário. No instante em que a válvula começa a liberar vapores, a panela apresenta temperatura de 127°C (400 K) e $\frac{2}{3}$ de seu volume estão ocupa-

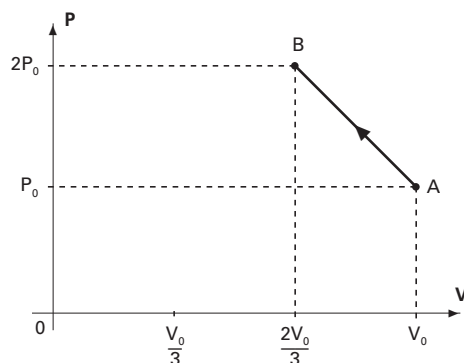
dos pela feijoada. Supondo que a massa gasosa no interior da panela comporta-se como um gás ideal, calcule o número de mols de gás que estarão presentes na panela no instante em que a válvula começa a liberar vapores. Considere a constante universal dos gases perfeitos igual a $8,2 \text{ N} \cdot \text{m/mol} \cdot \text{K}$.

592. (Vunesp) Um cilindro reto, contendo gás ideal à temperatura de 300 K, é vedado por um êmbolo pesado que pode deslizar livremente. O volume ocupado pelo gás é V_0 e a pressão exercida sobre ele pelo peso do êmbolo e da coluna de ar acima dele é igual a 12 N/cm^2 . Quando a temperatura passa para 350 K, o gás expande-se e seu volume aumenta. Para que ele volte ao seu valor original, V_0 , mantendo a temperatura de 350 K, aplica-se sobre o êmbolo uma força adicional $\vec{F}$, vertical, como mostra a figura:



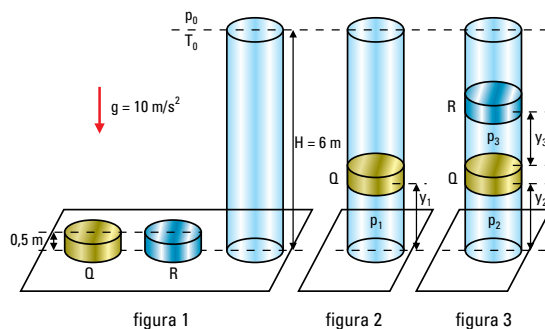
- a) Calcule a pressão do gás na situação final, isto é, quando está à temperatura de 350 K, ocupando o volume V_0 .
- b) Sabendo que o pistão tem área de 225 cm^2 , calcule o valor da força adicional $\vec{F}$ que faz o volume ocupado pelo gás voltar ao seu valor original.

593. (Uerj) Uma certa quantidade de gás oxigênio submetido a baixas pressões e altas temperaturas, de tal forma que o gás possa ser considerado ideal, sofre uma transformação $A \rightarrow B$, conforme mostra o diagrama pressão $\propto$ volume:



- a) Calcule o módulo do trabalho realizado sobre o gás, nessa transformação.
- b) Esboce o diagrama pressão $\times$ temperatura absoluta ($P \times T$), assinalando os estados **A** e **B**.

594. (Fuvest-SP) Na figura 1 estão representados um tubo vertical, com a extremidade superior aberta, e dois cilindros maciços **Q** e **R**. A altura do tubo é $H = 6,0 \text{ m}$ e a área de sua seção transversal interna é $S = 0,010 \text{ m}^2$. Os cilindros **Q** e **R** têm massa $M = 50 \text{ kg}$ e altura $h = 0,5 \text{ m}$, cada um. Eles se encaixam perfeitamente no tubo, podendo nele escorregar sem atrito, mantendo uma vedação perfeita. Inicialmente, o cilindro **Q** é inserido no tubo. Após ele ter atingido a posição de equilíbrio y_1 , indicada na figura 2, o cilindro **R** é inserido no tubo. Os dois cilindros se deslocam então para as posições de equilíbrio indicadas na figura 3. A parede do tubo é tão boa condutora de calor que durante todo o processo a temperatura dentro do tubo pode ser considerada constante e igual à temperatura ambiente T_0 .



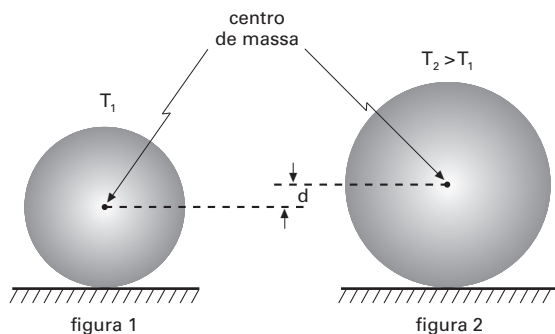
Sendo a pressão atmosférica $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$), nas condições do experimento, determine:

- a) a altura de equilíbrio inicial y_1 do cilindro **Q**;
- b) a pressão p_2 do gás aprisionado pelo cilindro **Q** e a altura de equilíbrio final y_2 do cilindro **Q**, na situação da figura 3;
- c) a distância y_3 entre os dois cilindros, na situação da figura 3.

595. (PUC-MG) No filme *Kenoma*, uma das personagens, Lineu, é um artesão que sonha construir um motor que não precise de energia para funcionar. Se esse projeto tivesse sucesso, estaria necessariamente violada a:

- a) Primeira Lei de Newton.
- b) Lei da Conservação da Energia.
- c) Lei da Conservação da Quantidade de Movimento.
- d) Primeira Lei de Kirchhoff.
- e) Lei de Snell-Descartes.

596. (Vunesp) Uma esfera metálica homogênea, inicialmente à temperatura T_1 , encontra-se em repouso sobre uma superfície horizontal rígida (figura 1). Ao receber certa quantidade de calor Q , a temperatura da esfera se eleva até T_2 e, devido ao fenômeno da dilatação, seu centro de massa sofre um deslocamento d (figura 2).

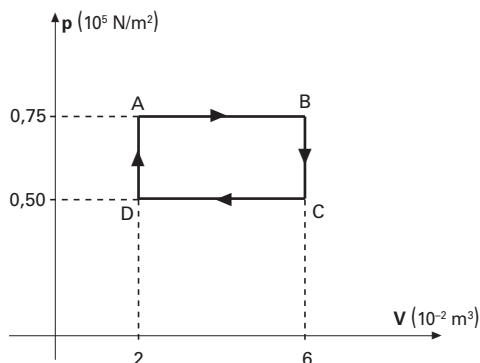


Utilizando a equação da Primeira Lei da Termodinâmica, indique:

- o trabalho realizado;
- a variação da energia interna, ocorridos em consequência da transferência da quantidade de calor Q à esfera.

(Considere o sistema no vácuo e descarte as hipóteses de perda de calor para a superfície e para o ambiente.)

597. (UFRJ) A figura representa, num gráfico pressão $\times$ volume, um ciclo de um gás ideal:

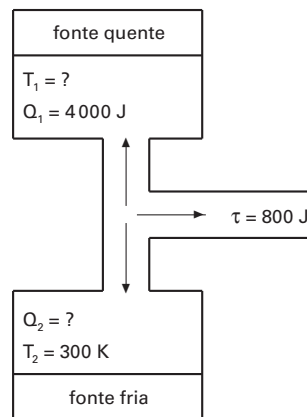


- Calcule o trabalho realizado pelo gás durante este ciclo.
- Calcule a razão entre a mais alta e a mais baixa temperatura do gás (em kelvin) durante este ciclo.

598. (UEL-PR) Suponha que num motor a explosão o gás no cilindro se expanda $1,50 \text{ L}$ ($1,50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$) sob pressão de $5,00 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Suponha também que, neste processo, são consumidos $0,20 \text{ g}$ de combustível cujo calor de combustão é $7,50 \cdot 10^3 \text{ cal/g}$. Adotando $1,0 \text{ cal} = 4,0 \text{ J}$, o rendimento deste motor, em porcentagem, é um valor mais próximo de:
- 10.
 - 13.
 - 16.
 - 20.
 - 25.

599. (PUC-SP) A turbina de um avião tem rendimento de 80% do rendimento de uma máquina ideal de Carnot operando às mesmas temperaturas. Em voo de cruzeiro, a turbina retira calor da fonte quente a 127°C e ejeta gases para a atmosfera que está a -33°C . O rendimento dessa turbina é de:
- 80%.
 - 64%.
 - 50%.
 - 40%.
 - 32%.

600. (PUC-SP) O esquema a seguir representa trocas de calor e realização de trabalho em uma máquina térmica. Os valores de T_1 e Q_2 não foram indicados mas deverão ser calculados durante a solução desta questão.

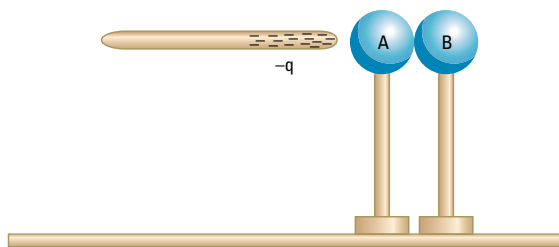


Considerando os dados indicados no esquema, se essa máquina operasse segundo um ciclo de Carnot, a temperatura T_1 , da fonte quente, seria, em Kelvins, igual a:

- 375.
- 400.
- 525.
- 1 200.
- 1 500.

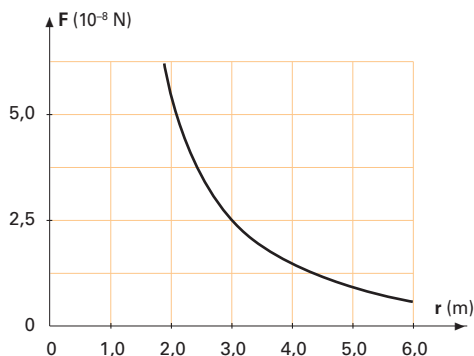
Eletrostática

601. (Furg-RS) Três esferas metálicas podem ser carregadas eletricamente. Aproximando-se as esferas duas a duas, observa-se que, em todos os casos, ocorre uma atração elétrica entre elas. Para essa situação são apresentadas três hipóteses:
- Somente uma das esferas está carregada.
 - Duas esferas estão carregadas.
 - As três esferas estão carregadas.
- Quais das hipóteses explicam o fenômeno descrito?
- Apenas a hipótese I.
 - Apenas a hipótese II.
 - Apenas a hipótese III.
 - Apenas as hipóteses II e III.
 - Nenhuma das três hipóteses.
602. (PUC-SP) Tem-se três esferas metálicas **A**, **B** e **C**, inicialmente neutras. Atrita-se **A** com **B**, mantendo **C** à distância. Sabe-se que, nesse processo, **B** ganha elétrons e que, logo após, as esferas são afastadas entre si de uma grande distância. Um bastão eletrizado positivamente é aproximado de cada esfera, sem tocá-las. Podemos afirmar que haverá atração:
- apenas entre o bastão e a esfera **B**.
 - entre o bastão e a esfera **B** e entre o bastão e a esfera **C**.
 - apenas entre o bastão e a esfera **C**.
 - entre o bastão e a esfera **A** e entre o bastão e a esfera **B**.
 - entre o bastão e a esfera **A** e entre o bastão e a esfera **C**.
603. (UFC-CE) A figura a seguir mostra as esferas metálicas, **A** e **B**, montadas em suportes isolantes. Elas estão em contato, de modo a formarem um único condutor descarregado. Um bastão isolante, carregado com carga negativa, $-q$, é trazido para perto da esfera **A**, sem tocá-la. Em seguida, com o bastão na mesma posição, as duas esferas são separadas. Sobre a carga final em cada uma das esferas podemos afirmar:



- a) a carga final em cada uma das esferas é nula.
- b) a carga final em cada uma das esferas é negativa.
- c) a carga final em cada uma das esferas é positiva.
- d) a carga final é positiva na esfera **A** e negativa na esfera **B**.
- e) a carga final é negativa na esfera **A** e positiva na esfera **B**.

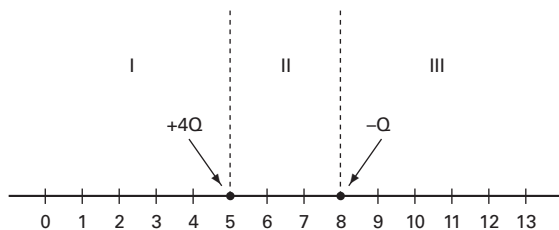
604. (UFPE) O gráfico abaixo representa a força **F** entre duas cargas pontuais positivas de mesmo valor, separadas pela distância **r**.



Determine o valor das cargas, em unidades de 10^{-9} C.

- a) 1,0. b) 2,0. c) 3,0. d) 4,0. e) 5,0.

605. (Uerj) Duas partículas de cargas $+4Q$ e $-Q$ coulombs estão localizadas sobre uma linha, dividida em três regiões I, II e III, conforme a figura abaixo:



Observe que as distâncias entre os pontos são todas iguais.

- a) Indique a região em que uma partícula positivamente carregada ($+Q$ coulomb) pode ficar em equilíbrio.
- b) Determine esse ponto de equilíbrio.

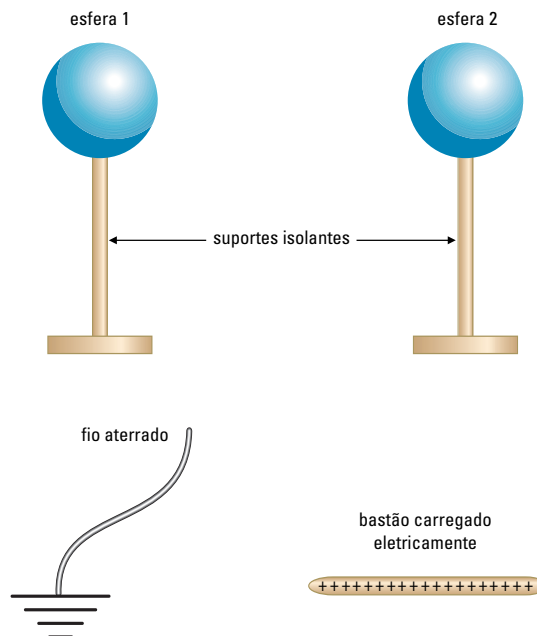
606. (Mack-SP) Nos pontos **A**(2, 2), **B**(2, -1) e **C**(-2, -1) do plano cartesiano, são colocadas, respectivamente, as cargas elétricas pontiformes $Q_A = 1,2 \mu\text{C}$, $Q_B = -1,0 \mu\text{C}$ e $Q_C = 1,6 \mu\text{C}$. Considerando que a experiência foi realizada no vácuo ($k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$) e que as distâncias são medidas em metros, a intensidade da força elétrica resultante sobre a carga Q_B , situada em **B**, é:

- a) $0,9 \cdot 10^{-3} \text{ N}$.
- b) $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$.

- c) $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$.
- d) $2,1 \cdot 10^{-3} \text{ N}$.
- e) $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$.

607. (UFV-MG) Deseja-se, dispondo do material ilustrado abaixo, carregar as esferas metálicas com cargas de mesmo módulo e sinais opostos, sem encostar o bastão nas esferas.

Descreva, em etapas, e apresentando as respectivas ilustrações, o procedimento necessário para se atingir este objetivo.



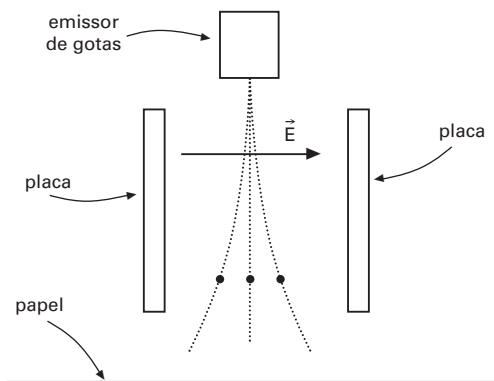
608. (Mack-SP) Ao tentar ler o parágrafo que trata das propriedades das linhas de força de um campo elétrico, Guilherme verificou que seu livro de Física apresentava algumas falhas de impressão (lacunas). O parágrafo mencionado com as respectivas lacunas era o seguinte:

As linhas de força saem de cargas (I), (II) se cruzam e quanto mais (III) maior é a intensidade do campo elétrico nessa região.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas I, II e III.

- a) positivas, nunca, afastadas
- b) positivas, nunca, próximas
- c) positivas, sempre, próximas
- d) negativas, nunca, afastadas
- e) negativas, sempre, próximas

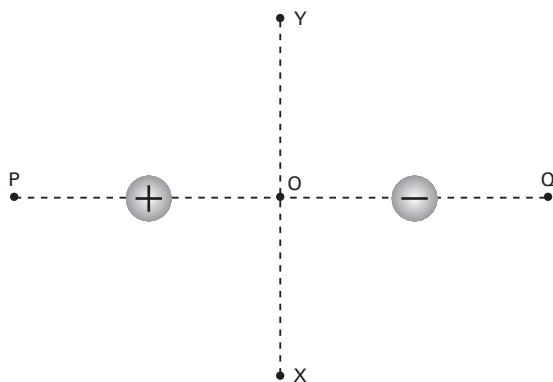
609. (UFRN) Uma das aplicações tecnológicas modernas da eletrostática foi a invenção da impressora a jato de tinta. Esse tipo de impressora utiliza pequenas gotas de tinta, que podem ser eletricamente neutras ou eletrizadas positiva ou negativamente. Essas gotas são jogadas entre as placas defletoras da impressora, região onde existe um campo elétrico uniforme $\vec{E}$, atingindo, então, o papel para formar as letras. A figura a seguir mostra três gotas de tinta, que são lançadas para baixo, a partir do emissor. Após atravessar a região entre as placas, essas gotas vão impregnar o papel. (O campo elétrico uniforme está representado por apenas uma linha de força.)



Pelos desvios sofridos, pode-se dizer que a gota 1, a 2 e a 3 estão, respectivamente:

- carregada negativamente, neutra e carregada positivamente.
- neutra, carregada positivamente e carregada negativamente.
- carregada positivamente, neutra e carregada negativamente.
- carregada positivamente, carregada negativamente e neutra.

610. (UFMG) A figura mostra duas esferas carregadas com cargas de mesmo módulo e de sinais contrários, mantidas fixas em pontos equidistantes do ponto **O**.



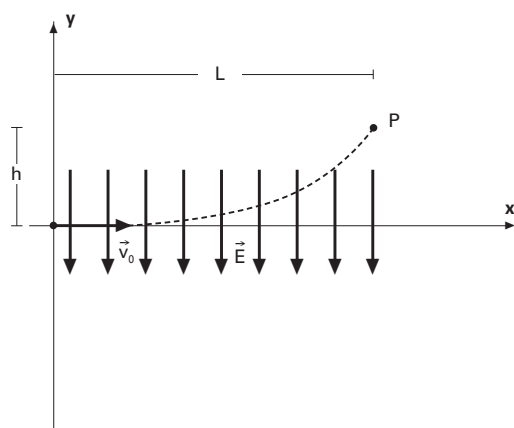
Considerando essa situação, é correto afirmar que o campo elétrico produzido pelas duas cargas:

- não pode ser nulo em nenhum dos pontos marcados.
- pode ser nulo em todos os pontos da linha XY.
- pode ser nulo nos pontos **P** e **Q**.
- pode ser nulo somente no ponto **O**.

611. (Vunesp) Uma partícula de massa **m** e carga **q** é liberada, a partir do repouso, num campo elétrico uniforme de intensidade **E**. Supondo que a partícula esteja sujeita exclusivamente à ação do campo elétrico, a velocidade que atingirá **t** segundos depois de ter sido liberada será dada por:

- $\frac{qEt}{m}$
- $\frac{mt}{qE}$
- $\frac{qmt}{E}$
- $\frac{Et}{qm}$
- $\frac{t}{qmE}$

612. (UFC-CE) Uma partícula tem massa **m** e carga elétrica **q**. Ela é projetada no plano xy, com velocidade **v₀**, ao longo do eixo **x**, a partir da origem (ver figura a seguir).

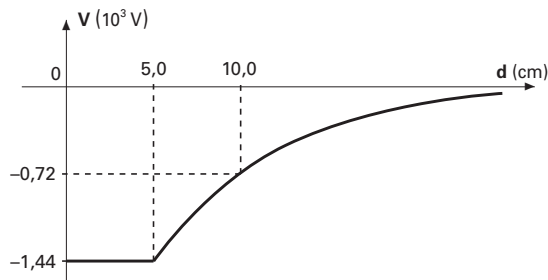


Nessa região há um campo elétrico uniforme, na direção do eixo **y**, apontando de cima para baixo. A partícula sofre um desvio igual a **h**, indo atingir o ponto **P**, de coordenadas (**L**, **h**).

- Qual o sinal da carga elétrica da partícula? Justifique sua resposta.
- Qual o valor do módulo, **E**, do campo elétrico?

613. (Mack-SP) Ao eletrizarmos uma esfera metálica no vácuo

($k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$), o potencial elétrico **V** por ela adquirido, em relação ao infinito, varia em função da distância **d** ao seu centro, conforme o gráfico:



Dados:

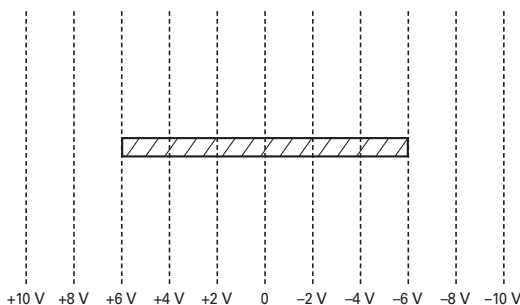
carga do elétron = $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

carga do próton = $+1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Desta forma, podemos afirmar que nessa esfera existem:

- $5 \cdot 10^{10}$ prótons a mais que o número de elétrons.
- $1 \cdot 10^{11}$ prótons a mais que o número de elétrons.
- $1 \cdot 10^9$ elétrons a mais que o número de prótons.
- $5 \cdot 10^{10}$ elétrons a mais que o número de prótons.
- $1 \cdot 10^{11}$ elétrons a mais que o número de prótons.

614. (Ufscar-SP) Na figura, as linhas tracejadas representam superfícies equipotenciais de um campo elétrico:



Se colocarmos um condutor isolado na região hachurada, podemos afirmar que esse condutor será:

- a) percorrido por uma corrente elétrica contínua, orientada da esquerda para a direita.
- b) percorrido por uma corrente elétrica contínua, orientada da direita para a esquerda.
- c) percorrido por uma corrente oscilante entre as extremidades.
- d) polarizado, com a extremidade da direita carregada negativamente e a da esquerda, positivamente.
- e) polarizado, com a extremidade da direita carregada positivamente e a da esquerda, negativamente.

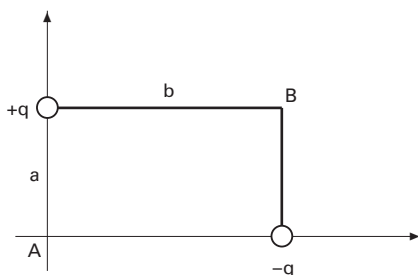
615. (Mack-SP) Em uma revista científica, o autor de um artigo sobre capacitor plano carregado afirma que ao abandonarmos entre suas placas um corpúsculo de 2 g, eletrizado positivamente com 6 μC , ele adquire movimento vertical ascendente, de aceleração constante $0,5 \text{ m/s}^2$, devido à ação do campo elétrico e do campo gravitacional. Sendo a aceleração da gravidade no local igual a 10 m/s^2 , a intensidade do campo elétrico entre as placas do capacitor é de:

- a) $1,5 \cdot 10^3 \text{ N/C}$.
- b) $2,0 \cdot 10^3 \text{ N/C}$.
- c) $2,5 \cdot 10^3 \text{ N/C}$.
- d) $3,0 \cdot 10^3 \text{ N/C}$.
- e) $3,5 \cdot 10^3 \text{ N/C}$.

616. (UEM-PR) Uma esfera metálica de raio R , isolada, está carregada com uma carga elétrica Q . Seja r a distância do centro da esfera a qualquer ponto dentro ($r < R$) ou fora ($r > R$) da esfera. Nessas condições, assinale o que for correto.

- a) A carga elétrica se distribui uniformemente em toda a massa da esfera.
- b) O campo elétrico e o potencial elétrico são constantes no interior da esfera.
- c) Para $r > R$, o campo elétrico é inversamente proporcional ao quadrado da distância e tem direção perpendicular à superfície da esfera.
- d) As equipotenciais associadas ao campo elétrico da esfera, para $r > R$, são superfícies esféricas concêntricas com a esfera e igualmente espaçadas.
- e) O potencial elétrico é uma grandeza escalar, enquanto o campo elétrico é uma grandeza vetorial.

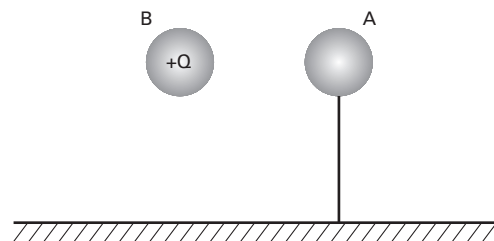
617. (UEM-PR) Duas cargas pontiformes $+q$ e $-q$ são mantidas, em equilíbrio, nos vértices do retângulo de lados $a = 3 \text{ m}$ e $b = 4 \text{ m}$, conforme a figura. Considere a constante de Coulomb $K = \frac{1}{4} \cdot \pi \epsilon_0$ e o potencial $V = 0$, no infinito.



Nessas condições, assinale o que for correto.

- a) O potencial no ponto **B** é maior que o potencial no ponto **A**, ou seja, $V_B > V_A$.
- b) No cruzamento das diagonais do retângulo, o potencial é nulo. Porém, o campo elétrico é diferente de zero.
- c) $V_A - V_B = \left(\frac{1}{6} \cdot Kq \right)$ Volts.
- d) O trabalho necessário para deslocar uma terceira carga q' , em equilíbrio, de **A** até **B**, é igual à energia potencial do sistema formado pelas três cargas.
- e) O campo elétrico resultante, no ponto **A**, é igual ao campo elétrico resultante, no ponto **B**.
- f) $(V_A - V_B) \neq (V_B - V_A)$.

618. (Fuvest-SP) Duas esferas metálicas **A** e **B** estão próximas uma da outra. A esfera **A** está ligada à Terra, cujo potencial é nulo, por um fio condutor. A esfera **B** está isolada e carregada com carga $+Q$.



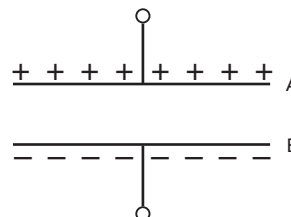
Considere as seguintes afirmações:

- I) O potencial da esfera **A** é nulo.
- II) A carga total da esfera **A** é nula.
- III) A força elétrica total sobre a esfera **A** é nula.

Está correto apenas o que se afirma em:

- a) I.
- b) I e II.
- c) I e III.
- d) II e III.
- e) I, II e III.

619. (UFPR) Considere um capacitor composto por duas placas condutoras paralelas que está sujeito a uma diferença de potencial de 100 V, representado na figura abaixo:



É correto afirmar:

- a) O potencial elétrico na placa **A** é maior que na placa **B**.
- b) Entre as placas há um campo elétrico cujo sentido vai da placa **B** para a placa **A**.
- c) Se a capacitância deste capacitor for igual a $1,00 \mu\text{F}$, a carga elétrica em cada placa terá módulo igual a $10,0 \mu\text{C}$.
- d) Um elétron que estiver localizado entre as placas será acelerado em direção à placa **A**.

e) Se a distância entre as placas for reduzida à metade, a capacitância do capacitor irá duplicar.

f) Este capacitor pode ser usado como um elemento para armazenar energia.

620. (FGV-SP) Tomemos três esferas metálicas idênticas, **A**, **B** e **C**, a primeira delas carregada com carga elétrica **q** e as outras duas neutras. Separada e sucessivamente **A** é colocada em contato com **B**, depois com **C**. Posteriormente, **A** e **B** e **A** e **C** são posicionadas conforme as figuras 1 e 2:

Observação: O raio das esferas é desprezível em relação às distâncias **d** e **2d**.

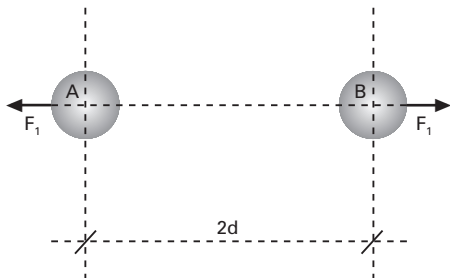


figura 1

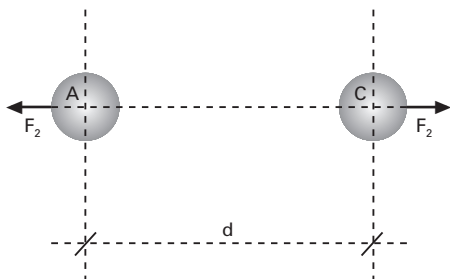
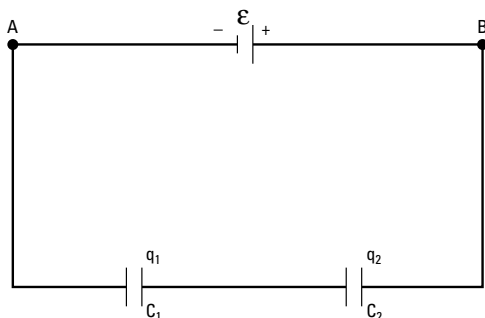


figura 2

A relação $\frac{F_1}{F_2}$ é igual a:

- a) 2. b) 4. c) $\frac{1}{2}$. d) 1. e) $\frac{1}{4}$.

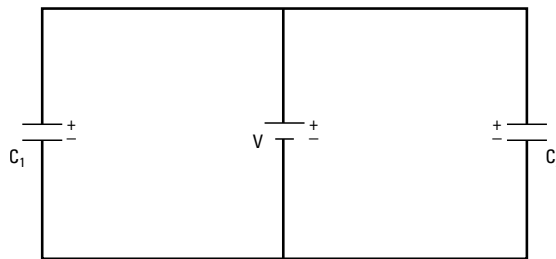
621. (UEPB) Dois capacitores de capacidades $C_1 = 12 \mu\text{F}$ e $C_2 = 6 \mu\text{F}$ estão associados em série. Aplicamos aos extremos da associação de capacitores uma diferença de potencial de 12 V, conforme mostra a figura abaixo:



A ddp nos terminais do capacitor de $12 \mu\text{F}$ em volts vale:

- a) 2. b) 4. c) 6. d) 8. e) 10.

622. (UEM-PR) Dois capacitores, de capacitâncias C_1 e C_2 , são carregados quando ligados a uma fonte de diferença de potencial **V**, conforme a figura:



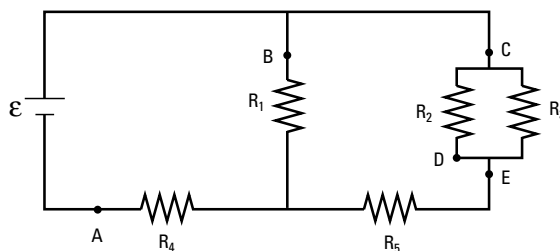
Nessas condições, assinale o que for correto:

- Os capacitores ficam submetidos às diferenças de potenciais V_1 e V_2 , sendo $V = V_1 + V_2$.
- Os capacitores adquirem cargas q_1 e q_2 , proporcionais às suas capacitâncias, sendo $q = q_1 + q_2$ a carga total do sistema.
- Introduzindo-se um dielétrico, de constante dielétrica **K**, entre as placas do capacitor C_2 , q_2 aumenta e q_1 diminui, pois a carga total do sistema permanece constante.
- Introduzindo-se um metal entre as placas do capacitor C_1 , de tal forma que o espaço entre elas fique totalmente preenchido, $q_1 = 0$ e q_2 não se altera.
- Retirando-se o capacitor C_2 (carregado) e ligando-o a outro capacitor, C_3 (descarregado), na ausência de qualquer diferença de potencial externa, a carga e a diferença de potencial do capacitor C_2 diminuem.

623. (UFRRJ) As afirmações abaixo referem-se à corrente elétrica.

- Corrente elétrica é o movimento ordenado de elétrons em um condutor.
 - Corrente elétrica é o movimento de íons em uma solução eletrolítica.
 - Corrente elétrica, em um resistor ôhmico, é inversamente proporcional à ddp aplicada e diretamente proporcional à resistência elétrica do resistor.
- Sobre as afirmativas acima, pode-se concluir que apenas:
- a I está correta.
 - a II está correta.
 - a III está correta.
 - a I e a II estão corretas.
 - a I e a III estão corretas.

As questões de números 624 e 625 referem-se ao circuito elétrico representado na figura abaixo, no qual todos os resistores têm a mesma resistência elétrica **R**.



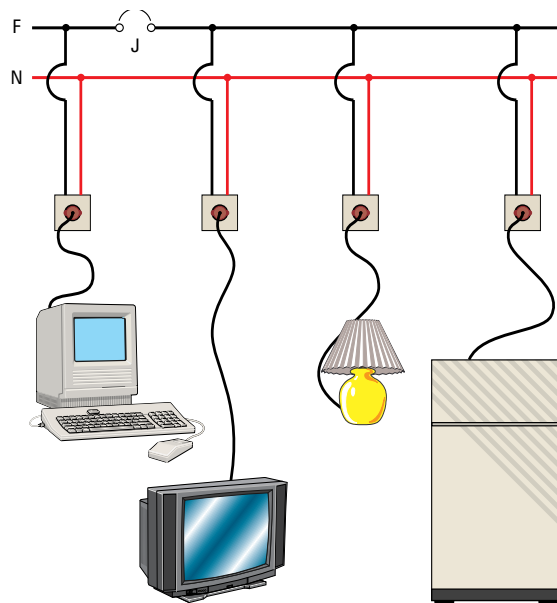
624. (UFRGS-RS) Em qual dos pontos assinalados na figura a corrente elétrica é mais intensa?

- a) A b) B c) C d) D e) E

625. (UFRGS-RS) Qual dos resistores está submetido à maior diferença de potencial?

- a) R_1 b) R_2 c) R_3 d) R_4 e) R_5

626. (UFRN) A figura abaixo representa parte do circuito elétrico ideal de uma residência, com alguns dos componentes eletrodomésticos identificados. Na corrente alternada das residências (chamada de monofásica), os dois fios recebem os nomes de “fase” (**F**) e “neutro” (**N**) ou “terra” (e não “positivo” e “negativo”, como em corrente contínua). O fio fase tem um potencial elétrico de aproximadamente 220 V em relação ao neutro ou em relação a nós mesmos (também somos condutores de eletricidade), se estivermos descalços e em contato com o chão.

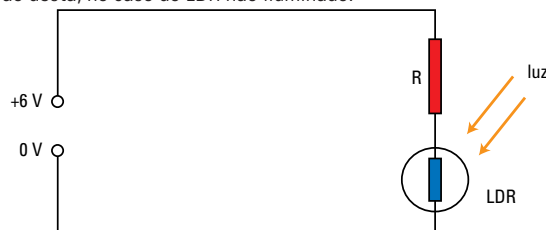


Das quatro afirmativas abaixo, apenas uma está errada. Assinale-a.

- a) Quando todos os equipamentos estão funcionando, a resistência elétrica equivalente da residência aumenta, aumentando, também, a corrente, e, por conseguinte, o consumo de energia.
b) Todos os equipamentos de dentro da residência estão em paralelo entre si, pois cada um deles pode funcionar, independentemente de os outros estarem funcionando ou não.
c) O disjuntor **J** deve ser colocado no fio fase (**F**) e não no neutro (**N**), pois, quando o desligarmos, para, por exemplo, fazermos um determinado serviço elétrico, a casa ficará completamente sem energia, eliminando-se qualquer possibilidade de risco de um choque elétrico.
d) O fusível ou disjuntor **J** está ligado em série com o conjunto dos equipamentos existentes na casa, pois, se o desligarmos, todos os outros componentes eletroeletrônicos ficarão sem poder funcionar.

627. (ITA-SP) Certos resistores quando expostos à luz variam sua resistência. Tais resistores são chamados LDR (do inglês: *Light Dependent Resistor*). Considere um típico resistor LDR feito de sulfeto de cádmio, o qual adquire uma resistência de aproximadamente $100 \, \Omega$ quando exposto à luz intensa, e de $1 \, \text{M}\Omega$ quando na mais completa escuridão. Utilizando este LDR e um resis-

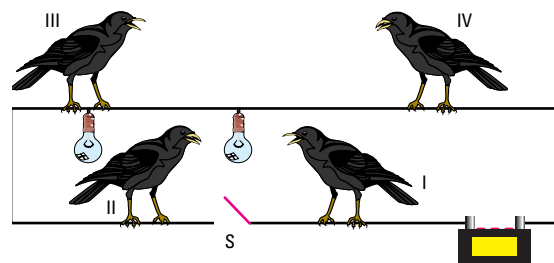
tor de resistência fixa **R** para construir um divisor de tensão, como mostrado na figura, é possível converter a variação da resistência em variação de tensão sobre o LDR, com o objetivo de operar o circuito como um interruptor de corrente (circuito de chaveamento). Para esse fim, deseja-se que a tensão através do LDR, quando iluminado, seja muito pequena comparativamente à tensão máxima fornecida, e que seja de valor muito próximo ao desta, no caso do LDR não iluminado.



Qual dos valores de **R** abaixo é o mais conveniente para que isso ocorra?

- a) $100 \, \Omega$ b) $1 \, \text{M}\Omega$ c) $10 \, \text{k}\Omega$ d) $10 \, \text{M}\Omega$ e) $10 \, \Omega$

628. (Uerj) A figura abaixo mostra quatro passarinhos pousados em um circuito no qual uma bateria de automóvel alimenta duas lâmpadas.



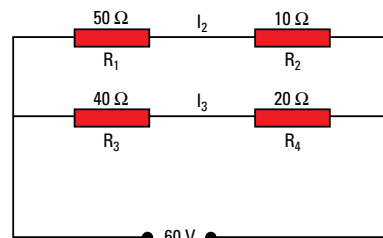
Ao ligar-se a chave **S**, o passarinho que pode receber um choque elétrico é o de número:

- a) I. b) II. c) III. d) IV.

629. (Uerj) Num detector de mentiras, uma tensão de 6 V é aplicada entre os dedos de uma pessoa. Ao responder a uma pergunta, a resistência entre os seus dedos caiu de $400 \, \text{k}\Omega$ para $300 \, \text{k}\Omega$. Nesse caso, a corrente no detector apresentou variação, em μA , de:

- a) 5. b) 10. c) 15. d) 20.

630. (Unifor-CE) Considere o esquema abaixo:



No circuito representado, a razão $\frac{I_2}{I_3}$, entre as intensidades de corrente elétrica nos resistores **R₂** e **R₃**, é:

- a) 0,20. b) 0,25. c) 1,0. d) 4,0. e) 5,0.

631. (UEPB) Considere as seguintes proposições:

- I) Numa lâmpada se acha gravado (5 W – 5 V) e sua resistência elétrica equivale a $1,0 \, \Omega$.
II) Um condutor ôhmico é caracterizado por apresentar corrente proporcional à voltagem a ele aplicada.

III) Numa associação de resistores em série, o que caracteriza a ligação é o fato de cada resistor ser percorrido pela mesma corrente elétrica.

IV) Numa associação de resistores em paralelo, o que caracteriza a ligação é o fato de que todos os resistores estão submetidos à mesma ddp.

Com base na análise feita, assinale a alternativa correta:

- a) Apenas as proposições II e III são verdadeiras.
- b) Apenas as proposições I e III são falsas.
- c) Apenas as proposições I e II são falsas.
- d) Apenas a proposição I é falsa.
- e) Apenas a proposição IV é verdadeira.

632. (Esfaio-RJ) A potência dissipada por um chuveiro elétrico é 4 000 W quando submetido a uma voltagem de 120 V. Em relação à resistência elétrica utilizada nesse chuveiro, determine:

- a) seu valor;
- b) a energia dissipada em 10s.

633. (UFPA) Dispõe-se de duas pilhas idênticas para acender lâmpadas, cujas resistências elétricas são representadas genericamente por **R**. Essas pilhas podem ser associadas em série, como mostra a figura **A**, ou em paralelo, como mostra a figura **B**:

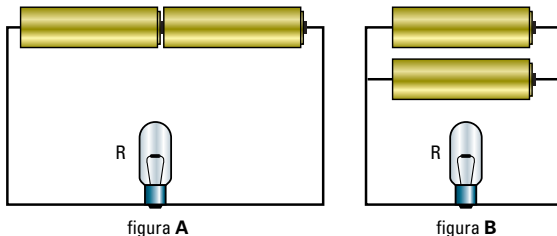


figura **A**

figura **B**

O gráfico a seguir mostra a potência útil dissipada por cada uma das associações, em função da resistência **R** da lâmpada que compõe o circuito externo:



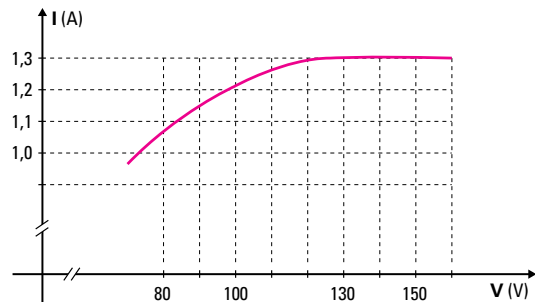
Analisando o gráfico responda às perguntas abaixo:

- a) Se a resistência elétrica da lâmpada for 1 Ω , qual das duas associações deve ser utilizada para produzir maior brilho na lâmpada? Justifique.
- b) Desejando-se que o brilho da lâmpada seja o mesmo em qualquer das duas associações em que ela for ligada, selecione, entre os valores apresentados no gráfico, o valor da resistência elétrica da lâmpada que atenda a essa condição. Justifique.

634. (UEPB) Um jovem estuda durante 2 horas todas as noites, mantendo em seu quarto, nesse período, uma lâmpada acesa de 120 W. Sabendo que na cidade onde ele mora, o preço de 1 kWh de energia elétrica custa R\$ 0,25, para manter a lâmpada acesa, o estudante paga à companhia de eletricidade, por mês (30 dias), o valor, em reais, de:

- a) 1,20.
- b) 1,50.
- c) 1,80.
- d) 1,60.
- e) 2,20.

635. (Fuvest-SP) Um certo tipo de lâmpada incandescente comum, de potência nominal 170 W e tensão nominal 130 V, apresenta a relação da corrente (**I**), em função da tensão (**V**), indicada no gráfico abaixo.



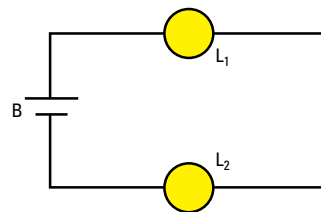
Suponha que duas lâmpadas (**A** e **B**), desse mesmo tipo, foram utilizadas, cada uma, durante 1 hora, sendo:

- **A** – em uma rede elétrica de 130 V;
- **B** – em uma rede elétrica de 100 V.

Ao final desse tempo, a diferença entre o consumo de energia elétrica das duas lâmpadas, em watt-hora (Wh), foi aproximadamente de:

- a) 0 Wh.
- b) 10 Wh.
- c) 40 Wh.
- d) 50 Wh.
- e) 70 Wh.

636. (UFPI) Duas lâmpadas, **L**₁ e **L**₂, de 80 W e de 60 W, respectivamente, estão ligadas, em série, alimentadas por uma bateria. Sejam **V**₁ a diferença de potencial entre os terminais de **L**₁ e **V**₂ a diferença de potencial entre os terminais de **L**₂.



Admitindo que as resistências mantêm os mesmos valores que têm quando dissipam as potências nominais, então a razão $\frac{V_2}{V_1}$ é igual a:

- a) $\frac{3}{4}$.
- b) 1.
- c) $\frac{4}{3}$.
- d) $\frac{5}{3}$.
- e) $\frac{7}{4}$.

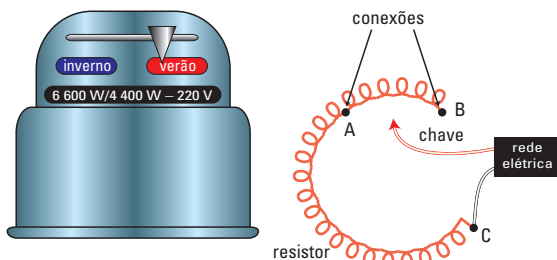
637. (Ufscar-SP) Por recomendação de um eletricista, o proprietário substituiu a instalação elétrica de sua casa, e o chuveiro, que estava ligado em 110 V, foi trocado por outro chuveiro de mesma potência, ligado em 220 V. A vantagem dessa substituição está:

- a) no maior aquecimento da água que esse outro chuveiro vai proporcionar.
- b) no menor consumo de eletricidade desse outro chuveiro.
- c) na dispensa do uso de disjuntor para o circuito desse outro chuveiro.
- d) no barateamento da fiação do circuito desse outro chuveiro, que pode ser mais fina.
- e) no menor volume de água de que esse outro chuveiro vai necessitar.

638. (UFMG) Na bateria de um automóvel, há as seguintes especificações: 12 V e 40 Ah (Ampère-hora). Esse automóvel foi deixado com dois faróis e dois faroletes acesos. A potência das lâmpadas de cada farol é de 30 W e a de cada farolote é de 10 W.

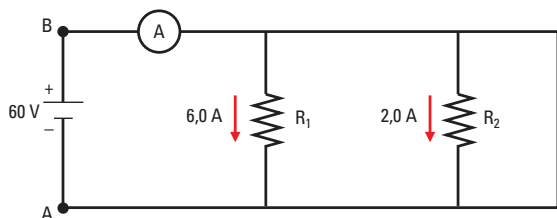
- a) Determine a grandeza física associada à especificação Ah. Justifique sua resposta.
 b) Calcule o tempo decorrido desde o instante em que os faróis e os faroletes do automóvel foram ligados até o momento em que a bateria se descarregou totalmente. Despreze a resistência interna da bateria.
 c) Responda: Em uma situação real, o tempo para a descarga total da bateria é maior, menor ou igual ao calculado no item 2? Justifique sua resposta.

- 639.** (UFJF-MG) Uma lâmpada é fabricada para dissipar a potência de 100 W quando alimentada com a ddp de 120 V. Se a lâmpada for ligada numa ddp de 127 V, então:
 a) a potência dissipada aumentará cerca de 12%.
 b) a corrente que a percorre não mudará.
 c) a sua resistência elétrica diminuirá cerca de 18%.
 d) a corrente que a percorre diminuirá, mantendo a potência inalterada.
- 640.** (Mack-SP) Na figura, temos a ilustração de um chuveiro elétrico, com suas especificações impressas e o esquema da parte interna, destacando-se o resistor, a chave e os pontos onde ela se conecta para regular a temperatura desejada da água, ou seja, inverno (água quente) e verão (água morna).



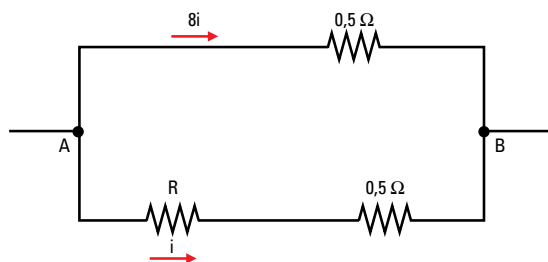
Das afirmações abaixo, assinale a correta.

- a) No verão, a chave se conecta em **A** e a resistência elétrica neste caso vale 11Ω .
 b) No verão, a chave se conecta em **B** e a resistência elétrica neste caso vale 11Ω .
 c) No inverno, a chave se conecta em **A** e a resistência elétrica neste caso vale 11Ω .
 d) No inverno, a chave se conecta em **B** e a resistência elétrica neste caso vale 11Ω .
 e) No inverno, a chave se conecta em **B** e a resistência elétrica neste caso vale $7,3 \Omega$.
- 641.** (UEPB) No circuito abaixo representado, a diferença de potencial entre os terminais da bateria, considerada ideal, é de 60 V. A intensidade de corrente que passa pelos resistores R_1 e R_2 são, respectivamente, (6,0 e 2,0) ampères.



A resistência equivalente ligada aos terminais da bateria, em ohms, vale:
 a) 7,5. b) 40. c) 15. d) 8,0. e) 20.

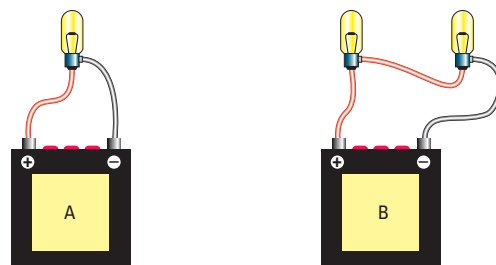
- 642.** (UFPE) A figura a seguir representa um trecho de um circuito elétrico. A diferença de potencial entre os pontos **A** e **B** é 20 V.



Qual é o valor da resistência **R**, em ohms?

- a) 0,5 b) 1,5 c) 2,5 d) 3,5 e) 4,5

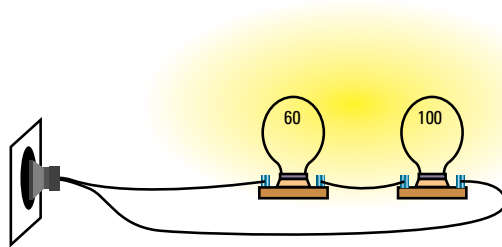
- 643.** (PUC-RJ) Considere duas situações. Na situação **A**, uma lâmpada é conectada a uma bateria, e, na situação **B**, duas lâmpadas iguais à utilizada na situação **A** são conectadas em série à mesma bateria.



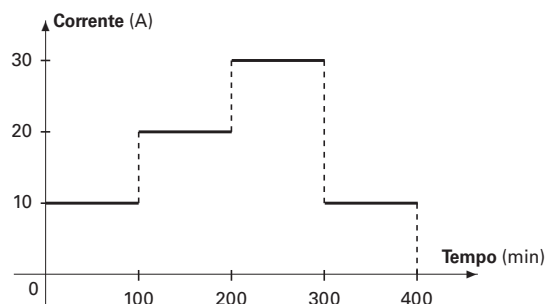
Comparando-se as duas situações, na situação **B**, a bateria provê:

- a) a mesma luminosidade. d) maior luminosidade.
 b) maior corrente. e) menor tensão.
 c) menor corrente.

- 644.** (PUC-RJ) A tomada de sua casa produz uma ddp de 120 V. Você vai ao supermercado e compra duas lâmpadas, uma de 60 W e outra de 100 W. Essas especificações correspondem à situação em que a lâmpada é conectada isoladamente à tensão considerada. Você conecta as duas lâmpadas em série como mostrado na figura. Qual a que brilhará mais?



- 645.** (Uerj) O gráfico mostra a variação da corrente eficaz, em ampères, de um aquecedor elétrico que operou sob tensão eficaz de 120 V, durante 400 min.



a) Se o custo da energia elétrica é de 20 centavos de real por quilowatt-hora, determine o custo, em reais, da energia cedida ao aquecedor durante os 400min indicados.

b) Se $\frac{1}{3}$ da energia total cedida ao aquecedor, nos primeiros

42min de funcionamento, foi utilizada para aquecer 10 L de água, determine a variação de temperatura da água. Utilize o calor específico da água como $4,2 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$.

646. (UFRN) Nos meses de maio e junho, a temperatura cai um pouco em várias cidades do Rio Grande do Norte. Isso faz com que algumas famílias passem a utilizar o chuveiro elétrico para um banho morno. O Sr. Newton vai ao comércio e solicita do vendedor um chuveiro de pouca potência (**P**), que apenas “quebre a frieza” da água, pois está preocupado com o aumento do consumo de energia elétrica (**E**) e, por conseguinte, com o aumento da sua conta mensal. O vendedor lhe oferece dois chuveiros (ôhmicos, comuns) para a voltagem (**V**) do Rio Grande do Norte, que é 220 V: um com resistência elétrica (**R**) de $20,0 \, \Omega$ e outro de $10,0 \, \Omega$, por onde circula a corrente (**i**) que aquece a água.

a) Qual dos dois chuveiros o Sr. Newton deve escolher, tendo em vista sua preocupação econômica? Justifique.

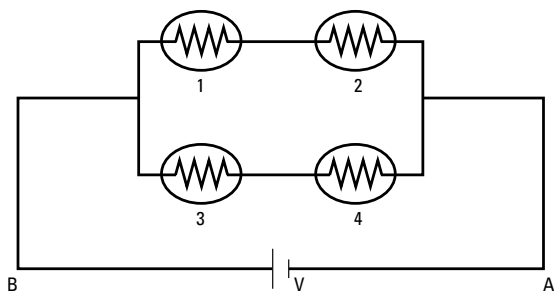
(Lembre que: $P = Vi$ e $V = Ri$.)

b) Após fazer sua escolha, o Sr. Newton decide estimar em quantos graus o chuveiro é capaz de aumentar a temperatura da água. A partir do diâmetro do cano que leva água ao chuveiro, ele sabe que a quantidade de massa (**m**) d'água que cai em cada segundo (vazão) é de 30,25 g. O Sr. Newton supõe, como primeira aproximação, que toda a energia elétrica (**E**) é dissipada na forma de calor (**Q**) pelo resistor do chuveiro, sendo totalmente absorvida pela água. Além disso, ele ouve, no rádio, que a temperatura na sua cidade permanece estável, na marca dos 23°C .

Ajude o Sr. Newton a fazer a estimativa da temperatura (θ_{final}) em que ele tomará seu banho morno.

(Lembre que: $E = Pt$, em que **t** representa tempo; $Q = mc\Delta\theta$, em que $c = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ é o calor específico da água; $\Delta\theta = \theta_{\text{final}} - \theta_{\text{inicial}}$ é a variação da temperatura da água, sendo θ_{inicial} e θ_{final} respectivamente, as temperaturas inicial e final da água, que podem ser medidas em graus Celsius e $1 \text{ J} \approx 0,2 \text{ cal}$.)

647. (ITA-SP) Quatro lâmpadas idênticas 1, 2, 3 e 4, de mesma resistência **R**, são conectadas a uma bateria com tensão constante **V**, como mostra a figura:



Se a lâmpada 1 for queimada, então:

a) a corrente entre **A** e **B** cai pela metade e o brilho da lâmpada 3 diminui.

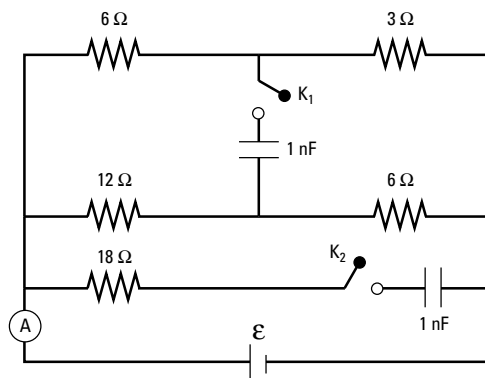
b) a corrente entre **A** e **B** dobra, mas o brilho da lâmpada 3 permanece constante.

c) o brilho da lâmpada 3 diminui, pois a potência drenada da bateria cai pela metade.

d) a corrente entre **A** e **B** permanece constante, pois a potência drenada da bateria permanece constante.

e) a corrente entre **A** e **B** e a potência drenada da bateria caem pela metade, mas o brilho da lâmpada 3 permanece constante.

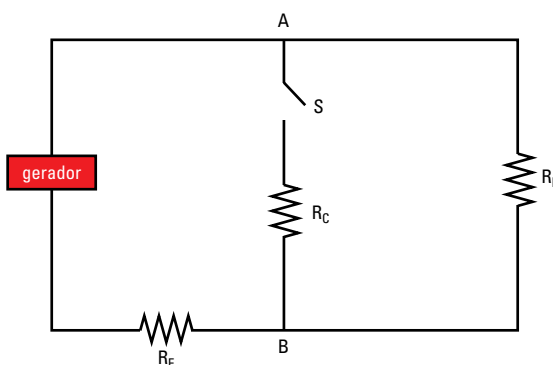
648. (Mack-SP) Num circuito elétrico dispomos de cinco resistores, dois capacitores, um gerador ideal, um amperímetro ideal e das chaves **K**₁ e **K**₂. Estes dispositivos estão associados conforme a figura e, quando as chaves estão ambas abertas, o amperímetro indica a passagem de uma corrente de intensidade 3 A.



Ao fecharmos **K**₁ e **K**₂, desprezando o tempo necessário para que os capacitores se carreguem, o amperímetro acusará a passagem da corrente de intensidade:

a) 1 A. b) 2 A. c) 3 A. d) 4 A. e) 5 A.

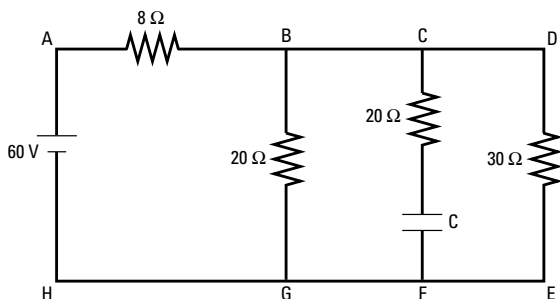
649. (UFJF-MG) Na figura abaixo esquematizamos um circuito elétrico contendo um chuveiro de resistência $R_c = 11 \, \Omega$, uma lâmpada de resistência $R_l = 110 \, \Omega$ e um gerador de corrente contínua que produz uma diferença de potencial de $V = 120 \text{ V}$. A ligação do gerador até os pontos **A** e **B** é feita por um fio metálico que não é ideal, ou seja, um fio que possui uma resistência elétrica $R_f = 10 \, \Omega$.



a) Encontre a resistência equivalente e a corrente total do circuito quando a chave **S** estiver fechada.

b) Encontre a potência elétrica dissipada pela lâmpada, quando a chave **S** estiver fechada e quando ela estiver aberta. Com base nestes resultados, tire suas conclusões sobre a mudança da intensidade luminosa da lâmpada quando a chave **S** é fechada.

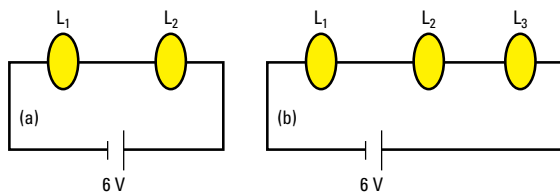
650. (UFG-GO) Um estudante encontrou, em um laboratório de eletricidade, o circuito a seguir.



Utilizando instrumentos de medidas apropriados, ele verificou que o capacitor **C** estava carregado, e que:

- a resistência equivalente do circuito era $15,5 \Omega$.
- a corrente entre os pontos **C** e **F** era nula.
- a ddp entre os pontos **A** e **B** era igual à ddp entre os pontos **D** e **E**.
- a potência dissipada pelo resistor de 30Ω era menor do que a potência dissipada pelo resistor de 20Ω situado entre os pontos **B** e **G**.

- 651.** (UFC-CE) No circuito mostrado, na figura (a), a corrente através da lâmpada L_1 é 1 A e a diferença de potencial através dela é 2 V. Uma terceira lâmpada, L_3 , é inserida, em série, no circuito e a corrente através de L_1 cai para 0,5 A [figura (b)]. As diferenças de potencial (V_1 , V_2 e V_3), em volts, através das lâmpadas L_1 , L_2 e L_3 , são, respectivamente:



- 2, 3 e 1.
- 2, 2 e 2.
- 1, 2 e 3.
- 2, 1 e 3.
- 3, 2 e 1.

- 652.** (PUC-SP) Pensando em comprar um forno elétrico, um jovem percorre uma loja e depara-se com modelos das marcas **A** e **B**, cujos dados nominais são:

marca **A**: 220 V – 1 500 W; marca **B**: 115 V – 1 300 W

Se a tensão (ddp) fornecida nas tomadas da sua residência é de 110 V, verifique, entre as alternativas seguintes, aquela em que são corretas tanto a razão quanto a justificativa.

- O jovem deve escolher o forno **B**, pois sua tensão nominal é compatível com a rede elétrica e ele dissipará, quando ligado, uma potência inferior à do forno **A**.
- O jovem não deve comparar nenhum deles, uma vez que ambos queimarão ao serem ligados, pois suas tensões nominais são maiores que 110 V.
- O jovem deve escolher o forno **A**, pois sua tensão nominal é maior do que a do forno **B**, causando maior aquecimento.
- O jovem deve escolher o forno **B**, pois sua tensão nominal é compatível com a rede elétrica e ele dissipará, quando ligado, uma potência superior à do forno **A**.
- O jovem deve escolher o forno **A**, pois sua tensão nominal é compatível com a rede elétrica e ele dissipará, quando ligado, uma potência superior à do forno **B**.

- 653.** (Unicamp-SP) Um escritório tem dimensões iguais a $5 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ e possui paredes bem isoladas. Inicialmente a temperatura no

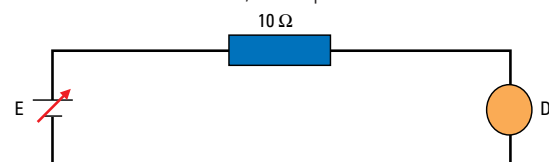
interior do escritório é de 25°C . Chegam então as 4 pessoas que nele trabalham, e cada uma liga seu microcomputador. Tanto uma pessoa como um microcomputador dissipam em média 100 W cada na forma de calor. O aparelho de ar condicionado instalado tem a capacidade de diminuir em 5°C a temperatura do escritório em meia hora, com as pessoas presentes e os micros ligados. A eficiência do aparelho é de 50%. Considere o calor específico do ar igual a $1\,000 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ e sua densidade igual a $1,2 \text{ kg/m}^3$.

- Determine a potência elétrica consumida pelo aparelho de ar condicionado.
- O aparelho de ar condicionado é acionado automaticamente quando a temperatura do ambiente atinge 27°C , abaixando-a para 25°C . Quanto tempo depois da chegada das pessoas no escritório o aparelho é acionado?

- 654.** (UFPE) Um fio de cobre foi partido em dois pedaços de comprimento $\ell_1 = 2,0 \text{ m}$ e $\ell_2 = 3,0 \text{ m}$. Determine a razão $\frac{R_2}{R_1}$ entre as resistências elétricas dos dois pedaços.

- $\frac{3}{8}$
- $\frac{4}{9}$
- $\frac{12}{9}$
- $\frac{3}{2}$
- $\frac{9}{4}$

- 655.** (UFC-CE) No circuito abaixo, **D** é um dispositivo cujo comportamento depende da diferença de potencial aplicada sobre ele: comporta-se como um resistor normal de resistência igual a 5Ω , enquanto a diferença de potencial entre seus extremos for inferior a $3,0 \text{ V}$, e impede que essa diferença de potencial ultrapasse $3,0 \text{ V}$, mesmo que a fem, **E**, da bateria (ideal) aumente. A fem, **E**, está aumentando continuamente. Quando **E** atingir 12 V , o valor da corrente no circuito será, em ampères:

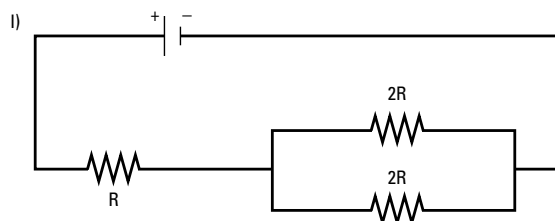


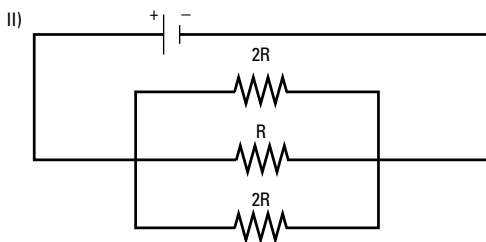
- 0,5.
- 0,8.
- 0,9.
- 1,0.
- 1,2.

- 656.** (UFPR) Dois fios condutores retos **A** e **B**, de mesmo material, têm o mesmo comprimento, mas a resistência elétrica de **A** é a metade da resistência de **B**. Sobre tais fios, é correto afirmar:

- A área da secção transversal de **A** é quatro vezes menor que a área da secção transversal de **B**.
- Quando percorridos por corrente elétrica de igual intensidade, a potência dissipada por **B** é maior que a dissipada por **A**.
- Quando submetidos à mesma tensão elétrica, a potência dissipada por **A** é maior que a dissipada por **B**.
- Quando ligados em série, a tensão elétrica em **B** é maior que a tensão elétrica em **A**.
- Quando ligados em paralelo, a corrente elétrica que passa por **A** é igual à corrente elétrica que passa por **B**.

- 657.** (FGV-SP) Nos circuitos I e II abaixo os geradores têm a mesma fem e resistência interna igual a zero.

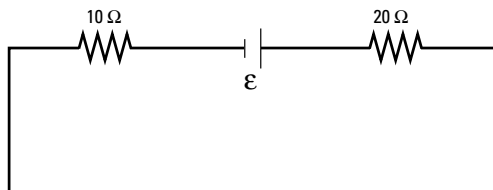




A razão $\frac{P_I}{P_{II}}$ entre as potências geradas pelos geradores I e II é:

- a) 1,00. b) 1,67. c) 0,60. d) 2,78. e) 0,25.

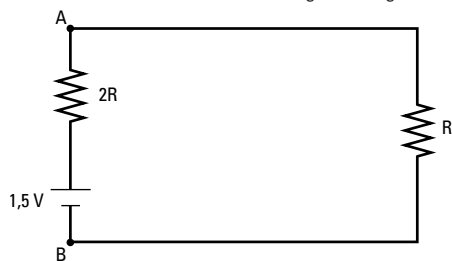
658. (Vunesp) Dois resistores, um de $10\ \Omega$ e outro de $20\ \Omega$, estão ligados a uma bateria de fem ε e resistência interna desprezível, como mostra a figura:



Se a corrente que passa pelo circuito for igual a $0,6\text{ A}$, o valor da fem ε , em volts, será igual a:

- a) 4. b) 6. c) 18. d) 36. e) 50.

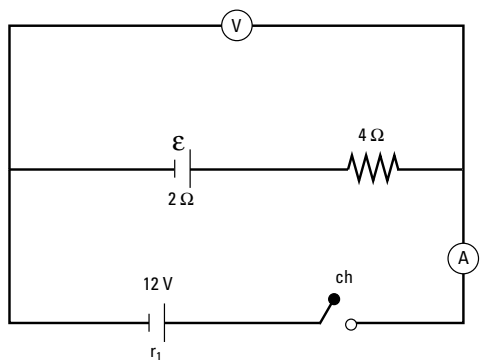
659. (Vunesp) Dois resistores, um com resistência R e outro com resistência $2R$, e uma pilha de $1,5\text{ V}$ e resistência interna desprezível são montados como mostra a figura a seguir.



Determine:

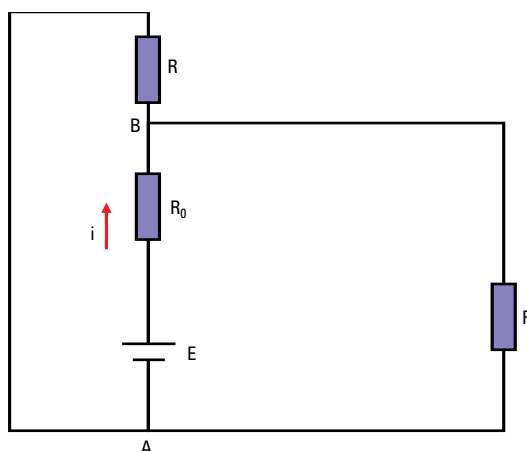
- a) o valor de R , supondo que a corrente que passa pela pilha é igual a $0,1\text{ A}$;
b) a diferença de potencial V_{AB} entre A e B .

660. (Mack-SP) No circuito elétrico representado abaixo, o voltímetro e o amperímetro são ideais. Observa-se que, com a chave ch aberta, o voltímetro marca 30 V e, com ela fechada, o amperímetro marca 2 A . A resistência r_1 do receptor vale:



- a) $0,5\ \Omega$. b) $1\ \Omega$. c) $2\ \Omega$. d) $3\ \Omega$. e) $4\ \Omega$.

661. (Unf-RJ) No circuito esquematizado abaixo, a corrente elétrica i do ponto A para o ponto B é igual a $3,0\text{ A}$.

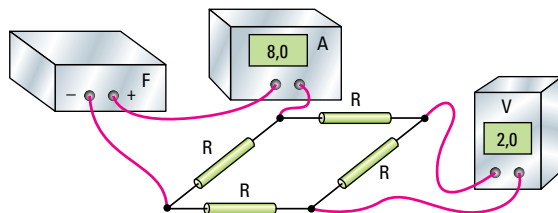


A bateria ideal tem força eletromotriz $E = 9,0\text{ V}$ e $R_0 = 2,0\ \Omega$.

Calcule:

- a) a potência dissipada no resistor R_0 ;
b) o valor de R .

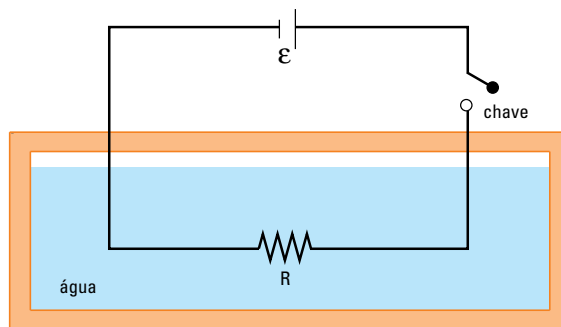
662. (Fuvest-SP) Considere a montagem abaixo, composta por quatro resistores iguais R , uma fonte de tensão F , um medidor de corrente A , um medidor de tensão V e fios de ligação. O medidor de corrente indica $8,0\text{ A}$ e o de tensão $2,0\text{ V}$.



Pode-se afirmar que a potência total dissipada nos quatro resistores é, aproximadamente, de:

- a) 8 W . b) 16 W . c) 32 W . d) 48 W . e) 64 W .

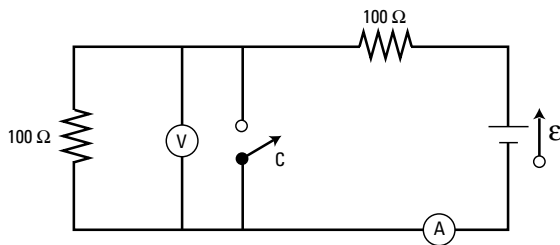
663. (Vunesp) Um resistor de resistência R , ligado em série com um gerador de fem ε e resistência interna desprezível, está imerso em $0,80\text{ kg}$ de água, contida num recipiente termicamente isolado. Quando a chave, mostrada na figura, é fechada, a temperatura da água sobe uniformemente à razão de $2,0\ ^\circ\text{C}$ por minuto.



- a) Considerando o calor específico da água igual a $4,2 \cdot 10^3\text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ e desprezando a capacidade térmica do recipiente e do resistor, determine a potência elétrica P dissipada no resistor.

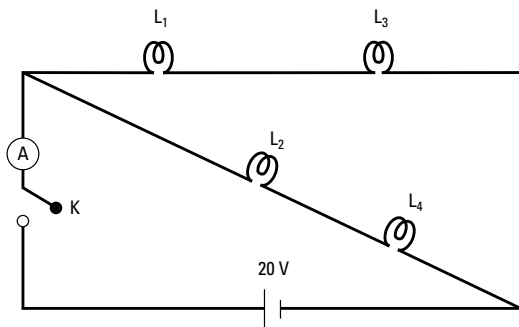
b) Sabendo que $\mathcal{E} = 28 \text{ V}$, determine a corrente I no circuito e a resistência R do resistor.

664. (UFPE) No circuito da figura, o amperímetro **A** e o voltmímetro **V** são ideais. O voltmímetro marca 50 V quando a chave **C** está aberta.



Com a chave fechada, o amperímetro marcará:

- a) 0,1 A. b) 0,2 A. c) 0,5 A. d) 1,0 A. e) 2,0 A.
665. (Mack-SP) Quatro lâmpadas, associadas de acordo com o esquema abaixo, apresentam as seguintes inscrições nominais:
- | | |
|--|--|
| $L_1 \rightarrow (10 \text{ W}, 20 \text{ V})$ | $L_3 \rightarrow (5 \text{ W}, 10 \text{ V})$ |
| $L_2 \rightarrow (20 \text{ W}, 20 \text{ V})$ | $L_4 \rightarrow (10 \text{ W}, 10 \text{ V})$ |

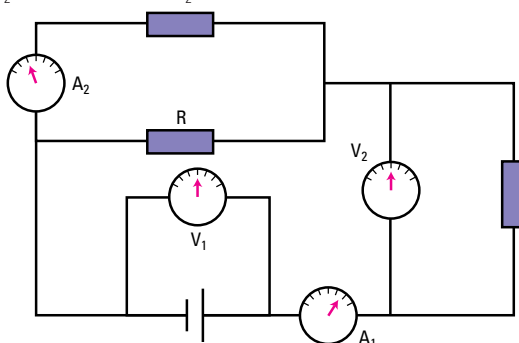


Ao ligarmos a chave **K**, observaremos que:

- a) nenhuma lâmpada se "queimará" e o amperímetro ideal acusará a passagem de corrente de intensidade 1 A.
 b) nenhuma lâmpada se "queimará" e o amperímetro ideal acusará a passagem de corrente de intensidade 4,5 A.
 c) nenhuma lâmpada irá acender, pois foram ligadas fora da especificação do fabricante.
 d) as lâmpadas L_1 e L_3 se "queimarão".
 e) as lâmpadas L_2 e L_4 se "queimarão".

666. (Unifor-CE) No circuito representado no esquema, medidores, considerados de boa qualidade, indicam os seguintes valores:

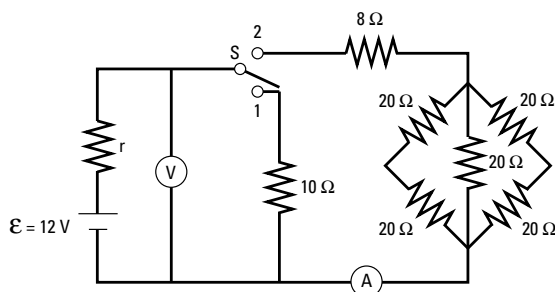
$$\begin{aligned} A_1 &= 600 \text{ mA} & V_1 &= 12,0 \text{ V} \\ A_2 &= 450 \text{ mA} & V_2 &= 9,0 \text{ V} \end{aligned}$$



Esses dados indicam que o valor do resistor **R** é, em ohms, aproximadamente:

- a) 5,0. b) 10. c) 15. d) 20. e) 30.

667. (UEM-PR) No circuito representado na figura abaixo, quando a chave **S** está na posição 1, a leitura do voltmímetro é de 10 V.



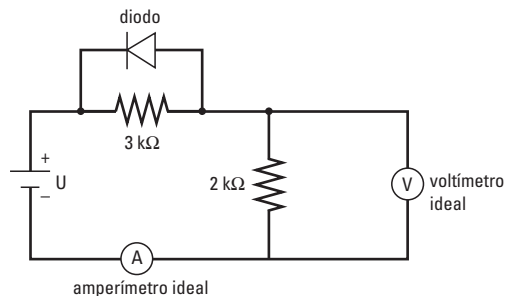
Considerando o amperímetro e o voltmímetro ideais, assinale o que for correto.

- a) A resistência interna r do gerador é de 2Ω .
 b) A resistência equivalente do circuito, quando a chave **S** está na posição 2, é de 40Ω .
 c) Com a chave **S** na posição 2, a corrente medida no amperímetro é de 0,6 A.
 d) Com a chave **S** na posição 2, a tensão medida no voltmímetro é de 10,8 V.
 e) Com a chave **S** na posição 2, a potência dissipada no circuito é de 12 W.
668. (Unicamp-SP) Grande parte da tecnologia utilizada em informática e telecomunicações é baseada em dispositivos semicondutores, que não obedecem à Lei de Ohm. Entre eles está o diodo, cujas características ideais são mostradas no gráfico abaixo:



O gráfico deve ser interpretado da seguinte forma: se for aplicada uma tensão negativa sobre o diodo ($V_D < 0$), não haverá corrente (ele funciona como uma chave aberta). Caso contrário ($V_D > 0$), ele se comporta como uma chave fechada.

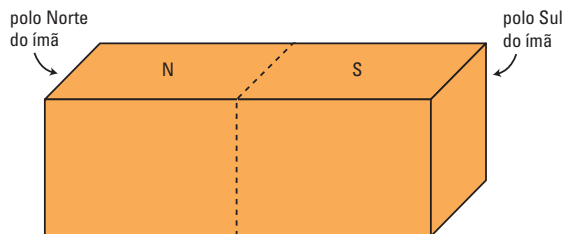
Considere o circuito abaixo:



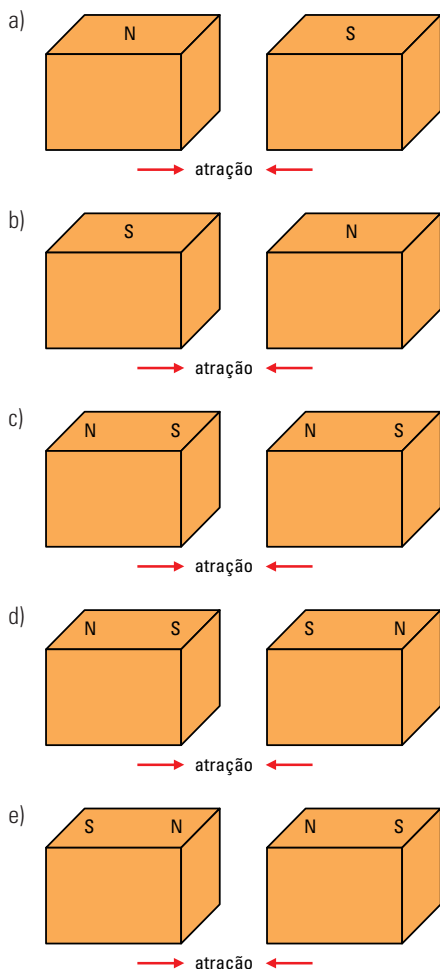
- a) Obtenha as resistências do diodo para $U = +5 \text{ V}$ e $U = -5 \text{ V}$.
 b) Determine os valores lidos no voltmímetro e no amperímetro para $U = +5 \text{ V}$ e $U = -5 \text{ V}$.

Eletromagnetismo

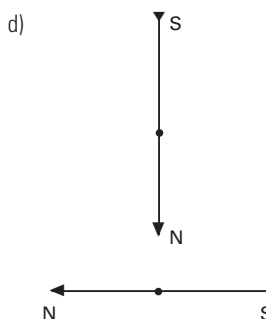
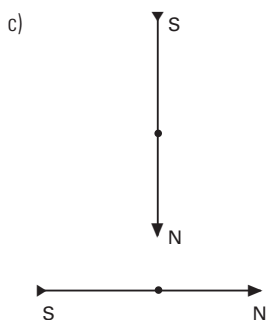
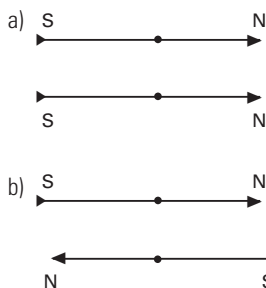
669. (Mack-SP) Um estudante carregava um ímã na forma de barra, conforme a ilustração abaixo, quando o mesmo soltou-se de sua mão e, devido ao impacto com o solo, quebrou-se praticamente em duas partes iguais, ao longo da linha pontilhada.



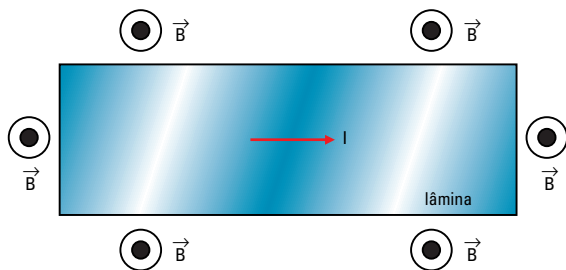
Colocando os dois pedaços desse ímã um em frente ao outro, eles tenderão a se atrair de acordo com as características magnéticas ilustradas na alternativa:



670. (Ufscar-SP) Duas bússolas são colocadas bem próximas entre si, sobre uma mesa, imersas no campo magnético de suas próprias agulhas. Suponha que, na região onde as bússolas são colocadas, todos os demais campos magnéticos são desprezíveis em relação ao campo magnético das próprias agulhas. Assinale qual dos esquemas representa uma configuração de repouso estável, possível, das agulhas dessas bússolas.



671. (UFJF-MG) Considere uma lâmina metálica, imersa num campo magnético uniforme $\vec{B}$ que está apontando para fora do plano da folha e perpendicular a esse plano, como indicado na figura. A lâmina conduz uma corrente I no sentido indicado na figura. Considere o sentido da corrente como sendo o sentido de deslocamento dos elétrons.

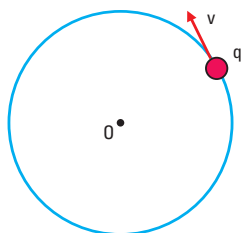


- a) Represente num diagrama a força magnética que atua sobre um dos elétrons que constitui a corrente.
b) Baseado no item **a**, represente num diagrama como as cargas elétricas ficarão distribuídas sobre a lâmina.

672. (Unifor-CE) Uma partícula eletrizada, em movimento retilíneo uniforme e horizontal, entra numa região onde existe um campo magnético vertical. Nesse instante, a:

- trajetória torna-se curva no plano horizontal.
- trajetória torna-se curva para baixo, se a partícula for negativa.
- trajetória torna-se curva para cima, se a partícula for negativa.
- velocidade diminui, se a partícula for negativa.
- velocidade aumenta, se a partícula for positiva.

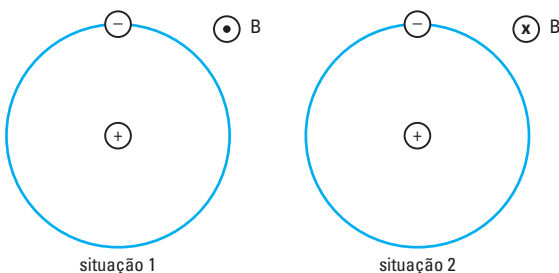
673. (UFC-CE) Uma carga positiva percorre uma trajetória circular, com velocidade constante, no sentido anti-horário, sob a ação de um campo magnético uniforme (veja figura abaixo):



A direção do campo magnético:

- tangencia a trajetória, no sentido horário.
- tangencia a trajetória, no sentido anti-horário.
- é radial, apontando para o ponto O.
- é perpendicular ao plano definido por esta página e aponta para fora dela.
- é perpendicular ao plano definido por esta página e aponta para dentro dela.

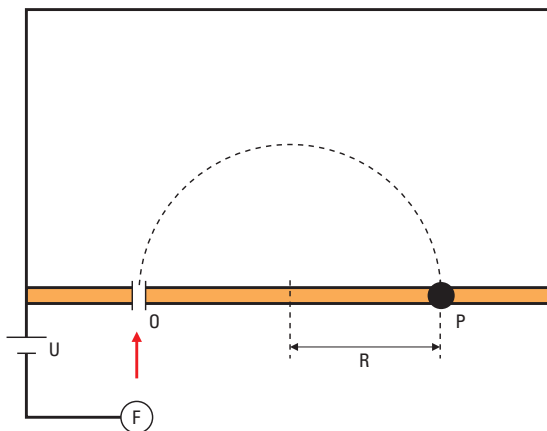
674. (UFV-MG) As figuras abaixo mostram uma carga puntiforme negativa de módulo Q e massa M , descrevendo uma órbita circular de raio R , em sentido anti-horário, em torno de uma outra carga puntiforme positiva e de mesmo módulo. Perpendicular ao plano da órbita há um campo magnético uniforme e de módulo B .



- Considerando apenas interações elétricas e magnéticas, represente, em cada figura, o diagrama das forças que atuam sobre a partícula negativa.
- Considerando o módulo da força elétrica N vezes o módulo da força magnética, expresse a velocidade da carga negativa em função de N , Q , R , M e B , em cada uma das duas situações.

675. (UFBA) A figura a seguir esquematiza o experimento realizado por J. J. Thomson para determinar a razão $\frac{\text{carga}}{\text{massa}}$ do elétron. Nesse

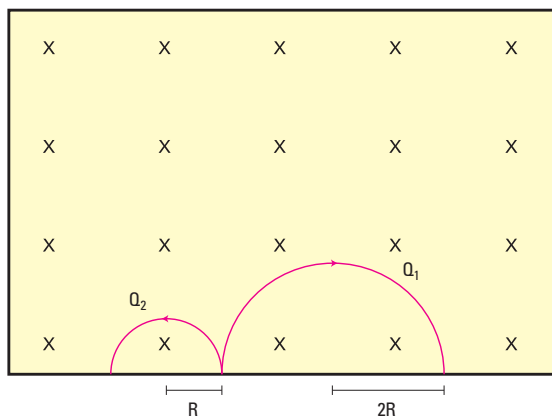
experimento, os elétrons, de massa m e carga q , são emitidos pela fonte F , a partir do repouso, e acelerados pela ddp U da fonte, penetrando na região do campo de indução magnética uniforme $\vec{B}$, através do orifício O existente na placa e incidindo no ponto P .



Desprezando-se as ações gravitacionais, é correto afirmar:

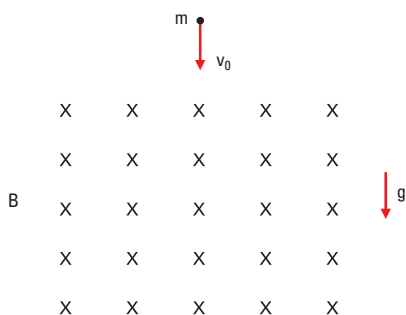
- As linhas de indução magnética são perpendiculares ao plano da figura, orientadas para fora desse plano.
- A força magnética que atua nos elétrons tem sentido da direita para a esquerda.
- Na região de $\vec{B}$, a variação da energia cinética é zero.
- A medida do segmento $\overline{OP}$ é $\frac{mv}{qB}$.
- O tempo de permanência dos elétrons na região de $\vec{B}$ é $\frac{\Delta m}{qB}$.

676. (UFMA) Duas partículas carregadas de mesma massa penetram perpendicularmente em um campo magnético uniforme $\vec{B}$, com a mesma velocidade, como mostra a figura abaixo:



- Qual o trabalho realizado pela força magnética nas cargas Q_1 e Q_2 ?
- Qual o sinal das cargas?
- Determine a razão entre as cargas $\frac{Q_1}{Q_2}$.

677. (Fuvest-SP) Uma partícula, de massa m e com carga elétrica Q , cai verticalmente com velocidade constante v_0 . Nessas condições, a força de resistência do ar pode ser considerada como $R_{ar} = kv$, sendo k uma constante e v a velocidade. A partícula penetra, então, em uma região onde atua um campo magnético uniforme e constante $\vec{B}$, perpendicular ao plano do papel e nele entrando, conforme a figura. A velocidade da partícula é, então, alterada, adquirindo, após certo intervalo de tempo, um novo valor v_L , constante.



- (Lembre-se de que a intensidade da força magnética $|F_M| = |q||v||B|$, em unidades SI, para v perpendicular a B .)
- Expresse o valor da constante k em função de m , g e v_0 .
 - Esquematize os vetores das forças (Peso, R_{ar} e F_M) que agem sobre a partícula, em presença do campo B , na situação em que a velocidade passa a ser a velocidade v_L . Represente, por uma linha tracejada, direção e sentido de v_L .
 - Expresse o valor da velocidade v_L da partícula, na região onde atua o campo B , em função de m , g , k , B e Q .

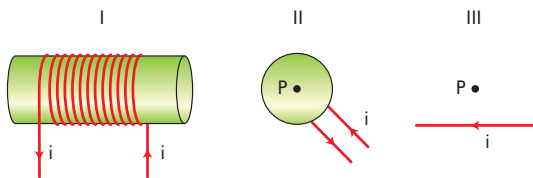
- 678.** (ITA-SP) A figura mostra duas regiões nas quais atuam campos magnéticos orientados em sentidos opostos e de magnitudes B_1 e B_2 , respectivamente. Um próton de carga q e massa m é lançado do ponto **A** com uma velocidade $\vec{V}$ perpendicular às linhas de campo magnético. Após um certo tempo t , o próton passa por um ponto **B** com a mesma velocidade inicial $\vec{V}$ (em módulo, direção e sentido).



Qual é o menor valor desse tempo?

- $\frac{m\Delta(B_1 + B_2)}{q(B_1 B_2)}$
- $\frac{2m\Delta}{qB_1}$
- $\frac{2m\Delta}{qB_2}$
- $\frac{4m\Delta}{q(B_1 + B_2)}$
- $\frac{m\Delta}{qB_1}$

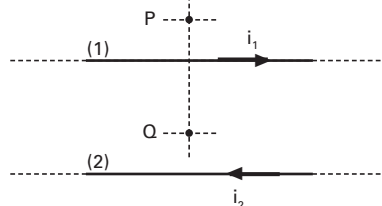
- 679.** (Mack-SP) Considere um solenoide, uma espira circular e um fio retilíneo percorridos por correntes elétricas de intensidade constante i , como mostram as figuras abaixo.



A alternativa que mostra corretamente a direção e o sentido de $\vec{B}$ (vetor campo de indução magnética) no ponto **P** de cada situação é, respectivamente:

- $\rightarrow$, $\odot$, $\otimes$
- $\rightarrow$, $\odot$, $\odot$
- $\uparrow$, $\odot$, $\otimes$
- $\leftarrow$, $\otimes$, $\odot$
- $\downarrow$, $\otimes$, $\leftarrow$

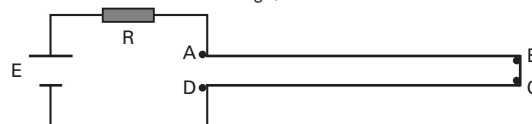
- 680.** (Vunesp) Considere dois fios retilíneos e compridos, colocados paralelamente um ao lado do outro, percorridos pelas correntes elétricas i_1 e i_2 , de sentidos contrários, como mostra a figura. **P** e **Q** são pontos situados no plano definido por esses fios.



Os módulos dos vetores indução magnética nos pontos **P** e **Q**, devidos às correntes i_1 e i_2 , valem, respectivamente: $B_{P1} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ T}$, $B_{P2} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ T}$, $B_{Q1} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ e $B_{Q2} = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ T}$. Determine o módulo do vetor indução magnética resultante:

- B_{P1} , no ponto **P**;
- B_{Q2} , no ponto **Q**.

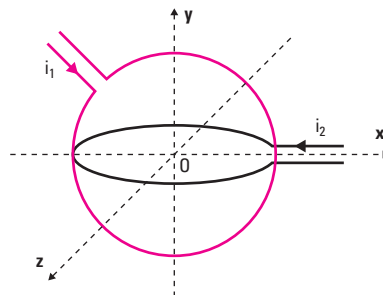
- 681.** (UFPI) No circuito da figura abaixo, composto de uma bateria, um resistor e um fio condutor longo, existe uma corrente elétrica.



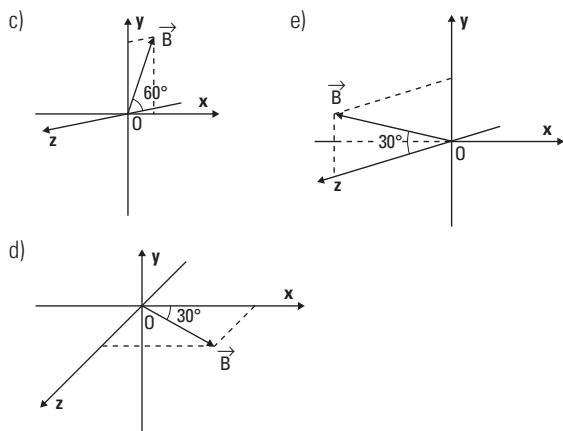
Podemos afirmar que, devido à corrente:

- haverá uma força de atração, entre cargas, que tende a aproximar os segmentos de fio AB e CD.
- haverá uma força magnética que tende a separar os segmentos de fio AB e CD.
- haverá uma força magnética que tende a aproximar os segmentos de fio AB e CD.
- haverá uma força de repulsão, entre cargas, que tende a separar os segmentos de fio AB e CD.
- não haverá qualquer tipo de força eletromagnética entre os segmentos AB e CD.

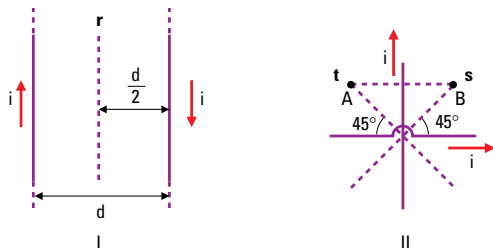
- 682.** (Mack-SP) Na figura temos duas espiras circulares concêntricas de mesmo raio e centros em **O**, uma no plano horizontal e outra no plano vertical. As correntes elétricas i_1 e i_2 têm os sentidos indicados e suas intensidades obedecem a igualdade $i_1 = \sqrt{3} i_2$. A direção e o sentido do campo magnético $\vec{B}$ resultante no ponto **O** estão melhor representados na alternativa:



- Diagram showing vector B in the xy-plane at a 30-degree angle to the x-axis.
- Diagram showing vector B in the yz-plane at a 60-degree angle to the y-axis.



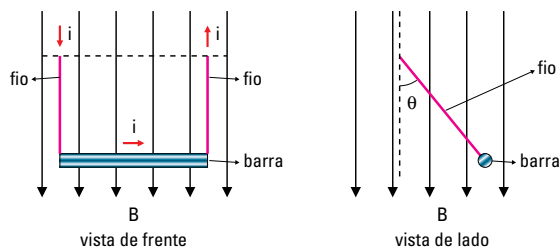
683. (UEM-PR) Dois fios de comprimento infinito são percorridos pela mesma corrente elétrica i e podem ser dispostos em duas configurações, como ilustrado abaixo.



Com relação a essas configurações, assinale o que for correto.

- a) Na configuração (I), a força magnética entre os fios é repulsiva, proporcional a i^2 e inversamente proporcional à distância d entre os fios.
- b) O campo magnético nos pontos pertencentes à reta r , na configuração (I), é sempre nulo.
- c) O campo magnético no ponto A pertencente à reta t , na configuração (II), é nulo.
- d) Se um elétron for arremessado na direção da reta r , na configuração (I), sua trajetória será retilínea.
- e) No ponto B da reta s , na configuração (II), o campo magnético é nulo.
- f) Se invertermos o sentido da corrente em ambos os fios da configuração (I), a força magnética entre os fios passa a ser atrativa.

684. (Unicamp-SP) Uma barra de material condutor de massa igual a 30 g e comprimento 10 cm, suspensa por dois fios rígidos também de material condutor e de massas desprezíveis, é colocado no interior de um campo magnético, formando o chamado balanço magnético, representado na figura abaixo:



Ao circular uma corrente i pelo balanço, este se inclina, formando um ângulo θ com a vertical (como indicado na vista de lado). O ângulo θ depende da intensidade da corrente i . Para $i = 2$ A, temos $\theta = 45^\circ$.

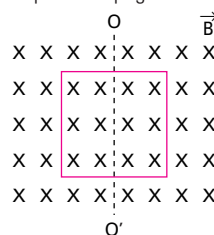
- a) Faça o diagrama das forças que agem sobre a barra.
- b) Calcule a intensidade da força magnética que atua sobre a barra.
- c) Calcule a intensidade da indução magnética B .

685. (UFRGS-RS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do parágrafo abaixo.

Quando um ímã é aproximado de uma espira condutora mantida em repouso, de modo a induzir nessa espira uma corrente contínua, o agente que movimenta o ímã sofre o efeito de uma força que _____ ao avanço do ímã, sendo _____ a realização de trabalho para efetuar o deslocamento do ímã.

- a) se opõe – necessária
- b) se opõe – desnecessária
- c) é favorável – necessária
- d) é favorável – desnecessária
- e) é indiferente – desnecessária

686. (UFRGS-RS) A figura abaixo representa uma espira condutora quadrada, inicialmente em repouso no plano da página. Na mesma região, existe um campo magnético uniforme, de intensidade B , perpendicular ao plano da página.



Considere as seguintes situações:

- I) A espira se mantém em repouso e a intensidade do campo magnético varia no tempo.
- II) A espira se mantém em repouso e a intensidade do campo magnético permanece constante no tempo.
- III) A espira passa a girar em torno do eixo OO' e a intensidade do campo magnético permanece constante no tempo.

Em quais dessas situações ocorre indução de corrente elétrica na espira?

- a) Apenas em I.
- b) Apenas em II.
- c) Apenas em III.
- d) Apenas em I e II.
- e) Em I, II e III.

687. (UEPB) O conhecimento dos princípios do Eletromagnetismo aplicado à Tecnologia desempenha hoje um papel fundamental no contexto social, uma vez que observamos essa aplicação no desenvolvimento de campanha elétrica, alto-falante, receptor telefônico, motor elétrico, etc. Apresentamos, a seguir, alguns princípios ou fenômenos eletromagnéticos:

- I) Um condutor, percorrido por uma corrente, colocado em um campo magnético, sofre a ação de uma força exercida por este campo.
- II) Uma corrente elétrica em um fio estabelece um campo magnético nas proximidades desse fio.
- III) Uma corrente elétrica é induzida em um circuito no qual há variação de fluxo magnético.

Assinale a alternativa que corresponde, respectivamente, à aplicação de cada princípio mencionado acima:

- a) eletroímã, gerador de corrente alternada, motor elétrico.
- b) motor elétrico, eletroímã, gerador de corrente alternada.
- c) gerador de corrente alternada, motor elétrico, eletroímã.
- d) motor elétrico, gerador de corrente alternada, motor elétrico.
- e) eletroímã, motor elétrico, gerador de corrente alternada.

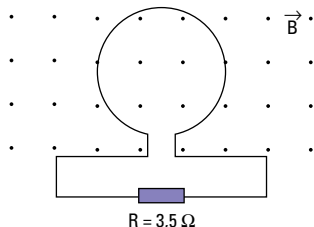
688. (UFMT) A energia elétrica que supre as residências pode ser produzida de muitas formas diferentes, mediante processos de captação e transformação de energia. Em relação a esse tema, julgue os itens.

- a) A corrente elétrica que chega às residências é contínua, uma vez que as lâmpadas têm brilho constante.
 b) A função dos transformadores instalados nos postes das ruas é converter a tensão da rede elétrica externa num valor compatível com a tensão ideal para os eletrodomésticos.
 c) A corrente elétrica não varia ao longo de um fio e nem se altera ao passar por um resistor. Assim sendo, não há perda de energia no processo da passagem da corrente elétrica por fios e resistores.
 d) Quilowatt-hora é unidade de potência.

689. (Ufscar-SP) A bateria de um automóvel tem força eletromotriz constante de 6,0 V. O proprietário desse automóvel adquiriu uma lâmpada para o farol de ré com as seguintes especificações: 12 V/24 W. A partir dessas informações, responda:

- a) admitindo constante a resistência do filamento dessa lâmpada, qual a potência fornecida por essa lâmpada se ela for instalada nesse automóvel?
 b) seria possível instalar essa lâmpada nesse automóvel, funcionando de acordo com suas especificações, utilizando um transformador que aumentasse a tensão de 6,0 V para 12 V? Justifique.

690. (UFPR) Na figura abaixo, está representada uma espira situada no plano da página e ligada a um resistor. Ela é atravessada por um campo magnético variável no tempo, cujo fluxo magnético é dado por $\Phi = 1,2 \cdot 10^{-3} + 3,5 \cdot 10^{-3} t$ (o fluxo Φ e o tempo t são expressos em unidades do SI). As linhas do campo são perpendiculares ao plano da página e saem dela.

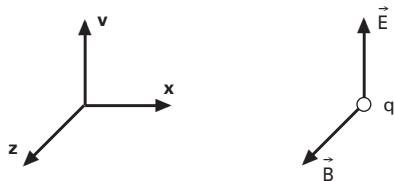


Considerando os dados acima, é correto afirmar:

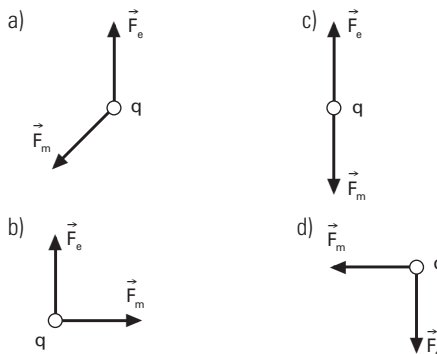
- a) O gráfico de Φ em função de t é uma reta.
 b) A força eletromotriz induzida na espira varia com o tempo.
 c) A corrente elétrica induzida percorre o resistor da direita para a esquerda.
 d) A intensidade da corrente elétrica que passa pelo resistor é igual a 1,2 mA.
 e) A intensidade da corrente elétrica induzida será a mesma, esteja $\vec{B}$ entrando ou saindo do plano do papel.
 f) O fenômeno analisado neste problema pode ser usado para explicar o funcionamento de um dínamo.

Física moderna

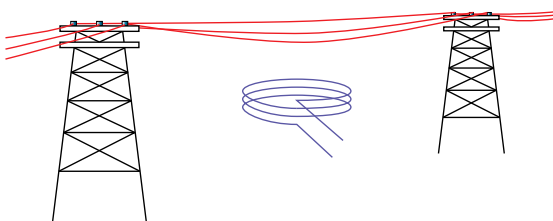
691. (UFJF-MG) Uma onda eletromagnética incide sobre uma partícula com carga q positiva, que está inicialmente em repouso. Os campos elétrico e magnético da onda estão orientados como mostra a figura abaixo.



Num instante imediatamente seguinte ao início do movimento da partícula, as forças elétrica ($\vec{F}_e$) e magnética ($\vec{F}_m$) que agem sobre ela estarão orientadas como na alternativa:

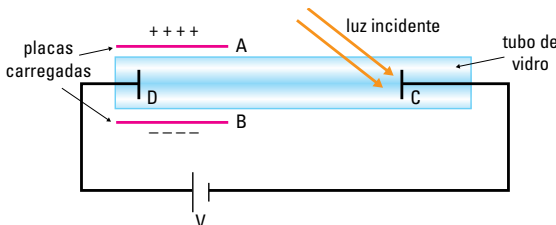


692. (UFMG) A figura mostra um tipo de “gato”, prática ilegal e extremamente perigosa usada para roubar energia elétrica.



Esse “gato” consiste em algumas espiras de fio colocadas próximas a uma linha de corrente elétrica alternada de alta voltagem. Nas extremidades do fio que forma as espiras, podem ser ligadas, por exemplo, lâmpadas, que se acendem. Explique o princípio de funcionamento desse “gato”.

693. (UFJF-MG) A figura abaixo mostra uma montagem experimental em que o efeito fotoelétrico pode ser observado. A placa **C** é constituída de prata, cuja função trabalho é de 4,74 eV, e iluminada com luz de frequência $1,6 \cdot 10^{15}$ Hz.



- a) Compare a energia do fóton da luz incidente com a função trabalho da prata e determine se, nessas condições, ocorrerá o efeito fotoelétrico.
 b) Supondo que o efeito fotoelétrico ocorra, as partículas ejetadas pela placa **C** se moverão até a placa **D**, sofrendo também o efeito do campo elétrico produzido pelas placas **A** e **B**. Nesse caso, a trajetória dessas partículas será desviada para **A**, para **B** ou não será modificada? Justifique sua resposta.

694. (UFC-CE) De acordo com Einstein, um feixe de luz é composto de fótons (partículas de luz). Cada fóton transporta uma quantidade de energia proporcional à frequência da onda associada a esse feixe de luz. Considere dois feixes de luz, 1 e 2, com comprimentos de onda λ_1 e λ_2 , respectivamente, com $\lambda_1 = \frac{1}{4} \cdot \lambda_2$. Sejam E_1 , a energia dos fótons do feixe 1 e E_2 , a energia dos fótons do feixe 2. Assinale a alternativa correta.

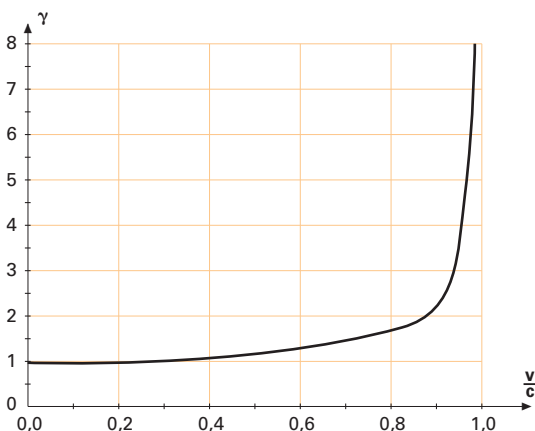
- a) $E_1 = 4E_2$ b) $E_1 = 2E_2$ c) $E_1 = E_2$ d) $E_1 = 0,5E_2$ e) $E_1 = 0,25E_2$

695. (UFRN) André está parado com relação a um referencial inercial, e Regina está parada com relação a outro referencial inercial,

que se move com velocidade (vetorial) constante em relação ao primeiro. O módulo dessa velocidade é v . André e Regina vão medir o intervalo de tempo entre dois eventos que ocorrem no local onde esta se encontra. (Por exemplo, o intervalo de tempo transcorrido entre o instante em que um pulso de luz é emitido por uma lanterna na mão de Regina e o instante em que esse pulso volta à lanterna, após ser refletido por um espelho.)

A teoria da relatividade restrita nos diz que, nesse caso, o intervalo de tempo medido por André ($\Delta t_{\text{André}}$) está relacionado ao intervalo de tempo medido por Regina (Δt_{Regina}) através da expressão $\Delta t_{\text{André}} = \gamma \Delta t_{\text{Regina}}$. Nessa relação, a letra gama (γ) denota o fator de Lorentz.

O gráfico abaixo representa a relação entre γ e $\frac{v}{c}$, na qual c é a velocidade da luz no vácuo.



Imagine que, realizadas as medidas e comparados os resultados, fosse constatado que $\Delta t_{\text{André}} = 2\Delta t_{\text{Regina}}$.

Usando essas informações, é possível estimar-se que, para se obter esse resultado, a velocidade v teria de ser aproximadamente:

- 50% da velocidade da luz no vácuo.
- 87% da velocidade da luz no vácuo.
- 105% da velocidade da luz no vácuo.
- 20% da velocidade da luz no vácuo.

696. (Ufla-MG) Quando aceleramos um elétron até que ele atinja uma velocidade $v = 0,5c$, em que c é a velocidade da luz, o que acontece com a massa?

- Aumenta, em relação à sua massa de repouso, por um fator

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{0,75}}$$

- Aumenta, em relação à sua massa de repouso, por um fator

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{0,5}}$$

- Diminui, em relação à sua massa de repouso, por um fator

$$\gamma = \sqrt{0,75}$$

- Diminui, em relação à sua massa de repouso, por um fator $\gamma = \sqrt{0,5}$.

- Não sofre nenhuma alteração.

697. (UFBA) Considerem-se os seguintes dados:

- velocidade da luz no vácuo: $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s;
- massa do elétron: $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg;
- massa do próton: $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg;
- constante de Planck: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J · s;
- um elétron-volt: $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J.

Com base nesses dados e de acordo com a Teoria da Relatividade e a Física Quântica, é correto afirmar:

- Ao se acenderem os faróis de um automóvel que se movimenta em linha reta, com velocidade v , a velocidade do sinal luminoso, medida por um observador parado na estrada, é igual a $v + c$.
- A ordem de grandeza da energia de repouso de um átomo de hidrogênio é de 10^{-10} J.
- A energia que deve ser fornecida a um átomo de hidrogênio, para fazer passar seu elétron da órbita mais interna de energia ($E_1 = -21,73 \cdot 10^{-19}$ J) a uma órbita mais externa de energia ($E_2 = -5,43 \cdot 10^{-19}$ J), é de aproximadamente 10 eV.
- O comprimento de onda da radiação eletromagnética que, absorvida por um átomo de hidrogênio, faz passar o elétron da órbita de energia E_1 para a órbita de energia E_2 , sendo $E_2 > E_1$, é dado por $\lambda = \frac{hc}{E_2 - E_1}$.
- A radiação eletromagnética manifesta tanto propriedades ondulatórias (na interferência e na difração) como propriedades corpusculares (nos processos de absorção e de emissão).

698. (PUC-RJ) Uma superfície quente emite radiação em toda a faixa do espectro eletromagnético. Para dada temperatura absoluta T da superfície, o comprimento de onda λ_m da radiação na qual a intensidade da emissão é máxima é dada por $\lambda_m T = C$, em que $C = 0,29 \cdot 10^{-2}$ m · K. A temperatura média da pele humana é de 27 °C. Em que comprimento de onda a pele emite com intensidade máxima?

699. (ITA-SP) Dobrando-se a energia cinética de um elétron não-relativístico, o comprimento de onda original de sua função de onda fica multiplicado por:

- $\frac{1}{\sqrt{2}}$
- $\frac{1}{2}$
- $\frac{1}{4}$
- $\sqrt{2}$
- 2.

700. (UFMG) O principal processo de produção de energia na superfície do Sol resulta da fusão de átomos de hidrogênio para formar átomos de hélio. De uma forma bem simplificada, esse processo pode ser descrito como a fusão de quatro átomos de hidrogênio ($m_H = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg) para formar um átomo de hélio ($m_{He} = 6,65 \cdot 10^{-27}$ kg).

Suponha que ocorram 10^{38} reações desse tipo a cada segundo.

- Considerando essas informações, explique como essa reação pode produzir energia.
- Com base nas suposições feitas, calcule a quantidade de energia liberada a cada segundo.

Resolução das 700 questões de vestibular

1. $n_{\text{estrelas}} = 400 \text{ bilhões de estrelas} = 400 \cdot 10^9 \text{ estrelas}$

$$n = n_{\text{planetas}} = 0,05\% n_{\text{estrelas}} \Rightarrow n = \frac{0,05}{100} \cdot 400 \cdot 10^9 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{10^2} \cdot 4 \cdot 10^2 \cdot 10^9 \Rightarrow n = 20 \cdot 10^7 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = 2 \cdot 10^8 \text{ planetas}$$

Resposta: alternativa c.

2. A área do muro é:

$$A = 2,0 \cdot 140 \Rightarrow A = 280 \text{ m}^2$$

Como cada galão cobre 16 m^2 , o número de galões necessários para cobrir o muro é:

$$n = \frac{280}{16} \Rightarrow n = 17,5 \text{ galões}$$

Como o volume de cada galão é de $3,6 \text{ L}$, o volume total de tinta é:

$$V = 17,5 \cdot 3,6 \Rightarrow V = 63 \text{ L}$$

Resposta: alternativa e.

3. Basta dividir a espessura do livro pelo número de páginas, em mm, para obter a espessura **e** de cada página:

$$e = \frac{4,0 \text{ cm}}{800} \Rightarrow e = \frac{40 \text{ mm}}{800} \Rightarrow e = 0,05 \text{ mm}$$

Resposta: alternativa b.

4. Para que o número “não tenha unidades”, isto é, seja um número puro, é preciso que ambos os termos da relação, ou razão, tenham a mesma unidade. Logo, podemos escrever:

$$\frac{60 \text{ cm}}{1 \text{ km}} = \frac{60 \text{ cm}}{10^5 \text{ cm}} = \frac{6 \cdot 10^1}{10^5} = 6 \cdot 10^{-4}$$

Resposta: alternativa e.

5. Como $A = BC^2D^{-2}$, temos:

$$[A] = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \Rightarrow [A] = \underbrace{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}_{\text{N}} \cdot \text{m} \Rightarrow [A] = \text{N} \cdot \text{m} \Rightarrow [A] = \text{J}$$

Resposta: alternativa e.

6. Da definição de potência **P** e trabalho **Z**, temos:

$$P = \frac{[Z]}{[T]} \Rightarrow P = \frac{[F][L]}{[T]} \Rightarrow P = \frac{\text{MLT}^{-2}\text{L}}{[T]} \Rightarrow P = \text{ML}^2\text{T}^{-3}$$

Resposta: alternativa d.

7. a) $F = ma \Rightarrow [F] = [m][a] \Rightarrow [F] = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow 1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ s}^{-2}$

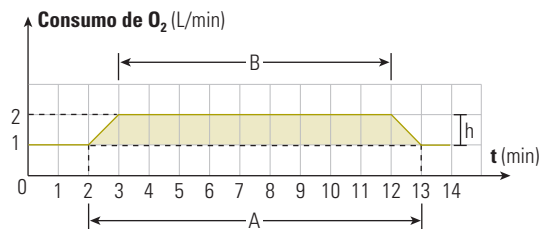
b) $E_c = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow E_c = \frac{1}{2}M\left[\frac{L}{T}\right]^2 \Rightarrow E_c = \frac{1}{2}\text{ML}^2\text{T}^{-2}$

$$\text{ML}^n\text{T}^{(n-p)} = \text{ML}^2\text{T}^{-2} \Rightarrow \begin{cases} n = 2 \\ n - p = -2 \Rightarrow p = 4 \end{cases}$$

8. A alternativa **b** está correta desde que se suponha ser possível fixar um referencial no professor e que o professor possa ser considerado um corpo rígido.

Resposta: alternativa b.

9. Na figura estão indicados o consumo de O_2 que ocorreria se o jovem se limitasse a andar (**A**) e o consumo de O_2 que realmente ocorreu (**B**).



Se fizermos o produto da unidade da ordenada pela unidade da abscissa, obtemos a “área sob a curva” dessa figura:

$$A = \left[\frac{\text{L}}{\text{min}} \cdot \text{min} \right] \Rightarrow a = [\text{L}]$$

Logo, a “área sob a curva”, nesse caso, dá o volume de oxigênio consumido. O volume de oxigênio consumido acima do habitual é representado pela área sombreada. Logo, o volume de oxigênio consumido em excesso é:

$$V_{\text{O}_2} = V_{\text{sombreado}} \Rightarrow V_{\text{O}_2} = \frac{(A + B)h}{2} \Rightarrow V_{\text{O}_2} = \frac{(11 + 9)1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{\text{O}_2} = 10 \text{ L}$$

Sabendo que 1 L de O_2 por minuto fornece 20 kJ/min , o consumo de 10 L de oxigênio a mais corresponde a $10 \cdot 20 \text{ kJ} = 200 \text{ kJ}$ de energia a mais.

Resposta: alternativa c.

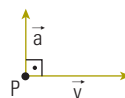
10. Todos os atletas fizeram o mesmo deslocamento, $\vec{d}_{AB}$, cujo módulo é igual ao comprimento do segmento AB, no mesmo intervalo de tempo Δt . Logo, o vetor velocidade média, $\vec{v}_{AB}$, dado por definição pela razão:

$$\vec{v}_{AB} = \frac{\vec{d}_{AB}}{\Delta t}$$

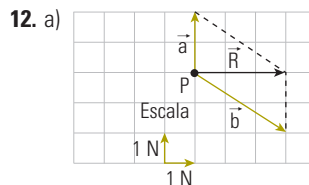
foi o mesmo para todos os atletas.

Resposta: alternativa c.

11. Para que o módulo de $\vec{v}$ seja constante, a aceleração $\vec{a}$ não deve apresentar componente na direção de $\vec{v}$. Assim, o único caso possível dentre as alternativas é o da figura ao lado.

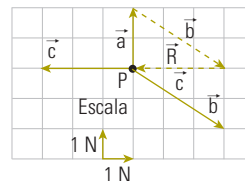


Resposta: alternativa c.



Da figura, $R = 3 \text{ N}$.

b) Como $\vec{c} = -\vec{R}$:



$$13. v_m = \frac{\Delta e}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{100 \text{ m}}{9,79 \text{ s}} \Rightarrow v_m = 10,21 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa a.

$$14. v_m = \frac{\Delta e}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{(8 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^2) \text{ m}}{(6 - 2) \text{ min}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_m = \frac{600 \text{ m}}{240 \text{ s}} \Rightarrow v_m = 2,5 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa b.

$$15. v_m = \frac{\Delta e}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{20 \text{ m}}{8 \text{ s}} \Rightarrow v_m = 2,5 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa e.

16. Escrevendo a função da posição do movimento, temos:

$$x = x_0 + vt$$

em que $x_0 = 20 \text{ m}$ e v é o coeficiente angular da reta:

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow v = \frac{10 - 20}{5 - 0} \Rightarrow v = -2,0 \text{ m/s}$$

Então, $x = 20 - 2,0t$. Para $x = -30 \text{ m}$, vem:

$$-30 = 20 - 2t \Rightarrow t = 25 \text{ s}$$

Resposta: alternativa d.

17. Se o automóvel dispõe de $1,5 \text{ min} = 90 \text{ s}$ e já se passaram 10 s ao chegar à rua Pero Vaz de Caminha, resta para todo o percurso o tempo:

$$\Delta t = 90 - 10 = 80 \text{ s}$$

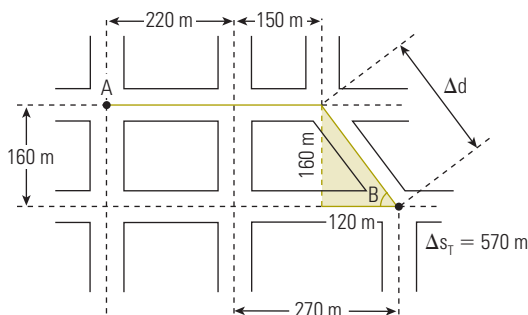
O espaço percorrido, obtido da figura, é:

$$\Delta x = 250 + 300 + 250 = 800 \text{ m}$$

Logo, a sua velocidade constante deve ser:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = 10 \text{ m/s} \Rightarrow v = 36 \text{ km/h}$$

18. De acordo com a figura, o menor deslocamento ao longo das linhas pontilhadas entre A e B é aquele marcado em dourado no desenho:



Inicialmente calculamos Δd . Do Teorema de Pitágoras, no triângulo sombreado, temos:

$$\Delta d^2 = 160^2 + 120^2 \Rightarrow \Delta d = 200 \text{ m}$$

O espaço percorrido total é, portanto:

$$\Delta e = 200 + 150 + 200 \Rightarrow \Delta e = 570 \text{ m}$$

Sendo $v = 3,6 \text{ km/h} = 1,0 \text{ m/s}$, da definição de velocidade escalar, temos:

$$v = \frac{\Delta e}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta e}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{570}{1} \Rightarrow \Delta t = 570 \text{ s} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{570}{60} \Rightarrow \Delta t = 9,5 \text{ min}$$

Resposta: alternativa b.

19. Se cada quadro tem $1,0 \text{ cm}$ de comprimento e o projetor "gira" com uma velocidade de 20 quadros por segundo, a velocidade da fita é:

$$v = 20 \cdot 1,0 \text{ cm/s} \Rightarrow v = 20 \text{ cm/s} \Rightarrow v = 0,20 \text{ m/s}$$

Se a fita tem 18 m de comprimento, para um espaço percorrido $\Delta e = 18 \text{ m}$, o tempo será:

$$v = \frac{\Delta e}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta e}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{18}{0,20} \Rightarrow \Delta t = 90 \text{ s} \Rightarrow$$

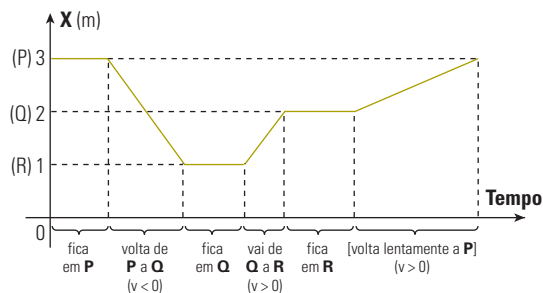
$$\Rightarrow \Delta t = \frac{90}{60} \Rightarrow \Delta t = 1,5 \text{ min}$$

Resposta: alternativa a.

20. Em um gráfico da posição em função do tempo de um ponto material $x \times t$ a inclinação da reta tangente em cada ponto da curva é o módulo da velocidade desse ponto material. Imaginando (ou traçando) a reta tangente à curva nos pontos dados nas alternativas, a única correta é a alternativa d. Num pequeno intervalo em torno do tempo 20 min a inclinação dessa reta tende a aumentar, o que significa que a velocidade da pessoa está aumentando.

Resposta: alternativa d.

21. Seguindo a descrição dada, o gráfico que melhor representa o movimento é o seguinte:



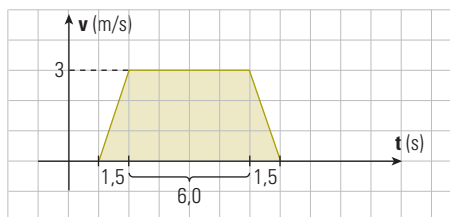
Resposta: alternativa b.

22. Nesses intervalos, temos em módulo $\Delta v = 3 \text{ m/s}$. Sendo $\Delta t = 1,5 \text{ s}$ a aceleração, em módulo, é:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{3}{1,5} \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

Resposta: alternativa b.

23. A distância total no intervalo A e C é a "área sob a curva" do gráfico $v \times t$. Veja a figura:



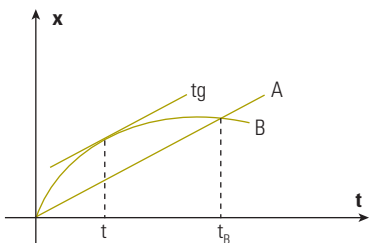
Como a figura é um trapézio, temos:

$$\Delta x = \frac{(9,0 + 6,0)3,0}{2,0} \Rightarrow \Delta x = 22,50 \text{ m}$$

Resposta: alternativa d.

24. O gráfico mostra que o trem **A** tem velocidade constante e o trem **B** tem velocidade variável. Logo, se **A** tem velocidade constante e não nula, a sua aceleração é nula, enquanto **B** tem aceleração ao longo de todo o percurso, o que torna erradas as alternativas **a**, **b** e **d**.

O módulo da velocidade de **A** é a inclinação da reta do seu gráfico, enquanto o da velocidade de **B** é a inclinação da tangente tg à curva do seu gráfico em cada instante t . Isso mostra que a alternativa **c** está errada, mas que a alternativa **e** é possível. Veja a figura:



Resposta: alternativa e.

25. A partir do instante $t = 8\text{ s}$ o móvel **A** tem velocidade constante dada pela inclinação da reta que passa por $(8\text{ s}, 0\text{ m})$ e $(9\text{ s}, 7\text{ m})$, que é:

$$v = \frac{7 - 0}{9 - 8} \Rightarrow v = 7 \text{ m/s}$$

Observação: O móvel **A** tem um movimento misto. De 0 a 2 s é uma reta que nos permite concluir que o móvel tem aceleração nula e velocidade constante negativa. De 2 a 8 s tem um movimento variado (nem o enunciado nem a curva nos permite afirmar que esse trecho é uma parábola) e de 8 s em diante o gráfico volta a ser uma reta; portanto, a aceleração é nula, de novo, e a velocidade, positiva, tem módulo 7 m/s.

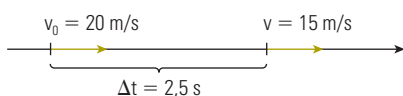
Resposta: alternativa d.

26. $v_0 = 0$
 $v = 360 \text{ km/h} = 100 \text{ m/s}$
 $\Delta t = 25\text{ s}$

Da definição de aceleração, temos:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{100 - 0}{25} \Rightarrow a = 4,0 \text{ m/s}^2$$

27. $v_0 = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$
 $\Delta t = 2,5\text{ s}$
 $v = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$
 Veja a figura:

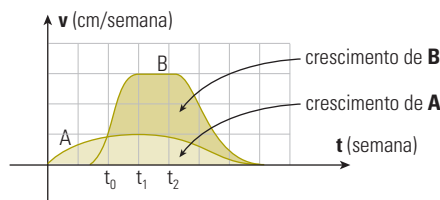


Da definição de aceleração, temos:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{15 - 20}{2,5} \Rightarrow a = -2,0 \text{ m/s}^2$$

Resposta: alternativa c.

28. O crescimento de cada planta em um dado intervalo de tempo é representado pela "área sob a curva". Pode-se concluir da observação dos gráficos que a área sob a curva **B** é maior que a área sob a curva **A**, o que nos permite concluir que **B** atinge uma altura maior que **A**.



Resposta: alternativa b.

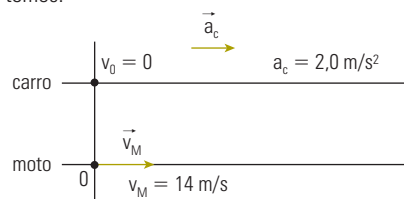
29. Sabemos que o movimento de um corpo deslizando, subindo ou descendo, num plano inclinado sem atrito é do tipo uniformemente variado. Portanto, o gráfico da velocidade em função do tempo é uma reta não-paralela ao eixo t .

No trecho de descida, a aceleração atua no sentido da velocidade. A velocidade é crescente. Na subida, a aceleração atua no sentido oposto à velocidade. A velocidade é decrescente.

No trecho horizontal, a aceleração é nula, o movimento é retilíneo uniforme. Portanto, desprezando as variações de aceleração nos trechos correspondentes às concordâncias da pista, concluímos que o gráfico que melhor descreve a velocidade em função do tempo é o que corresponde à alternativa **a**.

Resposta: alternativa a.

30. Representando o movimento desses móveis num mesmo referencial, temos:



A função da posição do movimento do carro (MRUV) é:

$$x_c = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow x_c = \frac{1}{2} \cdot 2 t^2 \Rightarrow x_c = t^2 \quad (I)$$

A função da posição do movimento da moto (MRU) é:

$$x_M = x_0 + v t \Rightarrow x_M = 14 t \quad (II)$$

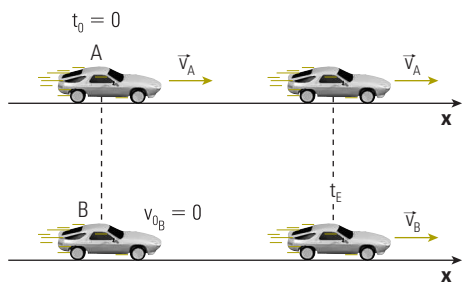
Como há um único referencial para ambos os movimentos, no encontro, $x_c = x_M$. De (I) e (II), temos:

$$t^2 = 14 t \Rightarrow t^2 - 14 t = 0 \Rightarrow t(t - 14) = 0 \Rightarrow t = 0 \text{ e } t = 14\text{ s}$$

Essa equação tem duas soluções, $t = 0$ (eles estão juntos na saída) e $t = 14\text{ s}$, onde eles se encontram novamente. Essa solução mostra que a alternativa **b** é correta. A outra alternativa correta é a **f**. No gráfico III a reta paralela pode representar o gráfico $v \times t$ da moto e a reta inclinada que passa pela origem representa o gráfico $v \times t$ do carro. As demais alternativas estão erradas. Logo:

- a) F b) V c) F d) F e) F f) V

31.



A solução deste problema é análoga à anterior:

Função da posição para o automóvel **A** (MRU):

$$x_A = x_0 + v_A t \Rightarrow x_A = v_A t \quad (I)$$

Função da posição para o automóvel **B** (MRUV):

$$x_B = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_B t^2 \Rightarrow x_B = \frac{1}{2} a_B t^2 \quad (II)$$

A função da velocidade para o automóvel **B** é:

$$v_B = v_{0B} + a_B t \Rightarrow v_B = a_B t \quad (III)$$

Como há um só referencial para ambos os automóveis, o encontro, correspondente ao instante t_E , $x_A = x_B$, de (I) e (II), temos:

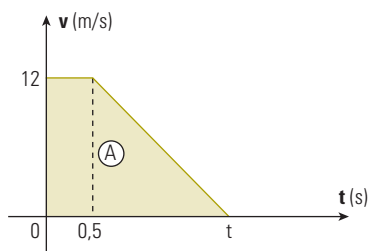
$$v_A t_E = \frac{1}{2} a_B t_E^2 \Rightarrow a_B = \frac{2v_A}{t_E} \quad (IV)$$

No instante t em que $v_A = v_B$, de (III) e (IV), temos:

$$v_A = a_B t \Rightarrow v_A = \frac{2v_A}{t_E} t \Rightarrow t = \frac{t_E}{2}$$

Resposta: alternativa d.

32. a) Neste caso, a mínima aceleração constante é aquela para a qual o carro para ao chegar ao semáforo. Antes da freagem, no entanto, o carro permanece com velocidade constante durante 0,5s, tempo de reação do motorista. Representando esses dados num gráfico velocidade $\times$ tempo, temos:



A "área sob a curva", **A**, é igual ao deslocamento. Logo:

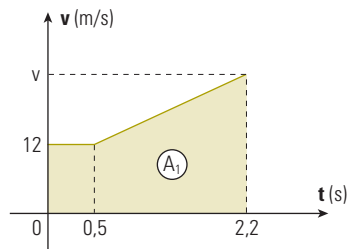
$$\Delta x = A \Rightarrow \Delta x = 30 \text{ m}$$

$$\left(\frac{0,5 + t}{2} \right) 12 = 30 \Rightarrow t = 4,5 \text{ s}$$

Para que a velocidade passe de $v_0 = 12 \text{ m/s}$ a $v = 0$ do instante $t = 0,5 \text{ s}$ ao instante $t = 4,5 \text{ s}$, temos:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t - t_0} \Rightarrow a = \frac{0 - 12}{4,5 - 0,5} \Rightarrow a = -3 \text{ m/s}^2$$

- b) Neste caso, o automóvel deverá percorrer os 30 m em 2,2s.



Analogamente ao item anterior, temos:

$$\Delta x = A \Rightarrow \Delta x = 30 \text{ m}$$

$$\left(\frac{v + 12}{2} \right) 1,7 + 12 \cdot 0,5 = 30 \Rightarrow \left(\frac{v + 12}{2} \right) 1,7 = 24 \Rightarrow v = 16 \text{ m/s}$$

Para que o automóvel atinja essa velocidade, temos:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t - t_0} \Rightarrow a = \frac{16 - 12}{2,2 - 0,5} \Rightarrow a = 2,4 \text{ m/s}^2$$

33. Representando o movimento do paraquedista no referencial da figura, no intervalo de $t = 0$ a $t = 1,0 \text{ s}$, temos um movimento de queda livre, cuja função da posição y é:

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

Da figura, temos:

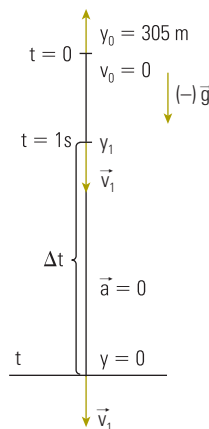
$$y_1 = 305 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1 \Rightarrow y_1 = 300 \text{ m}$$

A função da posição é:

$$v = v_0 - g t \Rightarrow v_1 = -10 \cdot 1 \Rightarrow v_1 = -10 \text{ m/s}$$

Com essa velocidade ele percorre o trecho seguinte, $\Delta y = 300 \text{ m}$, em módulo, com velocidade constante, $v = 10 \text{ m/s}$, em módulo. Podemos então escrever:

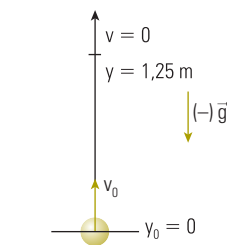
$$v = \frac{\Delta y}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta y}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{300}{10} \Rightarrow \Delta t = 30 \text{ s}$$



Observação: Neste caso poderia ser mais fácil inverter a orientação do referencial. Não o fizemos para manter a abordagem apresentada no estudo de queda livre.

Resposta: alternativa d.

34. Representando esquematicamente o movimento, temos:



Da "equação" de Torricelli, temos:

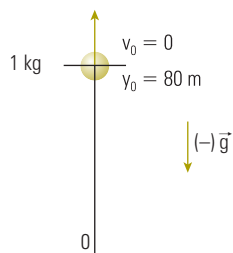
$$v^2 = v_0^2 + 2a(y - y_0) \Rightarrow 0 = v_0^2 + 2(-10)(1,25 - 0) \Rightarrow \Rightarrow -v_0^2 = -25 \Rightarrow v_0 = 5 \text{ m/s (velocidade inicial do jogador)}$$

O tempo que o jogador permanece no ar corresponde ao tempo em que ele toca de novo o solo, ou seja, é o valor de t para o qual $y = 0$. Da função da posição (ordenada), temos:

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow 0 = 0 + 5t - 5t^2 \Rightarrow t = 1 \text{ s}$$

Resposta: alternativa a.

35. Representando o movimento no referencial adotado, temos:



I) Da função da velocidade, temos:

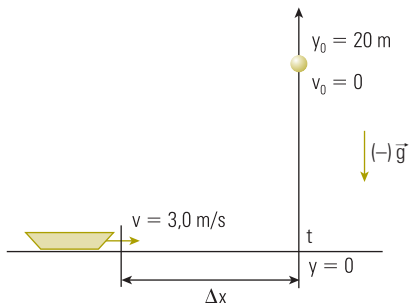
$$v = v_0 - g t \Rightarrow v = 0 - 10 \cdot 3 \Rightarrow v = -30 \text{ m/s (o sinal negativo indica que a velocidade é dirigida para baixo)}$$

$$\text{II) } y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow y = 80 - 5t^2$$

Portanto, as afirmações I e II estão corretas.

Resposta: alternativa c.

36. Inicialmente vamos calcular o tempo de queda da laranja. Veja o esquema e o referencial adotado:



Da função da posição, o instante t em que a laranja atinge o leito do rio, $y = 0$, é:

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow 0 = 20 - 5t^2 \Rightarrow t^2 = 4 \Rightarrow t = 2,0 \text{ s}$$

Como a canoa tem velocidade constante, para que a laranja caia dentro dela é preciso que a canoa esteja a uma distância máxima, Δx , da vertical que passa pela laranja no instante em que esta é solta, dada por:

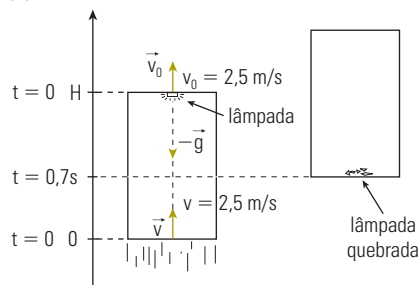
$$\Delta x = v \Delta t \Rightarrow \Delta x = 3,0 \cdot 2,0 \Rightarrow \Delta x = 6,0 \text{ m}$$

Qualquer distância maior que essa, a laranja atinge o rio antes da chegada da canoa.

Resposta: alternativa b.

37. Podemos supor que este é um problema de encontro de dois móveis: a lâmpada que cai da posição inicial H , em queda livre, no instante $t = 0$, e se encontra com o piso do elevador, que no

instante inicial está na posição 0 (zero). No instante $t = 0,7 \text{ s}$ a lâmpada encontra o piso do elevador, ou seja, ambos estão na mesma posição. Veja a figura que estabelece também o referencial:



Como a velocidade do piso, $v = 2,5 \text{ m/s}$, é constante, a função da posição do piso do elevador (MRU), na direção y , pode ser escrita na forma:

$$y = y_0 + v t \Rightarrow y_{\text{piso}} = 2,5t \quad (\text{I})$$

Lembrando que a velocidade inicial da lâmpada $v_0 = 2,5 \text{ m/s}$ é a velocidade do elevador (ela estava fixada nele) e que o seu movimento equivale a um lançamento vertical, temos:

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow y_{\text{lâmp}} = H + 2,5t - 5,0t^2 \quad (\text{II})$$

Como o referencial é único para os dois movimentos, podemos afirmar que:

$$y_{\text{piso}} = y_{\text{lâmp}} \Rightarrow t = 0,7 \text{ s}$$

Logo, de (I) e (II), temos:

$$2,5t = H + 2,5t - 5,0 \cdot 0,7^2 \Rightarrow H = 5 \cdot 0,7^2 \Rightarrow H = 2,45 \text{ m}$$

Note que a rigor essa não é a distância do teto ao piso, mas da lâmpada ao piso.

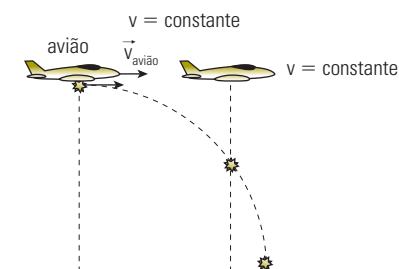
Resposta: alternativa d.

38. Para Júlia a moeda cai em linha reta, pois ela e a moeda têm a mesma velocidade, como um piloto vê um objeto caindo do seu avião.

Para Tomás, que está em repouso em relação a Júlia, a moeda é lançada horizontalmente para a frente. Ele observa uma trajetória parabólica, como um objeto abandonado horizontalmente de um avião.

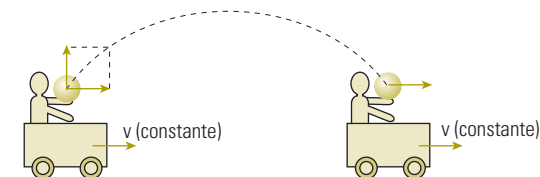
Resposta: alternativa c.

39. Não havendo resistência do ar, o componente horizontal da velocidade permanece constante e igual à velocidade do avião, pois o objeto estava no avião. Logo, tinha a mesma velocidade do avião. Portanto, enquanto o avião mantiver a mesma velocidade, o objeto permanece embaixo do avião, até atingir o solo. Veja a figura:



Resposta: alternativa e.

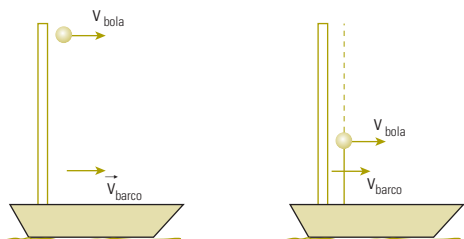
40.



Para uma pessoa colocada em um referencial fixo na terra, além da velocidade vertical do lançamento no carrinho, a bola tem também a velocidade horizontal do próprio carrinho, adquirindo o movimento resultante que equivale a um lançamento oblíquo. Se a resistência do ar for desprezível, a bolinha cai novamente dentro do carrinho, pois ambos têm a mesma velocidade horizontal.

Resposta: alternativa d.

41.

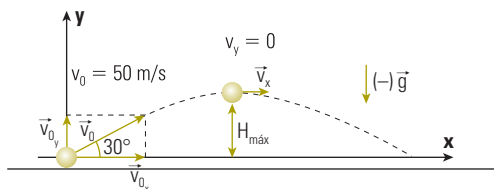


Como a velocidade horizontal da bola e a do barco são as mesmas, e desprezando a resistência do ar, a bola cai ao pé do mastro.

Resposta: alternativa b.

42. O projétil atingirá a altura máxima quando o componente $\vec{v}_y$ for nulo.

Veja o esquema e o referencial na figura:



O módulo do componente $\vec{v}_{0y}$ é:

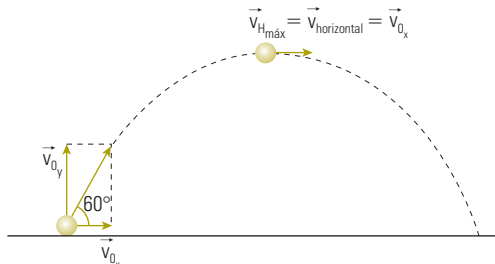
$$v_{0y} = v_y \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow v_{0y} = 25 \text{ m/s}$$

Da função da velocidade na direção **y** em relação ao tempo, temos:

$$v_y = v_{0y} - gt \Rightarrow 0 = 25 - 10t \Rightarrow t = 2,5 \text{ s}$$

Resposta: alternativa d.

43.



Na altura máxima o componente vertical da velocidade é nulo. A velocidade do projétil será igual ao componente horizontal da

sua velocidade inicial, $\vec{v}_{0x}$, constante quando a resistência do ar é desprezível.

Logo, em módulo, temos:

$$v_{Hmáx} = v_{0y} \Rightarrow v_{Hmáx} = v_0 \cdot \cos 60^\circ \Rightarrow v_{Hmáx} = \frac{v_0}{2}$$

Resposta: alternativa a.

44. O lançamento oblíquo pode ser estudado pela composição em dois movimentos:

- na direção **x**, MRU (v_x é constante $\neq 0$);
- na direção **y**, MRUV ($v_y = v_{0y} - gt$).

I) Falsa, no ponto mais alto, $v_x \neq 0$.

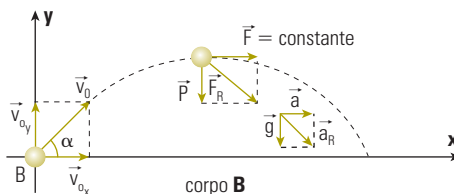
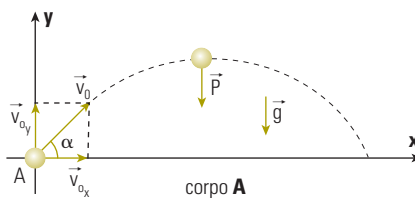
II) Verdadeira ($v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$ e $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$).

III) Falsa, em todo o movimento, $\vec{g}$ é constante e diferente de zero.

IV) Verdadeira ($v = v_{0x}$).

Resposta: alternativa c.

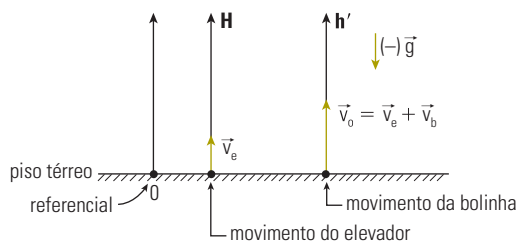
45. A força horizontal $\vec{F}$ não altera o componente vertical do movimento do corpo **B**. Em outras palavras, ambos os movimentos, de **A** e **B**, são descritos pelas mesmas funções em relação à direção **y**. Logo, a altura máxima atingida (**c**) e o tempo para atingir novamente o solo (**a**), que dependem apenas da direção vertical do movimento, são os mesmos para ambos os corpos. Veja a figura:



O mesmo não ocorre em relação à direção horizontal. Como a figura mostra, a força $\vec{F}$ fornece ao corpo **B** uma aceleração horizontal, $\vec{a}$, que aumenta a velocidade horizontal $\vec{v}_{0x}$ de **B** (em **A**, como sabemos, ela é constante). Por isso, alteram-se o alcance horizontal, a velocidade ao atingir o solo e a aceleração do corpo **B**. Logo, as alternativas **b**, **d** e **e** estão erradas.

Resposta: alternativas a e c.

46. a) Para construir os gráficos $H(t)$, $h(t)$ e $h'(t)$, precisamos escrever as respectivas funções das posições em relação ao tempo. Para isso vamos inicialmente estabelecer um referencial único para o movimento da bolinha e do elevador em relação ao piso térreo. Veja a figura:



Como o elevador tem velocidade constante, seu movimento é retilíneo uniforme e a função da posição é $x = x_0 + vt$. Fazendo $x = H$, $x_0 = 0$ (a origem está no piso) e sendo $v = v_e = 5,0$ m/s, temos:

$$H = 5,0t \quad (\text{I})$$

Como a bolinha é lançada do elevador que está em movimento, a sua velocidade inicial, como mostra a figura, é $\vec{v}_0 = \vec{v}_e + \vec{v}_b$, sendo $\vec{v}_e$ a velocidade do elevador e $\vec{v}_b$ a velocidade da bolinha. Além disso, o movimento da bolinha é um lançamento

vertical, cuja função da posição é $y = y_0 + v_0t - \frac{1}{2}gt^2$. Fazendo $y = h'$, $y_0 = 0$, o módulo de $v_0 = 5,0 + 10 = 15$ m/s e sendo $g = 10$ m/s², temos:

$$h' = 15t - 5t^2 \quad (\text{II})$$

Sendo $H = 5,0t$ a função da posição do movimento do elevador em relação ao piso e $h' = 15t - 5t^2$ a função da posição da bolinha em relação ao piso, pode-se afirmar que a função da posição da bolinha em relação ao elevador $h(t)$ é obtida pela diferença entre as funções $h'(t)$ e $H(t)$. Logo, temos:

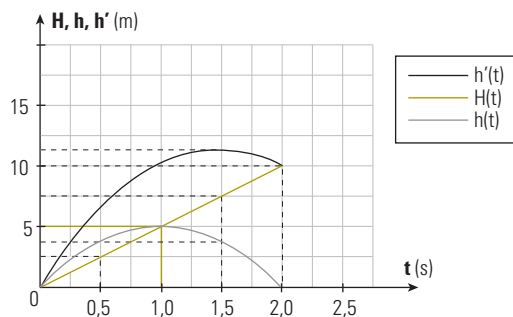
$$h(t) = h'(t) - H(t) \Rightarrow h = (15t - 5t^2) - (5,0t) \Rightarrow h = 10t - 5t^2 \quad (\text{III})$$

Para construir os gráficos $H(t)$, $h(t)$ e $h'(t)$, basta atribuir valores a t e obter os respectivos valores de H , h e h' . Veja a tabela e os gráficos abaixo:

$$h(t) = h'(t) - H(t) \Rightarrow h = (15t - 5t^2) - (5,0t) \Rightarrow h = 10t - 5t^2 \quad (\text{III})$$

Para construir os gráficos $H(t)$, $h(t)$ e $h'(t)$, basta atribuir valores a t e obter os respectivos valores de H , h e h' . Veja a tabela e os gráficos abaixo:

t (s)	H = 5t (m)	h' = 15t - 5t ² (m)	h = 10t - 5t ² (m)
0	0	0	0
0,5	2,5	6,25	3,75
1,0	5,0	10	5
1,5	7,5	11,25	3,75
2,0	10	10	0



Observe que no instante $t = 2,0$ s a bolinha atinge o piso do elevador, por isso, de acordo com o enunciado, não continuamos os demais gráficos.

- b) O instante em que a bolinha atinge a altura máxima em relação ao piso do elevador ($t = 1,0$ s) está indicado em cinza.

47. A energia **E** é medida em joules, cuja definição é $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$. O newton, **N**, é a unidade de força, cuja definição (Segunda Lei de Newton) é $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Logo:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} \Rightarrow 1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Substituindo na expressão dada temos:

$$E = mc^2 \Rightarrow \text{J} = \text{kg} \cdot \text{c}^2 \Rightarrow \text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = \text{kg} \cdot \text{c}^2$$

Logo, $c = \frac{\text{m}}{\text{s}}$, ou seja, **c** é uma velocidade.

Resposta: alternativa d.

48. I) Falso, pois o peso é a força de interação gravitacional entre um planeta (Terra) e um corpo, em decorrência da massa de cada um.
II) Verdadeiro, pois massa é uma propriedade do corpo e peso é a interação entre corpos.
III) Verdadeiro, pois $P = mg$, ou seja, o peso é proporcional à massa.

Resposta: alternativa e.

49. Aplicando a Segunda Lei de Newton a cada partícula, temos:

$$\left. \begin{array}{l} F_R = m_1 a_1 \\ F_R = m_2 a_2 \end{array} \right\} \Rightarrow m_1 a_1 = m_2 a_2 \Rightarrow a_1 = \frac{m_2}{m_1} a_2$$

Resposta: alternativa c.

50. a) Falsa, a aceleração de queda livre independe da massa.
b) Falsa, são forças aplicadas em corpos diferentes.
c) Verdadeira.
d) Verdadeira.
e) Verdadeira.
f) Falsa, pois a inércia está relacionada à ausência de forças.

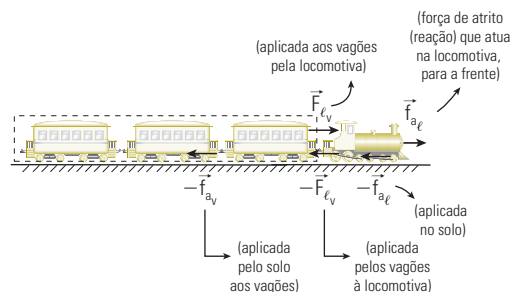
51. Todas as alternativas são corretas.

Em I não há qualquer experimento que possa distinguir um corpo em MRU de um corpo parado.

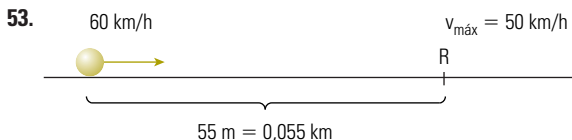
Em II e III surgiriam nas pessoas as forças fictícias descritas, devido à inércia. A aceleração de um sistema num sentido implica o aparecimento, nos corpos vinculados a esse sistema, de uma aceleração inercial, em sentido oposto.

Resposta: alternativa e.

52. Para que a locomotiva puxe os vagões para a frente ela empurra o solo (estrada) para trás, por atrito, com a força $-\vec{f}_{a_v}$. E o atrito exerce sobre a locomotiva uma força $\vec{f}_{a_v}$, igual e de sentido oposto, portanto, para a frente. É essa força, descontada das forças de resistência que ocorrem na própria locomotiva (resistência do ar, atritos nos eixos, atrito de rolamento nas rodas, etc.), que dá origem à força $\vec{F}_{\ell_v}$ que a locomotiva aplica nos vagões, para a frente. Veja a figura:



Resposta: alternativa b.



$$m_{\text{total}} = 1296 \text{ kg}$$

Para que ele atinja o início do redutor com a velocidade permitida, $v = 50 \text{ km/h}$, é preciso que ele reduza a velocidade inicial, $v_0 = 60 \text{ km/h}$, para o valor permitido no deslocamento $\Delta x = 55 \text{ m} = 0,055 \text{ km}$. Logo, da "equação" de Torricelli, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \Rightarrow 50^2 = 60^2 + 2a(0,055) \Rightarrow \\ \Rightarrow a = \frac{2500 - 3600}{0,11} \Rightarrow a = -10\,000 \text{ km/h}^2$$

Transformando em m/s^2 , temos:

$$a = \frac{10\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}^2}}{1} \Rightarrow a = \frac{10\,000(1\,000)\text{m}}{(3\,600\text{s})^2} \Rightarrow \\ \Rightarrow a = \frac{10^7 \text{ m}}{12,96 \cdot 10^6 \text{ s}^2} \Rightarrow a = \frac{10}{12,96} \text{ m/s}^2$$

Supondo que a redução da velocidade se deva exclusivamente à força de atrito, f_a , da Segunda Lei de Newton, $F_R = ma$, sendo $F_R = f_a$, em módulo, vem:

$$f_a = ma \Rightarrow f_a = 1296 \cdot \frac{10}{12,96} \Rightarrow f_a = \frac{12\,960}{12,96} \Rightarrow f_a = 1000 \text{ N}$$

Resposta: alternativa d.

54. Comparando a função dada com a função da posição do MRUV, temos:

$$x = 2 + 2t + 4t^2$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Portanto, a aceleração do corpo é:

$$\frac{1}{2} a = 4 \Rightarrow a = 8 \text{ m/s}^2$$

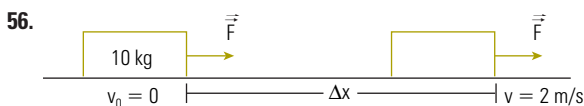
Da Segunda Lei de Newton, temos:

$$F_R = ma \Rightarrow F_R = 4 \cdot 8 \Rightarrow F_R = 32 \text{ N}$$

Resposta: alternativa e.

55. A figura representa o gráfico da força (**N**) em função da aceleração de três corpos. Admitindo que essas forças sejam as resultantes que atuam sobre o corpo, pode-se afirmar que o coeficiente angular de cada reta é a massa de cada corpo. Como a reta relacionada ao corpo 1 tem maior coeficiente angular, a massa do corpo 1 é maior e, portanto, o corpo 1 tem a maior inércia.

Resposta: alternativa d.



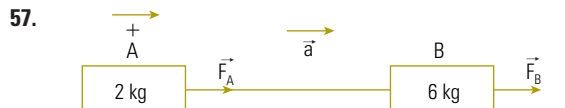
Da "equação" de Torricelli, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \Rightarrow 4 = 0 + 2a \cdot 1 \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

Da Segunda Lei de Newton, vem:

$$F_R = ma \Rightarrow F_R = 10 \cdot 2 \Rightarrow F_R = 20 \text{ N}$$

Resposta: alternativa d.



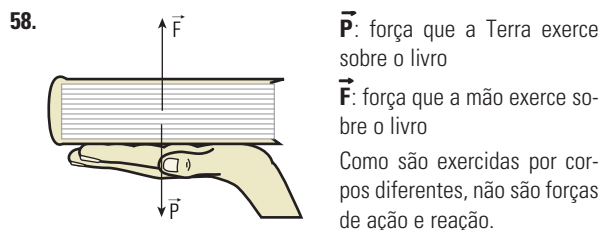
Se $a = 2,0 \text{ m/s}^2$ e considerando todo o conjunto como um só sistema, da Segunda Lei de Newton, obtemos o módulo da resultante das forças que atuam em **B**:

$$F_B = (m_A + m_B)a \Rightarrow F_B = (2 + 6)2 \Rightarrow F_B = 16 \text{ N}$$

Isolando **A**, obtemos o módulo da resultante das forças que atuam em **A**:

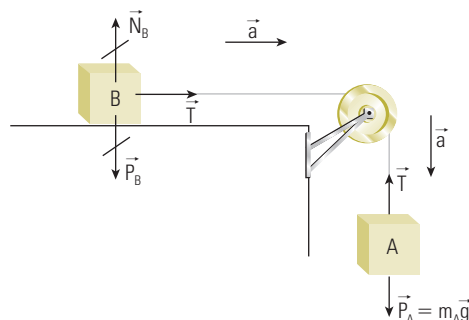
$$F_A = m_A a \Rightarrow F_A = 2 \cdot 2 \Rightarrow F_A = 4 \text{ N}$$

Resposta: alternativa a.



Resposta: alternativa e.

59. As forças atuantes em cada corpo estão esquematizadas a seguir:



A partir do gráfico, a aceleração do sistema é:

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} \Rightarrow a = \frac{24 - 0}{6 - 0} \Rightarrow a = 4 \text{ m/s}^2$$

Aplicando a Segunda Lei de Newton ao sistema considerado como um só conjunto, temos:

$$P_A = (m_A + m_B)a \Rightarrow P_A = m_A a + m_B a \Rightarrow \\ \Rightarrow m_A \cdot 10 = m_A \cdot 4 + m_B \cdot 4 \Rightarrow 6m_A = 4m_B \Rightarrow m_B = 1,5m_A$$

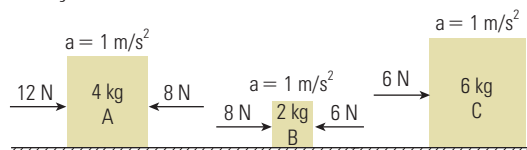
Resposta: alternativa a.

60. Aplicando a Segunda Lei de Newton às duas situações e considerando os três blocos em conjunto, temos:

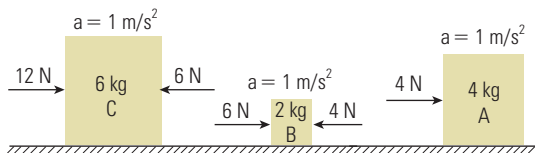
$$F = (m_A + m_B + m_C)a \Rightarrow 12 = (4 + 2 + 6)a \Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$$

Considerando cada situação com seus blocos isolados, aplicando a Segunda Lei de Newton a cada um e indicando os valores dos módulos das forças, temos:

1ª situação:



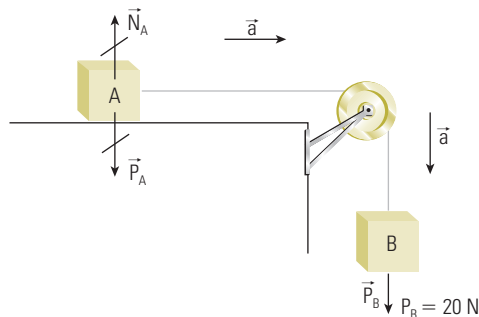
2ª situação:



Essas figuras permitem concluir que a única alternativa correta é a **a**, o módulo da resultante sobre o bloco **B** é o mesmo nas duas situações.

Resposta: alternativa **a**.

61.



Considerando o sistema da figura um só conjunto, da Segunda Lei de Newton, temos:

$$P_B = (m_A + m_B)a \Rightarrow 20 = (m_A + 2)4 \Rightarrow m_A = 3 \text{ kg}$$

Resposta: alternativa **b**.

62. a) Da função da velocidade aplicada ao gráfico, obtemos:

$$v = v_0 - at \Rightarrow 0 = 30 - 3T \Rightarrow T = 10 \text{ s}$$

b)



Da Segunda Lei de Newton, temos:

$$F_R = ma \Rightarrow -F_R = 1000 \cdot (-3) \Rightarrow F_R = 3000 \text{ N}$$

63. Isolando o bloco **B** e aplicando a Segunda Lei de Newton, temos:

$$T - P_B = m_B a \Rightarrow T = m_B g + m_B a \Rightarrow T = 3,0 \cdot 10 + 3,0 \cdot 2,0 \Rightarrow T = 36 \text{ N}$$

Resposta: alternativa **d**.

64. a) Da Segunda Lei de Newton, aplicada ao conjunto de elos (figura 1), temos:

$$F - P = 3ma$$

Sendo $P = 3mg$, temos:

$$P = 3 \cdot 0,10 \cdot 10 \Rightarrow P = 3,0 \text{ N}$$

Logo, o módulo da força $\vec{F}$ é:

$$F - 3,0 = 3 \cdot 0,10 \cdot 3,0 \Rightarrow F = 3,9 \text{ N}$$

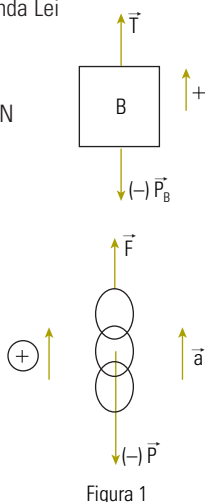


Figura 1

b) Se o elo do meio tem massa $m = 0,10 \text{ kg}$ e sobe com aceleração $a = 3,0 \text{ m/s}^2$, como todo o conjunto, da Segunda Lei de Newton podemos concluir que a força resultante que atua sobre ele é:

$$F_{\text{elo}} = m_{\text{elo}} a \Rightarrow F_{\text{elo}} = 0,10 \cdot 3,0 \Rightarrow F_{\text{elo}} = 0,30 \text{ N}$$

c) Isolando o elo de baixo, como mostra a figura 2, da Segunda Lei de Newton, temos:

$$F' - P' = ma$$

em que F' é a força que o elo do meio faz sobre o de baixo e P' é o peso do elo de baixo. Logo:

$$F' - mg = ma \Rightarrow F' = mg + ma \Rightarrow F' = 0,10 \cdot 10 + 0,10 \cdot 3,0 \Rightarrow F' = 1,3 \text{ N}$$

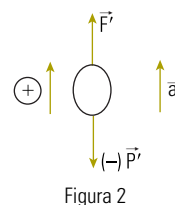
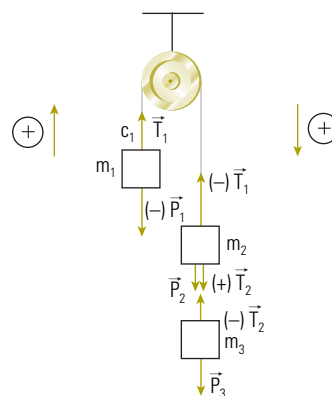


Figura 2

65.



a) Verdadeira

A resultante das forças externas ao sistema (ver figura) é $P_3 + P_2 - P_1 = F_R$. Se $m_3 + m_2 = m_1$, $F_R = 0$, então a aceleração do conjunto é nula.

b) Falsa

A resultante das forças que atua em m_2 é $P_2 + T_2 - T_1 = 0$. Se $T_1 = T_2$, $P_2 = 0$, o que é um absurdo, nesse caso.

c) Falsa

Se $m_3 + m_2 = 2m_1$, da Segunda Lei de Newton, teríamos:

$$P_3 + P_2 - P_1 = (m_1 + m_2 + m_3)a \Rightarrow \underbrace{(m_3 + m_2 - m_1)}_{2m_1} g = (m_1 + m_2 + m_3)a \Rightarrow (2m_1 - m_1)g = (m_1 + 2m_1)a \Rightarrow \cancel{m_1}g = \cancel{m_1}a \Rightarrow a = g$$

d) Verdadeira

A inversão de m_2 e m_3 não muda as forças externas ao sistema, $\vec{P}_2$ e $\vec{P}_3$. Logo, não altera a sua aceleração.

e) Falsa

Da Segunda Lei de Newton aplicada ao bloco m_3 , temos:

$$P_3 - T_2 = m_3 a \Rightarrow m_3 g - T_2 = m_3 a \Rightarrow T_2 = m_3 g - m_3 a \Rightarrow T_2 = m_3(g - a) \quad (I)$$

Aplicando a Segunda Lei de Newton ao bloco m_2 , temos:

$$P_2 + T_2 - T_1 = m_2 a \Rightarrow m_2 g + m_3(g - a) - T_1 = m_2 a \Rightarrow T_1 = m_2 g - m_2 a + m_3(g - a) \Rightarrow T_1 = m_2(g - a) + m_3(g - a) \Rightarrow T_1 = (m_2 + m_3)(g - a) \quad (II)$$

De (I) e (II) pode-se concluir que $T_1 > T_2$, sempre.

Logo, as alternativas corretas são **a** e **d**.

66. a) Obtendo os valores da aceleração a partir do gráfico, temos:

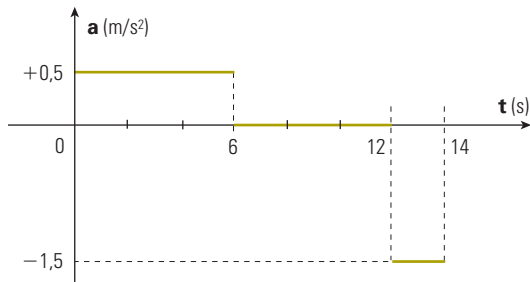
- De 0 a 6s:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_1 = \frac{3 - 0}{6} \Rightarrow a_1 = +0,5 \text{ m/s}^2$$

- De 6s a 12s:
 $a_2 = 0$ (velocidade constante)

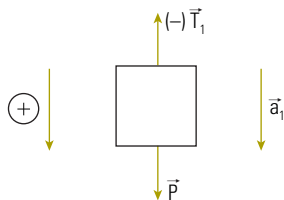
- De 12s a 14s:

$$a_3 = \frac{0 - 3}{2} \Rightarrow a_3 = -1,5 \text{ m/s}^2$$



b) De acordo com o referencial adotado (deduzido pelo gráfico), temos:

- De 0 a 6s:



$$a = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$P - T_1 = ma \Rightarrow T_1 = P - ma \Rightarrow T_1 = 10^4 \cdot 10 - 10^4 \cdot 0,5 \Rightarrow T_1 = 10^4(10 - 0,5) \Rightarrow T_1 = 9,5 \cdot 10^4 \text{ N}$$

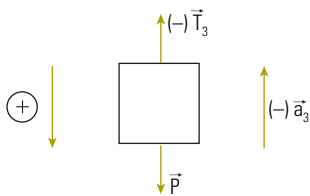
- De 6s a 12s:

$$a_2 = 0$$

$$P - T_2 = m \cdot 0 \Rightarrow P = T_2 \Rightarrow T_2 = 10 \cdot 10^4 \text{ N}$$

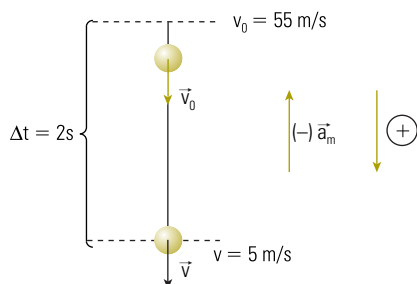
- De 12s a 14s:

$$a_3 = 1,5 \text{ m/s}^2 \text{ (em módulo)}$$



$$P - T_3 = m(-a_3) \Rightarrow T_3 = P + ma_3 \Rightarrow T_3 = 10 \cdot 10^4 + 10 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \Rightarrow T_3 = 11,5 \cdot 10^4 \text{ N}$$

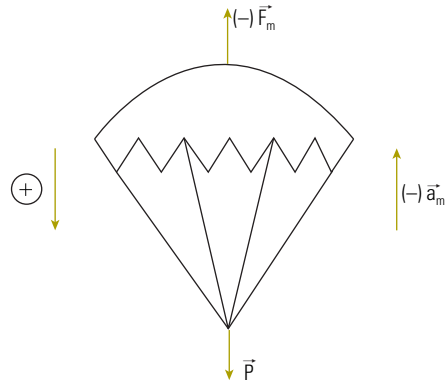
67. a) Nos primeiros 2s de movimento, temos:



Da definição de aceleração média, temos:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_m = \frac{v - v_0}{\Delta t} \Rightarrow a_m = \frac{5 - 55}{2} \Rightarrow a_m = -25 \text{ m/s}^2$$

b) Da Segunda Lei de Newton aplicada ao referencial adotado, sendo $a_m = 25 \text{ m/s}^2$, em módulo, temos:

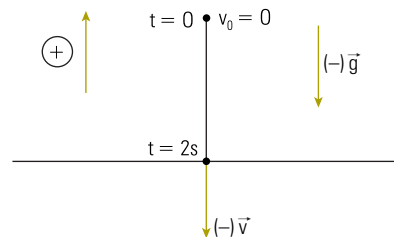


$$P - F_m = m(-a_m)$$

Sendo $m = 80 \text{ kg}$, $P = 800 \text{ N}$, então:

$$800 - F_m = 80(-25) \Rightarrow F_m = 800 + 2000 \Rightarrow F_m = 2800 \text{ N}$$

68. a)

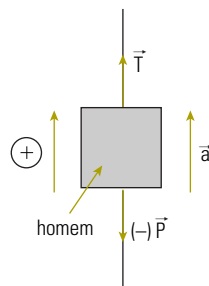


Da função da velocidade em queda livre, temos:

$$v = v_0 - gt \Rightarrow v = 0 - 10 \cdot 2 \Rightarrow v = -20 \text{ m/s}$$

b) Da Segunda Lei de Newton aplicada ao referencial da figura, temos:

$$\begin{aligned} F_R = ma &\Rightarrow T - P = ma \Rightarrow \\ \Rightarrow T &= ma + P \Rightarrow \\ \Rightarrow T &= 120 \cdot 0,5 + 120 \cdot 10 \Rightarrow \\ \Rightarrow T &= 1260 \text{ N} \end{aligned}$$

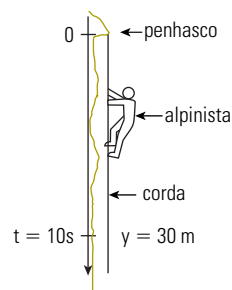


69. a) Adotando-se a origem do referencial no ponto de partida, a função da posição do MRUV é:

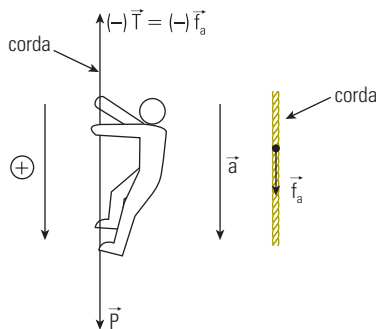
$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 30 = \frac{1}{2} a \cdot 10^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = 0,60 \text{ m/s}^2$$



Observando-se o esquema de forças atuantes no alpinista:

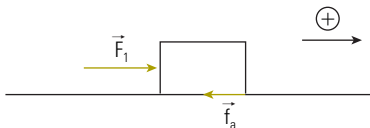


De acordo com o referencial adotado, da Segunda Lei de Newton, temos:

$$P - T = ma \Rightarrow 750 - T = 75 \cdot 0,6 \Rightarrow T = 705 \text{ N}$$

- b) Sim. Desde que o movimento de descida seja acelerado, a resultante atua para baixo; consequentemente, a tração será menor que o peso. Note que o alpinista não se prende à corda, ele desliza por ela. Em outras palavras, o que prende o alpinista à corda é a força de atrito. Veja a figura à direita onde a corda é considerada isoladamente. Note que o alpinista exerce uma força de atrito $\vec{f}_a$ para baixo sobre a corda para que ela exerça uma força $-\vec{T}$ sobre o alpinista.

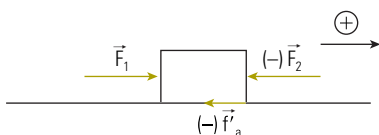
70. Inicialmente sob a ação da força $\vec{F}_1$ o bloco está em repouso, sem a ação da força $\vec{F}_2$, graças apenas à força de atrito $\vec{f}_a$. Veja a figura:



Da Segunda Lei de Newton podemos concluir que:

$$F_R = ma \Rightarrow F_1 - f_a = 0 \Rightarrow F_1 = f_a \Rightarrow f_a = 10 \text{ N}$$

Se outra força $\vec{F}_2$ de módulo 2 N for aplicada ao bloco, no sentido da força de atrito teremos a seguinte situação:



É claro que se antes da força $\vec{F}_1$ não deslocava o bloco, agora, com o acréscimo de $\vec{F}_2$ no mesmo sentido de $\vec{f}_a$, força de atrito, o deslocamento continua a não ocorrer, ou seja, a força resultante continua a ser nula.

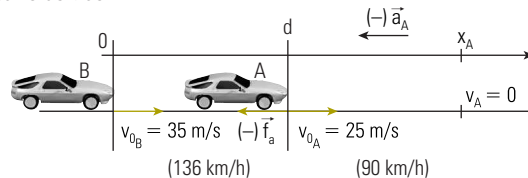
É interessante, neste caso, determinar o novo valor da força de atrito. Da Segunda Lei de Newton, temos:

$$F_R = ma \Rightarrow F_1 - f'_a - F_2 = 0 \Rightarrow 10 - f'_a - 2 = 0 \Rightarrow f'_a = 8 \text{ N}$$

Note que, como vimos, o valor da força de atrito estático é variável até que atinja seu valor máximo. Enquanto não atinge esse valor, a força de atrito estático tem o valor necessário para impedir o deslocamento do corpo.

Resposta: alternativa a.

71. O esquema da figura representa o instante em que o carro da frente freia bruscamente. Vamos fixar a origem do referencial no carro de trás:



Admitindo-se que o carro da frente (A) freia devido ao atrito dos pneus com o solo, da Segunda Lei de Newton, temos:

$$F_R = ma \Rightarrow -f_a = ma \Rightarrow -\mu g m_A = m_A a_A \quad (I)$$

$$a_A = -\mu g \Rightarrow a_A = -0,6 \cdot 10 \Rightarrow a_A = -6 \text{ m/s}^2$$

Podemos determinar a distância percorrida pelo carro A até parar pela "equação" de Torricelli. Basta fazer $v_A = 0$:

$$v_A^2 = v_0^2 + 2a_A(x_A - x_0) \Rightarrow 0 = 25^2 + 2(-6)(x_A - d) \Rightarrow x_A - d = \frac{625}{12} \Rightarrow x_A - d = 52 \text{ m} \quad (II)$$

O carro B, de trás, tem dois movimentos. O primeiro, retilíneo uniforme, durante o tempo de reação, de 0,1s. Aplicando a função da posição do MRU ao carro B, temos:

$$x_B = x_0 + v_B t \Rightarrow x_B = 35 \cdot 0,1 \Rightarrow x_B = 3,5 \text{ m}$$

Essa posição é a posição inicial x_{0B} do movimento seguinte do carro de trás, freando. Como o coeficiente de atrito entre os pneus e o solo é o mesmo nos dois carros, e a aceleração de frenagem, como vimos em (I), só depende do coeficiente de atrito e do $\vec{g}$ da gravidade, podemos concluir que o carro B tem a mesma aceleração de frenagem que o carro A. Logo, $a_B = -6 \text{ m/s}^2$. Aplicando agora a "equação" de Torricelli para $v_B = 0$, lembrando que $x_{0B} = 3,5 \text{ m}$, podemos determinar a distância por ele percorrida até parar:

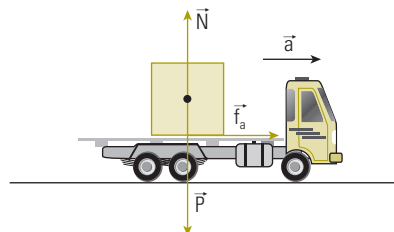
$$v_B^2 = v_0^2 + 2a_B(x - x_B) \Rightarrow 0 = 35^2 + 2(-6)(x - 3,5) \Rightarrow 0 = 1225 - 12x_B + 42 \Rightarrow x_B = \frac{1269}{12} \Rightarrow x_B = 106 \text{ m} \quad (III)$$

De (II) e (III) podemos concluir que para que B não se choque com A é preciso que:

$$x_B < x_A - d \Rightarrow 106 < 52 - d \Rightarrow d > 54 \text{ m}$$

Resposta: alternativa c.

- 72.



Nesse caso, a força resultante que atua sobre o caixote e dá a ele a aceleração $\vec{a}$ é a força de atrito estático, $\vec{f}_a$, cujo valor é:

$$f_a \leq N\mu$$

Como $N = P = mg$, temos:

$$f_a \leq mg\mu \quad (I)$$

Da Segunda Lei de Newton, aplicada ao caixote, temos:

$$F_R = ma \Rightarrow f_a = ma \quad (II)$$

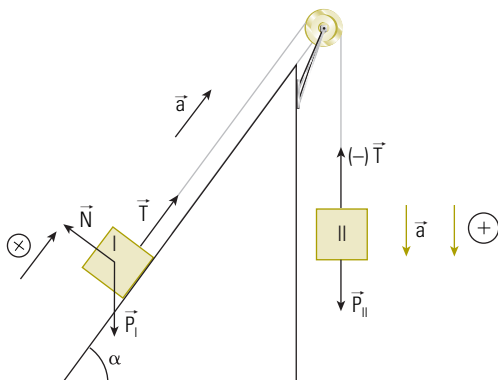
De (II) e (I), temos:

$$\mu a \leq \mu g \mu \Rightarrow \mu \geq \frac{a}{g} \Rightarrow \mu \geq \frac{2}{10} \Rightarrow \mu \geq 0,2$$

Logo, o coeficiente de atrito mínimo para que o caixote não deslize é 0,2.

Resposta: alternativa e.

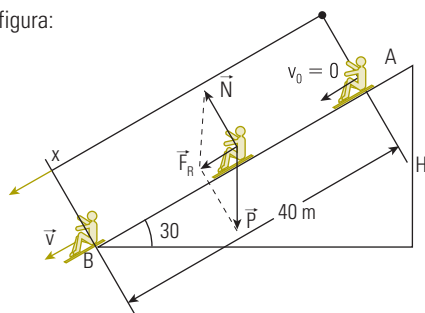
73. a)



b) Se o corpo II desce com aceleração $a = 4 \text{ m/s}^2$, da Segunda Lei de Newton aplicada a esse corpo e admitindo $g = 10 \text{ m/s}^2$, temos:

$$P_{II} - T = m_{II}a \Rightarrow m_{II}g - T = m_{II}a \Rightarrow 3 \cdot 10 - T = 3 \cdot 4 \Rightarrow T = 18 \text{ N}$$

74. Veja a figura:



a) Desprezando o atrito e aplicando a Segunda Lei de Newton, temos:

$$F_R = ma \quad (I)$$

Mas, nesse caso:

$$F_R = P_x \Rightarrow F_R = mg \cdot \sin 30^\circ \quad (II)$$

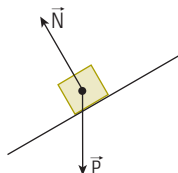
Logo, de (I) e (II), temos:

$$ma = mg \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow a = g \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow a = 5,0 \text{ m/s}^2$$

A velocidade ao final da rampa, aplicando a "equação" de Torricelli, é:

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \Rightarrow v^2 = 0 + 2 \cdot 5,0(40 - 0) \Rightarrow v^2 = 400 \Rightarrow v = 20 \text{ m/s ou } v = 72 \text{ km/h}$$

b) Só há duas forças atuando sobre o conjunto, o peso $\vec{P}$ e a reação normal da duna, $\vec{N}$. Veja a figura:



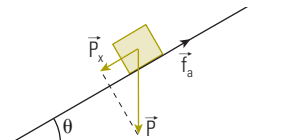
$$c) F_R = P_x \Rightarrow F_R = P \cdot \sin \alpha \Rightarrow F_R = 60 \cdot 10 \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow F_R = 300 \text{ N}$$

d) Se levarmos em conta o atrito, o corpo chegará à base do plano com uma velocidade menor que a obtida no item a, pois a força resultante seria menor, ou seja:

$$F_R = P_x - f_a$$

Como a massa é a mesma, para uma força resultante menor teremos uma aceleração menor e, em consequência, a velocidade do conjunto ao final da duna também será menor.

75. Para que a velocidade seja constante a aceleração deve ser nula. Da Segunda Lei de Newton, temos:



$$F_R = ma \Rightarrow P_x - f_a = 0 \Rightarrow P_x = f_a$$

Mas:

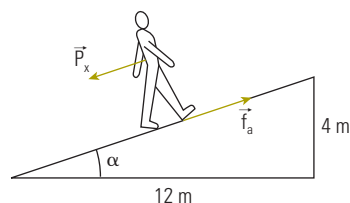
$$f_a = N\mu \Rightarrow f_a = P_y\mu$$

Logo:

$$P_x = P_y\mu \Rightarrow mg \cdot \sin \theta \Rightarrow mg \cdot \cos \theta \cdot \mu \Rightarrow \mu = \tan \theta$$

Resposta: alternativa c.

76.



Como vimos no problema anterior, o coeficiente de atrito estático mínimo para que uma pessoa não escorregue é $\mu = \tan \alpha$. Nessa rampa esse valor é:

$$\mu = \tan \alpha \Rightarrow \mu = \frac{4}{12} \Rightarrow \mu = 0,33$$

Portanto, os pisos 1 e 2 são inviáveis porque a pessoa vai escorregar. O piso 4 tem um coeficiente de atrito que garante que a pessoa não escorregue. Como esse piso é mais barato que os pisos 5 e 6, desnecessariamente mais seguros, deve ser o escolhido.

77. Se a distância entre as gotas era constante no plano horizontal, isso significa que o carro percorria distâncias iguais em intervalos de tempo iguais. Em outras palavras, no plano inclinado a velocidade do carro é constante. Para que isso fosse possível, o carro devia estar freando, pois, livremente, num plano inclinado, ele deveria acelerar. Se no plano horizontal a distância entre as gotas diminuía gradativamente, conclui-se que em intervalos de tempo iguais os deslocamentos são cada vez menores, ou seja, o carro continuou freando. Conclui-se, portanto, que o carro vinha freando desde o trecho no plano inclinado.

Resposta: alternativa c.

78. Nesse caso, a frequência média f em Hz é o número de pulsações que o coração dá em 1s.

Logo:

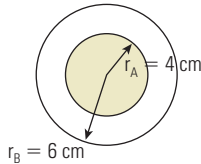
$$f = \frac{6\,480\,000 \text{ pulsações}}{1 \text{ dia}} \Rightarrow f = \frac{6\,480\,000 \text{ pulsações}}{86\,400 \text{ s}} \Rightarrow f = 75 \text{ Hz}$$

Resposta: alternativa c.

79. A velocidade angular é a razão entre o ângulo descrito $\Delta\varphi$ e o tempo gasto Δt em descrevê-lo. E, como o ângulo não depende do raio, a velocidade angular também não depende do raio.

Resposta: alternativa a.

80. Conjunto 1:



Ao se realizar o acoplamento entre os dois conjuntos, para os pontos de contato com a correia:

$$v_1 = v_2 \Rightarrow 2\pi r_1 f_1 = 2\pi r_2 f_2 \Rightarrow r_1 f_1 = r_2 f_2 \Rightarrow f_1 = \frac{r_2}{r_1} f_2$$

Para uma dada frequência do conjunto 2, o conjunto 1 terá a maior frequência quando $\frac{r_2}{r_1}$ assumir maior valor, que corresponde à situação do alto, à direita.

Assim, devemos ter $r_1 = r_A = 4 \text{ cm}$ e $r_2 = r_D = 10 \text{ cm}$:

$$f_1 = \frac{10}{4} \cdot 4800 \Rightarrow f_1 = 12000 \text{ rpm} \Rightarrow f_1 = 200 \text{ Hz}$$

Resposta: alternativa b.

81. Como a velocidade do carro é constante, $v_c = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (I).

Para uma volta completa, a velocidade de um ponto na borda do pneu é:

$$v_p = \frac{2\pi r}{T} \quad \text{(II)}$$

Supondo que o pneu não se deforme ou derrape, a velocidade do carro é igual à velocidade de um ponto na borda do pneu. Logo, de (I) e (II), temos:

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow \frac{483,6}{60} = \frac{2\pi \cdot 0,52}{T} \Rightarrow T = 0,2 \text{ s}$$

Resposta: alternativa b.

82. O ponteiro dos segundos de comprimento $r_s = 7 \text{ mm}$ dá uma volta a cada período $T_s = 60 \text{ s}$; portanto, a velocidade v_s de um ponto na sua extremidade é:

$$v_s = \frac{2\pi r_s}{T_s} \Rightarrow v_s = \frac{2\pi \cdot 7}{60} \quad \text{(I)}$$

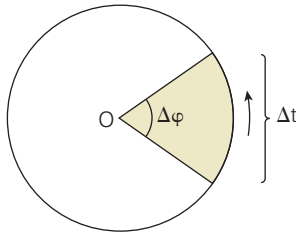
O ponteiro dos minutos, de comprimento $r_m = 5 \text{ mm}$, dá uma volta completa a cada período $T_m = 3600 \text{ s}$; portanto, a velocidade v_m de um ponto na sua extremidade é:

$$v_m = \frac{2\pi r_m}{T_m} \Rightarrow v_m = \frac{2\pi \cdot 5}{3600} \quad \text{(II)}$$

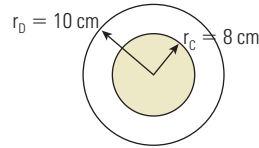
De (I) e (II) obtemos a razão $\frac{v_s}{v_m}$:

$$\frac{v_s}{v_m} = \frac{\frac{2\pi \cdot 7}{60}}{\frac{2\pi \cdot 5}{3600}} \Rightarrow \frac{v_s}{v_m} = 84$$

Resposta: alternativa d.



Conjunto 2:



83. a) Se o comprimento da circunferência externa da roda é 2 m e ela percorreu 6000 m , o número de rotação n é:

$$n = \frac{6000}{2} \Rightarrow n = 3000 \text{ rotações}$$

- b) Se ele percorre essa distância $\Delta e = 6000 \text{ m}$ com velocidade de 18 km/h (5 m/s), o tempo gasto Δt é dado por:

$$v = \frac{\Delta e}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta e}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{6000}{5} \Rightarrow \Delta t = 1200 \text{ s}$$

Logo, a roda da bicicleta dá 3000 rotações em 1200 s ; portanto, a sua frequência é:

$$f = \frac{3000}{1200} \Rightarrow f = 25 \text{ Hz}$$

84. a) Pode-se concluir do gráfico que o intervalo de tempo necessário para que esse ponto realize uma volta completa é $0,1 \text{ s}$. Logo, o período do movimento é $T = 0,1 \text{ s}$ e a velocidade angular (ω) do ponto é dada por:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0,1}$$

Para $\pi = 3,1$, obtemos $\omega = 62 \text{ rad/s}$.

- b) Simbolizando o deslocamento na direção vertical por Δy , o componente vertical da velocidade média do ponto em relação ao chão é $v_{m_y} = \frac{\Delta y}{\Delta t}$. Para uma volta completa, o deslocamento Δy do ponto é nulo. Assim, em uma volta completa, $v_{m_y} = 0$.

- c) Se a roda dá uma volta completa, sem escorregar ou deformar, o deslocamento horizontal Δx é igual ao comprimento da circunferência da borda da roda. Logo, o componente horizontal da velocidade média do ponto em relação ao chão é:

$$v_{m_x} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{m_x} = \frac{2\pi r}{\Delta t}$$

Sendo $r = 0,3 \text{ m}$, $\Delta t = 0,1 \text{ s}$ e $\pi \approx 3,1$, temos:

$$v_{m_x} = \frac{2\pi \cdot 0,3}{0,1} \Rightarrow v_{m_x} = 19 \text{ m/s}$$

85. a) O raio da órbita fatídica é $r = 2,1 \cdot 10^5 \text{ pés}$.

Como $1 \text{ pé} = 0,30 \text{ m}$, obtemos:

$$r = 2,1 \cdot 10^5 \text{ pés} \Rightarrow r = 2,1 \cdot 10^5 (0,30 \text{ m}) \Rightarrow r = 6,3 \cdot 10^4 \text{ m}$$

- b) De acordo com o enunciado, a velocidade linear (v) da sonda é inversamente proporcional ao raio (r) da órbita. Assim, sendo k uma constante, podemos escrever:

$$v = \frac{k}{r} \Rightarrow vr = k$$

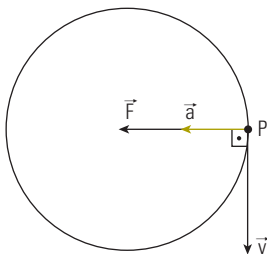
Logo, o produto da velocidade linear (v) pelo raio (r) é constante. Sendo v_1 e r_1 a velocidade e o raio na órbita fatídica e v_2 e r_2 na órbita segura, temos:

$$v_1 r_1 = v_2 r_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{r_2}{r_1} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{2,1 \cdot 10^5}{0,63 \cdot 10^5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = 3,3$$

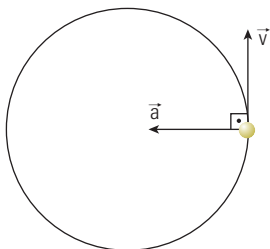
86. Num movimento circular e uniforme, a força resultante $\vec{F}$ atua na direção radial dirigida para o centro. Como a velocidade $\vec{v}$ é sempre tangente à trajetória, no sentido do movimento, e a aceleração

ção $\vec{a}$ tem sempre a mesma direção e sentido da força resultante, teremos :



Resposta: alternativa d.

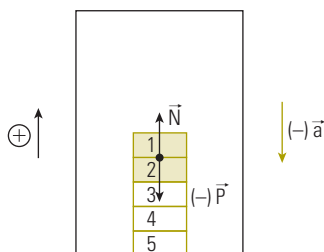
87.



- I) Falso, pois a direção e o sentido do vetor se alteram.
 II) Verdadeiro. O módulo de $\vec{a}$ é $\frac{v^2}{r}$; como o módulo de $\vec{v}$ é constante e r é o raio da circunferência, o módulo de $\vec{a}$ é constante.
 III) Falso, pois a direção do vetor aceleração é perpendicular à direção do vetor velocidade (verdadeiro) mas não é perpendicular ao plano da trajetória.

Resposta: alternativa b.

88.



Aplicando a Segunda Lei de Newton, para um referencial externo, fixo na Terra, a força $\vec{N}$ que o bloco 3 exerce sobre o bloco 2, representada no centro de gravidade dos blocos 1 e 2, onde atua o peso $\vec{P}$ desses blocos é:

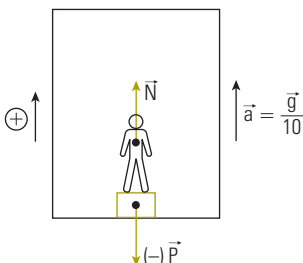
$$N - P = 2m(-a)$$

Mas $P = 2mg$ (peso dos blocos 1 e 2). Então:

$$N - 2mg = -2ma \Rightarrow N = 2mg - 2ma \Rightarrow N = 2m(g - a)$$

Resposta: alternativa d.

89.



Se $P = 50$ N, da Segunda Lei de Newton aplicada a um referencial externo, fixo na Terra, temos:

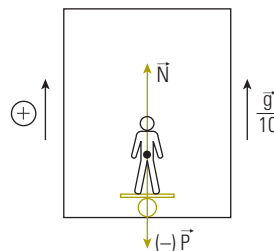
$$N - P = ma \Rightarrow N - 50 = \frac{50}{g} \cdot \frac{g}{2} \Rightarrow N = 75 \text{ N (leitura da balança)}$$

Resposta: alternativa c.

90. O peso de Chiquinho, medido em repouso, exercido pela Terra, é $P = 600$ N. Logo, sua massa é:

$$m = \frac{P}{g} \Rightarrow m = 60 \text{ kg}$$

No elevador que sobe com aceleração $\frac{g}{10} = 1,0 \text{ m/s}^2$, temos:



Da Segunda Lei de Newton, aplicada a um referencial externo, fixo na Terra, temos:

$$N - P = ma \Rightarrow N - 600 = 60 \cdot 1 \Rightarrow N = 660 \text{ N (marcação da balança)}$$

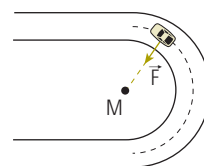
Resposta: alternativa d.

91. Se o movimento é circular uniforme não há variação do módulo do vetor velocidade, mas a direção e o sentido do vetor variam. Para que isso seja possível a resultante única deve ser perpendicular à velocidade em cada ponto e, portanto, dirigida para o centro, para um referencial inercial, externo.

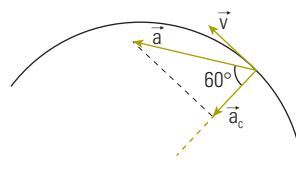
Resposta: alternativa c.

92. Para que o automóvel faça a curva com velocidade de módulo constante é preciso que sobre ele atue uma força resultante centrípeta dirigida para o centro M da curva.

Resposta: alternativa c.



93. Veja a figura:



Determinando o componente centrípeta da aceleração, obtemos:

$$a_c = a \cdot \cos 60^\circ \Rightarrow a_c = 32 \cdot 0,5 \Rightarrow a_c = 16 \text{ m/s}^2$$

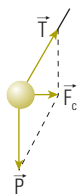
O módulo da velocidade $\vec{v}$ em cada instante pode ser calculado pela relação entre a aceleração centrípeta e a velocidade de um MCU, $a_c = \frac{v^2}{r}$, pois num intervalo de tempo de um instante

(infinitamente pequeno) o movimento pode ser assim considerado. Logo:

$$a_c = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{a_c r} \Rightarrow v = \sqrt{16 \cdot 1} \Rightarrow v = 4,0 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa b.

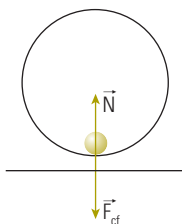
94. Para um observador externo só há duas forças atuando sobre o corpo, $\vec{T}$ (tração) e $\vec{P}$ (peso), que admitem uma resultante centrípeta, $\vec{F}_c$.



95. a) Como a velocidade angular é constante, o movimento é circular e uniforme. Logo:

$$v = \omega r \Rightarrow v = 0,2 \cdot 40 \Rightarrow v = 8 \text{ m/s}$$

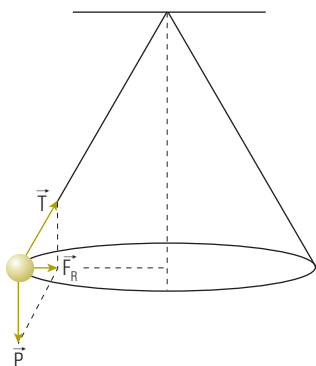
- b) Veja a figura:



Para um referencial localizado na nave, atua sobre o astronauta uma força centrífuga $\vec{F}_{cf}$ que faz com que ele comprima o chão da astronave. A força normal $\vec{N}$ exercida pelo piso é a força de reação a essa força centrífuga. Em módulo, temos $N = F_{cf}$. Mas $F_{cf} = ma_{cf}$ e $a_{cf} = \omega^2 r$ (igual à aceleração centrípeta mas de sentido oposto), temos:

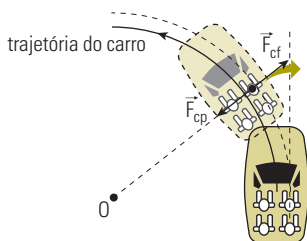
$$N = m\omega^2 r \Rightarrow N = 80 \cdot 0,2^2 \cdot 40 \Rightarrow N = 128 \text{ N}$$

96. Para que um corpo execute um MCU é preciso que a força resultante seja centrípeta, embora as forças componentes não precisem ser centrípetas, necessariamente. Num pêndulo cônico, por exemplo, a resultante é centrípeta mas a tração $\vec{T}$ e o peso $\vec{P}$, forças que atuam sobre o pêndulo, não são centrípetas. Logo, as afirmações II e III estão corretas.



Resposta: alternativa e.

97. Veja a figura:



Quando o carro faz a curva para a esquerda, as pessoas tendem, por inércia, a se manterem na trajetória em que estavam. Por isso, em relação ao carro, exercem contra a porta uma força fictícia, centrífuga, $\vec{F}_{cf}$, para a direita do carro, para fora da curva. E a porta da direita exerce sobre você uma força de reação, centrípeta, $\vec{F}_{cp}$, para a esquerda do carro, para o centro da curva.

Resposta: alternativa d.

98. a) Verdadeira, pois, se não houver resultante, não há curva. O movimento é retilíneo uniforme.

- b) Falsa, pois contradiz a anterior.

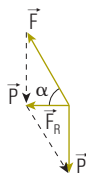
- c) Verdadeira, pois no MCU a resultante centrípeta tem sempre a mesma direção do raio.

- d) Verdadeira

Da figura, temos:

$$\tan \alpha = \frac{P}{F_R} \Rightarrow F_R = \frac{P}{\tan 45^\circ} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_R = \frac{100\,000}{1} \Rightarrow F_R = 100\,000 \text{ N}$$



- e) Verdadeira

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F_c r}{m}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{100\,000 \cdot 1\,000}{10\,000}} \Rightarrow$$

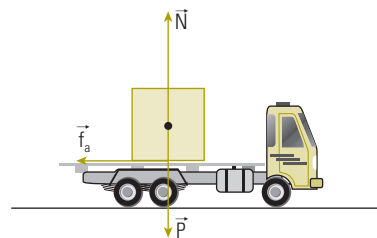
$$\Rightarrow v = 100 \text{ m/s} = 360 \text{ km/h}$$

- f) Falsa, pois, como vimos no item d, F_R depende da tangente do ângulo de inclinação, α , das asas em relação ao plano horizontal.

99. (1) grandeza escalar
(1) medida em joules
(2) possui módulo, direção e sentido
(2) medida com dinamômetro

Resposta: alternativa a.

100. $m = 4\,000 \text{ kg}$
 $v = 20 \text{ m/s}$
 $\mu = 0,40$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$



- a) Para o caminhão parar em 50 m, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \Rightarrow 0 = 400 + 2a \cdot 50 \Rightarrow a = -4 \text{ m/s}^2$$

Se ele deve parar em menos de 50 m, podemos afirmar que, em módulo, $a > 4 \text{ m/s}^2$.

Mas, como vimos na questão 72, o valor de μ para que o caixote não escorregue neste caso é:

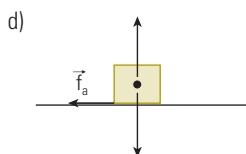
$$\mu > \frac{a}{g} \Rightarrow \mu > \frac{4}{10} \Rightarrow \mu > 0,4$$

Como $\mu = 0,4$, pode-se concluir que o bloco escorrega. (V)

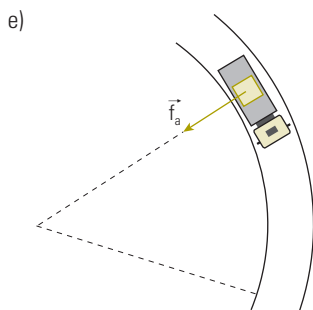
- b) A força vertical exercida pela carroceria em módulo é $N = P$ ou $N = 40\,000 \text{ N}$. (V)

- c) $\mathcal{C}_{\text{bloco}} = \Delta E_{\text{C}_{\text{bloco}}} \Rightarrow \mathcal{C}_{\text{bloco}} = E_{\text{C}_f} - E_{\text{C}_i} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \mathcal{C}_{\text{bloco}} = 0 - \frac{1}{2} \cdot 4\,000 \cdot 20^2 \Rightarrow \mathcal{C}_{\text{bloco}} = -8 \cdot 10^5 \text{ J} \quad (\text{F})$$



A força resultante exercida pela carroceria sobre o bloco é a força de atrito, que atua horizontalmente para trás. (F)



Para que o caminhão faça a curva e o bloco não escorregue é preciso que a força de atrito seja capaz de fornecer a força centrípeta necessária. Logo, em módulo, $F_a = F_c$.

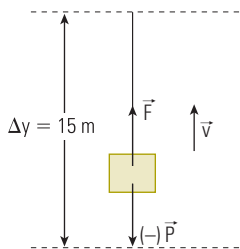
Mas:

$$\begin{cases} f_a \leq N\mu \Rightarrow f_a \leq mg\mu & \text{(I)} \\ F_c = \frac{mv^2}{r} & \text{(II)} \end{cases}$$

De (I) e (II), temos:

$$\frac{mv^2}{r} \leq mg\mu \Rightarrow v \leq \sqrt{rg\mu} \Rightarrow v \leq \sqrt{225 \cdot 10 \cdot 0,4} \Rightarrow v \leq 30 \text{ m/s} \quad \text{(V)}$$

101.



a) A menor potência possível para o motor corresponde à menor força possível por ele exercida quando $F = P$, em módulo. Logo:

$$F = mg \Rightarrow F = 4000 \text{ N}$$

Sendo a potência em velocidade constante dada por $\mathcal{P} = Fv$, para a velocidade de 1,0 m/s, ideal, temos:

$$\mathcal{P} = 4000 \cdot 1,0 \Rightarrow \mathcal{P} = 4000 \text{ W}$$

b) Se o equipamento sobe $\Delta y = 15 \text{ m}$ com velocidade constante de $v = 1 \text{ m/s}$, o tempo necessário é:

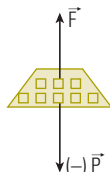
$$\Delta t = \frac{\Delta y}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{15}{1} \Rightarrow \Delta t = 15 \text{ s}$$

Observação: Nesses casos, supõe-se que, num intervalo de tempo muito pequeno, $F > P$, para que a carga comece a subir até atingir a velocidade constante de 1 m/s, quando a força passa a igualar-se ao peso. Por isso, esses resultados são aproximados. Os valores reais seriam ligeiramente maiores.

102. Veja a figura:

Da Segunda Lei de Newton, sendo $\vec{a} = 0$ ($\vec{v}$ constante), temos, em módulo:

$$F - P = 0 \Rightarrow F = P$$



Mas:

$$P = mg \Rightarrow P = 10 \cdot 60 \cdot 10 \Rightarrow P = 6000 \text{ N}$$

Logo, $F = 6000 \text{ N}$.

Se a velocidade é constante, a potência pode ser dada por

$$\mathcal{P} = Fv, \text{ em que } v = \frac{\Delta y}{\Delta t}.$$

Sendo $\Delta y = 15 \text{ m}$ e $\Delta t = 18 \text{ s}$, temos:

$$\begin{aligned} \mathcal{P} &= Fv \Rightarrow \mathcal{P} = F \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{P} = 6000 \cdot \frac{15}{18} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \mathcal{P} = 5000 \text{ W} \Rightarrow \mathcal{P} = 5 \text{ kW} \end{aligned}$$

Resposta: alternativa b.

103. Para que libere uma energia igual à da bomba atômica de Nagasaki, ao atingir a Terra a energia cinética desse fragmento de cometa, de massa $m = 5 \cdot 10^6 \text{ kg}$, deve ser

$$E_c = 4 \cdot 10^{13} \text{ J. Logo, sendo } E_c = \frac{mv^2}{2}, \text{ temos:}$$

$$4 \cdot 10^{13} = \frac{5 \cdot 10^6 v^2}{2} \Rightarrow v = 4 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa a.

104. Do gráfico, pode-se estabelecer a função entre a potência e a velocidade. Lembrando que a expressão da função linear é $y = mx + n$ e, neste caso, $y = \mathcal{P}$, $n = 0$ e

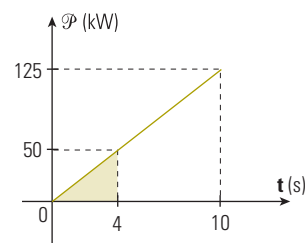
$$m = \frac{125 - 0}{10 - 0} \Rightarrow m = 12,5 \text{ kW/s (coeficiente angular da reta),}$$

obtemos $\mathcal{P} = 12,5t$.

Logo, para $t = 4 \text{ s}$, temos:

$$\mathcal{P} = 12,5 \cdot 4 \Rightarrow \mathcal{P} = 50 \text{ kW}$$

Como o produto $\mathcal{P}\Delta t$ é igual ao trabalho realizado sobre um corpo ($\mathcal{P} = \frac{\mathcal{Z}}{\Delta t}$), podemos concluir que a área sob a curva desse gráfico, $\mathcal{P} \times t$, é igual ao trabalho no intervalo correspondente em kJ, resultado do produto de kW $\times$ s. Logo, o trabalho da força resultante realizado no intervalo de 0 a 4 s é (veja a figura):



$$\mathcal{Z}_{F_R} = \frac{50 \cdot 4}{2} \Rightarrow \mathcal{Z}_{F_R} = 100 \text{ kJ} \Rightarrow \mathcal{Z}_{F_R} = 100000 \text{ J}$$

Como $\mathcal{Z}_{F_R} = \Delta E_c$, sendo $m = 500 \text{ kg}$ a massa do corpo e supondo $v_0 = 0$, temos:

$$\begin{aligned} \mathcal{Z}_{F_R} &= \Delta E_c \Rightarrow \mathcal{Z}_{F_R} = E_c - E_{c_0} \Rightarrow 100000 = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{500v^2}{2} = 100000 \Rightarrow v = 20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Resposta: alternativa c.

105. Podemos escrever essas unidades na forma:

$$\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^3} = \text{kg} \cdot \underbrace{\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}_F \cdot \underbrace{\frac{\text{m}}{\Delta x}}_{\vec{v}} \cdot \underbrace{\frac{1}{\Delta t}}_{\mathcal{P}} \mathcal{P}$$

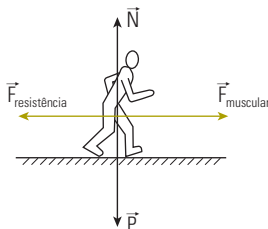
O produto $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ é o produto massa · aceleração; portanto, representa o módulo de uma força $\mathbf{F}$, que multiplicada por um deslocamento representa um trabalho $\mathcal{Z}$, que, por sua vez, dividido pelo tempo, Δt , expressa uma potência, $\mathcal{P}$.

Resposta: alternativa c.

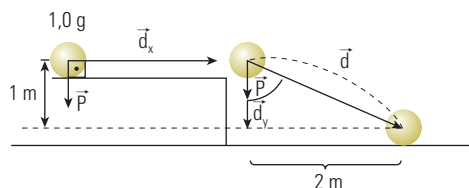
106. Na figura estão representadas esquematicamente as forças que atuam no atleta durante a corrida.

Embora a energia cinética não varie, o atleta realiza trabalho para vencer o trabalho da resultante das forças de resistência ao movimento. Em outras palavras, a força resultante é nula e, por isso, a energia cinética não varia, mas o trabalho realizado pelo atleta, utilizando sua força muscular, não é nulo.

Resposta: alternativa d.



107.



No plano horizontal o peso $\vec{P}$ é perpendicular ao deslocamento. Logo, o trabalho do peso é nulo, $\mathcal{Z}_{P_x} = 0$.

Ao abandonar o plano horizontal, o trabalho do peso pode ser calculado pelo produto:

$$\mathcal{Z}_{P_y} = P d_y$$

Sendo $d_y = 1,0 \text{ m}$ e $P = 1,0 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ N}$, temos:

$$\mathcal{Z}_{P_y} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \mathcal{Z}_{P_y} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

Logo, o trabalho do peso em toda a trajetória é:

$$\mathcal{Z}_P = \mathcal{Z}_{P_x} + \mathcal{Z}_{P_y} \Rightarrow \mathcal{Z}_P = 0 + 1,0 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \mathcal{Z}_P = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

Resposta: alternativa a.

108. Basta determinar a razão entre as energias cinéticas de cada corpo:

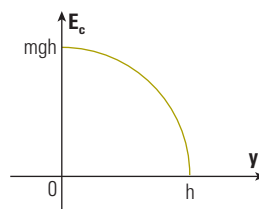
$$E_{C_A} = \frac{1}{2} m v_A^2 \Rightarrow E_{C_A} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{20}{3,6} \right)^2$$

$$E_{C_B} = \frac{1}{2} m v_B^2 \Rightarrow E_{C_B} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{30}{3,6} \right)^2$$

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot \frac{400}{3,6^2}}{\frac{1}{2} \cdot m \cdot \frac{900}{3,6^2}} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{4}{9}$$

Resposta: alternativa b.

109. Para $y = h$ a energia cinética é zero (o corpo é abandonado do repouso). Para $y = 0$ ela é máxima, igual à energia potencial gravitacional. O gráfico deveria ser:



Resposta: alternativa d.

110. Se não houver perda, a perda de energia potencial ΔE_p corresponde à descida da altura Δh , cujo valor é:

$$\Delta E_p = mg \Delta h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta E_p = 5,0 \cdot 10 \cdot 4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta E_p = 200 \text{ J} \quad (\text{I})$$

Veja a figura.

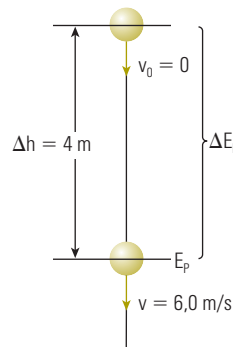
Seria igual à energia cinética, E_c , ao final desse percurso. Mas a velocidade ao final do percurso é $v = 6 \text{ m/s}$. Logo:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow E_c = \frac{1}{2} \cdot 5,0 \cdot 6^2 \Rightarrow E_c = 90 \text{ J} \quad (\text{II})$$

Portanto, houve uma perda de energia ΔE , dada por:

$$\Delta E = E_c - \Delta E_p \Rightarrow \Delta E = 90 - 200 \Rightarrow \Delta E = -110 \text{ J}$$

Resposta: alternativa a.



111. Pelo Princípio da Conservação da Energia Mecânica, se o corpo perde uma quantidade E de energia potencial, ele deve ganhar a mesma quantidade E de energia cinética. Como ele cai em queda livre, a partir do repouso, essa quantidade é igual à energia cinética que ele tem. Logo, podemos concluir que:

$$E = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow m = \frac{2E}{v^2}$$

Resposta: alternativa b.

112. Resolvendo a questão a partir do Princípio da Conservação da Energia, temos:

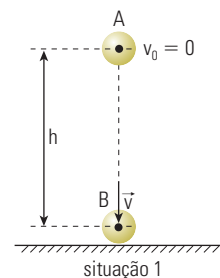
I) Quando o chaveiro cai com velocidade v :

$$E_{M_A} = E_{M_B} \Rightarrow \cancel{E_{C_A}} + E_{P_A} =$$

$$= E_{C_B} + \cancel{E_{P_B}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mgh = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2gh = v^2 \Rightarrow 2g = \frac{v^2}{h} \quad (\text{I})$$



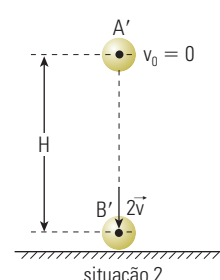
II) Quando cai com velocidade $2v$:

$$E_{M_A} = E_{M_B} \Rightarrow \cancel{E_{C_{A'}}} + E_{P_{A'}} =$$

$$= E_{C_B} + \cancel{E_{P_B}} \Rightarrow mgh =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot m \cdot (2v)^2 \Rightarrow 2gH =$$

$$= 4v^2 \Rightarrow 2g = \frac{4v^2}{H} \quad (\text{II})$$



Igualando (I) e (II), temos:

$$\frac{v^2}{h} = \frac{4v^2}{H} \Rightarrow H = 4h$$

Resposta: alternativa **c**.

- 113.** Como não há atrito entre o bloco II e o plano inclinado e os dois blocos são lançados com a mesma velocidade, podemos concluir que ambos têm a mesma energia cinética inicial. Logo, como não há perdas por atrito, eles devem adquirir a mesma energia potencial gravitacional e, portanto, a mesma altura final, pois têm a mesma massa.

Logo, $H_1 = H_2$.

Em relação ao tempo, verificamos que o bloco I tem aceleração (**g**) maior que o bloco II ($g \cdot \sin \alpha$). Como as velocidades inicial e final de ambos os blocos são as mesmas, da definição de

aceleração, $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, podemos escrever:

- para o bloco I: $t_1 = \frac{\Delta v}{g}$;
- para o bloco II: $t_2 = \frac{\Delta v}{g \cdot \sin \alpha}$.

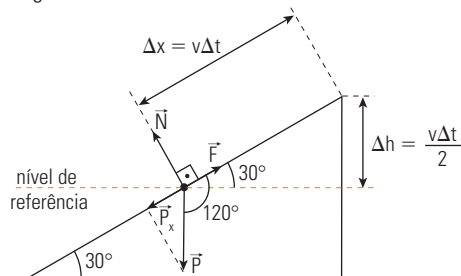
Como $g > g \cdot \sin \alpha$, então $t_1 < t_2$.

Resposta: alternativa **b**.

- 114.** No ponto de altura máxima a energia cinética é mínima e a energia potencial gravitacional é máxima.

Resposta: alternativa **a**.

- 115.** Veja a figura:



Durante o deslocamento Δx , o trabalho da força $\vec{F}$ pode ser calculado a partir da definição:

$$\mathcal{C}_F = F \Delta x \cdot \cos 0^\circ \Rightarrow \mathcal{C}_F = F v \Delta t \quad (\text{I}) \quad (\text{a força atua na direção e sentido do deslocamento } \Delta x)$$

Se a velocidade é constante, a aceleração é nula e, pela Segunda Lei de Newton, temos, em módulo:

$$F = P_x \Rightarrow F = mg \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow F = mg \cdot \frac{1}{2}$$

Logo, no deslocamento $\Delta x = v \Delta t$ o trabalho da força $\vec{F}$ é:

$$\mathcal{C}_F = F \Delta x \Rightarrow \mathcal{C}_F = mgv \cdot \frac{\Delta t}{2} \quad (\text{II})$$

A variação da energia potencial gravitacional do sistema foi:

$$\Delta E_p = E_{p_f} - E_{p_i} \Rightarrow \Delta E_p = mg \Delta h \Rightarrow \Delta E_p = mgv \cdot \frac{\Delta t}{2} \quad (\text{III})$$

Portanto, as afirmações I, II e III estão corretas.

Resposta: alternativa **e**.

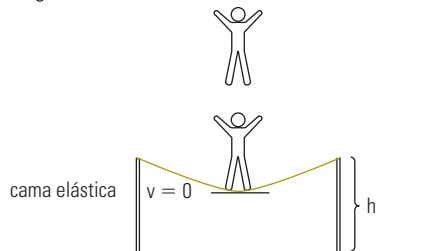
- 116.** a) Verdadeiro, pois a energia que um corpo adquire pode ser medida pelo trabalho realizado sobre ele.

- b) Verdadeiro, pois essa é a expressão do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.

- c) Falso, pois a velocidade orbital de um planeta não é constante. De acordo com a Lei das Áreas, ela deve ser maior nos trechos onde ele está mais perto do Sol e menor quando está mais longe. Logo, a energia cinética do planeta não é constante.

- d) Falso

Veja a figura:

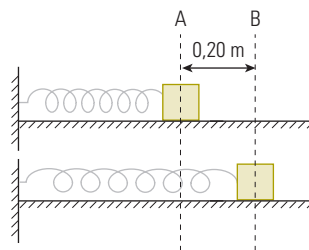


No ponto mais baixo da cama elástica a energia cinética é nula, mas a pessoa tem, além da energia potencial elástica devida à cama, a energia potencial gravitacional em relação ao solo, devida à altura **h**. Logo, apenas parte da energia mecânica da pessoa é potencial elástica.

- 117.** Se não houvesse perdas a energia mecânica em **B** seria igual à energia mecânica em **A**. Mas como esse sistema é dissipativo, a energia mecânica em **B** será menor do que a energia mecânica em **A**, ou seja, menor que 400 J.

Resposta: alternativa **e**.

- 118.** a) Veja a figura:



Do Princípio da Conservação da Energia Mecânica aplicado aos pontos **A** e **B**, sendo dados $m = 6,0 \text{ kg}$, $v_0 = 0$, $x = 0,20 \text{ m}$ e $k = 150 \text{ N/m}$, temos:

$$E_{A}^0 + E_{p_{elA}} = E_{C_B} + E_{p_{elB}}^0 \Rightarrow \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{k x^2}{m} \Rightarrow v^2 = \frac{150(0,2)^2}{6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{15 \cdot 10^1 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{6} \Rightarrow v^2 = 1,0 \Rightarrow v = 1,0 \text{ m/s}$$

- b) A aceleração média adquirida pelo bloco durante o tempo de contato com a mola é:

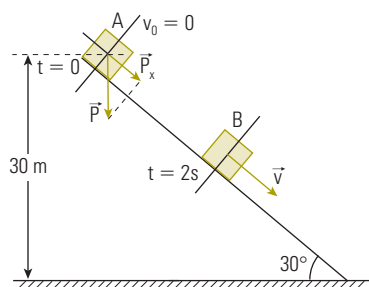
$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_m = \frac{v - v_0}{\Delta t} \Rightarrow a_m = \frac{1,0 - 0}{0,3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_m = 3,3 \text{ m/s}^2$$

Logo, da Segunda Lei de Newton, podemos determinar a força média:

$$F_m = m a_m \Rightarrow F_m = 6 \cdot 3,3 \Rightarrow F_m = 20 \text{ N}$$

119. a)



Como o sistema da figura não tem atrito, da Segunda Lei de Newton, temos:

$$F_R = ma \Rightarrow P_x = ma \Rightarrow m\cancel{g} = m\cancel{g} \cdot \sin \theta \Rightarrow a = g \cdot \sin \theta \Rightarrow a = 10 \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow a = 5 \text{ m/s}^2$$

A velocidade 2s depois do início do movimento será:

$$v = v_0 + at \Rightarrow v = 0 + 5 \cdot 2 \Rightarrow v = 10 \text{ m/s}$$

e, portanto, a energia cinética, nesse instante (no ponto **B**), é:

$$E_{c_B} = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow E_{c_B} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^2 \Rightarrow E_{c_B} = 100 \text{ J}$$

- b) Pelo Princípio da Conservação de Energia, para um nível de referência no chão, podemos determinar a energia potencial gravitacional no instante $t = 2\text{s}$, correspondente a um ponto **B**, supondo que o corpo foi abandonado em **A**:

$$E_{M_A} = E_{M_B} \Rightarrow E_{c_A} + E_{p_A} = E_{c_B} + E_{p_B}$$

Como $E_{c_B} = 100 \text{ J}$, temos:

$$0 + mgh_A = 100 + E_{p_B} \Rightarrow E_{p_B} = mgh_A - 100 \Rightarrow E_{p_B} = 2 \cdot 10 \cdot 30 - 100 \Rightarrow E_{p_B} = 500 \text{ J}$$

120. a) Como não há atrito, enquanto o corpo desce a rampa, a energia mecânica se conserva, o que é válido tanto na Terra como em Marte. Temos, então:

$$E_{M_A} = E_{M_A} \Rightarrow mgh_A = \frac{1}{2}mv_A^2 \Rightarrow v_A = \sqrt{2gH_A}$$

em que $\mathbf{g}$ é a aceleração da gravidade na Terra ($\mathbf{g}_T$) ou em Marte ($\mathbf{g}_M$), o que nos permite determinar a razão $\mathbf{R}_a$:

$$R_a = \frac{v_{A_{Terra}}}{v_{A_{Marte}}} \Rightarrow R_a = \sqrt{\frac{2g_T H_A}{2g_M H_A}} \Rightarrow R_a = \sqrt{\frac{g_T}{g_M}} \Rightarrow R_a = \sqrt{3}$$

- b) As energias mecânicas dissipadas $\mathbf{W}$ no trecho horizontal equivalem ao trabalho realizado pelo atrito, $\mathcal{Z}_a$, nesse trecho. Sendo $f_a = N\mu$, $N = P$ e $d = L$, da definição de trabalho, temos:

$$\mathcal{Z}_a = f_a d \cdot \cos \alpha \Rightarrow \mathcal{Z}_a = mg\mu \cdot \cos 180^\circ \Rightarrow \mathcal{Z}_a = -mg\mu$$

Esse resultado é válido tanto na Terra como em Marte. Podemos então calcular $\mathbf{R}_b$:

$$R_b = \frac{W_{Terra}}{W_{Marte}} \Rightarrow R_b = \frac{\mathcal{Z}_{a_{Terra}}}{\mathcal{Z}_{a_{Marte}}} \Rightarrow R_b = \frac{-\mu mg_T L}{-\mu mg_M L} \Rightarrow R_b = \frac{g_T}{g_M} \Rightarrow R_b = 3$$

- c) Ao atingir a base da rampa **B** a energia mecânica do bloco, $\mathbf{E}_{M_{0_B}}$, será a energia mecânica que ele tinha ao atingir a base da rampa **A**, $\mathbf{E}_{M_A}$, subtraída da energia dissipada pelo

trabalho do atrito. Logo, a energia mecânica na base da rampa **B** é:

$$E_{M_{0_B}} = E_{M_A} - \mathcal{Z}_a \Rightarrow E_{M_{0_B}} = mgh_A - \mu mgL \Rightarrow E_{M_{0_B}} = g(mH_A - \mu mL) \quad (I)$$

Mas a energia mecânica em **H_B**, ponto mais alto que o bloco atinge na rampa **B**, $\mathbf{E}_{M_B}$, é igual a $\mathbf{E}_{M_{0_B}}$, pois nessa rampa também não há atrito. Como em **H_B** o corpo para, a energia mecânica nesse ponto é a energia potencial gravitacional a essa altura. Logo:

$$E_{M_B} = E_{p_{H_B}} \Rightarrow E_{M_B} = mgh_B \quad (II)$$

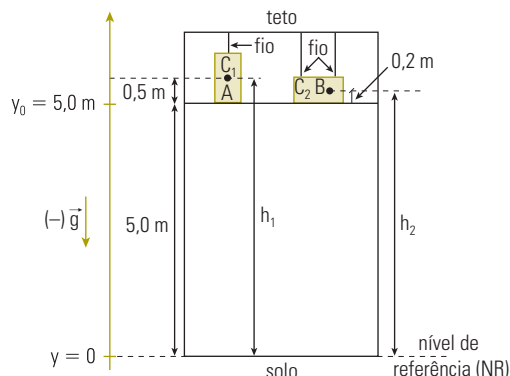
De (I) e (II), temos:

$$mgh_B = g(mH_A - \mu mL) \Rightarrow H_B = H_A - \mu L$$

Note que **H_B** não depende nem da massa do bloco nem da aceleração da gravidade do planeta, ou seja, a altura **H_B** será sempre a mesma, quaisquer que sejam essa massa e esse

planeta. Logo, a razão $R_c = \frac{H_{B_{Terra}}}{H_{B_{Marte}}}$ será sempre igual a 1.

121. a)



C₁: centro de massa do bloco **A**

C₂: centro de massa do bloco **B**

$h_1 = 5,0 + 0,5 \Rightarrow h_1 = 5,5 \text{ m}$ (altura do centro de massa do bloco **A**)

$h_2 = 5,0 + 0,2 \Rightarrow h_2 = 5,2 \text{ m}$ (altura do centro de massa do bloco **B**)

Como os blocos estão em repouso, a energia mecânica de cada bloco corresponde à energia potencial gravitacional de cada sistema bloco + Terra. Logo:

$$E_{M_A} = m_A gh_1 \Rightarrow E_{M_A} = 5 \cdot 10 \cdot 5,5 \Rightarrow E_{M_A} = 275 \text{ J}$$

$$E_{M_B} = m_B gh_2 \Rightarrow E_{M_B} = 50 \cdot 10 \cdot 5,2 \Rightarrow E_{M_B} = 2600 \text{ J}$$

- b) Desprezando a resistência do ar, os dois blocos atingem o solo com a mesma velocidade, pois ambos caem da mesma altura $y_0 = 5,0 \text{ m}$ em relação às suas bases (ou em relação aos seus centros de massa). Da "equação" de Torricelli, para a queda livre, $v^2 = v_0^2 - 2g(y - y_0)$, em que $y = 0$ e $y_0 = 5,0 \text{ m}$, temos:

$$v^2 = -2 \cdot 10(0 - 5,0) \Rightarrow v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 5,0 \Rightarrow v = 10 \text{ m/s}$$

- c) O tempo de queda de cada bloco é o mesmo e pode ser calculado pela função da posição, $y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$:

$$0 = 5,0 - 5t^2 \Rightarrow t = 1,0\text{s}$$

122. a) Pelo Princípio da Conservação da Energia, temos:

$$E_{Mc} = E_{MA} \Rightarrow E_{Cc}^0 + E_{p_{gc}} = E_{cA} + E_{p_{gA}}^0 \Rightarrow \\ \Rightarrow E_{p_{gc}} = E_{cA} \Rightarrow mgh_c = \frac{1}{2}mv_A^2 \Rightarrow v_A = \sqrt{2gH} \Rightarrow \\ \Rightarrow v_A = 20 \text{ m/s}$$

b) O trabalho realizado pela barreira, $\mathcal{Z}_b$, é igual à variação da energia cinética do trenó com o esquimó $\Delta E_{c_{te}}$, que atinge a barreira com velocidade $v_A = 20 \text{ m/s}$. Temos, então:

$$\mathcal{Z}_b = \Delta E_{c_{te}} \Rightarrow \mathcal{Z}_b = E_{c_{te}} - E_{c_{te0}} \Rightarrow \mathcal{Z}_b = 0 - \frac{1}{2}mv_A^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow \mathcal{Z}_b = -\frac{1}{2} \cdot 90 \cdot 20^2 \Rightarrow \mathcal{Z}_b = -18000 \text{ J} \quad (I)$$

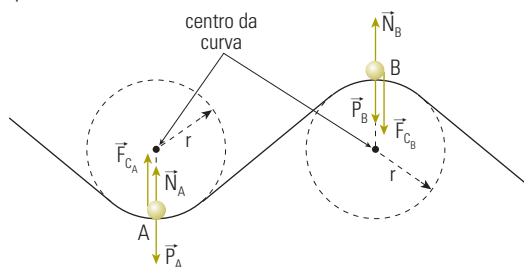
O trabalho da força média $\vec{F}_m$ exercida pela barreira, calculado pela definição, para um deslocamento $d = 1,5 \text{ m}$ é:

$$\mathcal{Z}_b = F_m d \cdot \cos 180^\circ \Rightarrow \mathcal{Z}_b = -F_m \cdot 1,5 \quad (II)$$

Logo, de (I) e (II), temos:

$$-F_m \cdot 1,5 = -18000 \Rightarrow F_m = 12000 \text{ N}$$

123. Na figura estão assinaladas as forças que agem no corpo nos pontos em questão, e a resultante centrípeta (cuja direção é radial e cujo sentido é para o centro da curva descrita), cujas expressões em módulo são dadas abaixo:



- $F_{cA} = ma_{cA} \Rightarrow F_{cA} = m \cdot \frac{v_A^2}{r}$
- $F_{cB} = ma_{cB} \Rightarrow F_{cB} = m \cdot \frac{v_B^2}{r}$

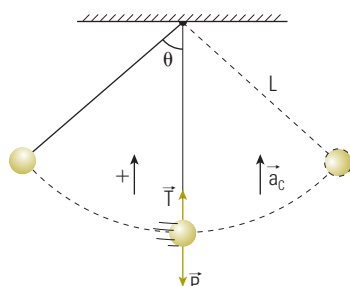
Mas, do Princípio da Conservação da Energia, podemos concluir que $v_A > v_B$, pois, considerando **A** como nível de referência, o corpo em **B** tem energia potencial gravitacional e energia cinética e em **A** ele só tem energia cinética.

Conclui-se então que:

- a afirmação I está incorreta, pois a resultante no ponto **A** é vertical e para cima;
- a afirmação II está correta, pois, se $v_A > v_B$, então $F_{cA} > F_{cB}$;
- a afirmação III está correta, pois, se $\vec{F}_{cB}$ é para baixo, então $P_B > N_B$.

Resposta: alternativa e.

124.



Aplicando a Segunda Lei de Newton ao ponto mais baixo da trajetória circular obtemos:

$$\vec{T} - \vec{P} = m\vec{a}_c \Rightarrow T - P = m \cdot \frac{v^2}{L}$$

em que o raio da circunferência e o comprimento do fio é **L**.

Logo, o valor da tração é $T = m\left(\frac{v^2}{L} + g\right)$.

Do Princípio da Conservação da Energia pode-se concluir que a energia cinética é máxima no ponto mais baixo da trajetória, pois nesse ponto a energia potencial gravitacional é mínima. Logo, nesse ponto a velocidade é máxima. Como a tração depende da velocidade, a tração nesse ponto também será máxima, ou seja, a tração é máxima para $\theta = 0$. O único gráfico que contempla essa conclusão é o da alternativa **a**.

Resposta: alternativa a.

125. vazão = $\frac{\text{volume}}{\text{tempo}} \Rightarrow \text{vazão} = \frac{25000 \text{ L}}{1 \text{ s}}$

Para a água podemos escrever $\frac{25000 \text{ kg}}{1 \text{ s}}$.

Logo:

$$\frac{E_p}{\Delta t} = \frac{mgh}{\Delta t} = 25000 \cdot 10 \cdot 80 \Rightarrow \mathcal{P} = 2 \cdot 10^7 \text{ W} \Rightarrow \\ \Rightarrow \mathcal{P} = 20 \cdot 10^6 \text{ W} \Rightarrow \mathcal{P} = 20 \text{ MW}$$

Supondo desprezível a velocidade inicial da água, pode-se admitir, pelo Princípio da Conservação da Energia Mecânica, que a energia cinética da água $E_{c_{\text{água}}}$ ao atingir o nível mais baixo é igual à energia potencial gravitacional $E_{p_{\text{H}}}$, no ponto mais alto, para cada intervalo de tempo Δt . Temos, portanto:

$$\frac{E_{c_{\text{água}}}}{\Delta t} = \frac{E_{p_{\text{H}}}}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{P}_T = \frac{mgh}{\Delta t}$$

Sendo $\frac{m}{\Delta t} = 20000 \text{ L/s}$ e $h = 80 \text{ m}$, temos:

$$\mathcal{P}_T = 25000 \cdot 10 \cdot 80 \Rightarrow \mathcal{P}_T = 20 \cdot 10^6 \text{ W} \Rightarrow \mathcal{P}_T = 20 \text{ MW}$$

126. a) Para cada unidade da usina a água cai de uma altura $H = 130 \text{ m}$. Podemos resolver esse exercício seguindo um raciocínio análogo ao problema anterior:

$$\frac{E_{c_{\text{água}}}}{\Delta t} = \frac{E_{p_{\text{H}}}}{\Delta t} \Rightarrow \frac{E_{c_{\text{água}}}}{\Delta t} = \frac{mgh}{\Delta t} \quad (I)$$

O primeiro termo dá a potência total $\mathcal{P}_T$ que a água comunica à turbina enquanto a razão $\frac{m}{\Delta t}$ pode ser obtida pela

vazão da tubulação ($700 \text{ m}^3/\text{s}$), lembrando que 1 m^3 de água tem 1000 kg . Temos, então, de (I):

$$\mathcal{P}_T = 700 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 130 \Rightarrow \mathcal{P}_T = 9,1 \cdot 10^8 \text{ W}$$

Como o rendimento é de 77%, a potência útil obtida de cada turbina é:

$$\mathcal{P}_u = 0,77 \cdot 9,1 \cdot 10^8 \Rightarrow \mathcal{P}_u = 7,0 \cdot 10^8 \text{ W}$$

As 18 turbinas fornecem então uma potência útil total de:

$$\mathcal{P}_{ut} = 18 \cdot 7 \cdot 10^8 \Rightarrow \mathcal{P}_{ut} = 1,3 \cdot 10^{10} \text{ W}$$

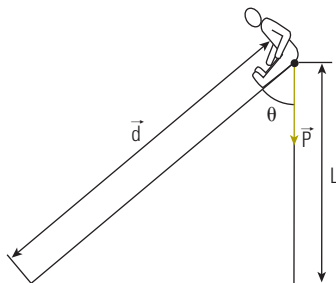
b) A energia fornecida pela usina, por dia é:

$$E_T = \mathcal{P}_T \Delta t \Rightarrow E_T = 1,26 \cdot 10^{10} \cdot 24 \Rightarrow E_T = 3 \cdot 10^{11} \text{ Wh}$$

Logo, o número de cidades como Campinas que podem ter suas necessidades supridas pela usina é:

$$n = \frac{3 \cdot 10^{11}}{6 \cdot 10^9} \Rightarrow n = 50$$

127.



Da definição de trabalho, podemos escrever $\mathcal{C}_p = P d \cdot \cos \theta$.

Mas $d \cdot \cos \theta = h$. Logo:

$$\mathcal{C}_p = Ph \Rightarrow \mathcal{C}_p = 20 \cdot 10 \cdot 3 \Rightarrow \mathcal{C}_p = 600 \text{ J}$$

Resposta: alternativa a.

128. O trabalho realizado pela esteira é fornecer a cada grão de areia, inicialmente em repouso, uma energia cinética correspondente à velocidade da esteira.

$$\mathcal{C}_{\text{esteira}} = \Delta E_{\text{grão de areia}} \Rightarrow \mathcal{C}_{\text{esteira}} = \frac{1}{2} m g v^2 - \frac{1}{2} m g v_0^2 \quad (I)$$

em que $m g$ é a massa de cada grão e v é a velocidade da esteira.

Para um intervalo de tempo Δt , caem n grãos de areia sob a esteira. Se dividirmos ambos os termos da expressão (I) por esse intervalo de tempo, temos:

$$\frac{\mathcal{C}_{\text{esteira}}}{\Delta t} = \frac{1}{2} \cdot \frac{n m g}{\Delta t} v^2$$

O primeiro termo é a potência $\mathcal{P}$ com que trabalha a esteira, o

termo $\frac{n m g}{\Delta t}$ é a taxa de massa de areia que cai sobre a esteira,

3,0 kg/s e $v = 4,0$ m/s é a velocidade da esteira. Obtemos, então:

$$\mathcal{P} = \frac{1}{2} \cdot 3,0 \cdot 4,0^2 \Rightarrow \mathcal{P} = 24 \text{ W}$$

Resposta: alternativa d.

129. A variação da quantidade de movimento da bolinha nos choques frontais é:

$$\Delta \vec{p} = \vec{p} - \vec{p}_0 \Rightarrow \Delta \vec{p} = m \vec{v} - m \vec{v}_0$$

Como a altura inicial de lançamento é a mesma, $\vec{v}_0$ (velocidade no instante antes da colisão) também é. Consequentemente, a maior variação da quantidade de movimento se dará quanto maior for $\vec{v}$ (velocidade imediatamente após a colisão). Tal fato ocorrerá quando a altura atingida pela bolinha for maior.

Resposta: alternativa b.

130. A colisão constitui um sistema isolado, mas não é um sistema conservativo. Apresentamos, assim, as seguintes relações:

1) Do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento:

$$\vec{p}_0 = \vec{p} \Rightarrow m_B v_B = m_A v_A \Rightarrow \frac{m_A}{2} v_B = m_A v_A \Rightarrow v_A = \frac{v_B}{2} \Rightarrow v_B = 2v_A \quad (I)$$

2) A energia mecânica dissipada no choque, ΔE_m , pode ser obtida da diferença:

$$\Delta E_m = E_m - E_{m_0} \Rightarrow \Delta E_m = E_c - E_{c_0} \Rightarrow \Delta E_m = \frac{1}{2} m_A v_A^2 - \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

Sendo $m_B = \frac{m_A}{2}$ e, de (I), temos:

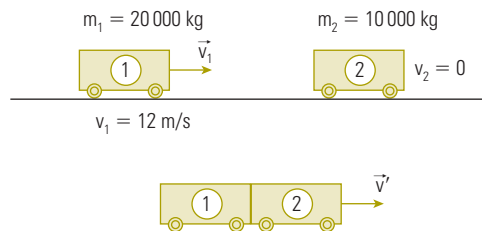
$$\Delta E_m = \frac{1}{2} m_A v_A^2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{m_A}{2} (2v_A)^2 \Rightarrow \Delta E_m = -\frac{1}{2} m_A v_A^2$$

Conclui-se que:

- a descrição do choque está correta, não contradiz o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento. Logo, a afirmação I está incorreta.
- a afirmação II está correta, pois a energia mecânica dissipada é $\frac{1}{2} m_A v_A^2$.
- a afirmação III está incorreta, pois não existe dissipação de quantidade de movimento.

Resposta: alternativa b.

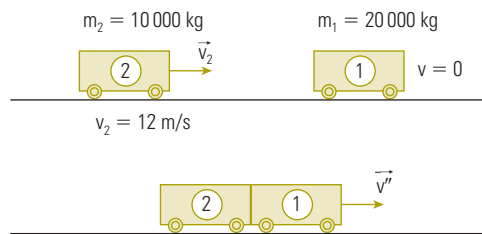
131. Veja a figura, que representa a situação:



Pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, temos:

$$\vec{p}_0 = \vec{p} \Rightarrow m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v' \Rightarrow 20\,000 \cdot 12 = (20\,000 + 10\,000) v' \Rightarrow v' = 8,0 \text{ m/s } (\mathbf{v_1}, \text{ no enunciado da questão})$$

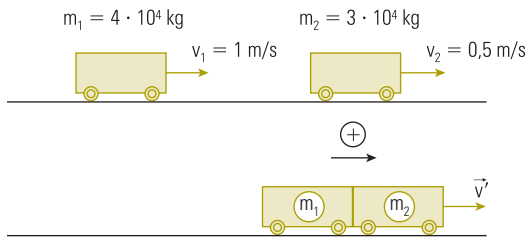
Na situação 2, teremos:



$$\vec{p}_0 = \vec{p} \Rightarrow 10\,000 \cdot 12 = (10\,000 + 20\,000) v' \Rightarrow v' = 4,0 \text{ m/s } (\mathbf{v_2}, \text{ no enunciado da questão})$$

Resposta: alternativa d.

132. Veja o esquema:



Do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, temos:

$$\vec{p}_{\text{antes}} = \vec{p}_{\text{depois}} \Rightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2 = p_{\text{depois}} \Rightarrow 4 \cdot 10^4 \cdot 1 + 3 \cdot 10^4 \cdot 0,5 = p_{\text{depois}} \Rightarrow p_{\text{depois}} = 5,5 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Resposta: alternativa c.

133. Analogamente aos exercícios anteriores, temos:

$$\vec{p}_0 = \vec{p} \Rightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2^0 = (m_1 + m_2) v \Rightarrow 2,0 \cdot 10 = (2,0 + 3,0) v \Rightarrow 20 = 5,0 v \Rightarrow v = 4,0 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa c.

134. Do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, temos $\vec{p}_0 = \vec{p}$.

Adotando como positivo o sentido da velocidade $\vec{v}$, temos:

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = p \Rightarrow 0,10 \cdot 5,0 - 0,20 \cdot 3,0 = p \Rightarrow p = -0,10 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \text{ ou, em módulo, } p = 0,10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Resposta: alternativa e.

135. Como a chuva cai verticalmente, ela não altera a quantidade de movimento do sistema na direção horizontal. Portanto, do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, na direção horizontal, temos:

$$\vec{p}_0 = \vec{p} \Rightarrow m_{\text{caixote}} v_{\text{caixote}} = (m_{\text{caixote}} + m_{\text{água}}) v \Rightarrow 2,0 \cdot 0,40 = (2,0 + 2,0) v \Rightarrow 0,80 = 4,0 v \Rightarrow v = 0,20 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa c.

136. Analogamente ao exercício anterior, temos:

$$\vec{p}_{\text{antes}} = \vec{p}_{\text{depois}} \Rightarrow M v = (M + m) v' \Rightarrow 4 \cdot 1 = (4 + 1) v' \Rightarrow v' = 0,8 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa b.

137. Pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, $p_{\text{antes}} = p_{\text{depois}}$. Aplicado ao esquema da figura, adotando-se como positivo o sentido para a direita, temos:

$$M v_1 - m v_2 = (M + m) v' \Rightarrow 5,0 \cdot 1,0 - 1,0 \cdot 8,0 = (5,0 + 1,0) v' \Rightarrow 5,0 - 8,0 = 6,0 v' \Rightarrow -3,0 = 6,0 v' \Rightarrow v' = -0,50 \text{ m/s}$$

Portanto, o peixe maior terá a velocidade de 0,50 m/s, orientada para a esquerda.

Resposta: alternativa a.

138. Sendo m_g a massa dos gases ejetados com velocidade $v_g = 5000 \text{ m/s}$ e $m_s = 1000 \text{ kg}$ a massa da sonda, com velocidade $v_s = 20 \text{ m/s}$, do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, podemos escrever $\vec{p}_0 = \vec{p}$. Como, antes de ser ligado o propulsor, a sonda estava em repouso, $p_0 = 0$. Adotando como positivo o sentido da velocidade dos gases, temos:

$$0 = m_g v_g - m_s v_s \Rightarrow m_s v_s = m_g v_g \Rightarrow 1000 \cdot 20 = m_g \cdot 5000 \Rightarrow m_g = \frac{20000}{5000} \Rightarrow m_g = 4,0 \text{ kg}$$

Observação: O enunciado não deixa claro em relação a que referencial a sonda se move com velocidade de 20 m/s. Por isso adotamos todas as velocidades em relação ao referencial inercial, para o qual a sonda está, de início, em repouso.

Resposta: alternativa b.

139. a) Supondo que o sistema (canhão + bala) inicialmente esteja em repouso e que seja isolado na direção horizontal, $\vec{p} = \vec{p}_0$. Sendo m_b a massa da bala, m_c a massa do canhão e adotando como positivo o sentido da velocidade da bala, $\vec{v}_b$, temos:

$$m_b v_b + m_c v_c = 0 \Rightarrow 300 v_c + 15 \cdot 60 = 0 \Rightarrow v_c = -3 \text{ m/s}$$

b) Se o canhão se afasta para trás com velocidade $v_c = -3,0 \text{ m/s}$ e a bala vai para a frente com velocidade $v_b = 60 \text{ m/s}$, a velocidade de recuo do canhão em relação à bala é a diferença entre as duas velocidades. Veja a figura:



$$v_{bc} = 60 - (-3) \Rightarrow v_{bc} = 63 \text{ m/s}$$

c) $\Delta E_c = E'_c - E_c$

Mas:

$$E_c = 0 \text{ (energia cinética do sistema antes do disparo)}$$

$$E'_c = \frac{1}{2} m_c v_c^2 + \frac{1}{2} m_b v_b^2 \Rightarrow E'_c = 28350 \text{ J (energia cinética do sistema depois do disparo)}$$

Portanto, a variação da energia cinética do disparo é $\Delta E_c = 28350 \text{ J}$.

140. a) Em **A** e **B** temos:

$$E_p = mgh \Rightarrow E_p = 2 \cdot 10 \cdot 1 \Rightarrow E_p = 20 \text{ J}$$

A energia potencial elástica em **A** é:

$$E_{p_{el}} = \frac{1}{2} k x^2 \Rightarrow E_{p_{el}} = \frac{1}{2} \cdot 3200 (0,1)^2 \Rightarrow E_{p_{el}} = 16 \text{ J}$$

e em **B** é nula (não há mola).

A energia cinética em **A** é nula ($v = 0$), em **B** é igual à energia potencial elástica em **A**, pois não há perdas por atrito nem transformação da energia cinética em potencial. Se não há perdas, pois não há atrito, não há outra forma de energia a considerar.

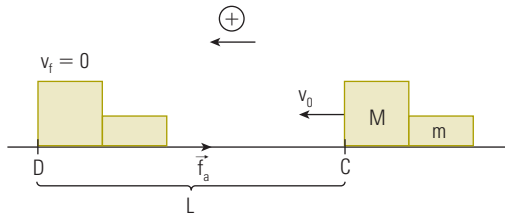
	E_p (J)	$E_{p_{el}}$ (J)	E_c (J)	Outra	E_{total} (J)
A	20	16	0	0	36
B	20	0	16	0	36

b) Pelo Princípio da Conservação da Energia Mecânica, temos, entre os pontos **B** e **C**:

$$E_{M_B} = E_{M_C} \Rightarrow E_{p_B} + E_{c_B} = E_{p_C}^0 + E_{c_C} \Rightarrow 20 + 16 = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 36 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot v^2 \Rightarrow v = 6 \text{ m/s}$$

Esta é a velocidade com que o bloco de massa **m** atinge o bloco maior, de massa **M**.

c)



Inicialmente determinamos a velocidade inicial do conjunto de blocos depois da colisão em **C**. Do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, temos $p = p_0$. Sendo **V** a velocidade do bloco **M**, temos:

$$MV + mv = (M + m)v_0 \Rightarrow 4 \cdot 0 + 2 \cdot 6 = (4 + 2)v_0 \Rightarrow 12 = 6v_0 \Rightarrow v_0 = 2 \text{ m/s}$$

A energia cinética inicial do conjunto é:

$$E_{c_0} = \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow E_{c_0} = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 2^2 \Rightarrow E_{c_0} = 12 \text{ J} \quad (I)$$

O trabalho da força de atrito no trecho CD é, portanto:

$$\mathcal{Z}_{f_a} = \Delta E_c \Rightarrow \mathcal{Z}_{f_a} = 0 - 12 \Rightarrow \mathcal{Z}_{f_a} = -12 \text{ J}$$

Da definição de trabalho, temos:

$$\begin{aligned} \mathcal{Z}_{f_a} &= f_a L \cdot \cos 180^\circ \Rightarrow \mathcal{Z}_{f_a} = -f_a \cdot 2,0 \Rightarrow \mathcal{Z}_{f_a} = \\ &= -\mu(m + M)g \cdot 2,0 \Rightarrow \mathcal{Z}_{f_a} = -\mu \cdot 6 \cdot 10 \cdot 2 \Rightarrow \mathcal{Z}_{f_a} = \\ &= -\mu \cdot 120 \quad (II) \end{aligned}$$

De (I) e (II), temos:

$$-\mu \cdot 120 = -12 \Rightarrow \mu = 0,10$$

141. a) Na parte horizontal dos trilhos, a quantidade de movimento do sistema formado pelos dois carrinhos se conserva durante a colisão:

$$\vec{p}_{\text{antes}} = \vec{p}_{\text{depois}} \Rightarrow 4m \cdot 2,5 + m \cdot 0 = 5mv \Rightarrow 10m = 5mv \Rightarrow v = 2,0 \text{ m/s}$$

b)



Do Princípio da Conservação da Energia Mecânica, temos:

$$\begin{aligned} E_{M_A} &= E_{M_B} \Rightarrow E_{c_A} + E_{p_A}^0 = E_{c_B}^0 + E_{p_B} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{1}{2}(4m + m)v^2 = (4m + m)gH \Rightarrow H = \frac{v^2}{2g} \Rightarrow \\ &\Rightarrow H = 0,2 \text{ m} \end{aligned}$$

142. a) Falso

$\mathcal{Z} = Fd \cdot \cos \theta$; o trabalho depende do deslocamento e do ângulo θ .

b) Falso, pois E_c é uma grandeza escalar.

c) Verdadeiro, pois a força é a mesma na subida e na descida, mas o sentido do deslocamento é invertido na descida.

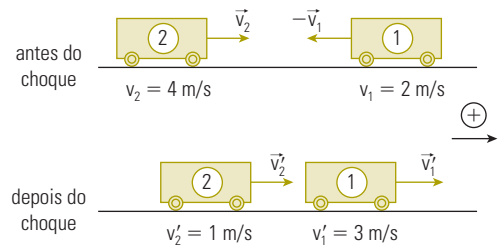
d) Verdadeiro

$\vec{p} = m\vec{v}$; os módulos serão iguais, mas os vetores não obrigatoriamente.

e) Falso, pois $\vec{p} = m\vec{v}$.

f) Verdadeiro, pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.

143. Pelo gráfico podemos concluir que os carrinhos moviam-se como indica o esquema abaixo:

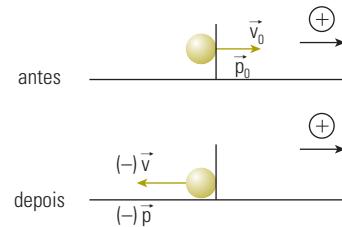


Do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, temos $\vec{p}_0 = \vec{p}$. De acordo com o referencial adotado, temos:

$$\begin{aligned} m_2v_2 - m_1v_1 &= m_2v'_2 + m_1v'_1 \Rightarrow \\ \Rightarrow m_2 \cdot 4 - m_1 \cdot 2 &= m_2 \cdot 1 + m_1 \cdot 3 \Rightarrow 3m_2 = 5m_1 \end{aligned}$$

Resposta: alternativa **e**.

144. Veja a figura:



A quantidade de movimento inicial da esfera é, em módulo, $p_0 = mv_0$. Sendo $v_0 = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$, $m = 0,2 \text{ kg}$ e adotando o referencial da figura, temos:

$$p_0 = +0,2 \cdot 10 \Rightarrow p_0 = +2,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Depois do choque elástico a velocidade tem o mesmo módulo (a energia cinética se conserva). Logo, de acordo com o referencial da figura, o módulo e o sinal da quantidade de movimento serão:

$$p = -mv \Rightarrow p = -2,0 \cdot 10 \Rightarrow p = -2,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

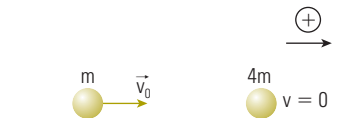
Como os vetores têm o mesmo sentido, pode-se fazer a diferença vetorial algebricamente, respeitando os sinais do referencial adotado. Temos, então:

$$\Delta p = p - p_0 \Rightarrow \Delta p = -2,0 - 2,0 \Rightarrow \Delta p = -4,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Observação: O sinal indica que a variação Δp tem sentido oposto ao sentido positivo do referencial.

Resposta: alternativa **e**.

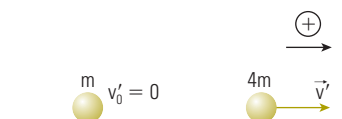
145. Antes da colisão, temos:



A energia cinética antes da colisão é:

$$E_c = \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow K_i = \frac{1}{2}mv_0^2$$

Depois da colisão obtemos:



Do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, temos:

$$\vec{p}_{\text{antes}} = \vec{p}_{\text{depois}} \Rightarrow m v_0 = 4m v' \Rightarrow v' = \frac{v_0}{4}$$

Logo, a energia cinética do sistema passa a ser:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot 4m \left(\frac{v_0}{4} \right)^2 \Rightarrow E_c = \frac{1}{8} m v_0^2 \Rightarrow K_f = \frac{1}{8} m v_0^2$$

A razão $\frac{K_f}{K_i}$ é, então:

$$\frac{K_f}{K_i} = \frac{\frac{1}{8} m v_0^2}{\frac{1}{2} m v_0^2} \Rightarrow \frac{K_f}{K_i} = 0,25$$

Resposta: alternativa **b**.

146. a) Falso

Do Princípio da Conservação da Energia Mecânica aplicado à esfera **A**, no trecho AB, temos:

$$E_{p_A} + E_{c_A}^0 = E_{p_B}^0 + E_{c_B} \Rightarrow m g L = \frac{1}{2} m v_A^2 \Rightarrow v_A = \sqrt{2 g L} \Rightarrow v_A = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8} \Rightarrow v_A = 4 \text{ m/s}$$

b) Falso, ver item anterior.

c) Verdadeiro, ver item anterior.

d) Verdadeiro, pois esse é o conceito de colisão elástica ou perfeitamente elástica.

e) Verdadeiro

Do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, temos:

$$\vec{p}_0 = \vec{p} \Rightarrow m v_A = m v_A' + m v_B' \Rightarrow v_A = v_A' + v_B' \quad (I)$$

Da condição de choque perfeitamente elástico,

$$\frac{v_B' - v_A'}{v_A - v_B} = 1, \text{ temos:}$$

$$v_B' - v_A' = v_A \quad (II)$$

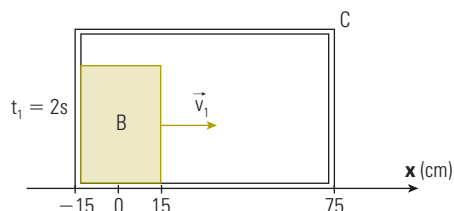
De (I) e (II), obtemos:

$$v_B' = v_A \Rightarrow v_B' = 4 \text{ m/s}$$

f) Verdadeiro, pois, se $v_B' = 4 \text{ m/s}$, obtemos também $v_A' = 0$.

g) Falso, pois contradiz a afirmação anterior.

147. a) A situação descrita é representada na figura:

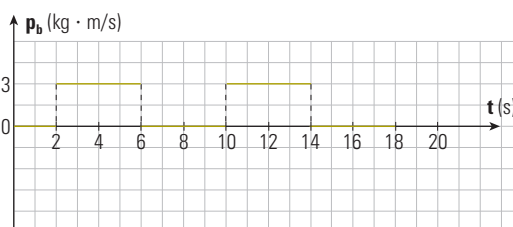
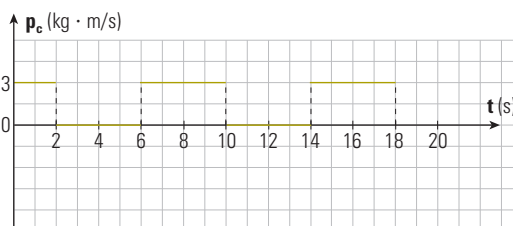


Como $\vec{v}_1$ é constante, pode-se notar da figura que, entre duas colisões sucessivas, qualquer ponto do bloco **B** efetua um deslocamento $\Delta x = 60 \text{ cm}$, logo, temos:

$$v_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{60}{15} \Rightarrow \Delta t = 4 \text{ s}$$

b) Como a colisão é frontal, perfeitamente elástica e entre corpos de mesma massa, podemos concluir, analogamente aos exercícios anteriores, que, a cada choque, um dos corpos para e "transfere" sua velocidade para o outro. Portanto, desprezando-se o intervalo de tempo da colisão, no instante $t_1 = 2 \text{ s}$ (1ª colisão) a caixa **C** para e o bloco **B** adquire velocidade $v_B = 0,15 \text{ m/s}$.

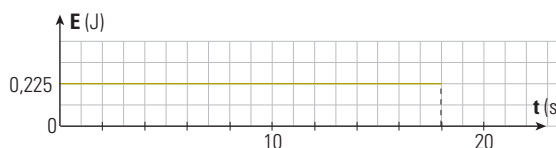
Isso significa que as quantidades de movimento da caixa e do bloco são alternadas. Isto é, quando a caixa tem $v_c = 0,15 \text{ m/s}$, o bloco tem $v_b = 0$ e, quando a caixa tem $v_c = 0$, o bloco tem $v_b = 0,15 \text{ m/s}$, ou seja, quando a quantidade do movimento da caixa é $p_c = m_c v_c = 20 \cdot 0,15 = 3,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, a do bloco é $p_b = 0$ e vice-versa. Como essa permuta ocorre a partir do instante $t = 2 \text{ s}$, graficamente, obtemos:



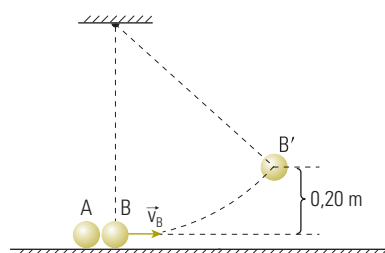
Como a situação é ideal, a energia total **E** do sistema é constante e é igual à energia cinética da caixa ou do bloco. Podemos determiná-la calculando, por exemplo, a energia cinética inicial da caixa:

$$E = \frac{1}{2} m_c v_0^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \cdot 20 (0,15)^2 \Rightarrow E = 0,225 \text{ J}$$

Graficamente, obtemos:



148. a)



Desprezando a resistência do ar, pelo Princípio da Conservação da Energia, podemos calcular v_B logo após o choque:

$$E'_{MB} = E_{MB} \Rightarrow E'_{CB} + E'_{PB_B} = E_{CB} + E_{PB_B} \Rightarrow mgh'_B = \\ = \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow v_B = \sqrt{2gh'_B} \Rightarrow v_B = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,2} \Rightarrow \\ \Rightarrow v_B = 2,0 \text{ m/s}$$

Do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, aplicado ao choque entre **A** e **B**, temos $\vec{p}_0 = \vec{p}$. Sendo **m** a massa das esferas (idênticas), $\vec{v}_{0A}$ a velocidade de **A** antes do choque, $v_{0B} = 0$ (velocidade de **B** antes do choque) e $v_B = 2,0 \text{ m/s}$ a velocidade de **B** depois do choque, temos, em módulo:

$$mv_{0A} + mv_{0B} = mv_A + mv_B \Rightarrow v_{0A} = v_A + 2,0 \quad (\text{I})$$

Se o choque é perfeitamente elástico, o coeficiente de restituição é $\epsilon = \frac{v_B - v_A}{v_{0A} - v_{0B}} = 1$, portanto, temos:

$$v_B - v_A = v_{0A} - v_{0B} \Rightarrow 2,0 - v_A = v_{0A} - 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow 2,0 - v_A = v_{0A} \quad (\text{II})$$

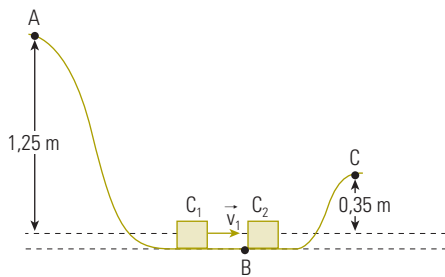
De (I) e (II), temos:

$$v_{0A} = 2,0 \text{ m/s e } v_A = 0$$

Isso significa que logo após o choque a esfera **A** para e a esfera **B** sobe, com velocidade inicial $v_B = 2,0 \text{ m/s}$, igual à velocidade de **A**.

- b) Na volta, como não há perda de energia, a esfera **B** choca-se novamente com **A** e a mesma situação se repete: logo, após o choque, a esfera **B** para e a esfera **A** volta em sentido oposto ao inicial na mesma direção, com a mesma velocidade da esfera **B**.

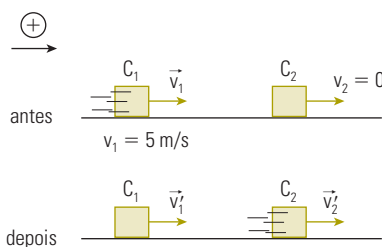
149.



Sendo o sistema conservativo, a velocidade do corpo **C1**, antes da colisão com **C2** em **B**, pode ser determinada pelo Princípio da Conservação da Energia:

$$E_{MA} = E_{MB} \Rightarrow E_{CA} + E_{PB_A} = E_{CB} + E_{PB_B} \Rightarrow m_1gh_A = \\ = \frac{1}{2}m_1v_1^2 \Rightarrow m_1g \cdot 1,25 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 \Rightarrow v_1 = 5 \text{ m/s}$$

No choque, junto ao ponto **B**, temos a situação descrita na figura:



Pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, temos:

$$p_0 = p \Rightarrow m_1v_1 = m_1v'_1 + m_2v'_2 \Rightarrow 2 \cdot 5 = \\ = 2v'_1 + 3v'_2 \Rightarrow 2v'_1 + 3v'_2 = 10 \quad (\text{I})$$

Se o choque é elástico, o coeficiente de restituição é $\epsilon = 1$, logo, podemos escrever:

$$\frac{v'_2 - v'_1}{v_1 - v_2} = 1 \Rightarrow v'_2 - v'_1 = v_1 - v_2 \Rightarrow v'_2 - v'_1 = 5 \quad (\text{II})$$

De (I) e (II), temos:

$$v'_2 = 4 \text{ m/s e } v'_1 = -1 \text{ m/s}$$

Aplicando agora o Princípio da Conservação da Energia a **C1** no trecho de **B** a **C**, temos:

$$E_{MB} = E_{MC} \Rightarrow E_{CB} + E_{PB_B} = E_{CC} + E_{PB_C} \Rightarrow \frac{1}{2}mv'^2 = \\ = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_C \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 4^2 = \frac{1}{2}v_C^2 + 10 \cdot 0,35 \Rightarrow \\ \Rightarrow v_C^2 = 9 \Rightarrow v_C = 3,0 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa **e**.

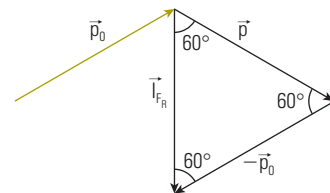
150. Se o choque é perfeitamente elástico, a energia cinética da bola permanece constante; logo, a velocidade e também a quantidade de movimento do corpo permanecerão constantes, em módulo. Podemos então escrever:

$$p = p_0 \Rightarrow p = mv \Rightarrow p = 0,8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Pelo Teorema do Impulso:

$$\vec{I}_{FR} = \Delta \vec{p} \Rightarrow \vec{I}_{FR} = \vec{p} - \vec{p}_0$$

A diferença $\vec{I}_{FR} = \vec{p} - \vec{p}_0$ pode ser obtida da soma $\vec{I}_{FR} = \vec{p} + (-\vec{p}_0)$, que por sua vez é obtida na figura:



Como o triângulo é equilátero, temos:

$$I_{FR} = p = p_0 \Rightarrow I_{FR} = 0,8 \text{ N} \cdot \text{s}$$

Assim:

$$F_R \Delta t = 0,8 \Rightarrow F_R \cdot 0,08 = 0,8 \Rightarrow F_R = 10 \text{ N}$$

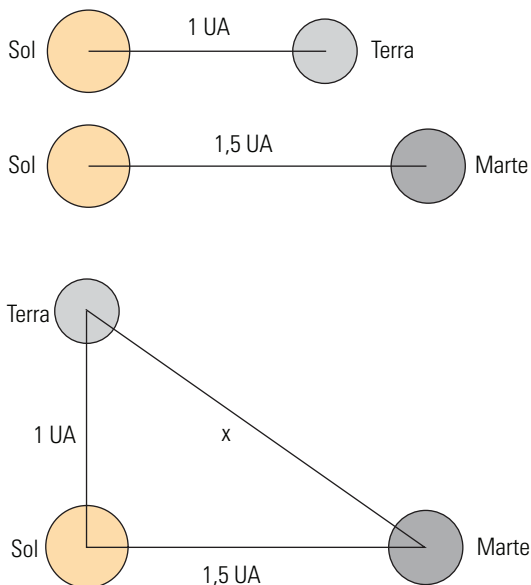
Observação: O valor obtido refere-se à intensidade média da força de contato $\vec{F}_R$ durante o choque.

Resposta: alternativa **e**.

151. a) Verdadeiro, pois faz parte do caráter universal da Lei.
b) Falso, pois a constante, **G**, é também universal.
c) Falso, pois a atração da gravidade não tem limite. As distâncias muito grandes podem ser desprezíveis, mas este não é o caso.
d) Falso, pois como os valores de $\vec{g}$ são diferentes no Polo e no Equador, a massa do peso de 1 N é diferente no Polo e no Equador. Logo, o número de grãos de arroz também deve ser diferente.
e) Falso, pois o peso depende de $\vec{g}$ e $\vec{g}$ depende do local. Logo, o peso de um corpo depende do local onde ele se encontra.

Resposta: alternativa **a**.

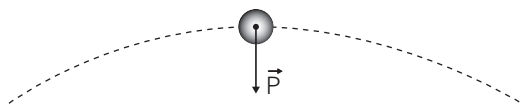
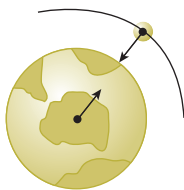
152.



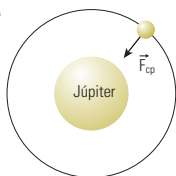
$$x^2 = 1^2 + 1,5^2 \Rightarrow x^2 = 1 + 2,25 \Rightarrow x^2 = 3,25 \Rightarrow x \cong 1,8 \text{ UA}$$

Resposta: alternativa b.

153. A aceleração não depende da velocidade inicial, apenas da interação Terra-corpo.

Resposta: alternativa a.154. A única força que atua sobre o projétil, desprezando-se a resistência do ar, é a força peso, P .**Resposta:** alternativa c.155. Na interação gravitacional, a intensidade das forças de atração entre os corpos é a mesma. A intensidade da força que a Terra exerce sobre o satélite é igual à intensidade da força que o satélite exerce sobre a Terra. Como o comprimento do vetor é proporcional à intensidade da força, a alternativa correta é a **c**, onde ambos os vetores têm o mesmo comprimento.**Resposta:** alternativa c.

156.



A força que mantém o satélite em órbita em torno de Júpiter é a força centrípeta, que aponta para o planeta Júpiter.

Resposta: alternativa b.157. Da Segunda Lei de Kepler, "o segmento de reta traçado do Sol a qualquer planeta descreve áreas iguais em intervalos de tempo iguais", podemos afirmar que $A_1 = A_2 = A_3$.**Resposta:** alternativa c.158. I) Verdadeira, pois em **A**, pela Lei das Áreas, a velocidade do planeta é máxima.

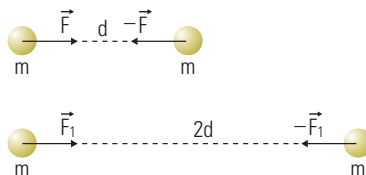
II) Verdadeira.

Podemos chegar a essa conclusão a partir, também, da Lei das Áreas e do Princípio da Conservação da Energia Mecânica. Da Lei das Áreas concluímos que em **A** a velocidade é máxima; portanto, a energia cinética é máxima. Em **B**, pela mesma lei, concluímos que a velocidade é mínima; logo, a energia cinética é mínima. Como a energia mecânica se conserva, onde a energia cinética é máxima, a energia potencial gravitacional do sistema Sol-planeta é mínima (no ponto **A**) e, onde a energia cinética é mínima, a energia potencial gravitacional desse sistema é máxima (no ponto **B**).

III) Falsa, pois esse é um sistema conservativo em que a energia mecânica é constante.

Resposta: alternativa b.

159. Veja a figura:



$$F = G \cdot \frac{Mm}{d^2}$$

Na 1ª situação, da Lei da Gravitação Universal, temos:

$$F = G \cdot \frac{mm}{d^2}$$

Na 2ª situação, temos:

$$F_1 = G \cdot \frac{mm}{(2d)^2} \Rightarrow F_1 = G \cdot \frac{mm}{4d^2}$$

Logo:

$$\frac{F}{F_1} = \frac{G \cdot \frac{mm}{d^2}}{G \cdot \frac{mm}{4d^2}} \Rightarrow \frac{F}{F_1} = 4 \Rightarrow F_1 = \frac{F}{4}$$

Resposta: alternativa d.160. Pela Lei da Gravitação Universal o módulo das forças de atração entre os corpos é sempre igual, em qualquer instante. Supondo que no instante da colisão o módulo dessas forças seja F , temos:

$$\begin{array}{ccc} \vec{F}_{B,A} & \vec{F}_{A,B} & F = m_A a_A \\ A & B & F = m_B a_B \end{array}$$

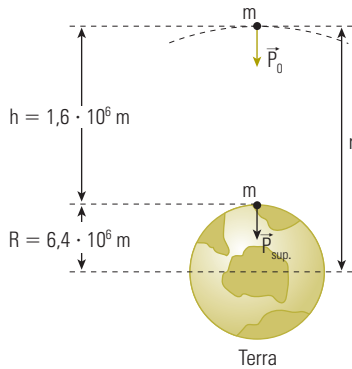
Logo:

$$m_A a_A = m_B a_B \Rightarrow 2m_B a_A = m_B a_B \Rightarrow a_B = 2a_A \Rightarrow a_A = \frac{a_B}{2}$$

Observação: O módulo das forças aumenta à medida que os corpos se aproximam (é inversamente proporcional ao quadrado da distância), mas, em cada instante, o módulo da força que **A** exerce em **B** é sempre igual ao módulo da força que **B** exerce em **A**.

Resposta: alternativa b.

161.



Seendo P o módulo do peso do satélite da Lei da Gravitação Universal, podemos escrever:

$$P = G \cdot \frac{Mm}{r^2}$$

em que M é a massa da Terra, m a massa do satélite e r a distância do centro da Terra ao satélite.

Sejam P_0 o peso do satélite em órbita e $P_{sup.}$ o peso do satélite na superfície.

Da figura, podemos escrever:

$$P_{sup.} = \frac{GMm}{R^2}$$

$$P_0 = \frac{GMm}{(R+h)^2}$$

Fazendo-se a razão entre os pesos:

$$\frac{P_0}{P_{sup.}} = \frac{\frac{GMm}{(R+h)^2}}{\frac{GMm}{R^2}} \Rightarrow \frac{P_0}{P_{sup.}} = \frac{R^2}{(R+h)^2} \Rightarrow \frac{P_0}{P_{sup.}} = \frac{(6,4 \cdot 10^6)^2}{(8,0 \cdot 10^6)^2} \Rightarrow \frac{P_0}{P_{sup.}} = 0,64$$

O peso do satélite na órbita é 64% do seu peso na superfície.

Resposta: alternativa d.

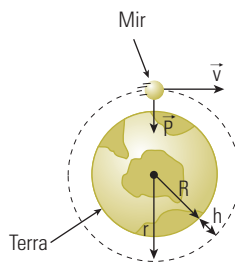
162. A figura representa o movimento da estação MIR em torno da Terra:

$$r = R + h \Rightarrow r = 6 \cdot 10^6 + 0,4 \cdot 10^6 \Rightarrow r = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Como o movimento é circular e uniforme:

$$P = F_c \Rightarrow mg = ma_c \Rightarrow g = \frac{v^2}{r} \Rightarrow g = \frac{(7,8 \cdot 10^3)^2}{6,4 \cdot 10^6} \Rightarrow g = 9,5 \text{ m/s}^2$$

Resposta: alternativa d.



163. Da Lei da Gravitação Universal, o módulo das forças gravitacionais entre o Sol e Saturno (F_{Sat}) e entre o Sol e a Terra (F_T) são, respectivamente:

$$F_{Sat} = G \cdot \frac{M_{Sat}M_{Sol}}{R_{Sat}^2} \Rightarrow F_{Sat} = G \cdot \frac{100M_T M_{Sol}}{(10R_T)^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{Sat} = G \cdot \frac{M_T M_{Sol}}{R_T^2} \quad (I)$$

$$F_T = G \cdot \frac{M_T M_{Sol}}{R_T^2} \quad (II)$$

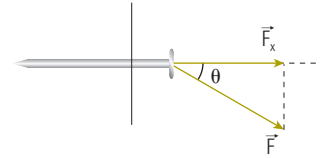
Dividindo (I) por (II) obtemos:

$$\frac{F_{Sat}}{F_T} = \frac{G \cdot \frac{M_T M_{Sol}}{R_T^2}}{G \cdot \frac{M_T M_{Sol}}{R_T^2}} \Rightarrow \frac{F_{Sat}}{F_T} = 1$$

Resposta: alternativa c.

164. a) Verdadeiro

O componente que efetivamente arranca o prego da parede é $F_x = F \cdot \cos \theta$. Veja a figura.



b) Falso

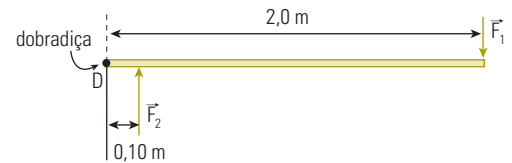
O componente F_x depende do $\cos \theta$. Como $\cos 30^\circ = 0,87$ e $\cos 60^\circ = 0,50$, pode-se concluir que F aplicado na direção em que $\theta = 30^\circ$ é mais eficiente do que na direção em que $\theta = 60^\circ$.

c) Falso

O trabalho para arrancar o prego é sempre o mesmo, produto da força de atrito entre o prego e a parede pelo deslocamento do prego. Se a força for aplicada na direção do deslocamento, o módulo da força é menor, mas o trabalho é o mesmo, basta lembrar a definição de trabalho:

$$Z_F = Fd \cdot \cos \theta.$$

165. Vista de cima a situação pode ser esquematizada na figura abaixo:



O momento da força F_2 exercida pelo homem é:

$$M_{F_2}^D = +F_2 \cdot 0,10 \Rightarrow M_{F_2}^D = 80 \cdot 0,10 \Rightarrow M_{F_2}^D = +8,0 \text{ N} \cdot \text{m}$$

O momento da força F_1 exercida pelo menino é:

$$M_{F_1}^D = -F_1 \cdot 2,0 \Rightarrow M_{F_1}^D = -5,0 \cdot 2,0 \Rightarrow M_{F_1}^D = -10 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Logo, o momento resultante será:

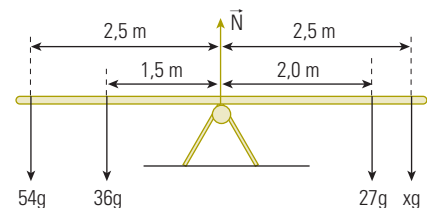
$$\Sigma M_F^D = M_{F_1}^D + M_{F_2}^D \Rightarrow \Sigma M_F^D = -10 + 8,0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Sigma M_F^D = -2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Isso significa que a porta gira no sentido do momento do menino, ou seja, no sentido de ser aberta.

Resposta: alternativa a.

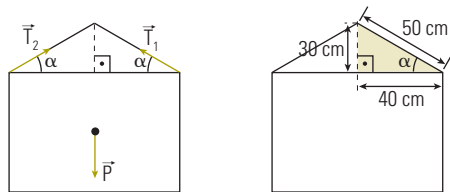
166. Da Segunda Condição de Equilíbrio $\Sigma M_F^O = 0$, escolhendo o ponto O no apoio da gangorra, sendo g o módulo da aceleração da gravidade, temos:



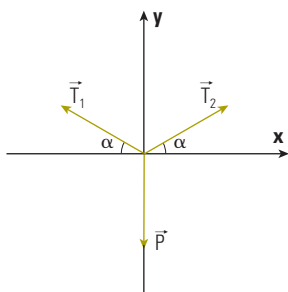
$$54g \cdot 2,5 + 36g \cdot 1,5 + N \cdot 0 - 27g \cdot 2,0 - xg \cdot 2,5 = 0 \Rightarrow x = 54 \text{ kg}$$

Resposta: alternativa d.

167. As forças atuantes e suas medidas são:



Representando as forças num sistema de eixos ortogonais:



e como o sistema está em equilíbrio, temos:

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_1 \cdot \cos \alpha - T_2 \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow T_1 = T_2 = T \quad (I)$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow T_1 \cdot \sin \alpha + T_2 \cdot \sin \alpha - P = 0$$

De (I), temos:

$$2T \cdot \sin \alpha = P \Rightarrow T = \frac{P}{2 \cdot \sin \alpha}$$

Sendo $P = 30 \text{ N}$ e $\sin \alpha = \frac{30}{50} = 0,60$ (figura acima), temos:

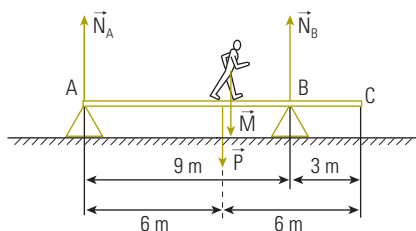
$$T = \frac{30}{2 \cdot 0,6} \Rightarrow T = 25 \text{ N}$$

Resposta: alternativa e.

168. O centro de gravidade está num eixo de simetria do corpo, dividindo-o em duas partes de mesmo peso. Logo, os pesos das partes I e II são iguais.

Resposta: alternativa a.

169. a) Veja a figura:

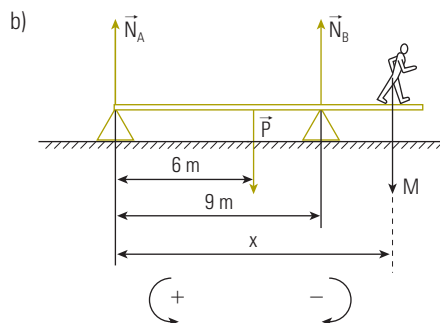


Como o sistema está em equilíbrio, a resultante é nula. Logo, $\Sigma \vec{F}_y = 0$. Portanto:

$$N_A + N_B - P - M = 0 \quad (I)$$

Sendo $N_A = 200 \text{ N}$ (reação em A); $P = 200 \text{ N}$ (peso da viga) e $M = 400 \text{ N}$ (peso do menino), temos:

$$200 + N_B - 200 - 400 = 0 \Rightarrow N_B = 400 \text{ N}$$



Se o menino vai de B a C, o módulo da reação em A diminui, porque o momento do peso $\vec{M}$ do menino em relação ao apoio B aumenta e tem o mesmo sentido que o momento de $\vec{N}_A$ (horário). Se N_A diminui, N_B aumenta, pois ambos somados equilibram o peso da viga e do menino. A situação-limite ocorre quando $N_A = 0$. A partir daí, se o menino avançar a viga vira.

Nesse caso, de (I) podemos concluir que:

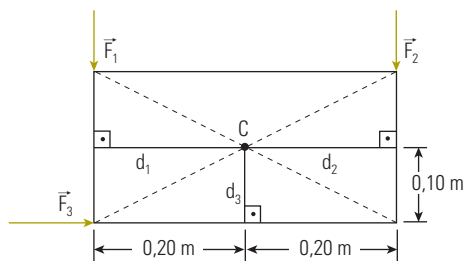
$$N_B = P + M \Rightarrow N_B = 200 + 400 \Rightarrow N_B = 600 \text{ N}$$

Podemos calcular a posição x em que isso ocorre pela segunda condição de equilíbrio:

$$\begin{aligned} \Sigma M_F^A = 0 &\Rightarrow M_{N_A}^A + M_P^A + M_{N_B}^A + M_M^A = 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow 0 - P \cdot 6 + N_B \cdot 9 - Mx = 0 \Rightarrow -200 \cdot 6 + 600 \cdot 9 - \\ &- 400x = 0 \Rightarrow x = \frac{4200}{400} \Rightarrow x = 10,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Logo, a partir dessa posição, se o menino prosseguir, a viga vai virar em torno de B.

170. Nesse caso, podemos determinar os momentos de cada força utilizando diretamente as distâncias das correspondentes linhas de ação ao ponto C. Veja a figura:



Como o momento da força resultante $\vec{F}_R$ é igual à soma dos momentos dos componentes, em relação a qualquer ponto, podemos escrever:

$$\begin{aligned} M_{F_R}^C &= M_{F_1}^C + M_{F_2}^C + M_{F_3}^C \Rightarrow \\ &\Rightarrow M_{F_R}^C = +F_1 d_1 - F_2 d_2 + F_3 d_3 \Rightarrow \\ &\Rightarrow M_{F_R}^C = +10 \cdot 0,20 - 20 \cdot 0,20 + 20 \cdot 0,10 \Rightarrow \\ &\Rightarrow M_{F_R}^C = +2,0 - 4,0 + 2,0 \Rightarrow M_{F_R}^C = 0 \end{aligned}$$

Resposta: alternativa a.

171. Da segunda condição de equilíbrio, $\Sigma M_0 = 0$.

1ª verificação:

$$m_x \ell_1 = m_1 \ell_2 \Rightarrow \frac{m_x}{m_1} = \frac{\ell_2}{\ell_1} \quad (I)$$

2ª verificação:

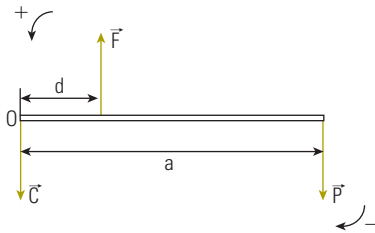
$$m_2 g \ell_1 = m_x g \ell_2 \Rightarrow \frac{m_2}{m_x} = \frac{\ell_2}{\ell_1} \quad (\text{II})$$

Igualando-se as equações (I) e (II), obtemos:

$$\frac{m_x}{m_1} = \frac{m_2}{m_x} \Rightarrow m_x^2 = m_1 m_2 \Rightarrow m_x = \sqrt{m_1 m_2}$$

Resposta: alternativa **c**.

172. a) Estando o sistema em equilíbrio, temos $\sum M_F^O = 0$. Escolhendo **O** no ponto de aplicação da força $\vec{C}$, temos:



Sendo $P = mg$, vem:

$$P = 2,0 \cdot 10 \Rightarrow P = 20 \text{ N}$$

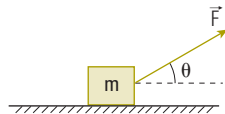
Então:

$$M_C^O + M_F^O + M_P^O = 0 \Rightarrow 0 + Fd - Pa = 0 \Rightarrow F \cdot 0,04 = 20 \cdot 0,3 \Rightarrow F = 150 \text{ N}$$

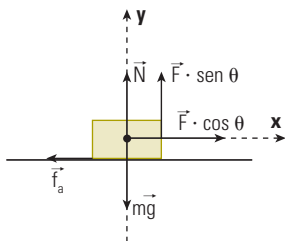
- b) Da primeira condição de equilíbrio, podemos escrever:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F - C - P = 0 \Rightarrow C = F - P \Rightarrow C = 150 - 20 \Rightarrow C = 130 \text{ N}$$

173.



Vamos decompor a força $\vec{F}$ em seu componente horizontal ($\vec{F} \cdot \cos \theta$) e vertical ($\vec{F} \cdot \sin \theta$). Colocando todas as forças que atuam no corpo chegamos ao diagrama abaixo:



Na figura, $\vec{N}$ é a reação normal exercida pelo solo e $\vec{mg}$ é o peso do caixote. $\vec{f}_a$ é a força de atrito cinético e, portanto, vale, em módulo: $f = \mu_c N$. (I)

Como o sistema se move com velocidade constante ($\vec{a}_x = 0$) na direção **x** e está em repouso na direção **y**, a resultante das forças nos componentes **x** e **y** é nula. Logo, temos:

- na direção **x**:

$$F \cdot \cos \theta - f_a = 0 \Rightarrow F \cdot \cos \theta = f_a \Rightarrow F \cdot \cos \theta = N \mu \Rightarrow N = \frac{F \cdot \cos \theta}{\mu} \quad (\text{II})$$

- na direção **y**:

$$N + F \cdot \sin \theta - mg = 0 \Rightarrow N + F \cdot \sin \theta = mg \Rightarrow N = mg - F \cdot \sin \theta \quad (\text{III})$$

De (II) e (III), temos:

$$mg - F \cdot \sin \theta = \frac{F \cdot \cos \theta}{\mu_c} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mg = F \left(\sin \theta + \frac{\cos \theta}{\mu_c} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mg = \frac{F}{\mu_c} (\mu_c \cdot \sin \theta + \cos \theta) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = \frac{\mu_c mg}{\mu_c \cdot \sin \theta + \cos \theta} \quad (\text{IV})$$

De (IV), substituindo em (III), obtemos:

$$N = mg - \frac{\mu_c mg \cdot \sin \theta}{\mu_c \cdot \sin \theta + \cos \theta} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = \frac{mg \cdot \cos \theta}{\mu_c \cdot \sin \theta + \cos \theta} \quad (\text{V})$$

Observação: Foram consideradas corretas pela banca examinadora as expressões III, IV ou V.

174. Supondo os asteroides de mesma densidade, **d**, a razão entre a massa, **m_i**, do asteroide imaginário, mostrado no filme, e a massa, **m_r**, do asteroide real, é igual à razão entre os seus volumes. Supondo ainda que os asteroides sejam aproximadamente esféricos, pode-se dizer que os seus volumes são diretamente proporcionais aos seus diâmetros elevados ao cubo. Podemos então escrever:

$$d_i = \frac{m_i}{V_i} \Rightarrow m_i = d_i V_i \Rightarrow m_i = dk \cdot 1000^3$$

$$d_r = \frac{m_r}{V_r} \Rightarrow m_r = d_r V_r \Rightarrow m_r = dk \cdot 10^3$$

Logo:

$$\frac{m_i}{m_r} = \left(\frac{1000}{10} \right)^3 \Rightarrow \frac{m_i}{m_r} = (10^2)^3 \Rightarrow \frac{m_i}{m_r} = 10^6$$

175. O cubo mergulhado desloca um volume de água igual ao seu próprio volume; portanto, $V_{\text{cubo maciço}} = 30 \text{ cm}^3$. Como a sua massa é de 450 g, concluímos que a densidade da liga metálica é:

$$d_{\text{liga}} = \frac{m}{V} \Rightarrow d_{\text{liga}} = \frac{450}{30} \Rightarrow d_{\text{liga}} = 15 \text{ g/cm}^3$$

O cubo oco flutua com $\frac{3}{4}$ de aresta submersa, então:

$$\frac{d_{\text{cubo oco}}}{d_{\text{água}}} = \frac{\frac{3}{4} h}{h} \Rightarrow d_{\text{cubo oco}} = \frac{3}{4} \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Mas } d_{\text{cubo oco}} = \frac{m_{\text{liga}}}{V_{\text{cubo oco}}}. \text{ Portanto, } m_{\text{liga}} = 22,5 \text{ g.}$$

Logo:

$$d_{\text{liga}} = \frac{m_{\text{liga}}}{V_{\text{liga}}} \Rightarrow 15 = \frac{22,5}{V_{\text{liga}}} \Rightarrow V_{\text{liga}} = 1,5 \text{ cm}^3$$

Resposta: alternativa **a**.

176. Como 1 libra corresponde a 0,5 kg, o peso de um corpo de massa 1 libra é, aproximadamente.

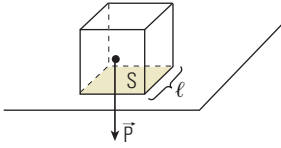
$$P = mg \Rightarrow P = 0,5 \cdot 10 \Rightarrow P = 5 \text{ N}$$

Portanto, a pressão de $25 \frac{\text{lb}}{\text{pol}^2}$ vale:

$$p = 25 \cdot \frac{5 \text{ N}}{(25 \cdot 10^{-3})^2} \Rightarrow p = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \Rightarrow p = 2 \text{ atm}$$

Resposta: alternativa a.

177.



Da definição de pressão, $p = \frac{F}{S}$, podemos escrever $p = \frac{P}{S}$,

em que **P** é o peso do bloco. Então:

$$P = mg \Rightarrow P = 800 \cdot 10 \Rightarrow P = 8000 \text{ N} \Rightarrow P = 8,0 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Sendo $p = 5,0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$, vem:

$$p = \frac{P}{S} \Rightarrow 5,0 \cdot 10^4 = \frac{8,0 \cdot 10^3}{S} \Rightarrow S = \frac{8 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^4} \Rightarrow S = 1,6 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2$$

Se a área da face do cubo é $0,16 \text{ m}^2$, a aresta ℓ será:

$$\ell = \sqrt{0,16} \Rightarrow \ell = 0,4 \text{ m} \Rightarrow \ell = 40 \text{ cm}$$

Resposta: alternativa c.

178. Da definição de pressão, $p = \frac{F}{S}$, sendo **F** o módulo do peso do tijolo, constante, temos:

- Área $S_I \Rightarrow$ maior
- Área $S_{II} \Rightarrow$ intermediária
- Área $S_{III} \Rightarrow$ menor

Então, $S_I > S_{II} > S_{III}$. (I)

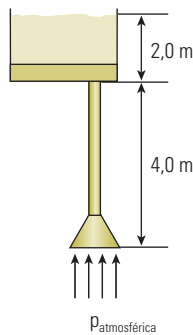
Nas situações I, II e III, temos $p_I = \frac{F}{S_I}$, $p_{II} = \frac{F}{S_{II}}$ e $p_{III} = \frac{F}{S_{III}}$.

Sendo **F** constante, concluímos que $p_I < p_{II} < p_{III}$.

Resposta: alternativa b.

179. Como a vedação foi completa, a ação da pressão atmosférica só se dá pela saída do chuveiro. Como a altura da água é de $4,0 \text{ m} + 2,0 \text{ m} = 6,0 \text{ m}$, e a pressão atmosférica equivale a uma altura de 10 m de água, a água não sai.

Resposta: alternativa d.



180. A pressão devida exclusivamente ao líquido é dada por $p_\ell = d_\ell g h_\ell$, em que d_ℓ (densidade do líquido) $= 1 \text{ g/cm}^3 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $h = \Delta h = 0,80 \text{ m}$. Portanto:

$$p_\ell = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,8 \Rightarrow p_\ell = 8000 \text{ Pa}$$

Resposta: alternativa c.

181. O nível nos dois ramos é o mesmo porque o líquido é o mesmo (a água) e a pressão externa também é a mesma. Nesse caso, a pressão depende apenas da profundidade em relação à superfície.

Resposta: alternativa d.

182. A força $\vec{F}$ com que a pressão do ar externo empurra um lado da caixa com o outro, em módulo, é dada por:

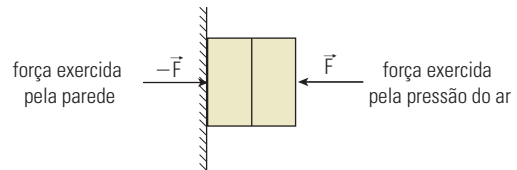
$$\Delta p = \frac{F}{S} \Rightarrow F = \Delta p S$$

em que Δp é a diferença entre a pressão atmosférica, externa, $p_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, e a pressão interna, $p_i = 0,1 \text{ atm} = 1,0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$, e **S** é a área das faces correspondentes às metades abertas; logo, $S = (0,3 \text{ m})^2 = 0,09 \text{ m}^2$. Portanto:

$$F = (1,0 \cdot 10^5 - 1,0 \cdot 10^4) 0,09 \Rightarrow F = 8100 \text{ N}$$

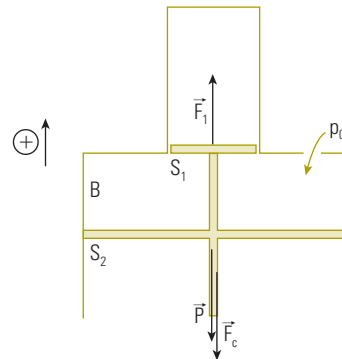
Essa é uma força equivalente ao peso de um corpo de 810 kg (um automóvel, por exemplo). Certamente duas pessoas comuns não seriam capazes de separar as duas metades.

Observação: A força $-\vec{F}$ que atua na outra metade não se soma à força $\vec{F}$. Ela atua como se fosse uma força de reação que impediria a caixa de ser empurrada para a esquerda. É como se a caixa estivesse encostada numa parede. Veja a figura:



De qualquer lado cada homem deve fazer uma força de módulo maior ou igual a $\vec{F}$. Uma para anular $\vec{F}$, outra para anular $-\vec{F}$. No esquema acima, um tiraria uma metade da caixa, o outro tiraria o apoio da parede que sustenta a outra metade.

183. a) Durante a subida do mecanismo as forças que atuam no conjunto hastes-êmbolo são representadas na figura, em que:



- $\vec{F}_1$ é a força que o ar, a pressão atmosférica p_0 , que penetra em **B**, exerce sobre S_1 ;
- $\vec{P}$ é o peso do conjunto hastes-êmbolo;
- $\vec{F}_c$ é a força de reação que o mecanismo externo exerce sobre o conjunto hastes-êmbolo.

Para determinar F_1 , podemos aplicar a definição de pressão ao êmbolo S_1 . Temos então:

$$p_0 = \frac{F_1}{S_1} \Rightarrow F_1 = p_0 S_1 \Rightarrow F_1 = 1,0 \cdot 10^5 \cdot 1,2 \Rightarrow F_1 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ N} \quad (I)$$

c) Verdadeira

A energia potencial gravitacional de ambas as caixas é $E_p = mgh$, em que $m = m_1 = m_2$. Logo, são iguais.

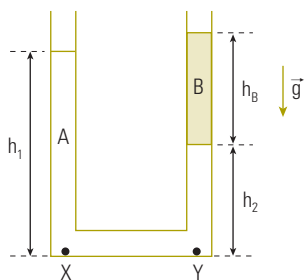
d) Verdadeira

Para içar m_1 temos de vencer o peso; para içar m_2 também, mas contamos com o auxílio do trabalho do empuxo. Logo, o trabalho para içar m_1 é maior do que o trabalho para içar m_2 .

e) Verdadeira

$\vec{F}_A$ é igual, em módulo, ao peso P_1 de m_1 , enquanto $\vec{F}_B$ é igual, em módulo, a $P_2 = E$, em que $\vec{E}$ é o empuxo sobre m_2 . Logo, $F_A > F_B$.

187. Como os pontos **X** e **Y** estão no mesmo nível e no mesmo líquido, as pressões nesses pontos são iguais:



$$p_X = p_Y \Rightarrow p_0 + d_A g h_1 = p_0 + d_A g h_2 + d_B g h_B \Rightarrow d_A h_1 = d_A h_2 + d_B h_B$$

Como $d_A = 2d_B$, vem:

$$2d_B h_1 - d_B h_B = 2d_B h_2 \Rightarrow 2h_1 - h_B = 2h_2$$

Logo:

$$h_2 = h_1 - \frac{h_B}{2}$$

Resposta: alternativa **a**.

188. Como o ar foi aprisionado à pressão atmosférica, essa pressão, pelo Princípio de Pascal, se transmite a toda a água da garrafa. No furo mais alto, a pressão é aproximadamente igual à pressão atmosférica, já que a profundidade em relação à superfície é muito pequena. Por isso a água não sai, ou pelo menos não esguicha. No furo intermediário o acréscimo de pressão, devido à profundidade da água, é maior e no mais baixo é maior ainda. Por isso pode-se prever que vai ocorrer a situação indicada na figura **A**.

189. a) Falso

Basta observar a figura. A água que jorra vem da câmara **A**.

b) Verdadeiro

Ambas as câmaras estão ligadas por um tubo.

c) Verdadeiro

A água jorra da câmara **A** para fora por causa do aumento da pressão do ar transmitido da câmara **B**, enquanto o nível da água em **B** sobe. Se a comunicação entre as câmaras é interrompida, esse aumento de pressão deixa de ser transmitido e a água para de jorrar.

d) Falso

O que faz a água jorrar é o acréscimo de pressão comunicado ao ar das câmaras **A** e **B** devido à coluna de água que vai

da superfície da pia à câmara **B**. E essa é a altura máxima que a água pode jorrar.

e) Verdadeiro

Se não houvesse campo gravitacional terrestre não haveria nem a pressão atmosférica nem a pressão da água.

190. Sendo d_ℓ a densidade do líquido, V_ℓ o volume do líquido deslocado, g a aceleração da gravidade na Terra, g' a aceleração da gravidade em Marte e $g' = \frac{g}{3}$, representando as forças que atuam sobre o corpo, temos:

• na Terra:

$$T = E - P$$

em que:

$$• E = d_\ell V_\ell g \quad (I)$$

$$• P = mg$$

Logo:

$$T = d_\ell V_\ell g - mg \Rightarrow T = (d_\ell V_\ell - m)g \quad (II)$$

• em Marte:

$$T' = E' - P'$$

em que:

$$• E' = d_\ell V_\ell g' \Rightarrow E' = d_\ell V_\ell \cdot \frac{g}{3} \quad (III)$$

$$• T' = d_\ell V_\ell g' - mg' \Rightarrow T' = (d_\ell V_\ell - m)g' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T' = (d_\ell V_\ell - m) \frac{g}{3} \quad (IV)$$

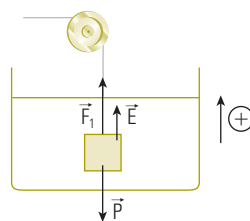
De (I) e (III), temos $E' < E$.

De (II) e (IV), vem $T' < T$.

Resposta: alternativa **d**.

191. Representando as forças que atuam sobre o bloco, temos:

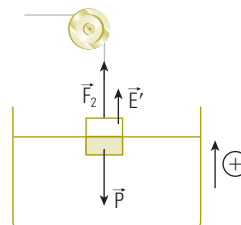
• na primeira situação:



Como estão em equilíbrio, temos:

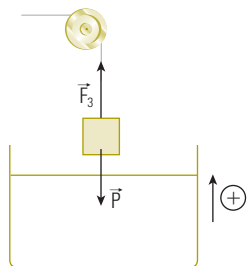
$$F_1 + E = P \Rightarrow F_1 = P - E \quad (I)$$

• na segunda situação:



$$F_2 + E' = P \Rightarrow F_2 = P - E' \quad (II)$$

- na terceira situação:



$$F_3 = P \quad (\text{III})$$

Como $E > E'$, pois E' corresponde a um volume deslocado menor, de (I), (II) e (III), podemos concluir que $F_1 < F_2 < F_3$.

Resposta: alternativa b.

192. Como a densidade da esfera maciça é $d_\ell = 0,8 \text{ g/cm}^3$ e a da água é $d_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \text{ g/cm}^3$, podemos escrever:

$$\frac{d_\ell}{d_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{V_{\text{H}_2\text{O}}}{V_\ell}$$

em que $V_{\text{H}_2\text{O}}$ é o volume da água deslocada e V_ℓ é o volume da esfera.

Logo:

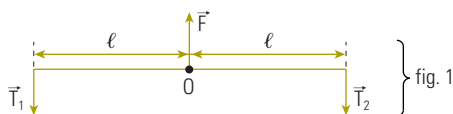
$$\frac{0,8}{1,0} = \frac{V_{\text{H}_2\text{O}}}{V_\ell} \Rightarrow V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,8V_\ell$$

Portanto, o volume da água deslocado é 80% do volume da esfera.

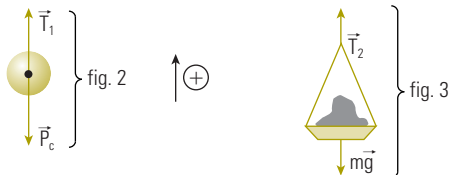
Resposta: alternativa c.

193. a) *Situação inicial:*

Da Segunda Condição de Equilíbrio, $\Sigma M_F^0 = 0$, aplicada à balança, figura 1, temos:



$$T_1\ell - T_2\ell = 0 \Rightarrow T_1 = T_2 \quad (\text{I})$$



Da Primeira Condição, aplicada aos pratos, figuras 2 e 3, temos:

$$T_1 = P_c \quad (\text{II})$$

$$T_2 = mg \quad (\text{III})$$

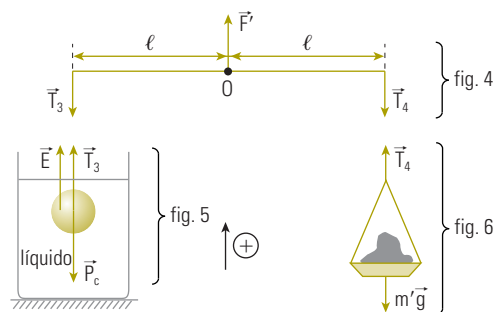
De (I), (II) e (III), vem:

$$T_1 = T_2 = P_c = mg$$

em que P_c é o peso do corpo e m a massa de areia.

Situação final:

Analogamente ao item anterior, temos:



- para a balança (figura 4):

$$T_3\ell - T_4\ell = 0 \Rightarrow T_3 = T_4 \quad (\text{IV})$$

- para o corpo sólido (figura 5):

$$E = P_c - T_3 \quad (\text{V})$$

- para o prato da direita da balança (figura 6):

$$T_4 - m'g = 0 \Rightarrow T_4 = m'g \quad (\text{VI})$$

De (IV), (V) e (VI), vem:

$$E = P_c - m'g$$

Mas $m' = m - 0,036 \text{ kg}$. Logo:

$$E = P_c - (m - 0,036)g \Rightarrow E = P_c - mg + 0,036g$$

Como $P_c = mg$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$, temos:

$$E = 0,036 \cdot 10 \Rightarrow E = 0,36 \text{ N}$$

- b) Como o módulo do empuxo E é igual ao módulo do peso do líquido deslocado, temos:

$$E = d_\ell V_\ell g$$

Mas:

$$V_\ell = V_c = 30 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$d_\ell = \rho$$

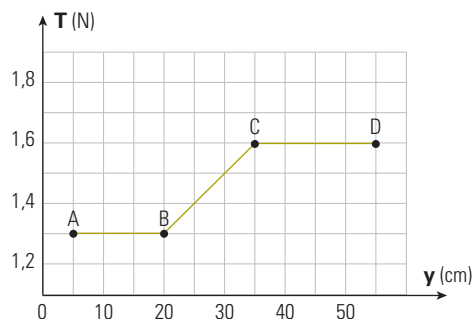
Portanto:

$$0,36 = \rho \cdot 30 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \Rightarrow \rho = 1200 \text{ kg/m}^3$$

194. O empuxo que a água exerce sobre o objeto é igual ao peso do volume de água deslocado, que vazou. Mas, como o objeto flutua, conclui-se que o empuxo é igual ao peso do objeto, ou seja, o objeto tem o mesmo peso da água que saiu da vasilha. Logo, o peso medido pela balança não se alterou.

Resposta: alternativa a.

195. a) I) Cálculo de h :



A partir do gráfico dado, pode-se concluir que de **A** até **B** o corpo está inteiramente imerso, pois $T = P - E$, constante. Quando o cilindro começa a emergir, o empuxo começa a diminuir e o módulo de **T** começa a aumentar. Logo, no ponto **B** do gráfico, o corpo encontra-se na situação da figura 1:

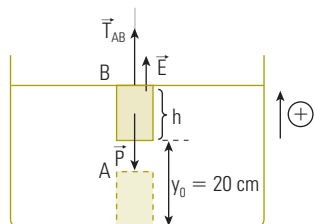


Figura 1

Em **C** a tração volta a ser constante, o que significa que o empuxo deixou de existir. Logo, para o ponto **C** temos a situação da figura 2:

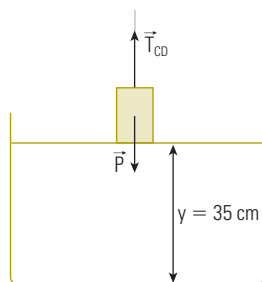
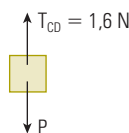


Figura 2

Portanto, $h = y - y_0 = 15 \text{ cm}$.

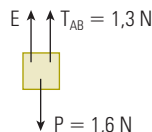
II) Para o cálculo do empuxo, sendo o movimento retilíneo uniforme, $F_R = 0$, em módulo, temos:

• no trecho CD:



$$P = T_{CD} = 1,6 \text{ N}$$

• no trecho AB:



$$E + T_{AB} = P \Rightarrow E = 1,6 - 1,3 \Rightarrow E = 0,3 \text{ N}$$

b) Sendo o empuxo $E = d_\ell V_\ell g$, em que V_ℓ é o volume do líquido deslocado, que é igual ao volume do cilindro, que pode ser calculado pela expressão $V_c = hS$, sendo $h = 15 \text{ cm}$ e $S = 2,5 \text{ cm}^2$, temos:

$$V_\ell = 15 \cdot 2,5 \Rightarrow V_\ell = 37,5 \text{ cm}^3 \Rightarrow V_\ell = 37,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Voltando na expressão do empuxo, temos:

$$0,3 = d_\ell \cdot 37,5 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \Rightarrow d_\ell = 800 \text{ kg/m}^3$$

196.

Situação inicial

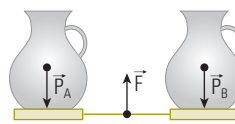


Figura 1

Situação final

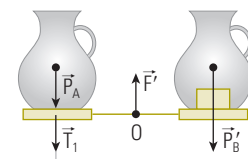


Figura 2

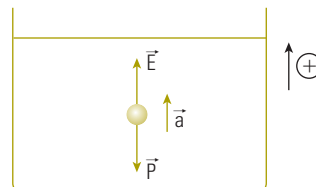
Na situação inicial, figura 1, como a balança está em equilíbrio e os fios f_1 e f_2 estão frouxos, pode-se concluir que o peso da jarra **A**, $\vec{P}_A$, é igual ao peso da jarra **B**, $\vec{P}_B$. Logo:

$$P_A = P_B$$

Na situação final, figura 2, o peso da jarra **B** passa a ser $\vec{P}'_B$. Como o objeto colocado afundou, podemos concluir que ele tem mais peso do que a água deslocada, que vazou. Em outras palavras, se a parte da água da jarra **B** foi substituída por um objeto que pesa mais que essa parte, pode-se concluir que $P'_B > P_B$. Logo, para que o equilíbrio se mantenha é preciso que o fio f_1 exerça uma tração $\vec{T}_1$ vertical para baixo, enquanto o outro permanece frouxo, para que o equilíbrio se mantenha. Logo, pode-se concluir que há tensão apenas no fio f_1 .

Resposta: alternativa c.

197. a) Supondo que não haja dissipação de energia mecânica enquanto o corpo está imerso e sobe, as forças aplicadas na bolinha são, exclusivamente, o peso e o empuxo, constantes, produzindo um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV).



Aplicando a Segunda Lei de Newton, obtemos:

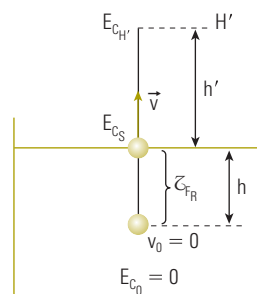
$$F_R = ma \Rightarrow E - P = ma \Rightarrow F_R = E - P \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_R = d_\ell V_\ell g - mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_R = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 10 - 4 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_R = 2,0 - 0,4 \Rightarrow F_R = 1,6 \text{ N}$$

$$a = \frac{F_R}{m} \Rightarrow a = \frac{1,6}{0,04} \Rightarrow a = 40 \text{ m/s}^2$$



Nessas condições, a energia cinética com que a bolinha atingiria a superfície do líquido seria igual ao trabalho da força resultante. Logo, podemos fazer:

$$\mathcal{Z}_{F_R} = \Delta E_C \Rightarrow \mathcal{Z}_{F_R} = E_C - E_{C_0} \Rightarrow F_R h = E_C \Rightarrow 1,6 \cdot 0,50 = E_C \Rightarrow E_C = 0,80 \text{ J} \Rightarrow E_M = 0,80 \text{ J}$$

Essa é a energia mecânica da esfera em relação à superfície e, com ela, pode-se determinar a altura que a bolinha poderia atingir acima da superfície se não houvesse perdas. Basta aplicar o Princípio da Conservação da Energia aos pontos de nível **S** e **H'**, sendo **S** o nível de referência para a energia potencial gravitacional. Temos então:

$$E_{C_S} + E_{P_{g_S}} = E_{C_{H'}} + E_{P_{g_{H'}}} \Rightarrow 0,80 + 0 = 0 + mgh' \Rightarrow 0,80 = 0,04 \cdot 10h' \Rightarrow h' = 2,0 \text{ m}$$

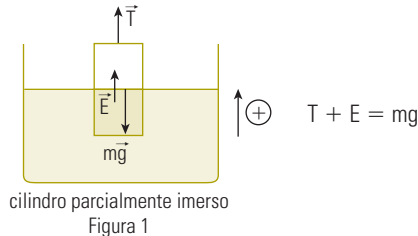
- b) Na verdade, a bolinha atinge a altura de 0,30 m acima da superfície. Logo, a energia mecânica real, **E_{M_r}**, da bolinha, com a qual ela atinge altura **h_r** (real) = 0,30 m é:

$$E_{M_r} = E_{C_{H'}} + E_{P_{H'}} \Rightarrow E_{M_r} = mgh' \Rightarrow E_{M_r} = 0,040 \cdot 10 \cdot 0,30 \Rightarrow E_{M_r} = 0,12 \text{ J}$$

Portanto, em todo o processo, foi dissipada uma energia:

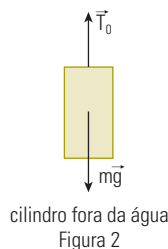
$$\Delta E = E_{M_r} - E_M \Rightarrow \Delta E = 0,12 - 0,80 \Rightarrow \Delta E = -0,68 \text{ J}$$

198. O esquema mostra as forças que atuam sobre o cilindro: o peso, $\vec{mg}$, a tensão, $\vec{T}$, e o empuxo, $\vec{E}$. A condição de equilíbrio é:



Se **V** o volume do cilindro, o empuxo **E** será dado por

$E = \rho_a \cdot \frac{V}{2} g$ (peso da água deslocado pelo cilindro) e a massa do cilindro $m = \rho_c V$. Logo, substituindo na expressão acima, temos:



$$T = mg - E \Rightarrow T = \rho_c Vg - \rho_a \cdot \frac{V}{2} g \Rightarrow T = \left(\rho_c - \frac{\rho_a}{2} \right) Vg$$

Sem a água não há empuxo **E**. Logo, a condição de equilíbrio é $T_0 = mg = \rho_c Vg$ (figura 2). Assim:

$$\frac{T}{T_0} = \frac{\rho_c - \frac{\rho_a}{2}}{\rho_c} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{2,5\rho_a - 0,5\rho_a}{2,5\rho_a} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = 0,80$$

199. a) Falso

O Hindenburg flutuava graças ao empuxo do ar.

- b) Falso

O Princípio de Arquimedes vale para qualquer fluido.

- c) Verdadeiro

O empuxo é sempre ocasionado por diferença de pressão do fluido sobre a superfície externa do corpo nele imerso.

- d) Falso

O empuxo é sempre igual ao peso do fluido deslocado, nesse caso, do ar.

- e) Verdadeiro

O empuxo, igual ao peso do ar correspondente ao volume do dirigível, é:

$$E = d_{ar} V_{ar} g \Rightarrow E = 1,30 \cdot 20\,000 \cdot 10 \Rightarrow E = 2,60 \cdot 10^5 \text{ N}$$

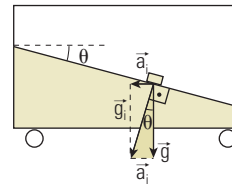
- f) Falso

Devia-se ao empuxo.

- g) Verdadeiro

O escape de gás reduzia o volume e, portanto, o empuxo. Reduzia também o peso, mas, como a densidade do hidrogênio é menor que a do ar, a redução do empuxo era maior que a redução do peso.

- 200.



Para um referencial fixo no interior do tanque, a boia está sujeita à aceleração inercial $-\vec{a}_i$ de mesmo módulo e sentido oposto à aceleração $\vec{a}$ do caminhão, e a aceleração $\vec{g}$, da gravidade, dando origem à aceleração inercial resultante, $\vec{g}_i$, perpendicular à superfície da gasolina. No triângulo sombreado, temos, portanto, em módulo:

$$\tan \theta = \frac{a_i}{g} \Rightarrow \tan \theta = \frac{a}{g}$$

Resposta: alternativa **a**.

Da Primeira Lei da Termodinâmica, temos $Q = \zeta + \Delta E_i$.
Sendo $Q = 0$, vem:

$$0 = \zeta + \Delta E_i \Rightarrow \Delta E_i = -\zeta$$

Como $\zeta > 0$, concluímos que $\Delta E_i < 0$, isto é, a energia interna do gás diminui.

De **D** para **A**, como a transformação é adiabática, temos $Q = 0$. Como o volume está diminuindo, o trabalho é negativo. Da Primeira Lei da Termodinâmica, temos $Q = \zeta + \Delta E_i$.

Sendo $Q = 0$, então $\Delta E_i = -\zeta$. Como $\zeta < 0$, concluímos que $\Delta E_i > 0$, isto é, a energia interna do gás aumenta.

De **B** para **E**, temos uma transformação isovolumétrica e a pressão diminui. Da expressão $\frac{p}{T} = \text{constante}$, concluímos

que, se **p** diminui, **T** também diminui e, portanto, $\Delta U < 0$ (a energia interna do gás diminui).

De **F** para **A**, temos uma transformação isovolumétrica e a pressão aumenta. Da expressão $\frac{p}{T} = \text{constante}$, concluímos que, se **p** aumenta, **T** também aumenta e, portanto, $\Delta U > 0$ (a energia interna do gás aumenta).

Trecho do ciclo	Energia interna aumenta	Energia interna diminui	Energia interna constante
A → B			X
B → C		X	
D → A	X		
B → E		X	
F → A	X		

b) Primeira Lei da Termodinâmica.

c) $\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$ (O ciclo ABCDA é um ciclo de Carnot.)

201.a) Falsa. O movimento é harmônico simples, mas a amplitude é igual ao raio, portanto, igual a π cm.

b) Verdadeira. Da expressão $\omega = \frac{2\pi}{T}$, temos $T = \frac{2\pi}{\omega}$.

Sendo $\omega = 4\pi$ rad/s, $T = 0,5$ s.

c) Verdadeira. A função da velocidade no MHS é $v = -\omega A \cdot \sin \omega t$ para $\varphi_0 = 0$. Substituindo-se $A = \pi$ cm e $\omega = 4\pi$ rad/s, chega-se à função dada.

d) Verdadeira. A aceleração máxima é dada por $a_{\text{máx}} = \pm \omega^2 A$. Substituindo-se pelos valores dados, obtemos $|a| = 16\pi^3$ cm/s².

e) Falsa. Nesse trecho a velocidade aumenta, logo a energia cinética também aumenta.

202.a) A energia potencial elástica de um sistema massa-mola é dada por $E_p = \frac{1}{2} kx^2$. Do gráfico, podemos obter, para $x = 0,1$ m, $E_p = 0,01$ J.

Logo:

$$0,01 = \frac{1}{2} k(0,1)^2 \Rightarrow k = 2,0 \text{ N/m}$$

b) Para $x = 0,2$ m, temos:

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2 \Rightarrow E_p = \frac{1}{2} \cdot 2,0(0,2)^2 \Rightarrow E_p = 0,04 \text{ J}$$

203. Do gráfico, verifica-se que o corpo executa 2 oscilações completas em 4s, logo a frequência é:

$$f = \frac{\text{número de oscilações}}{\text{tempo}} \Rightarrow f = \frac{2}{4} \Rightarrow f = 0,5 \text{ Hz}$$

Resposta: alternativa a.

204. O sinal, no gráfico, se repete a cada intervalo de tempo $\Delta t = 50$ ms (milissegundos) = $50 \cdot 10^{-3}$ s. Logo, esse é o período **T**, desse sinal. Então a frequência é dada por:

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{50 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow f = 20 \text{ Hz}$$

205. São dados $T = 2$ s, tempo de uma oscilação completa, e $\lambda = 3$ m, distância entre duas cristas consecutivas. Logo:

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow v = \frac{3}{2} \Rightarrow v = 1,5 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa c.

206. A figura mostra que houve 6 oscilações completas em 1,5s. Logo:

$$f = \frac{\text{número de oscilações}}{\Delta t} \Rightarrow f = \frac{6 \text{ oscilações}}{1,5\text{s}} \Rightarrow f = 4,0 \text{ Hz}$$

Como $T = \frac{1}{f}$, vem:

$$T = \frac{1}{4,0} \Rightarrow T = 0,25\text{s}$$

207. a) Lembrando que a amplitude é o valor máximo da ordenada **y** e o comprimento de onda pode ser obtido pela distância entre duas cristas sucessivas, dos gráficos temos:

$$A_1 = 2 \text{ unidades}$$

$$A_2 = 4 \text{ unidades}$$

Logo:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{2}{4} \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{2}$$

$$\lambda_1 = 8 \text{ unidades}$$

$$\lambda_2 = 4 \text{ unidades}$$

Então:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{8}{4} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = 2$$

b) Sendo $v = \lambda f$ a relação entre velocidade, frequência e comprimento de onda de uma onda, dados $v_1 = 600$ m/s, $f_1 = f_2$

$$\text{e } \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2}, \text{ temos:}$$

$$v_1 = \lambda_1 f_1 \Rightarrow 600 = \lambda_1 f_1$$

$$v_2 = \lambda_2 f_2 \Rightarrow v_2 = \frac{\lambda_1}{2} f_1$$

Dividindo membro a membro essa igualdade, obtemos $v_2 = 300$ m/s.

208. A cortiça não se desloca. Ela dá origem a ondas, formas ou seqüências de pulsos que se deslocam.

Resposta: alternativa **d**.

209. São dados $f = 6,1 \cdot 10^6$ Hz e $v = 3,0 \cdot 10^8$ m/s. Sendo $v = \lambda f$, temos:

$$\lambda = \frac{3,0 \cdot 10^8}{6,1 \cdot 10^6} \Rightarrow \lambda = 49 \text{ m}$$

Resposta: alternativa **e**.

210. A velocidade de uma onda mecânica é constante para um determinado meio. Sendo $\lambda = vT$, se v é constante, λ é diretamente proporcional ao período. Logo, se λ aumenta, T , período, também aumenta.

Resposta: alternativa **d**.

211. Dados: $f = 500$ Hz e $v = 340$ m/s.

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{340}{500} \Rightarrow \lambda = 0,68 \text{ m}$$

Resposta: alternativa **d**.

212. A frequência da fonte corresponde à frequência da onda.

Resposta: alternativa **b**.

213. Dado $\lambda = 2,0$ m (distância entre duas cristas sucessivas) e obtendo o valor do período do gráfico, $T = 2,0$ s, temos:

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow v = \frac{2,0}{2,0} \Rightarrow v = 1,0 \text{ m/s}$$

214. Resposta: alternativa **b**.

I) Verdadeira, pois nas duas ondas temos três oscilações completas, no mesmo espaço. As cristas de ambas as ondas coincidem, logo, $\lambda_A = \lambda_B$.

II) Verdadeira, pois o som é uma onda mecânica longitudinal que se propaga na mesma direção de vibração das partículas do meio.

III) Falsa, pois se os comprimentos de ondas são iguais, a velocidade é igual, os períodos serão iguais, pois $v_A = \frac{\lambda_A}{T_A}$ e $v_B = \frac{\lambda_B}{T_B}$, sendo $v_A = v_B$, $\lambda_A = \lambda_B$, então $T_A = T_B$. Se o comprimento de onda de **B** for duplicado, então o período de **B** também dobrará, $v_B = \frac{2\lambda_B}{2T_B}$. Neste caso o período de **B** será o dobro do período de A.

Resposta: alternativa **b**.

215. Sempre que uma onda atravessa a superfície de separação de dois meios distintos, a velocidade de propagação se altera.

Resposta: alternativa **d**.

216. A frequência da onda sonora não se altera na refração do som; a pessoa ouve o mesmo tom dentro e fora da água.

Resposta: alternativa **c**.

217. Ondas de rádio, micro-ondas e luz são ondas eletromagnéticas, enquanto som e ultrassom são ondas mecânicas.

Resposta: alternativa **d**.

218. A velocidade da luz no vácuo é aproximadamente $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s, a mesma para todas as cores ou frequências.

Resposta: alternativa **e**.

219. São dados: $\lambda = 3,3 \cdot 10^{-3}$ m e $v = 330$ m/s. Da expressão $v = \lambda f$, temos:

$$f = \frac{330}{3,3 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow f = 10^5 \text{ Hz}$$

Resposta: alternativa **b**.

220. O tempo que o som leva para ir da fonte ao fundo do poço, sofrer reflexão e voltar é $t = 8$ s, portanto o espaço percorrido pelo som é o dobro da profundidade **h** do poço:

$$\Delta e = 2h$$

Da expressão $v = \lambda f$, temos:

$$v = 1,5 \cdot 220 \Rightarrow v = 330 \text{ m/s}$$

$$\Delta e = v\Delta t \Rightarrow \Delta e = 330 \cdot 8 \Rightarrow \Delta e = 2640 \text{ m}$$

Portanto, a profundidade é:

$$h = \frac{\Delta e}{2} \Rightarrow h = \frac{2640}{2} \Rightarrow h = 1320 \text{ m}$$

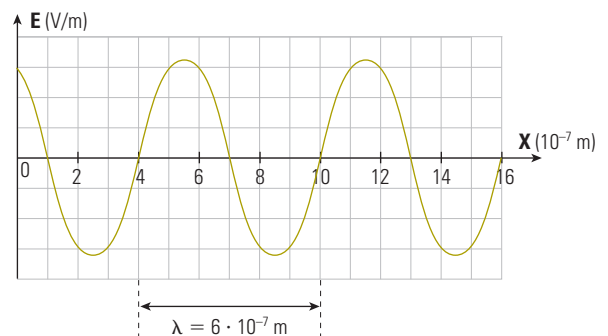
Resposta: alternativa **d**.

221. Da figura podemos concluir que a menor distância entre duas regiões de compressão da mola é aproximadamente 0,5 m, portanto o comprimento de onda é $\lambda = 0,50$ m.

No gráfico, o intervalo de tempo de uma oscilação completa é $T = 0,20$ s.

Resposta: alternativa **d**.

222. Da figura o comprimento de onda associada à radiação laranja é $\lambda = 6,0 \cdot 10^{-7}$ m:



Da expressão $v = \lambda f$, para $v = 3 \cdot 10^8$ m/s, temos:

$$v = \lambda f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = 6 \cdot 10^{-7} f \Rightarrow f = 0,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Resposta: alternativa **e**.

223. a) Falsa, pois ao passar para a corda mais fina, "parte do pulso" é refratada, enquanto outra "parte do pulso" se reflete, sem inversão de fase, mas as amplitudes não são iguais nem entre si nem em relação à amplitude da onda incidente.
- b) Verdadeira. Quando a extremidade é livre, o pulso é refletido sem inversão de fase e, nesse caso, com a mesma amplitude.
- c) Falsa. Para a extremidade fixa, o pulso é refletido com inversão de fase.
- d) Falsa. Quando passa para a corda mais grossa, parte do pulso é refratada sem inversão de fase, e parte é refletida com inversão de fase, mas as amplitudes não são iguais, como na alternativa **a**.

224. A distância horizontal que separa o ponto **A** do topo do pulso é 20 cm. Como os pulsos se propagam com velocidade constante, da expressão $\Delta e = v\Delta t$ temos:

$$20 = vt_A \Rightarrow t_A = \frac{20}{v} \quad (I)$$

A distância horizontal do ponto **B** até o fim do pulso é 60 cm. Analogamente, temos:

$$60 = vt_B \Rightarrow t_B = \frac{60}{v} \quad (II)$$

De (I) e (II), vem:

$$\frac{t_A}{t_B} = \frac{\frac{20}{v}}{\frac{60}{v}} \Rightarrow \frac{t_A}{t_B} = \frac{1}{3}$$

225. Como $d = 10$ m é a distância do olho ao sinal, temos:

$$d = 20\,000\,000\lambda \Rightarrow 10 = 2,0 \cdot 10^7 \lambda \Rightarrow \lambda = 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Como $v = \lambda f$, temos:

$$f = \frac{3,0 \cdot 10^8}{5,0 \cdot 10^{-7}} \Rightarrow f = 6,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Resposta: alternativa **e**.

226. O comprimento de onda (λ) das ondas eletromagnéticas emitidas pela estação de rádio é:

$$v = \lambda f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 100 \cdot 10^6 \Rightarrow \lambda = 3 \text{ m}$$

Dessa forma, a frequência do som audível para $\lambda = 3$ m será:

$$v_{\text{som}} = \lambda f \Rightarrow 330 = 3f \Rightarrow f = 110 \text{ Hz}$$

Resposta: alternativa **a**.

227. Durante a superposição, as ordenadas de cada ponto somam-se algebricamente. Depois de se encontrarem, cada pulso continua com suas próprias características, como se nada houvesse acontecido.

Resposta: alternativa **c**.

228. a) Verdadeira. O som propaga-se em meios materiais elásticos, longitudinalmente.
- b) Falsa. A distância entre duas cristas consecutivas é o comprimento de onda que nesse caso (velocidade constante) é inversamente proporcional à frequência de acordo com a expressão $v = \lambda f$.
- c) Verdadeira. Ondas transversais vibram perpendicularmente à direção de propagação, ou seja, verticalmente.
- d) Falsa. As ondas eletromagnéticas têm um amplo espectro de frequência.
- e) Verdadeira. A difração ocorre quando o orifício tem dimensões da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda das ondas que o atravessam.

229. São dados $T = 40$ N, $\ell = 2,0$ m, $m = 200$ g = 0,2 kg. Como

$$d = \frac{m}{\ell}, \text{ vem:}$$

$$d = \frac{0,2}{2,0} \Rightarrow d = 0,10 \text{ kg/m}$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{d}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{40}{0,10}} \Rightarrow v = 20 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa **d**.

230. Como a frequência é constante (é a frequência da fonte), a frequência na corda BC é a mesma da corda AB.

Em AB, temos $v_1 = 8$ m/s. Então:

$$1,5\lambda_1 = 6 \text{ m (obtido da figura; uma oscilação e meia mede 6 m)} \Rightarrow \lambda_1 = 4 \text{ m}$$

Logo:

$$v_1 = \lambda_1 f \Rightarrow 8 = 4f \Rightarrow f = 2 \text{ Hz}$$

Na corda BC, $v_2 = 10$ m/s. Então:

$$v_2 = \lambda_2 f \Rightarrow 10 = \lambda_2 \cdot 2 \Rightarrow \lambda_2 = 5 \text{ m}$$

Resposta: alternativa **c**.

231. O som é uma onda mecânica, necessita de um meio material para se propagar, enquanto a luz, uma onda eletromagnética, propaga-se no vácuo.

Resposta: alternativa **c**.

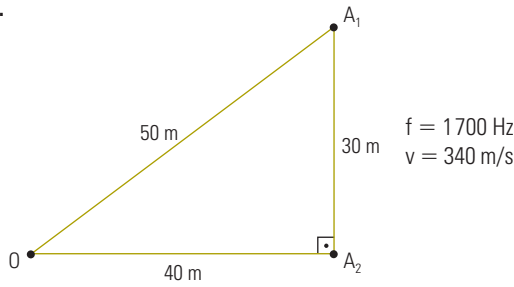
232. A oscilação que gera a onda transversal é perpendicular à direção em que ela se propaga, enquanto a onda longitudinal se propaga na mesma direção do movimento de oscilação.

Resposta: alternativa **a**.

233. Se não houvesse ar, o som não se propagaria, pois é uma onda mecânica, ou seja, é um meio material elástico que possibilita a sua propagação. A altura do som, grave ou agudo, refere-se à sua frequência.

Resposta: alternativa **b**.

234.



a) Falso, pois ondas sonoras são longitudinais.

b) Verdadeiro

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{340}{1700} \Rightarrow \lambda = 0,20 \text{ m}$$

c) Verdadeiro

$$\Delta e_{A_1 O} = 50 \text{ m} \quad \Delta e_{A_2 O} = 40 \text{ m}$$

$$d = 50 - 40 \Rightarrow d = 10 \text{ m}$$

$$d = n\lambda \Rightarrow 10 = n \cdot 0,20 \Rightarrow n = 50$$

d) Falso, pois como as fontes estão em fase e a diferença entre as distâncias é um número inteiro de comprimento de onda, ao atingir o ponto O, as ondas estão em fase e a interferência é construtiva.

e) Falso, pois $v_m = \frac{\Delta e}{\Delta t}$:

$$\Delta t_1 = \frac{50}{340} \Rightarrow \Delta t_1 = 0,15 \text{ s}$$

$$\Delta t_2 = \frac{40}{340} \Rightarrow \Delta t_2 = 0,12 \text{ s}$$

f) Verdadeiro, pois a interferência é o resultado da soma algébrica das ordenadas de cada onda durante a superposição.

235. Ondas estacionárias resultam da superposição de duas ondas que apresentam mesma frequência, mesmo comprimento de onda e mesma amplitude, propagando-se em sentidos opostos.

Resposta: alternativa a.

236. A sombra (projeção ortogonal) do objeto em MCU sobre o anteparo realiza um movimento harmônico simples (MHS). Em um MHS, a velocidade do corpo é nula nos extremos da trajetória e, em módulo, é máxima na posição central. O módulo da velocidade máxima é $v_{\text{máx}} = \omega A$, em que $\omega = 2\pi f$ é a frequência angular e **A** a amplitude. Sendo $A = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$ e $f = 60 \text{ rpm} = 1 \text{ Hz}$, vem:

$$v_{\text{máx}} = 2\pi \cdot 1 \cdot 0,1 \Rightarrow v_{\text{máx}} = 6,3 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$$

Logo, em **B** (posição central), a velocidade, em módulo, é máxima e vale aproximadamente $6,3 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$.

Resposta: alternativa c.

237. A partícula descreve o movimento de um pêndulo simples de comprimento $\ell = 1,6 \text{ m}$ até se alinhar com a vertical e demora a quarta parte de seu período **T** nesse percurso. A partir daí o movimento da partícula é o de outro pêndulo $\ell' = 1,6 - 1,2 = 0,4 \text{ m}$, demonstrando também a quarta parte de seu período **T'** até atingir a altura máxima. O período de um pêndulo é dado por

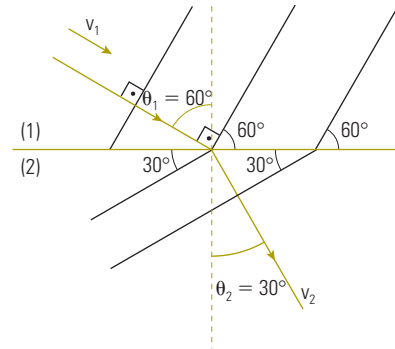
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}. \text{ Assim, o tempo total desse movimento é:}$$

$$\Delta t = \frac{T}{4} + \frac{T'}{4} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{4} \left(2\pi \sqrt{\frac{1,6}{10}} + 2\pi \sqrt{\frac{0,4}{10}} \right) \Rightarrow \Delta t = 0,3\pi \Rightarrow \Delta t = 0,94 \text{ s}$$

238. Na difração, as ondas se "abrem" depois de atravessar a fenda.

Resposta: alternativa a.

239. Representando a figura com os raios incidentes e refratados, obtemos:



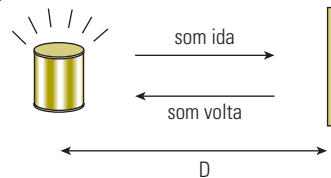
Da Lei da Refração, podemos escrever $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$. Sendo

$v_1 = 174 \text{ cm/s}$, $\sin 60^\circ = 0,87$ e $\sin 30^\circ = 0,50$, temos:

$$\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{0,87}{0,50} = \frac{174}{v_2} \Rightarrow v_2 = 100 \text{ cm/s}$$

Resposta: alternativa b.

240.



O intervalo de tempo entre uma batida e outra é o mesmo que o som leva para ir, refletir-se na parede e voltar, portanto, $\Delta t = 0,5 \text{ s}$ e $\Delta e = 2D$.

Como a velocidade do som é constante, podemos escrever $v = \frac{\Delta e}{\Delta t}$. Logo:

$$\Delta e = v\Delta t \Rightarrow 2D = 340 \cdot 0,5 \Rightarrow D = 85 \text{ m}$$

241. A frequência sonora está relacionada à altura do som: quanto maior a frequência, maior a altura e mais agudo é o som. Quanto menor a frequência, menor a altura e mais grave é o som.

Resposta: alternativa e.

242. O som sofre difração ao atingir o muro, pois seu comprimento de onda é comparável à altura do muro, mas em relação à luz esse efeito é desprezível, pois o comprimento de onda da luz é muito menor que a altura do muro.

Resposta: alternativa e.

243. Da figura, obtemos $\lambda = 60 \text{ cm} = 0,60 \text{ m}$.

São dados: $\mu = 10 \text{ g/m} = 0,010 \text{ kg/m}$ e $F = 900 \text{ N}$. Então:

$$v = \lambda f$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Logo:

$$f = \frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow f = \frac{1}{0,60} \sqrt{\frac{900}{0,010}} \Rightarrow f = 500 \text{ Hz}$$

Resposta: alternativa e.

244. a) Admitindo que ela seja um tubo sonoro aberto nas duas extremidades e que a frequência pedida seja a do som fundamental, para a qual $n = 1$, temos:

$$f_n = \frac{nv}{\lambda} \Rightarrow f_1 = \frac{1v}{2L} \Rightarrow f_1 = \frac{340}{2 \cdot 0,68} \Rightarrow f_1 = 250 \text{ Hz}$$

b) Sendo $\Delta e = 500 \text{ m}$ e $v = \frac{\Delta e}{\Delta t}$, temos:

$$\Delta t = \frac{\Delta e}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{500}{340} \Rightarrow \Delta t = 1,5 \text{ s}$$

245. De acordo com os gráficos, as duas ondas sonoras têm a mesma amplitude e frequência. Logo, elas só podem ser distinguidas pelo timbre.

Resposta: alternativa c.

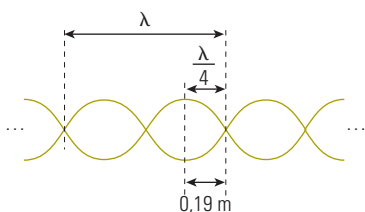
246. I) Verdadeira. O eco caracteriza-se pela percepção distinta do mesmo som emitido e refletido por um anteparo.

II) Verdadeira. O som grave é de baixa frequência, enquanto o agudo é de alta frequência.

III) Verdadeira.

Resposta: alternativa e.

247. Representemos transversalmente para facilitar a visualização:



Da figura, temos:

$$\frac{\lambda}{4} = 0,19 \Rightarrow \lambda = 4 \cdot 0,19 \Rightarrow \lambda = 0,76 \text{ m}$$

É dado $v = 334 \text{ m/s}$. Da expressão $v = \lambda f$, temos:

$$f = \frac{334}{0,76} \Rightarrow f = 440 \text{ Hz}$$

Resposta: alternativa d.

248. O som mais grave tem menor frequência. Sabe-se que numa corda sonora, presa nas extremidades, as frequências são dadas

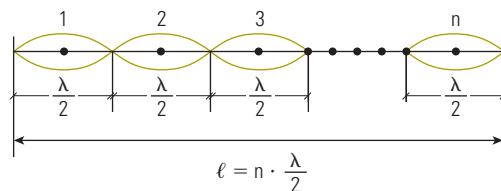
por $f = \frac{nv}{2\ell}$, em que v é a velocidade da onda na corda igual

para todas as cordas, ℓ é o comprimento da corda e n é o número de ventres da onda estacionária. Para a frequência fundamental,

$n = 1$, $f = \frac{v}{2\ell}$. Logo, f é inversamente proporcional a ℓ ; f será

mínima quando ℓ for máximo. Portanto, a corda de maior comprimento emite o som mais grave, de menor frequência.

249. a) As frequências naturais de vibração de uma corda presa nas extremidades podem ser deduzidas a partir do esquema da figura:



Logo, para $n = 1$, $\ell = 1 \cdot \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2\ell$ (I) e $f_n = \frac{nv}{2\ell}$ são as frequências de vibração dessa corda.

b) Duas cordas 1 e 2 de comprimentos ℓ_1 e ℓ_2 têm frequências fundamentais de vibração dadas por:

$$f_{11} = \frac{v_1}{2\ell_1} \text{ (II)} \text{ e } f_{12} = \frac{v_2}{2\ell_2} \text{ (III)}$$

Sendo $v_1 = v_2$ e $\ell_2 = 2\ell_1$, de (II) e (III) obtemos a razão entre as frequências fundamentais dessas cordas:

$$\frac{f_{11}}{f_{12}} = \frac{\frac{v_1}{2\ell_1}}{\frac{v_2}{2(2\ell_1)}} \Rightarrow \frac{f_{11}}{f_{12}} = 2$$

250. a) Verdadeiro, pois nas situações I e II ocorre movimento relativo entre fonte e observador.

b) Falso. O efeito *doppler* só ocorre quando há movimento relativo entre o observador e a fonte.

c) Verdadeiro. Quando a fonte se aproxima do observador, a distância entre as fontes de onda se reduzem em relação ao observador. Desta forma ele percebe um som mais agudo, com a frequência maior que a frequência real da fonte.

d) Verdadeiro. Ao se aproximar da fonte, o observador atravessa um maior número de frentes de onda do que se estivesse em repouso em relação à fonte; então, a frequência aparente por ele percebida é maior do que a emitida pela fonte.

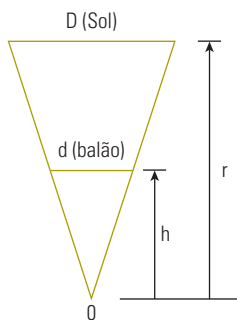
251. Quando o observador se aproxima da fonte, mais frentes de onda passam por ele num determinado intervalo de tempo, aumentando a frequência do som ouvido por ele. Analogamente, quando se afasta da fonte, um menor número de frentes de onda chega a ele num mesmo intervalo de tempo, por isso ele percebe um som de menor frequência.

Resposta: alternativa **b**.

252. A fonte extensa dá origem à sombra e à penumbra. As regiões I e III são parcialmente iluminadas, são regiões de penumbra. Na região II, os raios de luz são integralmente "barrados" pelo anteparo **A**, originando uma região de sombra.

Resposta: alternativa **c**.

253. I) Verdadeira. Para que o balão pudesse ocultar o Sol de diâmetro **D** nessas condições, ele deveria ter um diâmetro mínimo **d** que projetasse o vértice do cone de penumbra do Sol na posição **O**, onde está o estudante no solo. Veja a figura:



Da semelhança de triângulos, podemos escrever:

$$\frac{D}{r} = \frac{d}{h} \Rightarrow \frac{0,75 \cdot 10^6}{150 \cdot 10^6} = \frac{d}{200} \Rightarrow d = 1,0 \text{ m}$$

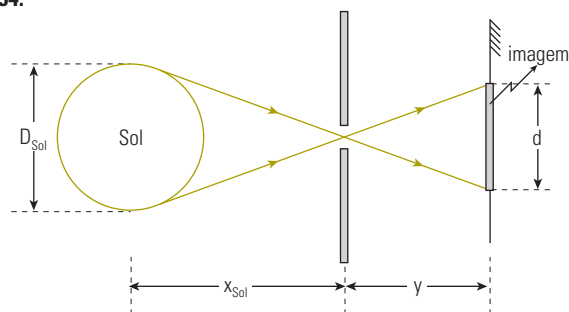
Logo, como o balão tem 40 m de diâmetro, ele ocultaria todo o Sol.

II) Falsa, pois contradiz a afirmação acima.

III) Falsa. A luminosidade do céu e do ambiente continuaria a mesma devido à dispersão da luz do Sol na atmosfera.

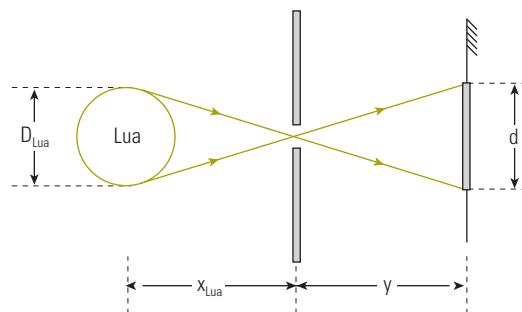
Resposta: alternativa **a**.

254.



Sabe-se que $D_{\text{Sol}} = 400D_{\text{Lua}}$. Da primeira experiência o estudante pôde concluir que:

$$\frac{D_{\text{Sol}}}{d} = \frac{x_{\text{Sol}}}{y} \Rightarrow \frac{D_{\text{Sol}}}{x_{\text{Sol}}} = \frac{d}{y} \quad (\text{I})$$



Da segunda experiência ele obteve:

$$\frac{D_{\text{Lua}}}{d} = \frac{x_{\text{Lua}}}{y} \Rightarrow \frac{D_{\text{Lua}}}{x_{\text{Lua}}} = \frac{d}{y} \quad (\text{II})$$

De (I) e (II), temos:

$$\frac{D_{\text{Sol}}}{x_{\text{Sol}}} = \frac{D_{\text{Lua}}}{x_{\text{Lua}}} \Rightarrow \frac{400D_{\text{Lua}}}{x_{\text{Sol}}} = \frac{D_{\text{Lua}}}{x_{\text{Lua}}} \Rightarrow x_{\text{Lua}} = \frac{x_{\text{Sol}}}{400}$$

Como $x_{\text{Sol}} = 1 \text{ uA}$ (1 unidade astronômica):

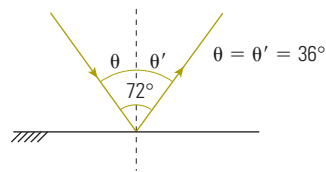
$$x_{\text{Lua}} = \frac{1}{400} \Rightarrow x_{\text{Lua}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ uA}$$

Resposta: alternativa **b**.

255. De acordo com o Princípio da Independência dos Raios de Luz, após se interceptarem, cada raio se propaga sem nenhuma modificação da sua trajetória, como se nada houvesse ocorrido.

Resposta: alternativa **c**.

256. Como o ângulo de incidência θ é igual ao de reflexão θ' , temos:

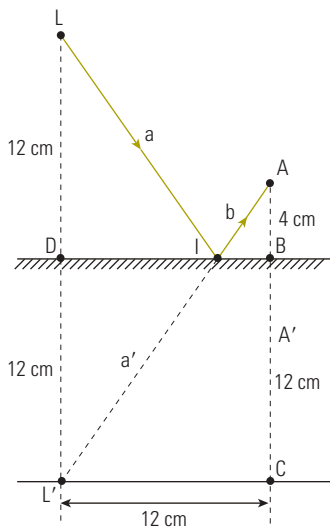


Resposta: alternativa **c**.

257. A montagem refere-se a uma câmara escura de orifício, que consiste em uma aplicação do Princípio da Propagação Retilínea da Luz.

Resposta: alternativa **d**.

258.

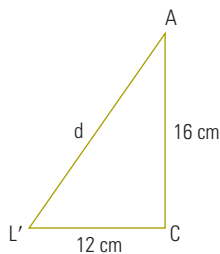


O raio de luz que parte de **L** e atinge **A** percorre a distância: $d = a + b$.

Como a imagem é simétrica em relação ao espelho, temos o triângulo $AL'C$, traçando uma linha que passa por $L'C$, paralela ao plano do espelho DB .

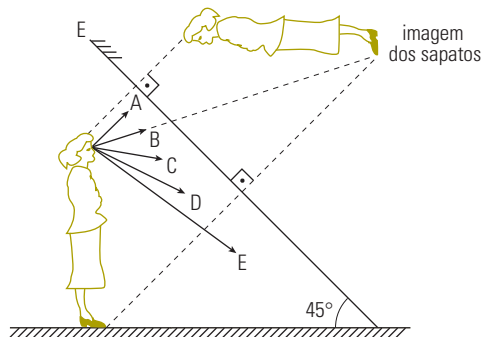
Como o triângulo LDI é semelhante ao triângulo $L'DI$, $a = a'$, então $d = a' + b$.

Do Teorema de Pitágoras, vem:



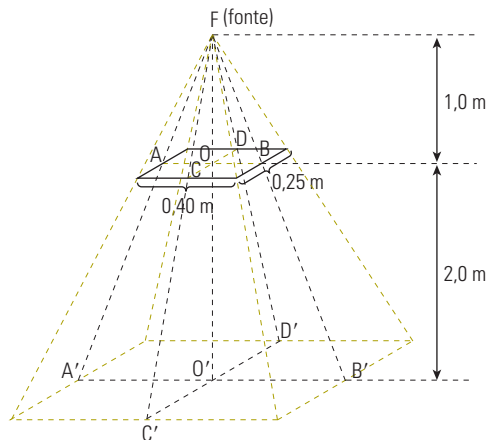
$$d^2 = 16^2 + 12^2 \Rightarrow d = 20 \text{ cm}$$

259. A imagem da pessoa formada pelo espelho plano é simétrica em relação ao plano do espelho. Assim, a imagem e a direção em que a pessoa deve olhar no espelho para ver seus sapatos são:



Resposta: alternativa **b**.

260. Veja a figura:



Os triângulos FAB e $FA'B'$ são semelhantes, então:

$$\frac{FO}{FO'} = \frac{AB}{A'B'} \Rightarrow \frac{1,0}{3,0} = \frac{0,40}{A'B'} \Rightarrow A'B' = 1,20 \text{ m}$$

Analogamente, os triângulos FCD e $FC'D'$ são semelhantes. Logo:

$$\frac{FO}{FO'} = \frac{CD}{C'D'} \Rightarrow \frac{1,0}{3,0} = \frac{0,25}{C'D'} \Rightarrow C'D' = 0,75 \text{ m}$$

Portanto, as dimensões da área da sombra **S** serão:

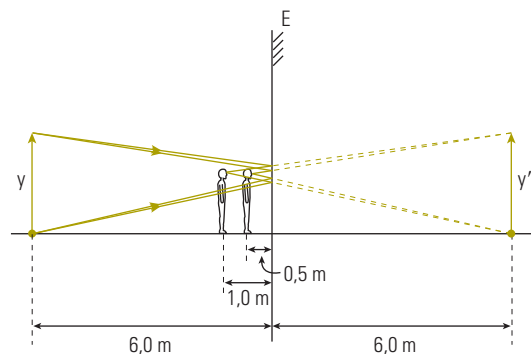
$$S = 1,20 \text{ m} \cdot 0,75 \text{ m} \Rightarrow S = 0,90 \text{ m}^2$$

Resposta: alternativa **a**.

261. Da semelhança de triângulos, podemos escrever:

$$\frac{h}{6,0 \cdot 10^{-2}} = \frac{3}{5} \Rightarrow h = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

262.

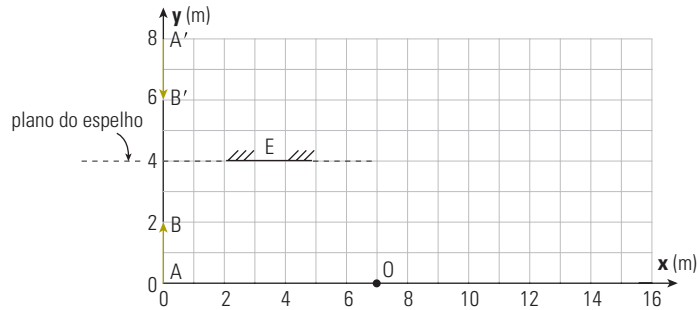


A imagem do objeto é simétrica em relação ao espelho, independentemente da posição em que se encontra o observador. Se o objeto estiver a 6 m do espelho, a imagem também estará sempre a 6 m.

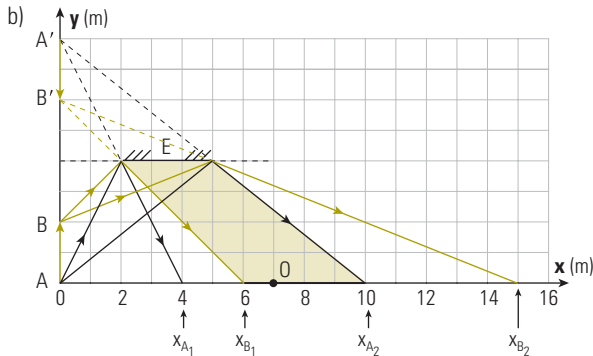
263. Uma parte da luz que incide no vidro é refletida para o ambiente, dificultando a visibilidade da figura coberta pelo vidro.

Resposta: alternativa **d**.

264. a) O espelho plano conjuga com o objeto real AB uma imagem simétrica em relação ao plano do espelho.



Assim, as coordenadas das extremidades da imagem são $B'(0, 6)$ e $A'(0, 8)$.

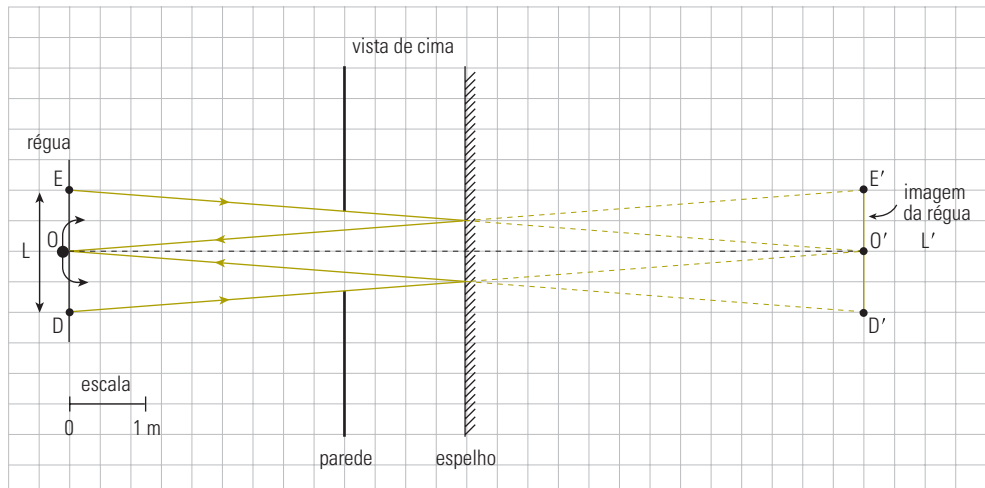


Na figura os raios de luz dourados representam as trajetórias da luz que partem de **B** e podem ser vistas pelo observador depois de se refletir no espelho. Para ver **B**, portanto, o observador pode se deslocar de $x_{B_1} = 6$ m a $x_{B_2} = 15$ m.

Analogamente, para ver **A**, cujas trajetórias da luz estão representadas em preto, o observador pode deslocar-se de $x_{A_1} = 4$ m a $x_{A_2} = 10$ m. Logo, para ver o objeto AB por inteiro o observador deve colocar-se na região de intersecção desses dois intervalos (área hachurada), ou seja, entre as abscissas $x_{B_1} = 6$ m e $x_{A_2} = 10$ m.

265. a) Os raios de luz que partem de **D** e **E** e tangenciam os extremos da abertura da porta (no plano horizontal que contém a régua) delimitam a região do espelho que, efetivamente, será visualizada pelo observador. Para determinar esses raios de luz, pode-se usar a sequência de construções seguinte:

- 1) Determinação de O' (simétrico de **O** em relação ao plano do espelho).
- 2) União entre O' e os dois extremos da porta (linha tracejada).
- 3) Determinação dos pontos **D** e **E** (encontro entre a linha tracejada e o segmento de reta que passa pela régua).
- 4) Construção dos raios de luz que, partindo de **D** e **E**, sofrem reflexão e retornam ao globo ocular (linha cheia).



- b) Os pontos **D** e **E** encontram-se identificados no esquema do item **a**.

A partir da escala fornecida na figura:

$$L = \overline{DE} = 1,5 \text{ m}$$

266. a) Se a imagem é real, temos $p' > 0$, então $p' = 40 \text{ cm}$. Da

expressão $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, temos:

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{40} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 8 \text{ cm}$$

- b) Sendo $y = 1,5 \text{ cm}$, temos $\frac{y'}{y} = \frac{-p'}{p}$. Logo, a altura da imagem será:

$$\frac{y'}{1,5} = -\frac{40}{10} \Rightarrow y' = 6 \text{ cm}$$

267. Um espelho convexo sempre fornece imagens virtuais de objetos reais (que não podem ser projetadas em anteparos), direitas e menores que os objetos.

Resposta: alternativa **a**.

268. O espelho é côncavo e o rosto está situado entre o foco principal do espelho e o vértice.

Resposta: alternativa **a**.

269. Como o espelho é côncavo, temos $f > 0$. Então:

$$f = \frac{R}{2} \Rightarrow f = 10 \text{ cm}$$

Da expressão $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, temos:

$$\frac{1}{30} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{10} \Rightarrow p' = 15 \text{ cm}$$

O aumento linear transversal é:

$$A = \frac{-p'}{p} \Rightarrow A = \frac{-15}{30} \Rightarrow A = -0,5 \Rightarrow |A| = 0,5$$

I) Verdadeiro, pois, para a situação proposta, temos:

$$p' > 0 \rightarrow \text{imagem real}$$

$$|A| = 0,5 \rightarrow \text{a imagem tem metade do tamanho do objeto}$$

$$A < 0 \rightarrow \text{a imagem é invertida, pois } A = \frac{y'}{y}, \text{ então } y' \text{ e } y \text{ possuem ordenadas de sinais opostos.}$$

II) Falso. Nesta situação temos a imagem menor e invertida.

III) Verdadeiro, pois $p' = 15 \text{ cm}$.

IV) Falso. Nesta situação a imagem é real, menor e invertida em relação ao objeto.

Resposta: alternativa **a**.

270. É dado $p = 4 \text{ cm}$ e $p = 12 \text{ cm}$. Como a imagem é real, temos $p' > 0$.

Da expressão $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$, vem:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} \Rightarrow f = 3 \text{ cm}$$

Como o espelho é côncavo, $f > 0$ e:

$$R = 2f \Rightarrow R = 2 \cdot 3 \Rightarrow R = 6 \text{ cm}$$

Resposta: alternativa **e**.

271. É dado $R = 10 \text{ cm}$. Como o espelho é convexo, temos $f < 0$ e:

$$f = \frac{R}{2} \Rightarrow f = -5 \text{ cm}$$

Como $p = 20 \text{ cm}$, da expressão $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$ temos:

$$-\frac{1}{5} = \frac{1}{20} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = -4 \text{ cm.}$$

A abscissa da imagem é negativa ($p' < 0$), portanto a imagem é virtual.

Logo:

$$A = \frac{-p'}{p} \Rightarrow A = \frac{-(-4)}{20} \Rightarrow A = \frac{1}{5}$$

Como o aumento linear transversal é positivo ($A > 0$), a imagem é direita.

Resposta: alternativa **b**.

272. A imagem projetada num anteparo por um espelho esférico gaussiano, a partir de um objeto real, é necessariamente real, portanto, da relação $\frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p}$, conclui-se que ela é inver-

tida. Portanto, da equação do aumento, $A = -\frac{p'}{p}$ (sendo **A** o aumento, **p'** a abscissa da imagem e **p** a do objeto), temos:

$$-2 = -\frac{p'}{p} \Rightarrow 2 = \frac{p'}{12} \Rightarrow p' = 24 \text{ cm}$$

Além disso, da equação dos pontos conjugados, $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} +$

$+\frac{1}{p'}$ (em que **f** é a abscissa do foco principal do espelho), temos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24} \Rightarrow f = 8 \text{ cm}$$

Uma vez que é um espelho esférico gaussiano, temos:

$$R = 2f \Rightarrow R = 16 \text{ cm}$$

Observação: Espelho esférico de Gauss ou gaussiano significa espelho esférico utilizado dentro das condições de estigmatismo de Gauss.

Resposta: alternativa **c**.

273. Da expressão $f = \frac{R}{2}$, temos:

$$f = \frac{24}{2} \Rightarrow f = 12 \text{ cm}$$

O observador está a 6,0 cm do espelho, portanto a abscissa do objeto é real. Então, temos $p = 6,0$ cm.

Da expressão $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, vem:

$$\frac{1}{6,0} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{12} \Rightarrow p' = -12 \text{ cm}$$

Sendo $y = 0,5$ cm, temos:

$$\frac{y'}{y} = \frac{-p'}{p} \Rightarrow \frac{y'}{0,5} = \frac{-(-12)}{6,0} \Rightarrow y' = 1,0 \text{ cm}$$

Resposta: alternativa **c**.

274. O objeto é real e, de acordo com o enunciado, $p = \frac{3}{2}f$.

Segundo a equação dos pontos conjugados, temos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{3}{2}f} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = 3f$$

De acordo com a equação do aumento linear transversal, vem:

$$A = \frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{y'}{y} = -\frac{3f}{\frac{3}{2}f} \Rightarrow \frac{y'}{y} = -2$$

Isso significa que a imagem é invertida e duas vezes maior que o objeto.

Resposta: alternativa **d**.

275. Como o espelho é convexo, temos $r < 0$ e $D_0 = 10$ m. Então:

$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_i} = \frac{2}{r} \Rightarrow \frac{1}{10} + \frac{1}{D_i} = -\frac{2}{5} \Rightarrow D_i = -2 \text{ m}$$

a) A distância da imagem ao espelho é dada por $D_i = -2$ m.

Observação: A essa distância o carro de dona Beatriz já deve ter sido abalroado pelo de trás.

b) A imagem é virtual, pois a abscissa da imagem $D_i < 0$.

c) Sendo $m = -\frac{D_i}{D_0}$, temos:

$$m = \frac{-(-2)}{10} \Rightarrow m = 0,2$$

Como $m > 0$, a imagem é direita.

d) Como $m < 1$, a imagem é menor que o objeto.

e) O espelho convexo, além de fornecer a imagem sempre direita para qualquer posição do objeto, possui o campo visual maior que nos espelhos planos ou côncavos.

276. Para o espelho **A**, temos $R_A = 6,0$ cm e $p = 1,0$ cm. Então:

$$f_A = \frac{R}{2} \Rightarrow f_A = 3,0 \text{ cm}$$

Da expressão $\frac{1}{p} + \frac{1}{p_A'} = \frac{1}{f_A}$, temos:

$$\frac{1}{1,0} + \frac{1}{p_A'} = \frac{1}{3,0} \Rightarrow p_A' = -1,5 \text{ cm}$$

$$A_A = -\frac{p_A'}{p} \Rightarrow A = -\frac{-1,5}{1,0} \Rightarrow a = 1,5$$

Portanto, o espelho **A** amplia 1,5 vez o objeto.

Para o espelho **B**, temos $R_B = 4,0$ cm. Então:

$$f_B = \frac{R}{2} \Rightarrow f_B = 2,0 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p_B'} = \frac{1}{f_B} \Rightarrow \frac{1}{1,0} + \frac{1}{p_B'} = \frac{1}{2,0} \Rightarrow p_B' = -2,0 \text{ cm}$$

$$A_B = -\frac{p_B'}{p} \Rightarrow A_B = -\frac{-2,0}{1,0} \Rightarrow A_B = 2$$

Logo, o odontólogo comprará o espelho **B**, que amplia duas vezes o objeto.

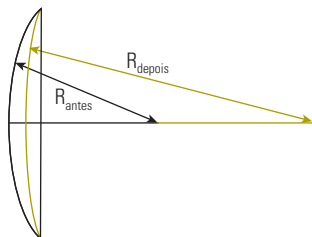
277. a) Para um objeto muito distante admitimos $p \rightarrow \infty$. Como a imagem deve se formar na retina, a 2,2 cm dessa lente fina, $p' = 2,2$ cm.

Logo, da equação de conjugação, vem:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} \Rightarrow 0 + \frac{1}{2,2} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 2,2 \text{ cm}$$

b) Para corrigir a miopia deve-se reduzir a convergência da córnea, por isso se utilizam lentes divergentes. Neste caso, o efeito da lente divergente pode ser obtido reduzindo-se a convergência **C** da lente fina. De acordo com a equação dos fabricantes, $C = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$, como um dos raios

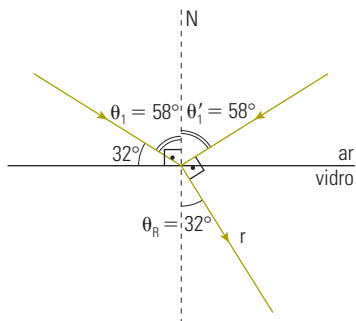
é infinito (face plana), a convergência **C** depende só do raio **R** da face curva. Logo, $C = (n - 1) \frac{1}{R}$. Então, quanto maior **R**, menor a convergência. Para que isso seja feito na prática, deve-se diminuir a curvatura, como mostra a figura.



278. I) Falso. A imagem conjugada com o espelho plano é virtual, pois é formada pelo prolongamento dos raios refletidos.
- II) Falso. O espelho plano conjuga imagens com o mesmo tamanho que o objeto.
- III) Verdadeiro. A imagem e o objeto são simétricos em relação ao espelho.
- IV) Falso. Situa-se à mesma distância que o objeto.
- V) Falso. É criada pela reflexão da luz.

Resposta: alternativa **a**.

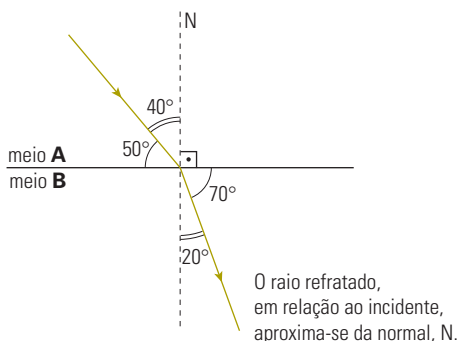
279. Completando a figura dada, traçando a normal **N**, obtemos:



Os ângulos de incidência e de refração medem, respectivamente, 58° e 32° .

Resposta: alternativa **b**.

280. A figura fornecida permite concluir que a luz sofreu refração, passando de um meio menos refringente (**A**), onde o ângulo é maior, a outro mais refringente (**B**).



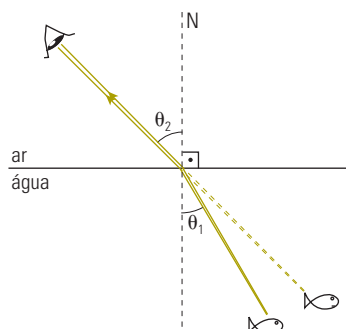
No meio menos refringente (**A**), a velocidade de propagação da luz é maior. Assim, $v_A > v_B$.

Resposta: alternativa **e**.

281. I) Falso, pois a frequência da luz não varia na refração.
- II) Verdadeiro. Como o raio de luz refratado se aproxima da normal, o índice de refração é maior no meio 2, logo a velocidade e o comprimento de onda no meio 2 são menores que no meio 1.
- III) Falsa. Não há relação direta entre a densidade de um meio e o seu índice de refração. Em geral, meios mais densos são mais refringentes.
- IV) Verdadeiro. Ver afirmação II.

Resposta: alternativa **e**.

282.



Os raios de luz provenientes do peixe refratam-se ao atravessar a superfície de separação entre a água e o ar, afastando-se da normal, pois $n_{\text{água}} > n_{\text{ar}}$. Dessa forma o índio vê o peixe acima da posição real, portanto, para acertá-lo deve jogar a lança em direção ao ponto IV.

Resposta: alternativa **d**.

283. São dados $v = 2,4 \cdot 10^8$ m/s e $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s. Sendo $n = \frac{c}{v}$, temos:

$$n = \frac{3,0 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^8} \Rightarrow n = 1,25$$

Resposta: alternativa b.

284. Sendo $v = \frac{3}{4}c$, da expressão $n = \frac{c}{v}$, temos:

$$n = \frac{c}{\frac{3}{4}c} \Rightarrow n = \frac{4}{3} \Rightarrow n = 1,33$$

Resposta: alternativa d.

285. Na refração, a frequência da luz (onda) não varia, pois depende apenas da fonte. Como $v = \lambda f$, variam a velocidade e o comprimento de onda.

Nesse caso, a incidência é oblíqua, então varia também a direção de propagação.

Resposta: alternativa c.

286. I) Falsa. Quando incide perpendicularmente, a luz se refrata sem sofrer mudança de direção.

II) Verdadeira. Do ar para a água, por exemplo, o raio de luz aproxima-se da normal.

III) Falsa. Se fosse verdadeira contrariaria o Princípio da Reversibilidade dos Raios de Luz.

IV) Verdadeiro.

Resposta: alternativa d.

287. Mais próximo ao asfalto quente, o ar está mais aquecido e fica mais rarefeito, consequentemente, o índice de refração nessa região é menor que o do ar na temperatura ambiente. Isso faz com que os raios de luz que incidem de muito longe sofram reflexão total e dão a impressão de a estrada estar molhada.

Resposta: alternativa b.

288. Da expressão $n = \frac{c}{v}$, temos:

$$n_1 = \frac{c}{v_1} \text{ e } n_2 = \frac{c}{v_2}$$

Se n_2 corresponde a f_2 e n_1 a f_1 , do gráfico obtemos $n_2 > n_1$. Então:

$$\frac{c}{v_2} > \frac{c}{v_1} \Rightarrow v_1 > v_2$$

Resposta: alternativa c.

289. a) Verdadeiro. Ao refratar-se para um meio mais refringente, o raio de luz aproxima-se da normal.

b) Falso. Das expressões $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$ e $\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$, vem:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = 1,5 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = 1,5 \Rightarrow v_1 = 1,5v_2$$

Portanto, a velocidade da luz no meio 1 é 50% maior que no meio 2.

c) Verdadeiro

$$\sin L = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \sin 30^\circ = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow n_2 = 2n_1$$

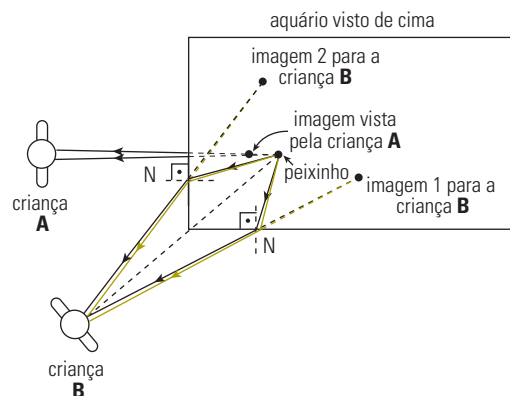
d) Verdadeiro, pois:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow n \cdot v = c$$

e c é a velocidade da luz no vácuo, portanto, um valor constante.

290. A refração da água (mais refringente) para o ar (menos refringente) ocorre com o raio refratado se afastando da reta normal (**N**) em relação ao incidente.

O esquema que melhor explica as possíveis imagens visualizadas pelas crianças é:



Resposta: alternativa d.

291. Na refração, a frequência não varia. Então, temos:

$$v_{\text{ar}} = \lambda_{\text{ar}} f \quad (1)$$

$$v_{\text{água}} = \lambda_{\text{água}} f \quad (2)$$

Dividindo-se ① por ②, obtemos:

$$\frac{v_{ar}}{v_{\text{água}}} = \frac{\lambda_{ar}}{\lambda_{\text{água}}}$$

Como $v_{\text{água}} = \frac{75}{100} v_{ar}$, temos:

$$\frac{v_{ar}}{\frac{75}{100} v_{ar}} = \frac{\lambda_{\text{água}}}{\lambda_{ar}} \Rightarrow \lambda_{\text{água}} = 450 \text{ nm}$$

(De fato, sendo v e λ grandezas diretamente proporcionais, $\lambda_{\text{água}} = 75\% \lambda_{ar}$.)

Resposta: alternativa c.

292. Da expressão $v = \lambda f$, temos:

$$v_{ar} = \lambda_{ar} f \quad (1)$$

$$v_{\text{vidro}} = \lambda_{\text{vidro}} f \quad (2)$$

Dividindo-se ② por ①, vem:

$$\frac{v_{\text{vidro}}}{v_{ar}} = \frac{\lambda_{\text{vidro}} f}{\lambda_{ar} f}$$

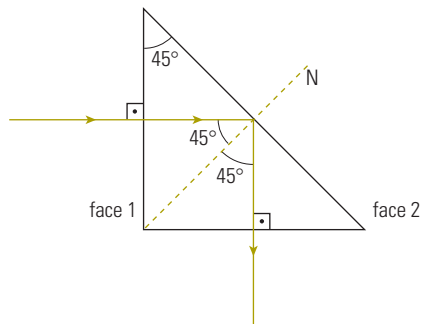
Como $v_{\text{vidro}} = \frac{2}{3} v_{ar}$, temos:

$$\frac{2v_{ar}}{3v_{ar}} = \frac{\lambda_{\text{vidro}}}{\lambda_{ar}} \Rightarrow \frac{\lambda_{\text{vidro}}}{\lambda_{ar}} = \frac{2}{3}$$

(De fato, se v e λ são grandezas diretamente proporcionais, a relação se mantém, já que f é constante.)

Resposta: alternativa b.

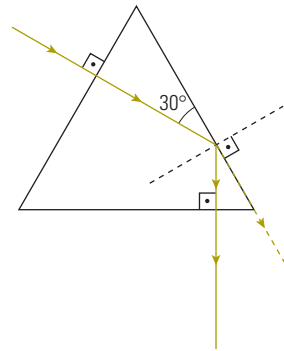
293.



É dado o ângulo-limite de refração para o ar, $\theta = 41^\circ$. Como a luz incide na face 2 do prisma com ângulo de 45° com a normal, maior que o ângulo-limite, ocorrerá reflexão total.

Resposta: alternativa a.

294. Marcando os ângulos na figura, teremos:



Usando a Lei de Snell-Descartes na face onde o raio sofre reflexão total, obtemos:

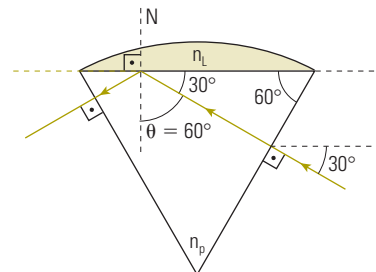
$$\frac{\sin 60^\circ}{\sin 90^\circ} = \frac{n_{ar}}{n_{\text{prisma}}} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{1} = \frac{1}{n_{\text{prisma}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_{\text{prisma}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \Rightarrow n_{\text{prisma}} = 1,15$$

Observação: O raio rasante que aparece na figura da questão não existe na realidade, por isso o representamos tracejado. Nesse caso, toda a luz é refletida na direção do raio refletido que atravessa perpendicularmente a outra face do prisma.

Resposta: alternativa b.

295. Na figura, o ângulo de incidência na interface ar-prisma é de 0° . Portanto, ele não sofre desvio e o ângulo de incidência na interface prisma-líquido é 60° , pois o prisma é equilátero. Veja a figura:



Para que haja reflexão total, temos:

$$n_p \cdot \sin 60^\circ \geq n_l \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow 1,5 \cdot 0,87 \geq n_l \cdot 1 \Rightarrow n_l \leq 1,3$$

Observação: Para valores de índice de refração do líquido superiores a 1,3, parte da luz incidente atravessa a face prisma-líquido.

296. A luz é confinada em uma fibra óptica em decorrência da reflexão total sofrida nas suas faces laterais pelos raios de luz que nela penetram.

Resposta: alternativa **d**.

297. Para que o raio de luz sofra reflexão total no meio **x**, sem refratar-se para **y**, o índice de refração de **x** deve ser maior que o de **y**.

Resposta: alternativa **d**.

298. 1) Verdadeiro. A velocidade da luz no vácuo é a maior velocidade possível no universo.

2) Verdadeiro. A luz sempre pode se refratar ao atravessar a superfície de separação de dois meios.

3) Verdadeiro. Essa é a expressão da Lei de Refração.

4) Verdadeiro. Um objeto que reflete apenas o vermelho, quando iluminado por luz branca, se apresentará negro se for iluminado apenas por luz amarela.

5) Falso. Ângulo de incidência é sempre igual ao ângulo de reflexão.

Resposta: alternativa **c**.

299. A faixa branca reflete todas as cores do espectro solar visível, portanto refletirá o amarelo. Já a parte azul e a verde parecerão pretas quando iluminadas por amarelo. A III continuará amarela.

Resposta: alternativa **a**.

300. Quando os feixes vermelho, verde e azul se sobrepõem em **A**, a cor resultante é o branco, mas, como qualquer onda, após o cruzamento, cada raio de luz segue sua trajetória, mantendo suas características próprias. Então, em **B** temos azul, em **C** verde e em **D** vermelho.

Resposta: alternativa **a**.

301. Para incendiar o papel, os raios de luz devem convergir para ele, então a lente deve ser convergente. Para este fim a lente biconvexa (II) é a única adequada.

Resposta: alternativa **b**.

302. A lente que incendeia o papel é convergente e as lentes que satisfazem esta condição são:

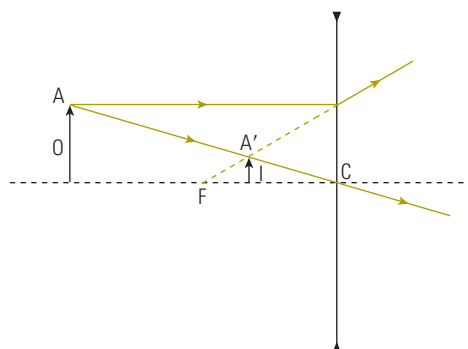
2: biconvexas

4: plano-convexas

Resposta: alternativa **b**.

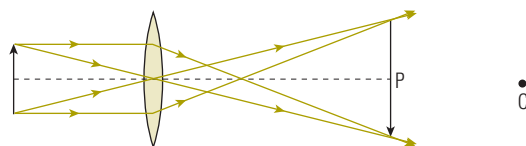
303. Nas condições do enunciado (objeto real e imagem virtual, direita e menor), a lente, como nos mostra o esquema, deve ser divergente e situar-se à direita de **I**, pois:

- o raio de luz que passa por **A** e **A'** cruza o eixo no centro óptico, **C**, da lente. A lente está no plano vertical ao eixo principal que passa por **C**.
- para determinar o tipo de lente basta traçar um raio incidente que parte de **A** e é paralelo ao eixo. Esse raio deve refratar-se na lente e passar por **A'**, o que só é possível se a lente for divergente. Veja a figura:



Resposta: alternativa **e**.

304. A figura ilustra os raios de luz que, partindo do objeto, formam uma imagem real **P**.



Para que essa imagem possa ser vista diretamente pelo observador, ele deve se encontrar em **C**, porque só nessa região os raios de luz que emergem da lente podem atingir o olho do observador, depois de formar a imagem.

Resposta: alternativa **c**.

305. São dados $f = 10,0 \text{ cm}$ e $p = 0,50 \text{ m} = 50 \text{ cm}$.

Da expressão $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, temos:

$$\frac{1}{50} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{10} \Rightarrow p' = 12,5 \text{ cm}$$

Resposta: alternativa **b**.

306. Sendo $C = 5$ di e $C = \frac{1}{f}$, temos:

$$5 = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 0,20 \text{ m} \Rightarrow f = 20 \text{ cm}$$

Como $p = 60 \text{ cm}$ e $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$, vem:

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{60} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = 30 \text{ cm}$$

Da expressão $\frac{y'}{y} = \frac{-p'}{p}$, para $y = 15 \text{ cm}$ temos:

$$\frac{y'}{15} = -\frac{30}{60} \Rightarrow y' = -7,5 \text{ cm}$$

Portanto, a altura da imagem é 7,5 cm.

Resposta: alternativa **b**.

307. Na situação 1, temos $p_1 = 40$ cm e $f = 20$ cm. Da expressão

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_1'} = \frac{1}{f}, \text{ temos:}$$

$$\frac{1}{40} + \frac{1}{p'_1} = \frac{1}{20} \Rightarrow p'_1 = 40 \text{ cm}$$

Se a lente for afastada do anteparo 20 cm, teremos a situação 2:

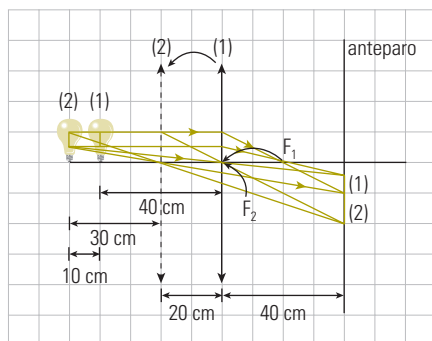
$$p'_2 = p'_1 + 20 \Rightarrow p'_2 = 40 + 20 \Rightarrow p'_2 = 60 \text{ cm}$$

Para termos a imagem nítida, a nova posição do filamento deve ser:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{p'_2} \Rightarrow \frac{1}{20} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{60} \Rightarrow p_2 = 30 \text{ cm}$$

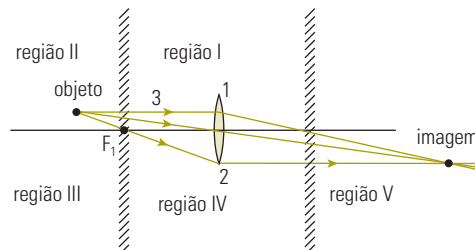
Como a lente foi afastada do anteparo 20 cm, ela se aproxima 20 cm do filamento, ou seja, a sua distância ao filamento tornou-se igual a $40 - 20 = 20$ cm. Mas a distância do filamento deve ser 30 cm. Logo, ele deve ser afastado da lente 10 cm.

Veja a figura:



Resposta: alternativa **b**.

308. Os prolongamentos dos raios apresentados se interceptam na imagem do objeto. O raio 2, paralelo ao eixo da lente, passa pelo foco, F_1 . Um terceiro raio, 3, passa pelo centro da lente. A intersecção dos raios 2 e 3 determina a posição do objeto na região II:



Resposta: alternativa **b**.

309. As duas lentes associadas têm uma convergência maior do que a de cada lente, isoladamente. Em outras palavras, a distância focal das duas lentes deve ser menor do que a de uma lente isolada, da figura dada no enunciado.

Resposta: alternativa **c**.

310. a) Verdadeira. No olho normal ou emetrope os objetos localizados no infinito são focalizados na retina sem acomodação do cristalino.

b) Falsa. Os olhos não emitem luz. Eles recebem a luz refletida ou emitida pelos objetos.

c) Verdadeira

d) Falsa. O cristalino é uma lente biconvexa.

311. Para poder enxergar bem o texto, é necessário que a imagem seja formada na retina, ou seja, a uma distância $p' = 2,5$ cm. O livro está a uma distância $p = 22,5$ cm.

Logo, da expressão $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$ temos:

$$\frac{1}{22,5} + \frac{1}{2,5} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 2,25 \text{ cm}$$

Conforme esperado, devido à contração da lente cristalina, esta distância focal é menor do que a distância focal de 2,5 cm do olho relaxado.

312. Em pessoas míopes, a correção é feita abrindo um pouco o feixe incidente, então usa-se uma lente divergente. Já em hiperme-

tropes, a correção é fechar um pouco os raios luminosos; para isso utiliza-se uma lente convergente.

Resposta: alternativa **e**.

- 313.** O desvio mínimo ocorre quando o raio de luz atravessa o prisma simetricamente e os ângulos de incidência e emergência são iguais.

Resposta: alternativa **e**.

- 314.** Considerando a objetiva da câmera fotográfica uma única lente simples, convergente, de distância focal **f**, essa lente forma, para um objeto muito distante da câmera, uma imagem real, que deve ser projetada no plano do filme.

Dessa forma:

$$p \rightarrow \infty \text{ (objeto distante)}$$

$$p' = 25 \text{ mm}$$

A partir da equação dos pontos conjugados:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow f = 25 \text{ mm} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Logo:

$$C = \frac{1}{f} = \frac{1}{25 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow C = +40 \text{ di}$$

Resposta: alternativa **c**.

- 315.** Sendo $p = 100 \text{ cm}$ e $f = 20 \text{ cm}$, o comprimento da caixa será **p'**:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{100} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{20} \Rightarrow p' = 25 \text{ cm}$$

Observação: Essa distância é fixa, nesta situação.

Não depende da altura da estudante. Podemos determinar a razão $\frac{y'}{y}$ entre a altura da imagem e a altura da estudante.

Sendo:

$$\frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{y'}{y} = -\frac{25}{100} \Rightarrow y' = -\frac{1}{4}y$$

ou seja, a altura da caixa (e do filme) deve ser no mínimo um quarto da altura da estudante.

- 316.** A lupa é uma lente convergente, de pequena distância focal e grande convergência. Ela conjuga imagens ampliadas, virtuais e direitas.

Resposta: alternativa **c**.

- 317.** a) Falsa. Para se obter um feixe paralelo, costuma-se utilizar espelhos parabólicos nos refletores dos faróis.

b) Falsa. A lupa é uma lente convergente.

c) Verdadeira

d) Verdadeira

e) Falsa. Os óculos de sol utilizam vidros coloridos ou polarizados para diminuir a intensidade luminosa. Em geral não são constituídos de lentes.

f) Verdadeira

- 318.** A coloração que se observa em películas de óleo se deve à interferência dos raios de luz refletidos, um fenômeno tipicamente ondulatório que foge ao alcance da óptica geométrica.

Resposta: alternativa **e**.

- 319.** I) A distância focal de uma lente depende do seu índice de refração.

II) O fenômeno pelo qual a luz passa por uma fenda ou contorna obstáculos, com dimensões da mesma ordem de grandeza que o seu comprimento de onda, abrindo-se num feixe divergente, é a difração.

III) A luz transmitida pela fibra óptica é confirmada dentro dela graças à reflexão total.

Resposta: alternativa **a**.

- 320.** a) Verdadeira

b) Verdadeira

c) Verdadeira

d) Verdadeira

e) Falsa. No fenômeno da refração a velocidade **v** e o comprimento de onda λ variam.

f) Falsa. O fenômeno da difração é característico de todas as ondas, sejam mecânicas ou eletromagnéticas.

- 321.** Se as indicações fossem iguais, teríamos $t_f = x \text{ } ^\circ\text{F}$ e $t = x \text{ } ^\circ\text{C}$.

Da expressão $t_f = \frac{9}{5}t + 32$, vem:

$$x = \frac{9}{5}x + 32 \Rightarrow x = -40$$

Portanto, $x = -40 \text{ } ^\circ\text{C}$ e $x = -40 \text{ } ^\circ\text{F}$. Mas, como não existe esta alternativa, devemos ter as indicações iguais apenas em

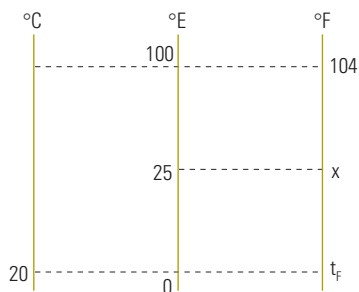
valor absoluto. Logo, $t_f = x \text{ } ^\circ\text{F}$ e $t = -x \text{ } ^\circ\text{C}$. Dessa forma, da expressão acima temos:

$$x = \frac{9}{5}(-x) + 32 \Rightarrow x = 11,4$$

Portanto, $x = 11,4 \text{ } ^\circ\text{F}$ e $t = -11,4 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Resposta: alternativa b.

322. Comparando as três escalas temos:



Determinando t_f equivalente a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$, temos:

$$t_f = \frac{9}{5}t + 32 \Rightarrow t_f = \frac{9}{5} \cdot 20 + 32 \Rightarrow t_f = 68 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Estabelecendo a relação entre a escala **E** e a escala Fahrenheit no intervalo considerado (veja esquema), temos:

$$\frac{25 - 0}{100 - 0} = \frac{t_f - 68}{104 - 68} \Rightarrow t_f = 77 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Resposta: alternativa b.

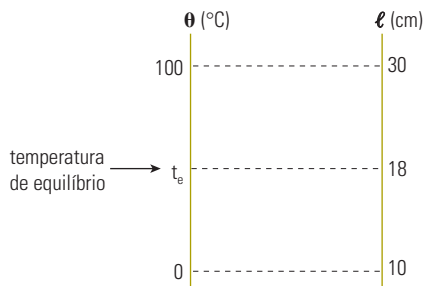
323. Sendo a relação entre as escalas Celsius e Kelvin dada por $t = T - T_0$, em que $T_0 = 273,15 \text{ K}$, temos:

$$t = 2 \cdot 10^7 \text{ } ^\circ\text{C} \Rightarrow T = 2 \cdot 10^7 \text{ K}$$

Para que o valor 273,15 aparecesse seria necessária a utilização de pelo menos seis algarismos significativos, o que não ocorre nem faria sentido físico, neste caso.

Resposta: alternativa a.

324.



A relação entre as escalas é:

$$\frac{t_e - 0}{100 - 0} = \frac{18 - 10}{30 - 10} \Rightarrow t_e = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Resposta: alternativa c.

325. Sendo $F = 2C$ e $F = 1,8C + 32$, temos:

$$2C = 1,8C + 32 \Rightarrow 0,2C = 32 \Rightarrow C = 160 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$F = 2C \Rightarrow F = 2 \cdot 160 \Rightarrow F = 320 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Resposta: alternativa e.

326. Quando aquecemos a porca, ela se dilata e o furo fica mais largo; a porca fica mais frouxa.

Resposta: alternativa c.

327. O orifício dilata-se como se fosse feito do mesmo material da placa, pois as partículas localizadas na borda interna vibram mais intensamente, distanciando-se umas das outras.

Resposta: alternativa a.

328. São dados $\ell_0 = 50 \text{ m}$, $t_0 = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$ e $t = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$. A proporção dada permite a determinação do coeficiente de dilatação linear do aço:

$$\alpha_{\text{aço}} = \frac{1}{100\,000} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \Rightarrow \alpha_{\text{aço}} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Da expressão $\Delta\ell = \ell_0\alpha\Delta t$, vem:

$$\Delta\ell = 50 \cdot 10^{-5}(-20) \Rightarrow \Delta\ell = -0,010 \text{ m} \Rightarrow \Delta\ell = -1,0 \text{ cm}$$

O sinal negativo indica contração ou diminuição do comprimento.

Resposta: alternativa a.

329. O valor do coeficiente de dilatação volumétrica do material, γ , diminui no intervalo **T**₁ a **T**₂, mas é sempre positivo. Por isso, o volume do objeto aumenta tanto nesse intervalo de temperatura como em temperaturas maiores que **T**₂, onde γ é constante.

Resposta: alternativa a.

330. Sendo $\ell_0 = 1000 \text{ m} = 1,0 \cdot 10^6 \text{ mm}$, do gráfico vem $\Delta\ell = 15 \text{ mm}$ e $\Delta t = 500 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Utilizando a expressão $\Delta\ell = \ell_0\alpha\Delta t$, temos:

$$\alpha = \frac{15}{1,0 \cdot 10^6 \cdot 500} \Rightarrow \alpha = 3,0 \cdot 10^{-8} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \Rightarrow \Rightarrow \alpha = 0,03 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

331. Para que a inclinação não se altere basta que ambas as pilas-
tras sofram a mesma variação de comprimento, a qualquer tem-
peratura, ou seja, $\Delta \ell_I = \Delta \ell_{II}$. Sendo $\Delta \ell = \alpha \ell_0 \Delta t$, temos:

$$\alpha_I \ell_{0I} \Delta t = \alpha_{II} \ell_{0II} \Delta t$$

Como $\ell_{0II} = 3 \ell_{0I}$, vem:

$$\alpha_I \cancel{\ell_{0I}} = \alpha_{II} \cdot 3 \cancel{\ell_{0I}} \Rightarrow \alpha_I = 3 \alpha_{II}$$

Resposta: alternativa c.

332. Sendo ℓ_A e ℓ_B os comprimentos finais das barras metálicas **A**
e **B**, ℓ_{0A} e ℓ_{0B} os comprimentos a 0°C , α_A e α_B os coeficientes
de dilatação e t a sua temperatura final, temos $\ell_A = \ell_B$, e, por-
tanto:

$$\ell_{0A}(1 + \alpha_A t) = \ell_{0B}(1 + \alpha_B t) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 202,0(1 + 2 \cdot 10^{-5}t) = 200,8(1 + 5 \cdot 10^{-5}t) \Rightarrow t = 200^\circ\text{C}$$

Resposta: alternativa d.

333. São dados $V_{0vi} = 500\text{ cm}^3$ e $V_{0Hg} = 200\text{ cm}^3$. Como o volume
da parte vazia é sempre o mesmo, significa que o vidro e o mer-
cúrio sofrem a mesma dilatação volumétrica. Então:

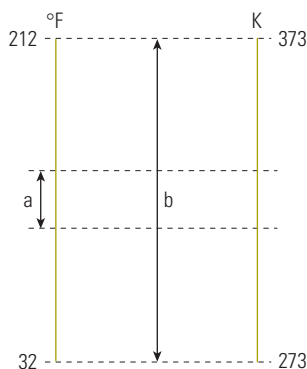
$$\Delta V_{vi} = \Delta V_{Hg} \Rightarrow V_{0vi} \gamma_{vi} \Delta t = V_{0Hg} \gamma_{Hg} \Delta t \Rightarrow \gamma_{vi} = \frac{2 \gamma_{Hg}}{5} \quad (I)$$

Sendo $\gamma_{Hg} = \gamma$ e $\gamma_{vi} = 3 \alpha_{vi}$, substituindo em (I), vem:

$$\alpha_{vi} = \frac{2 \gamma}{5 \cdot 3} \Rightarrow \alpha_{vi} = \frac{2 \gamma}{15}$$

Resposta: alternativa d.

334.



Para um intervalo de 100 divisões na escala Kelvin, temos 180
divisões na escala Fahrenheit. Da relação matemática entre os
segmentos de reta **a** e **b**, representados na escala, temos:

$$\frac{a}{b} = \frac{\Delta t_F}{212 - 32} = \frac{\Delta T}{373 - 273} \Rightarrow \frac{\Delta t_F}{9} = \frac{\Delta T}{5}$$

Para $T = 543 - 293 = 250\text{ K}$, vem:

$$\frac{\Delta t_F}{9} = \frac{250}{5} \Rightarrow \Delta t_F = 450^\circ\text{F}$$

Resposta: alternativa e.

335. Como a transformação é isobárica, temos:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2,0}{293} = \frac{V_2}{543} \Rightarrow V_2 = 3,7\text{ L}$$

Resposta: alternativa c.

336. a) Verdadeira, pois perto da chama o ar aquecido é mais rare-
feito do que o ar do ambiente restante.
b) Falsa, pois a chama se apagará quando a queima extinguir
o oxigênio do ar confinado dentro do copo.
c) Falsa, pois à medida que a quantidade de oxigênio dentro do
copo diminui, a chama torna-se cada vez menos intensa.
d) Verdadeira, pois, depois que a chama se apaga, o ar no in-
terior do copo resfria-se, originando uma região de pressão
menor que a pressão exterior (atmosférica), que empurra a
água para dentro do copo.

$$337. \text{Estado 1} \begin{cases} T_1 = (17 + 273) = 290\text{ K} \\ p_1 = 25\text{ lbf/pol}^2 \\ V_1 = V \end{cases}$$

$$\text{Estado 2} \begin{cases} T_2 = ? \\ p_2 = 27,5\text{ lbf/pol}^2 \\ V_2 = V \end{cases}$$

Da expressão $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$, temos:

$$\frac{25}{290} = \frac{27,5}{T_2} \Rightarrow T_2 = 319\text{ K} \Rightarrow T_2 = 46^\circ\text{C}$$

Observações: I) Não há necessidade de transformar unidades,
nesse caso, pois elas se cancelam. II) Na verdade os manôme-
tros medem a diferença de pressão em relação à pressão atmo-
sférica. Logo, é necessário somá-la aos valores dados. Nesse

caso, adotando $1,0 \cdot 10^5$ Pa para a pressão atmosférica e fazendo $1 \text{ lbf/pol}^2 = 6,9 \cdot 10^3$ Pa, obteríamos $T = 311 \text{ K} = 38^\circ\text{C}$, valor que não consta das alternativas dadas.

Resposta: alternativa c.

- 338.** De acordo com o enunciado a transformação é isotérmica. Assim, $p_0 V_0 = pV$. Como o êmbolo é empurrado de $\frac{1}{3}$ do seu afastamento inicial, o volume **V** será $V = \frac{2}{3} V_0$.

Logo:

$$p_0 \cancel{V_0} = p \cdot \frac{2}{3} \cancel{V_0} \Rightarrow p = \frac{3}{2} p_0$$

Resposta: alternativa c.

- 339.** São dados $T_1 = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$; $p_1 = 10 \text{ atm}$ e $p_2 = 25 \text{ atm}$. Sendo rígidas as paredes do recipiente, o volume é constante.

Da expressão $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$, temos:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow \frac{10}{300} = \frac{25}{T_2} \Rightarrow T_2 = 750 \text{ K} \Rightarrow T_2 = 477^\circ\text{C}$$

Resposta: alternativa a.

- 340.** Do gráfico, temos:

$$\text{Estado A} \begin{cases} p_0 \\ T_0 \\ V_A \end{cases} \quad \text{Estado B} \begin{cases} 2p_0 \\ 2T_0 \\ V_B \end{cases}$$

Aplicando a Lei Geral dos Gases Perfeitos, vem:

$$\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_B V_B}{T_B} \Rightarrow \frac{p_0 V_A}{T_0} = \frac{2p_0 V_B}{2T_0} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = 1$$

Resposta: alternativa c.

- 341.** Representando esquematicamente as transformações sofridas pela amostra de gás ideal, temos:

$$\begin{array}{ccccc} \text{I} & & \text{II} & & \text{III} \\ p_0 \xrightarrow{p_{\text{const.}}} p_0 & & p \xrightarrow{V_{\text{const.}}} p & & p_0 \\ V_0 \xrightarrow{\quad} 3V_0 & \xrightarrow{\quad} & V_0 & \xrightarrow{\quad} & V \\ T_0 \xrightarrow{\quad} 3T_0 & & T_0 \xrightarrow{T_{\text{const.}}} T_0 & & \end{array}$$

Sendo $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$, temos:

I) **p** constante:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_2}{3T_0} \Rightarrow V_2 = 3V_0$$

II) **V** constante:

$$\frac{p_0 \cdot 3V_0}{3T_0} = \frac{p \cdot 3V_0}{T_0} \Rightarrow p = \frac{p_0}{3}$$

III) **T** constante:

$$\frac{p \cdot 3V_0}{3T_0} = \frac{p_0 V}{T_0} \Rightarrow \frac{p_0 \cdot 3V_0}{T_0} = \frac{p_0 V}{T_0} \Rightarrow V = V_0$$

Resposta: alternativa c.

- 342.** Do estado 1 ao 2, a compressão é isotérmica, ou seja, o volume diminui e a temperatura permanece constante. De 2 até 3, a pressão é mantida constante. O aumento do volume é diretamente proporcional à temperatura, linearmente, portanto. De 3 até 1, a temperatura diminui e o volume é mantido constante.

Resposta: alternativa a.

- 343.** Da Lei Geral dos Gases Perfeitos, $pV = nRT$, sendo dados

$$p = 1 \text{ atm} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}, n = \frac{m}{M} = \frac{13 \cdot 10^3}{52} \text{ mols},$$

$R = 8,3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ e $T = 300 \text{ K}$, temos:

$$1 \cdot 10^5 V = \frac{13 \cdot 10^3}{52} \cdot 8,3 \cdot 300 \Rightarrow V = 6,2 \text{ m}^3$$

Resposta: alternativa b.

- 344.** Admitindo que o monóxido de carbono se comporta como um gás ideal, pode-se escrever $pV = nRT$. O número de mols **n** é:

$$n = \frac{\text{massa do gás}}{\text{massa molar}} \Rightarrow n = \frac{1000}{28}$$

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$$

$$T = 35^\circ\text{C} = 308 \text{ K}$$

$$p = 1 \text{ atm (normal)}$$

Logo:

$$V = \frac{nRT}{p} \Rightarrow V = \frac{\frac{1000}{28} \cdot 0,082 \cdot 308}{1} \Rightarrow V = 902 \text{ L}$$

Resposta: alternativa b.

- 345.** Na situação inicial, o gás se encontra nas seguintes condições:

- pressão inicial: $p_0 = 1 \text{ atm}$
- volume inicial: V_0
- temperatura inicial: $T_0 = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$
- número de mols: n_0

Na situação final, o gás mantém constantes a pressão e o volume. O número de mols sofre uma redução de 9%. Assim:

- pressão final: $p = p_0 = 1 \text{ atm}$
- volume final: $V = V_0$
- temperatura final: $T = ?$
- número de mols: $n = 0,91n_0$

Na situação inicial, temos:

$$p_0 V_0 = n_0 R \cdot 273 \text{ (I)}$$

Na situação final, temos:

$$p_0 V_0 = 0,91 n R T \text{ (II)}$$

Dividindo-se membro a membro as relações (I) e (II), temos:

$$T = 300 \text{ K} \Rightarrow T = 27^\circ \text{C}$$

Resposta: alternativa e.

346. Inicialmente temos a transformação isobárica:

$$\text{Estado inicial} \begin{cases} p_0 = 4 \text{ atm} \\ V_0 \\ T_0 = 300 \text{ K} \end{cases}$$

$$\text{Estado intermediário} \begin{cases} p' = p_0 \\ V' = 2V_0 \\ T' \end{cases}$$

Da Lei Geral dos Gases Perfeitos, temos:

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p' V'}{T'} \Rightarrow \frac{p_0 V_0}{300} = \frac{p_0 \cdot 2V_0}{T'} \Rightarrow T' = 600 \text{ K}$$

Em seguida, temos a transformação isotérmica:

$$\text{Estado intermediário} \begin{cases} p' = p_0 = 4 \text{ atm} \\ V' = 2V_0 \\ T' = 600 \text{ K} \end{cases}$$

$$\text{Estado final} \begin{cases} p \\ V = V_0 \\ T = 600 \text{ K} \end{cases}$$

Da Lei Geral dos Gases Perfeitos, temos:

$$\frac{p' V'}{T'} = \frac{p V}{T} \Rightarrow \frac{4 \cdot 2V_0}{600} = \frac{p V_0}{600} \Rightarrow p = 8 \text{ atm}$$

Logo, a temperatura final é $T = 600 \text{ K}$ e a pressão é $p = 8 \text{ atm}$.

Resposta: alternativa d.

347. a) Da Lei Geral dos Gases Perfeitos, $pV = nRT$, obtemos o número

$$\text{mero de mols em cada reservatório, dado por } n_1 = \frac{p_0 V_0}{RT_0}.$$

O número total de mols do sistema é, portanto:

$$n = 2n_1 = \frac{2p_0 V_0}{RT_0} \text{ (I)}$$

b) Quando o reservatório 2 é aquecido à temperatura $2T_0$, sua pressão aumenta e parte das moléculas do gás passa para o reservatório 1, até que as pressões nos dois reservatórios se igualem num valor **p**. O número total de mols não se altera, por isso:

$$n = n_1 + n_2 \Rightarrow n = \frac{pV_0}{RT_0} + \frac{pV_0}{R(2T_0)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = \frac{3}{2} \cdot \frac{pV_0}{RT_0} \text{ (II)}$$

$$\text{De (I) e (II), obtemos o valor da pressão final: } p = \frac{4}{3} p_0.$$

348. Sendo o termômetro de mercúrio um recipiente fechado, a quantidade de mercúrio em seu interior não varia. As demais alternativas apresentam grandezas que variam com a temperatura.

Resposta: alternativa a.

349. A energia interna de um gás perfeito é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta. A temperatura inicial do gás é $T = 273 \text{ K}$. Quando sua energia interna é duplicada, o mesmo ocorre com sua temperatura, que passa assim a valer $T_f = 2T = 546 \text{ K}$.

Resposta: alternativa a.

350. Sendo $m = 200 \text{ g}$ e $\Delta t = 16,5^\circ \text{C}$, temos:

$$Q = mc\Delta t \Rightarrow Q = 200 \cdot 1 \cdot 16,5 \Rightarrow Q = 3300 \text{ cal}$$

Resposta: alternativa c.

351. Temos:

$$Q = 2000 \cdot 4,2 \Rightarrow Q = 8400 \text{ J}$$

$$\Delta t = 1 \text{ min} \Rightarrow \Delta t = 60 \text{ s}$$

Logo:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{8400}{60} \Rightarrow P = 140 \text{ W}$$

Resposta: alternativa a.

352. São dados $m = 600 \text{ g}$, $P = 100 \text{ cal/min}$, $\Delta\theta = 40^\circ\text{C}$, $\Delta t = 10 \text{ min}$.

O calor liberado é:

$$Q = P\Delta t \Rightarrow Q = 100 \cdot 10 \Rightarrow Q = 1000 \text{ cal}$$

O calor específico é:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 1000 = 500c \cdot 40 \Rightarrow c = 0,05 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

A capacidade térmica é:

$$C = 500 \cdot 0,05 \Rightarrow C = 25 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$

Resposta: alternativa **e**.

353. São dados:

$$\text{água} \begin{cases} m_a = 100 \text{ g} \\ \Delta\theta_a = 30^\circ\text{C} \\ \Delta t_a = 3,0 \text{ min} \end{cases} \quad \text{metal} \begin{cases} m_m = 250 \text{ g} \\ \Delta\theta_m = 15^\circ\text{C} \\ \Delta t_m = 45 \text{ s} = 0,75 \text{ min} \end{cases}$$

O calor que a fonte fornece à água é:

$$Q_a = m_a c_a \Delta\theta_a \Rightarrow Q_a = 100 \cdot 1 \cdot 30 \Rightarrow Q_a = 3000 \text{ cal}$$

Portanto, a potência da fonte será:

$$P = \frac{Q_a}{\Delta t_a} \Rightarrow P = \frac{3000}{3,0} \Rightarrow P = 1000 \text{ cal/min}$$

Para aquecer o metal, a fonte gasta 0,75 min:

$$Q_m = P\Delta t_m \Rightarrow Q_m = 1000 \cdot 0,75 \Rightarrow Q_m = 750 \text{ cal}$$

Então, para o calor específico do metal, temos:

$$Q_m = m_m c_m \Delta\theta_m \Rightarrow 750 = 250c \cdot 15 \Rightarrow c = 0,20 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

Resposta: alternativa **d**.

354. a) O calor liberado pelos 10 g de gás é:

$$Q = 10 \cdot 1,1 \cdot 10^4 \Rightarrow Q = 1,1 \cdot 10^5 \text{ cal}$$

Sendo $\Delta t = 25^\circ\text{C}$ e $c = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$, temos:

$$Q = mc\Delta t \Rightarrow 1,1 \cdot 10^5 = m \cdot 1 \cdot 25 \Rightarrow m = 4400 \text{ g}$$

b) O calor específico do metal é menor que o da água, pois a mesma quantidade de calor provocou uma variação 20 vezes maior na temperatura do metal.

355. Temos:

$$\begin{cases} \Delta t_{\text{areia}} = 50^\circ\text{C} \\ \Delta t_{\text{água}} = 6^\circ\text{C} \\ m_{\text{areia}} = m_{\text{água}} \\ Q_{\text{areia}} = Q_{\text{água}} \\ c_{\text{água}} = 1,00 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \end{cases}$$

Da expressão $Q = mc\Delta t$ e como as quantidades de calor fornecidas à areia e à água foram iguais, podemos escrever:

$$Q_{\text{água}} = Q_{\text{areia}} \Rightarrow m_{\text{água}} c_{\text{água}} \Delta t_{\text{água}} = m_{\text{areia}} c_{\text{areia}} \Delta t_{\text{areia}} \Rightarrow \\ \Rightarrow 1,00 \cdot 6 = c_{\text{areia}} \cdot 50 \Rightarrow c = 0,12 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

356. Dados $t_{\text{final}} = 38^\circ\text{C}$; $t_{\text{ambiente}} = 32^\circ\text{C}$.

a) Baseia-se na Lei Zero da Termodinâmica (equilíbrio térmico).

b) Vamos admitir:

$$\begin{cases} d_{\text{água}} = 1,0 \text{ kg/L} \Rightarrow d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = 10 \text{ kg} \\ t_{\text{água fervente}} = 100^\circ\text{C} \text{ (temperatura de ebulição da} \\ \text{água ao nível do mar)} \end{cases}$$

Da expressão $Q = mc\Delta t$, temos:

$$Q_{\text{água fervente}} = Q_{\text{água ambiente}} \Rightarrow \\ \Rightarrow m_c(38 - 100) = 10c(38 - 32) = 0 \Rightarrow m = 0,97 \text{ kg} \\ \text{Logo, } V = 1,0 \text{ L.}$$

357. a) A capacidade térmica de um corpo é $C = \frac{Q}{\Delta t}$. Tomando os pontos $Q_A = 300 \text{ J}$ e $t_A = 40^\circ\text{C}$, temos:

$$C_A = \frac{300}{40} \Rightarrow C_A = 7,5 \text{ J/}^\circ\text{C}$$

Tomando os pontos $Q_B = 250 \text{ J}$ e $t_B = 50^\circ\text{C}$, temos:

$$C_B = \frac{250}{50} \Rightarrow C_B = 5 \text{ J/}^\circ\text{C}$$

b) Como $C = mc$ e $c_B = 2c_A$, podemos escrever:

$$C_A = m_A c_A \\ C_B = m_B c_B \Rightarrow C_B = m_B \cdot 2c_A$$

Fazendo a razão $\frac{C_A}{C_B}$, temos:

$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{m_A c_A}{m_B \cdot 2c_A} \Rightarrow \frac{C_A}{C_B} = \frac{m_A}{m_B \cdot 2}$$

Mas:

$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{7,5}{5} \Rightarrow \frac{C_A}{C_B} = 1,5$$

Logo:

$$\frac{m_A}{m_B \cdot 2} = 1,5 \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = 3,0$$

- 358.** Sendo $Q_{\text{calorim.}}$, $Q_{\text{água}}$, $Q_{\text{alumínio}}$ e $Q_{\text{amb.}}$ as quantidades de calor trocadas respectivamente pelo calorímetro, a água no seu interior, o bloco de alumínio e o ambiente, temos:

$$Q_{\text{calorim.}} + Q_{\text{água}} + Q_{\text{alumínio}} + Q_{\text{amb.}} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underbrace{c\Delta t}_{\text{calorim.}} + \underbrace{m_a c_a \Delta t}_{\text{água}} + \underbrace{m_{Al} c_{Al} \Delta t}_{\text{alumínio}} + Q_{\text{amb.}} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10(28 - 20) + 150 \cdot 1(28 - 20) + 100 \cdot 0,2(28 - 100) + Q_{\text{amb.}} = 0 \Rightarrow Q_{\text{amb.}} = 160 \text{ cal}$$

Logo, o sistema perde 160 cal para o ambiente.

Resposta: alternativa **c**.

- 359.** Como a capacidade térmica não é uma constante de uma substância, mas de um corpo, o óleo e a água em quantidades diferentes podem ter a mesma capacidade térmica, produto da massa de cada corpo (óleo ou água) pelo respectivo calor específico.

Resposta: alternativa **a**.

- 360.** Sendo $d = \frac{m}{V}$, então $m = dV$. Da expressão $Q = mc\Delta t$, sendo $m = dV$, vem:

$$Q_{A_{\text{gelada}}} + Q_{A_{\text{panela}}} = 0 \Rightarrow dV_g c \Delta t_g + dV_p c \Delta t_p = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d \cdot 1(60 - 0) + dV_p(60 - 80) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 \cdot 60 + V_p(-20) = 0 \Rightarrow V_p = 3 \text{ L}$$

Resposta: alternativa **b**.

- 361.** A variação de temperatura é $\Delta t = 39 - 37 = 2^\circ\text{C}$. Sendo $m = 80 \text{ kg} = 8 \cdot 10^4 \text{ g}$ e admitindo o calor específico do homem igual ao da água, vem:

$$Q = mc\Delta t \Rightarrow Q = 8 \cdot 10^4 \cdot 1 \cdot 2 \Rightarrow Q = 1,6 \cdot 10^6 \text{ cal}$$

- 362.** A potência dissipada pelo motorista é $P = \frac{Q}{\Delta t}$, portanto, o calor que ele cede ao ar é $Q_m = P\Delta t$, em que Δt é o tempo transcorrido. O calor recebido pelo ar é $Q_{ar} = mc\Delta\theta$. Supondo que todo calor absorvido pelo ar seja cedido pelo motorista e que não haja perdas para o ambiente, temos:

$$Q_m = Q_{ar} \Rightarrow P\Delta t = mc\Delta\theta \Rightarrow 120\Delta t = 2,6 \cdot 720(37 - 2,4) \Rightarrow \Delta t = 540 \text{ s}$$

$$\Rightarrow \Delta t = 540 \text{ s}$$

Resposta: alternativa **a**.

- 363.** A variação de temperatura sofrida pelo disco de chumbo pode ser determinada pela expressão $Q = mc_{pb}\Delta t$, sendo $m = 100 \text{ g}$, $c_{pb} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ e $Q = 30 \text{ cal}$. Logo:

$$30 = 10 \cdot 3 \cdot 10^{-2}\Delta t \Rightarrow \Delta t = 10^\circ\text{C}$$

A variação na área do disco pode ser obtida a partir da equação $\Delta S = S_0\beta\Delta t$, sendo $\beta = 2\alpha_{pb} = 6 \cdot 10^{-5} ^\circ\text{C}^{-1}$ e $\Delta t = 10^\circ\text{C}$. Logo:

$$\frac{\Delta S}{S_0} = 6 \cdot 10^{-5} \cdot 10 \Rightarrow \frac{\Delta S}{S_0} = 6 \cdot 10^{-4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta S}{S_0} = 0,0006 \Rightarrow \frac{\Delta S}{S_0} = 0,06\%$$

Resposta: alternativa **a**.

- 364.** O intervalo de tempo Δt em cada situação será:

$$\text{I) Vazão} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Volume desejado} = 40 \text{ L} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

Sendo a vazão = $\frac{\text{volume}}{\text{tempo}}$, constante, podemos obter o tempo, Δt , pela razão:

$$\Delta t = \frac{\text{volume}}{\text{vazão}} \Rightarrow \Delta t = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow \Delta t = 1000 \text{ s}$$

$$\text{II) Potência: } P = 4200 \text{ W} = 4200 \text{ J/s} = 1000 \text{ cal/s}$$

A quantidade de calor necessária para aquecer 40 L de água ($m = 40000 \text{ g}$) de 20°C a 50°C é:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = 40000 \cdot 1(50 - 20) \Rightarrow Q = 12 \cdot 10^5 \text{ cal}$$

Sendo $P = \frac{Q}{\Delta t}$, o tempo necessário para aquecer a água será:

$$\Delta t = \frac{Q}{P} \Rightarrow \Delta t = \frac{12 \cdot 10^5}{10^3} \Rightarrow \Delta t = 1200 \text{ s}$$

- III) Tomando-se metade do volume relativo à opção I e metade do relativo à opção II, o intervalo de tempo total será a soma das duas metades dos intervalos de tempo de cada caso. Assim:

$$\Delta t_{III} = \frac{\Delta t_I}{2} + \frac{\Delta t_{II}}{2} \Rightarrow \Delta t_{III} = \frac{1000}{2} + \frac{1200}{2} \Rightarrow \Delta t_{III} = 1100 \text{ s}$$

Analisando as três opções, podemos concluir que a opção I proporcionará a água desejada no menor intervalo de tempo.

Resposta: alternativa **a**.

365. a) Falsa, pois se toda a energia se transforma em calor, a energia cinética do corpo não aumenta. Ele desce com velocidade constante.

b) Verdadeira, pelo Princípio da Conservação da Energia.

c) Verdadeira, como comentamos no item a.

d) Verdadeira. Se toda a energia produz aquecimento, a energia mecânica inicial, $E = mgh$, é igual ao calor fornecido à água, $Q = Mc\Delta\theta$. Logo:

$$E = Q \Rightarrow \Delta\theta = \frac{mgh}{Mc}$$

e) Verdadeira, pois a água muda de estado.

366. O texto e a figura que representa a estrutura cristalina do gelo referem-se à dilatação anômala da água, que tem seu volume diminuído ao passar da fase sólida para a fase líquida; a 0°C sob pressão normal; e continua a se contrair, mesmo enquanto sua temperatura sobe de 0°C para 4°C .

Resposta: alternativa c.

367. O sistema recebe calor Q_i para a fusão do gelo e Q_{II} para o aquecimento da água. Temos, portanto:

$$Q_T = Q_i + Q_{II} \Rightarrow Q_T = mL_f + mc\Delta t \Rightarrow \\ \Rightarrow Q_T = 10 \cdot 334,4 + 10 \cdot 4,18 \cdot 20 \Rightarrow Q_T = 4,18 \text{ kJ}$$

Resposta: alternativa c.

368. O patamar no gráfico fornece a quantidade de calor absorvida durante a fusão:

$$Q_f = 4\,000 - 2\,000 \Rightarrow Q_f = 2\,000 \text{ J}$$

Da expressão $Q_f = mL_f$, temos:

$$L_f = \frac{2\,000}{20} \Rightarrow L_f = 100 \text{ J/g}$$

Resposta: alternativa d.

369. a) Entre t_1 e t_2 ; primeiro patamar do gráfico.

b) Entre t_3 e t_4 ; segundo patamar do gráfico.

$$c) Q_T = Q_g + Q_f \Rightarrow Q_T = mc\Delta\theta + mL_f \Rightarrow Q_T = \\ = 100 \cdot 0,55[0 - (-40)] + 100 \cdot 80 \Rightarrow Q_T = 10\,200 \text{ cal}$$

370. O calor de vaporização do iodo é $L_{Vi} = 24 \text{ cal/g}$, o que significa que cada grama de iodo necessita de 24 cal para vaporizar-se. Já o nitrogênio, que possui $L_{VN} = 48 \text{ cal/g}$, requer 48 cal para vaporizar cada grama.

Resposta: alternativa b.

371. a) Verdadeira

b) Falsa, pois durante a mudança de fase, a temperatura permanece constante.

c) Verdadeira

d) Falsa, pois na solidificação a agitação molecular diminui e o chumbo assume uma forma cristalina.

372. Enquanto o cobre sólido é aquecido, sua temperatura aumenta, no decorrer do tempo. Quando inicia a fusão, a temperatura permanece constante, o que aparece no gráfico como um patamar paralelo ao eixo das abscissas. Após a liquefação, a temperatura volta a aumentar.

Resposta: alternativa c.

373. De acordo com o enunciado, quando dois cubos de gelo, inicialmente a 0°C , são colocados em contato com a água, esta sofre uma redução de 24°C na sua temperatura. Nessas condições o equilíbrio ocorre a 1°C . Para quatro cubos de gelo, pode-se imaginar a situação por partes. Introduzindo inicialmente dois cubos, o calor absorvido pelo gelo é capaz de reduzir a temperatura da água de 25°C para 1°C . Tem-se então um sistema formado por água a 1°C . Sobram ainda dois outros cubos de gelo. Certamente bastaria utilizar apenas uma parte deles para conseguir a redução da temperatura da água de 1°C para 0°C . Assim, pode-se concluir que, no equilíbrio, haverá um sistema formado por água e gelo a 0°C .

Resposta: alternativa e.

374. Sendo $d = \frac{m}{V}$, podemos escrever para a água:

$$d_{\text{água}} = \frac{m}{V_a} \quad (I)$$

em que V_a é o volume inicial da água.

Para o gelo, temos $d_{\text{gelo}} = \frac{m}{V_g}$ em que V_g é o volume do gelo, cujo valor, em centímetros cúbicos, é $V_g = V_a + 20$. Portanto:

$$d_{\text{gelo}} = \frac{m}{V_a + 20} \quad (II)$$

Como a massa se conserva, de (I) e (II), vem:

$$d_{\text{água}} V_a = d_{\text{gelo}} (V_a + 20) \Rightarrow 1,0 V_a = 0,9 (V_a + 20) \Rightarrow V_a = 180 \text{ cm}^3$$

Voltando à expressão (I), obtemos:

$$m = 1 \cdot 180 \Rightarrow m = 180 \text{ g}$$

Para resfriar a água, temos:

$$Q_i = mc\Delta t \Rightarrow Q_i = 180 \cdot 1(0 - 20) \Rightarrow Q_i = -3\,600 \text{ cal (o sinal negativo aparece porque a água cede calor)}$$

Para solidificá-la, temos:

$$Q_{II} = -mL_s \Rightarrow Q_{II} = -180 \cdot 80 \Rightarrow Q_{II} = -14\,400 \text{ cal}$$

Portanto, o calor retirado foi:

$$Q = Q_I + Q_{II} \Rightarrow Q = -3\,600 - 14\,400 \Rightarrow Q = -18\,000 \text{ cal}$$

Resposta: alternativa **a**.

375. a) Verdadeira, pois durante a mudança de fase, a temperatura permanece constante.

b) Falsa, pois há energia absorvida, consumida no rearranjo molecular.

c) Verdadeira, pois:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 100 \cdot 20 = 1000c \cdot 2 \Rightarrow c = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

d) Falsa, pois:

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta} \Rightarrow C = \frac{10 \cdot 100}{2} \Rightarrow C = 500 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$

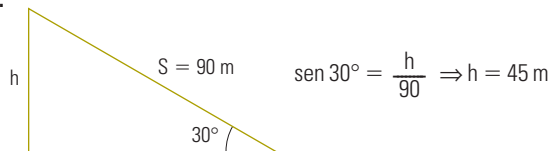
e) Verdadeira, pois:

$$Q = mL \Rightarrow 10 \cdot 100 = 1000L \Rightarrow L = 1 \text{ cal/g}$$

f) Verdadeira, pois:

$$Q_T = P\Delta T \Rightarrow Q_T = 100 \cdot 40 \Rightarrow Q_T = 4\,000 \text{ cal} \Rightarrow Q_T = 4 \text{ kcal}$$

376.



Quando o esquiador está no início do percurso de 90 m, sua energia potencial gravitacional é:

$$E_p = mgh \Rightarrow E_p = 72 \cdot 10 \cdot 45 \Rightarrow E_p = 32\,400 \text{ J}$$

Como a velocidade não varia, não há aumento de energia cinética. Pode-se, portanto, supor que toda a energia potencial se transforma em calor, utilizado para fundir a neve:

$E_p = Q_{\text{fusão}}$. Sendo $Q_f = mL_f$, temos:

$$m = \frac{E_p}{L_f} \Rightarrow m = \frac{32\,400}{3,6 \cdot 10^5} \Rightarrow m = 0,090 \text{ kg} \Rightarrow m = 90 \text{ g}$$

377. a) Do enunciado, temos:

$$\theta_0 = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta = 25^\circ\text{C}$$

$$V = 200 \text{ m}^3$$

$$d = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

Sendo $m = Vd$, da expressão $Q = mc\Delta\theta$ temos:

$$Q = 200 \cdot 10^3 \cdot 4,2 \cdot 10^3 (25 - 20) \Rightarrow Q = 4,2 \cdot 10^9 \text{ J}$$

b) O processo predominante de transferência de calor entre o ambiente e a água da piscina é a irradiação. Entre a água da superfície e a do fundo, ocorre a condução como processo de

transferência de calor, além da irradiação. Neste caso não há convecção. A água é aquecida de 20°C para 25°C a partir da superfície onde a sua densidade diminui, o que a impede de descer para o fundo. A convecção aparece quando o aquecimento do fluido ocorre de baixo para cima, como no aquecimento de uma panela de água no fogão. Quando, como aqui, o aquecimento se faz de cima para baixo, não há convecção, só condução e irradiação.

378. I) Falsa. O calor é a energia que se transfere de um corpo para outro devido à diferença de temperatura. Não é a energia que está contida nos corpos.

II) Verdadeira

Observação: O “praticamente” desta alternativa não se justifica. Dá a impressão que o equilíbrio térmico é uma lei aproximada, o que não é correto.

III) Verdadeira

IV) Falsa

$$t_f = \frac{9}{5}t + 32 \Rightarrow t_f = \frac{9}{5} \cdot 10 + 32 \Rightarrow t_f = 50^\circ\text{F}$$

V) Verdadeira

Resposta: alternativa **e**.

379. a) Falsa. Os átomos ou moléculas de um meio material vibram mais intensamente à medida que recebem calor, e transmitem esse movimento vibratório sucessivamente, transferindo energia cinética de uma partícula para outra, sem que elas se desloquem.

Observação: As afirmações **b** e **c** podem ser consideradas verdadeiras, com restrições. Elas omitem a radiação que, em muitos casos, pode ser relevante. Em gases rarefeitos, por exemplo, praticamente não há convecção, só irradiação. Em líquidos aquecidos de cima para baixo não há convecção.

380. Resposta: alternativa **a**.

381. Durante o dia, em geral, a água tem uma temperatura menor que a areia, o que dá origem à brisa marítima, com ventos do mar para o continente. Ao chegar bruscamente uma grande quantidade de água fria, o processo se intensifica. A velocidade do vento aumenta e o seu sentido não é alterado.

Resposta: alternativa **c**.

382. a) Verdadeiro

b) Verdadeiro

c) Falso. A temperatura mede o estado de agitação das partículas de um corpo.

d) Falso. À mesma pressão o ponto de fusão e o de solidificação de uma substância são os mesmos.

383. I) Sendo menor a pressão sobre a superfície do líquido, as moléculas “escapam” com mais facilidade, vaporizando-se a uma temperatura menor.
 II) Substâncias com pequeno calor específico sofrem maiores variações de temperatura ao absorver ou ceder calor.
 III) Cores escuras absorvem a maior parte da radiação visível que recebem.
 IV) A radiação é o único processo pelo qual o calor se transfere no vácuo.

Resposta: alternativa **b**.

384. I) Falsa. A radiação é o único processo pelo qual o calor propaga-se no vácuo.
 II) Verdadeira.
 III) Verdadeira. A condução é transferência de calor e não há transferência de calor se não houver diferença de temperatura.

Resposta: alternativa **e**.

385. A lâ, sendo isolante térmico, dificulta que o calor chegue ao corpo pelo processo da condução. E a cor branca impede que a roupa absorva muito calor por radiação.

Observação: A questão confunde radiação térmica, predominantemente infravermelha, com a radiação visível. Embora a radiação visível também transporte calor, não é o fato de o branco refletir todas as cores que o torna bom refletor térmico. O vidro é um bom refletor térmico, embora seja transparente às radiações do espectro visível. Um bom refletor térmico é um bom refletor de radiações infravermelhas.

Resposta: alternativa **c**.

386. O fluxo de calor que atravessa uma parede é dado por $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k \cdot \frac{S \Delta T}{d}$, em que **k** é a condutibilidade térmica, **S** a área atravessada pelo fluxo, ΔT a diferença de temperatura entre as faces da parede e **d** a espessura da parede. Como **S** e ΔT serão os mesmos para essa parede, para o produto **A** podemos escrever:

$$\left(\frac{\Delta Q}{\Delta T} \right)_A = \frac{k_A S \Delta T}{e_A} \quad (I)$$

Para o produto **B**, sendo $k_B = 2k_A$ e $e_B = 2e_A$, temos:

$$\left(\frac{\Delta Q}{\Delta T} \right)_B = \frac{k_B S \Delta T}{e_B} \Rightarrow \left(\frac{\Delta Q}{\Delta T} \right)_B = \frac{2k_A S \Delta T}{2e_A} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\Delta Q}{\Delta T} \right)_B = \frac{k_A S \Delta T}{e_A} \quad (II)$$

Portanto, é indiferente usar **A** ou **B**.

387. a) $Q = 200 \cdot 4 \Rightarrow Q = 800 \text{ J}$
 b) O sistema recebe calor, logo $Q = +800 \text{ cal}$. Sendo $\Delta E_i > 0$ a variação da energia interna, da Primeira Lei da Termodinâmica, temos:
 $Q = \mathcal{Z} + \Delta E_i \Rightarrow 800 = 150 + \Delta E_i \Rightarrow \Delta E_i = 650 \text{ J}$

388. Sobre o sistema é realizado trabalho, logo $\mathcal{Z} = -200 \text{ J}$ e ele libera calor, então $Q = -70 \text{ cal}$. Escrevendo a quantidade de calor em joules, temos:

$$Q = -70 \cdot 4,19 \Rightarrow Q = -293 \text{ J}$$

Da expressão $Q = \mathcal{Z} + \Delta E_i$, temos:

$$-293 = -200 + \Delta E_i \Rightarrow \Delta E_i = -93 \text{ J}$$

389. Do gráfico temos $Q = 600 \text{ cal}$ e $\Delta T = 200 \text{ K}$. Como $m = 4,0 \text{ g}$, da expressão $Q_v = mc_v \Delta T$ vem:

$$600 = 4,0c_v \cdot 200 \Rightarrow c_v = 0,75 \text{ cal/g} \cdot \text{K}$$

Resposta: alternativa **c**.

390. a) Da Lei Geral dos Gases Perfeitos, podemos escrever:

$$\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_B V_B}{T_B} = \frac{p_C V_C}{T_C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_A}{T_C} = \frac{p_A V_A}{p_C V_C} \Rightarrow \frac{T_A}{T_C} = 1$$

Como a razão é 1, podemos concluir que os pontos **A** e **C** têm a mesma temperatura e pertencem à mesma isoterma.

- b) O trabalho é a área do gráfico compreendida entre a curva e o eixo das abscissas:

$$\mathcal{Z} = 3 \cdot 2 \Rightarrow \mathcal{Z} = 6 \text{ J}$$

391. O trabalho é a área no gráfico entre a curva e o eixo das abscissas:

$$\mathcal{Z} = +1,0 \cdot 5 \cdot 10^3 \Rightarrow \mathcal{Z} = 5 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Como o volume aumenta na transformação, sabemos que $\mathcal{Z} > 0$, ou seja, o gás realiza trabalho sobre o ambiente.

Resposta: alternativa **a**.

392. a) Como a transformação é adiabática, o gás não troca calor com o meio externo, então temos $\mathcal{Z} = \Delta E_i$. Para os gases monoatômicos, temos $E_i = \frac{3}{2} \cdot nRT$. Sendo $n = 1 \text{ mol}$, vem:

$$\mathcal{Z} = \frac{3}{2} \cdot 1R(T_1 - T_2) \Rightarrow \mathcal{Z} = 1,5R(T_1 - T_2)$$

- b) Em uma transformação adiabática é válida a expressão $pV^\gamma = \text{const}$, que pode ser escrita na forma:

$$\log p + \gamma \cdot \log V = \text{const} \quad (I)$$

Sendo $pV = nRT$, para um gás monoatômico à temperatura **T**, volume **V** e $n = 1$, podemos escrever o valor de **p** na forma:

$$p = \frac{RT}{V} \quad (II)$$

Substituindo na expressão (I), temos:

$$\log \frac{RT}{V} + \gamma \cdot \log V = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log RT - \log V + \gamma \cdot \log V = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{\text{const} + \log V - \log RT}{\log V}$$

que permite obter o valor de γ e da constante sabendo o valor de V_A e T_2 e V_B e T_1 .

Observação: É óbvio que esta questão está muito acima da realidade do nosso ensino. Por isso, achamos suficiente esta solução parcial.

393. I) Verdadeira

II) Falsa, pois contraria a Segunda Lei da Termodinâmica.

III) Verdadeira

Resposta: alternativa d.

394. a) Falsa. A compressão adiabática ocorre entre **D** e **A**, o volume diminui, a pressão aumenta e a temperatura também, fazendo a energia interna do gás aumentar.

b) Verdadeira

c) Verdadeira

d) Falsa. Na compressão isotérmica a temperatura permanece constante, portanto a energia interna não varia.

e) Verdadeira. A expressão "transformação cíclica" não é adequada, pois um ciclo compõe-se de uma sequência de transformações. Relevando-se essa expressão, a afirmação pode ser aceita como correta, pois na transformação AB em que o ciclo recomeça, a máquina térmica está em equilíbrio térmico com a fonte quente.

395. a) Falsa. Isso só é verdade em processos espontâneos. Como essa ressalva não foi feita, consideramos a afirmação falsa.

b) Verdadeira

c) Falsa, pois contraria a Segunda Lei da Termodinâmica.

d) Falsa. Em módulo a afirmação seria correta, pois, quando a entropia aumenta, a energia disponível diminui. Como esta ressalva não foi feita, toda variação tem sinal algébrico, então a afirmação é falsa.

e) Verdadeira. A afirmação "processos naturais irreversíveis" é um pleonasmo que, neste contexto, pode ser tolerado.

396. O refrigerador é uma máquina térmica que retira calor do seu interior e o cede ao ambiente externo. Com a porta aberta deixa de haver dois ambientes distintos. O refrigerador vai receber e ceder calor para a própria cozinha, por isso não vai refrigerar o ambiente.

Resposta: alternativa b.

397. a) Falsa. De **A** até **B** verificamos no gráfico que a pressão varia.

b) Falsa. De **B** até **C**, a temperatura do gás varia de T_1 para T_2 .

c) Verdadeira. O volume diminui e a temperatura permanece constante.

d) Verdadeira. A compressão é adiabática.

e) Falsa. O rendimento é dado por $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$, ou seja, não depende da substância.

f) Verdadeira. Na transformação AB, a máquina retira calor Q_1 da fonte quente.

Sendo $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$, vem:

$$\eta = 1 - \frac{300}{400} \Rightarrow \eta = 0,25$$

Da expressão $\eta = \frac{\mathcal{C}}{Q_1}$, temos $\mathcal{C} = 1000$ J. Portanto:

$$0,25 = \frac{1000}{Q_1} \Rightarrow Q_1 = 4000 \text{ J} \Rightarrow Q_1 = 952 \text{ cal}$$

398. a) Falso. A energia interna depende da variação de energia e esta é igual em ambos os trechos.

b) Verdadeiro. No trecho AB, a transformação é isotérmica, logo, $\Delta E_i = 0$ e $Q = \mathcal{C}$.

c) Verdadeiro. Na expansão adiabática, $Q = 0$ e $\mathcal{C} = \Delta E_i$, que é proporcional à variação de temperatura.

d) Falso. Em AD a temperatura aumenta, o gás absorve calor; em DC ela diminui, o gás cede calor.

399. Transformação isovolumétrica ($1 \rightarrow 2$): sistema recebe calor: $Q > 0 \Rightarrow Q = +1200$ cal. Como o volume não varia, temos $W = 0$. Portanto, $\Delta U = Q \Rightarrow \Delta U = +1200$ cal.

Transformação isobárica ($1 \rightarrow 3$): sistema recebe calor:

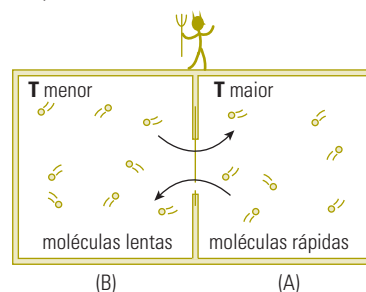
$Q > 0 \Rightarrow Q = +2000$ cal. A pressão é constante e o trabalho é dado por: $W = p\Delta V$. A energia interna fica $\Delta U = 2000 - p\Delta V$.

Transformação isotérmica ($2 \rightarrow 3$): a área abaixo da curva (isoterma) fornece o valor numérico do trabalho $W = 1100$ cal. Como a temperatura não varia, $\Delta U = 0$ e $Q = W$, portanto $Q = 1100$ cal.

Logo:

Transformação	Q (cal)	W (cal)	ΔU (cal)
Isovolumétrica ($1 \rightarrow 2$)	1200	0	1200
Isobárica ($1 \rightarrow 3$)	2000	$p\Delta V$	$2000 - p\Delta V$
Isotérmica ($2 \rightarrow 3$)	1100	1100	0

400. A seleção realizada por essa criatura faria com que, no decorrer do tempo, as moléculas mais rápidas ficassem no compartimento **A** enquanto as mais lentas ficassem no compartimento **B**. Dessa forma, a temperatura de **A** tenderia a aumentar, enquanto a de **B** tenderia a diminuir, ou seja, esse sistema nunca estaria em equilíbrio térmico.



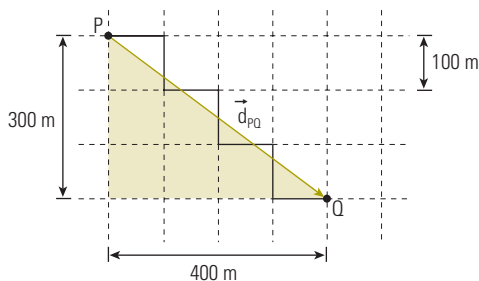
Resposta: alternativa a.

401. a) Como o ano-luz é a distância percorrida pela luz em 1 ano e a nave viaja com a velocidade da luz a um planeta que dista 4,3 anos-luz da Terra, o tempo de viagem de ida e volta do sr. P. K. Aretha teria sido de 8,6 anos.

b) A distância desse planeta à Terra corresponde à distância em metros equivalente a 4,3 anos-luz. Como a velocidade da luz é constante, da expressão $\Delta x = v\Delta t$, sendo $v = 3,0 \cdot 10^8$ m/s e $\Delta t = 1$ ano $= 3,2 \cdot 10^7$ s, temos:

$$\Delta x = 3,0 \cdot 10^8 \cdot 3,2 \cdot 10^7 \Rightarrow \Delta x = 9,6 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

402. O módulo desse deslocamento d_{PQ} é o segmento PQ, hipotenusa do triângulo sombreado da figura abaixo:



Temos, portanto, o Teorema de Pitágoras:

$$d_{PQ}^2 = 300^2 + 400^2 \Rightarrow d_{PQ} = 500 \text{ m}$$

Resposta: alternativa d.

403. A bola atinge o goleiro com velocidade $v_0 = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$ e, no intervalo de tempo $\Delta t = 0,1 \text{ s}$, ela para. Logo, da definição de aceleração média, $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, temos:

$$a_m = \frac{0 - 30}{0,1} \Rightarrow a_m = -300 \text{ m/s}^2$$

Resposta: alternativa c.

404. a) Errado. No trecho BC a velocidade é constante e positiva; no trecho DE é constante e negativa. Mas em ambos a aceleração é nula.

b) Errado. No trecho CD a posição não varia. A velocidade é zero.

c) Correto. De **A** a **C** a posição tem sempre valores crescentes.

d) Errado. Nesse trecho, o gráfico $x \times t$ é uma reta, logo a velocidade é constante e, portanto, a aceleração é nula.

e) Correto. Nesse trecho o gráfico é uma reta cujo coeficiente angular é negativo, logo a velocidade é negativa.

Resposta: alternativas c, e.

405. O deslocamento Δx é a "área sob a curva" do gráfico $v \times t$, nesse caso um trapézio. Temos, portanto:

$$\Delta x = \frac{(12 + 5)10}{2} \Rightarrow \Delta x = 85 \text{ m}$$

Resposta: alternativa a.

406. a) Errado. Nesse instante o ratinho está a 9,0 m de sua toca.

b) Errado. O ratinho está parado (poderíamos admitir como correto, pois $v = 0$ também é constante).

c) Errado. Retilíneo sempre foi, por imposição do enunciado, mas uniforme não, porque a velocidade variou.

d) Correto. A posição do ratinho no instante $t = 11 \text{ s}$ em que se inicia a perseguição é 9,0 m e a do gato é 14 m, logo a distância entre eles é 5,0 m.

e) Correto. O ratinho para nos intervalos de 5,0s a 7,0s e de 10s a 11s.

f) Correto. É o que mostra o gráfico para $d = 0 \text{ m}$.

g) Errado. A distância percorrida pelo gato (14 m) é maior que a percorrida pelo ratinho (9,0 m) no mesmo intervalo de tempo, mas ele não alcança o ratinho.

Resposta: alternativas d, e, f.

407. a) Correto. As "áreas sob a curva" dos dois veículos são iguais, nesse intervalo de tempo.

b) Errado. A "área sob a curva" de **A** é maior que a de **B** (a "área sob a curva" de **B** está contida na "área sob a curva" de **A**).

c) Correto. No tempo $t = 30 \text{ min}$ as retas se cruzam no mesmo ponto, logo a velocidade de ambos é a mesma.

d) Correto. As inclinações das retas no tempo $t = 30 \text{ min}$ têm sinais opostos. A inclinação de **A** é negativa; a de **B** é positiva.

Resposta: alternativas a, c, d.

408. Veja as figuras:

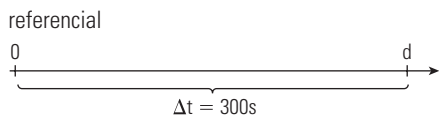


Fig. 1: ida sem remar

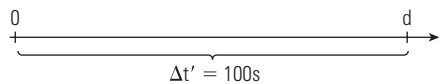


Fig. 2: ida, remando

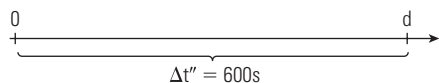


Fig. 3: volta, remando

Na ida sem remar (figura 1), sendo $\vec{v}_R$ a velocidade do rio, podemos escrever, em módulo, $v_R = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, em que $\Delta x = d$ e $\Delta t = 300s$.

Logo:

$$v_R = \frac{d}{300} \Rightarrow d = 300v_R \quad (I)$$

Na ida remando (figura 2), a velocidade da canoa em relação à margem é $v_C + v_R = \frac{d}{\Delta t'}$, em que $v_C = 2,0$ m/s (velocidade da canoa em relação ao rio) e $\Delta t' = 100s$. Temos, então:

$$2,0 + v_R = \frac{d}{100} \Rightarrow d = 100v_R + 200 \quad (II)$$

De (I) e (II), temos:

$$v_R = 1,0 \text{ m/s e } d = 300 \text{ m}$$

Na volta (figura 3), de acordo com o referencial adotado, a velocidade da canoa em relação à margem é $-v'_C + v_R = \frac{-d}{\Delta t''}$, em

que v'_C é a velocidade da canoa em relação ao rio, $v_R = 1,0$ m/s é a velocidade da correnteza do rio em relação à margem, $d = 300$ m e $\Delta t'' = 600s$. Temos, então:

$$-v'_C + v_R = \frac{-300}{600} \Rightarrow -v'_C + 1,0 = \frac{-300}{600} \Rightarrow v'_C = 1,5 \text{ m/s}$$

Com esses resultados, podemos responder às alternativas dadas:

- a) Errado. A velocidade da canoa em relação à margem, quando os pescadores remaram rio acima, é $-v'_C + v_R = -1,5 + 1,0 = -0,5$ m/s.
b) Errado. d) Correto. f) Errado.
c) Correto. e) Correto. g) Errado.

Resposta: alternativas c, d, e.

409. Essa situação é impossível porque os corpos caem com velocidade inicial nula, a resistência do ar é desprezível e a aceleração da gravidade não depende da massa dos corpos. Como os biscoitos caíram antes, seria impossível o jovem alcançá-los pulando depois.

Resposta: alternativa d.

410. Todas as trajetórias têm mesma altura máxima. Como a altura máxima depende apenas do componente $\vec{v}_y$ e da aceleração da

gravidade, concluímos que todas as bolas foram lançadas com o mesmo componente $\vec{v}_y$. Logo, $\vec{v}_{yA} = \vec{v}_{yB} = \vec{v}_{yC}$. O tempo que a bola fica no ar também depende apenas do componente $\vec{v}_y$ e da aceleração da gravidade. Então, $t_A = t_B = t_C$. O alcance de **A** é menor que o de **B** que é menor que o de **C**. Como o alcance depende apenas do componente $\vec{v}_x$ e do tempo que a bola fica no ar, que é igual para todas, podemos concluir que $\vec{v}_{xA} < \vec{v}_{xB} < \vec{v}_{xC}$.

Resposta: alternativa c.

411. A velocidade angular é dada pela expressão $\omega = 2\pi f$. Sendo $f = 30 \text{ rpm} = \frac{30}{60} \text{ Hz} = 0,50 \text{ Hz}$, temos:

$$\omega = 2\pi \cdot 0,50 \Rightarrow \omega = \pi \text{ rad/s}$$

O módulo da velocidade linear v pode ser obtido pela expressão $v = \omega r$. Logo, sendo $r = 5$ cm, temos:

$$v = \pi \cdot 5 \Rightarrow v = 5\pi \text{ cm/s}$$

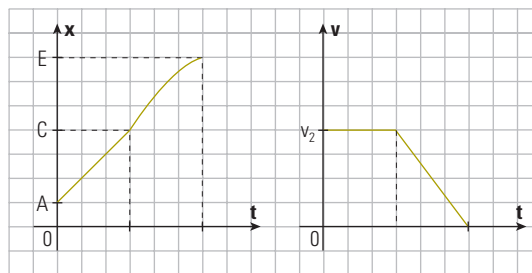
Resposta: alternativa a.

412. a) Veja as figuras:



em que $\vec{P}_1$ é o peso do bloco 1, $\vec{P}_2$ é o peso do bloco 2, $\vec{N}$ é a força normal exercida pela superfície, $\vec{F}$ é a força que a pessoa exerce sobre o bloco 1 e $\vec{F}_A$ é a força de atrito entre o bloco 1 e a superfície.

b) Veja as figuras:



413. a) A distância PQ corresponde ao deslocamento vertical Δy do dardo sob a ação da gravidade num tempo de 0,20s, num lançamento horizontal. A função da posição vertical nesse caso

$$\text{é } y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2, \text{ portanto, podemos escrever:}$$

$$-\Delta y = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow -\Delta y = 0 - 5 \cdot 0,2^2 \Rightarrow \Delta y = 0,40 \text{ m} \Rightarrow PQ = 0,40 \text{ m}$$

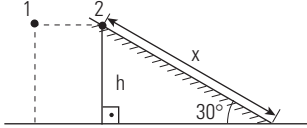
b) Se o ponto **Q** dá duas voltas em 0,20s, o alvo dá uma volta a cada 0,10s, ou seja, o período de rotação do alvo é $T = 0,10s$. Como a frequência é o inverso do período, temos:

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{0,10} \Rightarrow f = 10 \text{ Hz}$$

414. A esfera 1 cai verticalmente, a partir do repouso, com a aceleração da gravidade. Logo, da função da posição, podemos escrever para essa esfera:

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow 0 = h - \frac{1}{2} g t_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (I)$$

A esfera 2 desliza sobre o plano, a partir do repouso, com aceleração constante $a = g \cdot \sin 30^\circ$ (como vimos no estudo do plano inclinado) percorrendo a distância $x = \frac{h}{\sin 30^\circ}$. Veja a figura:



Sendo $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$, temos $a = \frac{1}{2}g$ e $x = \frac{1}{2}h$. Da função da posição do MRUV, temos:

$$x = x_0 + v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow \frac{1}{2} h = 0 - \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} g \right) t_2^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (II)$$

De (I) e (II) pode-se concluir que a razão $\frac{t_1}{t_2}$ é igual a 1.

Observações:

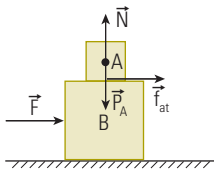
- Esse resultado podia ser previsto pelo Princípio da Independência dos Movimentos. Bastaria associar esse movimento com um lançamento horizontal, por exemplo.
 - Tanto o Princípio da Independência dos Movimentos como a solução apresentada valem se não houver atrito, resistência do ar e se a esfera não girar. A última hipótese não está prevista no enunciado, mas pode ser aceita porque, sem atrito, a esfera só poderia girar se fosse colocada rodando sobre o plano. Com atrito, ela sempre gira e a solução não poderia ser feita dessa maneira.
415. A rigor não há diferença entre a figura 1 e a figura 2. Em ambas um cavalo puxa a corda e algo a segura. Em 1, é a parede; em 2 é outro cavalo. Por isso podemos concluir que, se antes (figura 1) a corda não arrebentava, depois (figura 2) ela também não vai arrebentar.

Resposta: alternativa d.

416. Não havendo resistência do ar, a única força que atua sobre a bola depois que ela está fora do tubo é o seu peso, vertical para baixo.

Resposta: alternativa d.

417. a) Veja a figura:



Como mostra a figura, a força de atrito, $\vec{f}_{at}$, que o bloco B exerce sobre o bloco A, é a força resultante sobre A e atua na mesma direção e sentido da força $\vec{F}$. Para determinar o seu módulo é preciso inicialmente determinar a aceleração do conjunto AB que se move solidariamente. Da figura, pode-

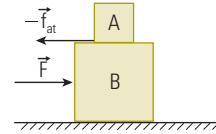
mos concluir que o módulo da força resultante sobre esse conjunto é o módulo da força $\vec{F}$, $F = 14$ N. Sendo $m_A = 3$ kg, $m_B = 4$ kg, da Segunda Lei de Newton, temos:

$$F_R = ma \Rightarrow F = (m_A + m_B)a \Rightarrow 14 = (3 + 4)a \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

Aplicando a Segunda Lei de Newton ao bloco A, isolado, podemos determinar o módulo da força de atrito, $\vec{f}_{at}$:

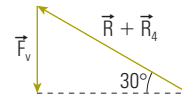
$$F_R = ma \Rightarrow f_{at} = m_A a \Rightarrow f_{at} = 3 \cdot 2 \Rightarrow f_{at} = 6 \text{ N}$$

- b) Isolando B, como mostra a figura:



Podemos concluir que a reação à força de atrito, $-\vec{f}_{at}$, atua sobre o bloco B, na mesma direção e sentido oposto a $\vec{F}$. O módulo de $\vec{f}_{at}$ é o mesmo de $-\vec{f}_{at}$, que vale 6 N.

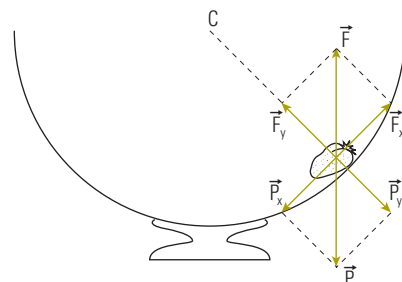
418. a) Errado. Se a velocidade é constante, o módulo da soma vetorial de $\vec{F}_h + \vec{F}_v$ é igual ao módulo da resultante das forças de resistência $\vec{R}$ e $\vec{R}_d$. Logo, o módulo de $\vec{F}_h$ é menor do que a resultante das forças de resistência, que são duas, não três.
- b) Correto. Veja a figura:



Pode-se concluir do triângulo acima que:

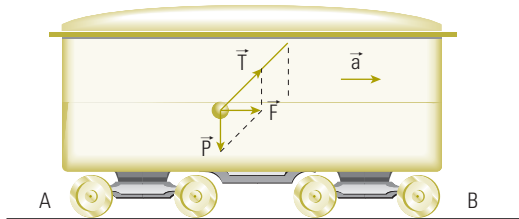
$$F_v = (R + R_d) \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow F_v = \frac{1}{2} (R + R_d)$$

- c) Errado. A velocidade da placa é de 10 cm/ano, o que equivale a 10^{-4} km/ano. Em 1 milhão de anos essa placa terá percorrido a distância $\Delta x = 10^{-4} \text{ km/ano} \cdot 10^6 \text{ anos} = 100 \text{ km}$, portanto a placa ainda está a 900 km da costa da América do Sul.
- d) Correto. Se há acelerações bruscas em determinadas ocasiões é porque, nessas ocasiões, aparecem forças resultantes não-nulas.
419. a) A força $\vec{F}$ exercida pela saladeira sobre o morango é a resultante de duas forças de reação. A primeira, $\vec{F}_v$, é uma força de reação ao componente $\vec{P}_y$ do peso $\vec{P}$ do morango. Esse componente é normal à superfície da saladeira. Como a superfície é esférica, a normal é radial, ou seja, passa pelo centro C do hemisfério.
- A segunda, $\vec{F}_x$, é uma força de atrito exercida pela saladeira sobre o morango que equilibra o componente tangencial $\vec{P}_x$ do peso do morango. Logo, a direção de $\vec{F}$ é vertical para cima, oposta ao peso do morango. Veja a figura:



- b) A reação à força $\vec{F}$ é o peso do morango, que atua na superfície interna da saladeira; como o peso $\vec{P}$ do morango é exercido pela Terra, a reação a ele está aplicada na Terra.

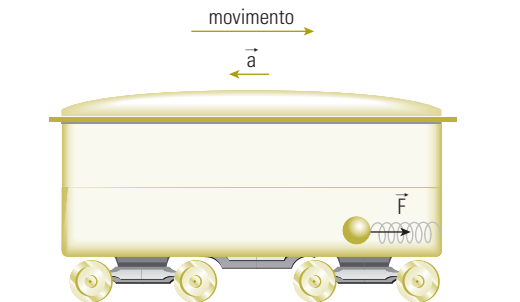
420. Em relação a um observador externo, o pêndulo está sujeito a uma força resultante $\vec{F}$ que lhe comunica uma aceleração $\vec{a}$ igual à do trem. Veja a figura:



Podemos portanto concluir que o trem está sendo acelerado para a direita, de **A** para **B**, o que pode acontecer quando o trem vai de **B** para **A**, com a velocidade diminuindo (freando).

Resposta: alternativa **e**.

421. a) Se a mola está comprimida, há uma força inercial $\vec{F}$ atuando sobre o corpo no sentido de comprimir a mola em relação ao trem. Isso significa que o trem está acelerando no sentido oposto, contrário ao sentido do seu movimento, em relação à Terra. Veja a figura:



- b) Como a aceleração atua no sentido oposto ao do movimento, supondo que a compressão da mola seja constante, pode-se afirmar que o movimento é retilíneo uniformemente retardado.

422. a) O módulo da força de sustentação, $\vec{F}_s$, que atua sobre o avião no instante em que ele começa a voar é igual ou maior do que o módulo do seu peso. Logo, sendo $m = 1,0 \cdot 10^5 \text{ kg}$ a massa do avião e $g = 10 \text{ m/s}^2$, podemos escrever:

$$F_s \geq P \Rightarrow F_s \geq mg \Rightarrow F_s \geq 1,0 \cdot 10^5 \cdot 10 \Rightarrow F_s \geq 1,0 \cdot 10^6 \text{ N}$$

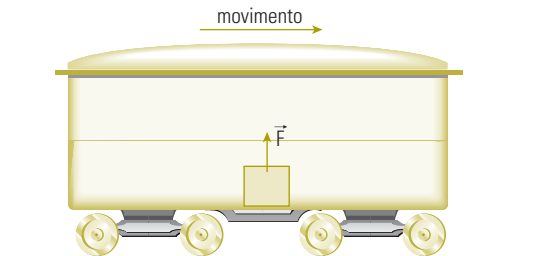
- b) O módulo da força média horizontal, $\vec{F}_H$, resultante, que atua sobre o avião enquanto ele percorre a pista pode ser calculado pela Segunda Lei de Newton, $F_H = ma$. O valor de a pode ser calculado pela aceleração do avião no percurso $\Delta x = 2000 \text{ m}$ de pista, a partir do repouso e, ao final dos quais, o avião está com velocidade $v = 360 \text{ km/h} = 100 \text{ m/s}$. Da "equação" de Torricelli, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \Rightarrow 100^2 = 2a \cdot 2000 \Rightarrow a = 2,5 \text{ m/s}^2$$

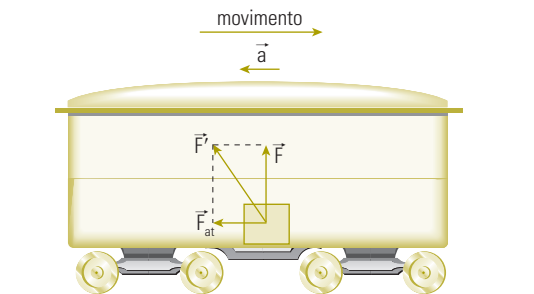
Logo, da Segunda Lei de Newton, temos:

$$F_H = ma \Rightarrow F_H = 1,0 \cdot 10^5 \cdot 2,5 \Rightarrow F_H = 2,5 \cdot 10^5 \text{ N}$$

423. Quando o trem está com MRU, na horizontal, a resultante das forças que atuam sobre o bloco é nula, de acordo com o princípio da inércia. Logo, a força $\vec{F}$ que o piso exerce sobre o bloco é vertical para cima, de mesmo módulo e sentido oposto ao peso $\vec{P}$ do bloco. Veja a figura:



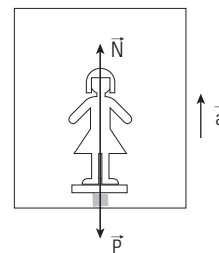
Quando o trem está freando uniformemente o bloco também deve ser freado, caso contrário ele desliza para a frente, ao longo do piso. Esse freamento ocorre com a ação da força de atrito, $\vec{f}_{at}$, que atua paralelamente ao piso, no sentido oposto ao movimento. Assim, no freamento, o piso passa a exercer sobre o bloco mais uma força, além da força $\vec{F}$, de reação ao peso do bloco. Portanto, a força $\vec{F}'$ que o piso exerce sobre o bloco durante o freamento do trem é a resultante das forças $\vec{F}$ e $\vec{F}_{at}$. Como essas forças são perpendiculares entre si, o módulo da força $\vec{F}'$ é maior do que o módulo da força $\vec{F}$. Veja a figura:



424. O peso da pessoa é $\vec{P}$ marcação da balança em repouso. Se o elevador sobe com aceleração $a = 2g$, em módulo, vertical para cima, pela Segunda Lei de Newton o módulo da força resultante $\vec{F}_R$ que atua sobre a pessoa que está dentro do elevador, sobre a balança, é:

$$F_R = m \cdot 2g \Rightarrow F_R = 2P \quad (\text{I})$$

Mas, como mostra a figura, enquanto o elevador acelera para cima o módulo da força resultante é $F_R = N - P$ (II), em que $\vec{N}$ é a força exercida pela balança (que é a sua marcação ou leitura) e $\vec{P}$ o peso da pessoa.

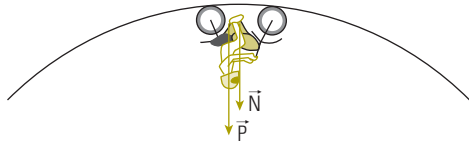


De (I) e (II), concluímos que:

$$2P = N - P \Rightarrow N = 3P$$

Resposta: alternativa **c**.

425. Veja a figura:



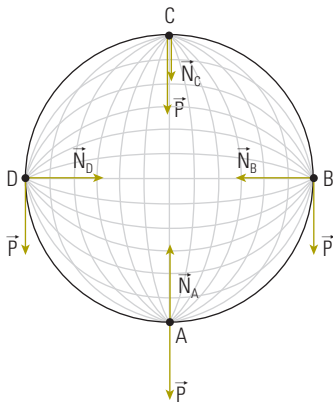
No ponto mais alto do globo da morte, em relação a um referencial externo, sendo $\vec{P}$ o peso do conjunto, $\vec{N}$ a reação normal do teto do globo sobre o conjunto e $\vec{F}_c$ a força centrípeta, podemos escrever:

$$\vec{F}_c = \vec{P} + \vec{N}$$

Como $\vec{N}$ é no mínimo zero, na condição limite para que o motociclista e a moto não caiam, podemos concluir que o peso do conjunto é igual ou menor do que a força centrípeta.

Resposta: alternativa c.

426. a) Veja a figura abaixo, em que as forças foram representadas em relação a um observador externo:

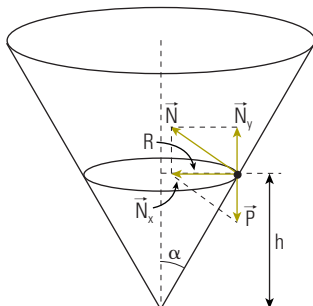


b) No ponto **C**, como mostra a figura, as forças que atuam sobre o conjunto piloto + motocicleta são $\vec{P}$, peso do conjunto, $\vec{N}$, reação normal do teto do globo sobre o conjunto. A resultante dessas duas forças é a força centrípeta que atua sobre o conjunto $\vec{F}_c = \vec{P} + \vec{N}$. A menor velocidade possível do conjunto ocorre quando ele passa tangenciando o teto do globo, sem encostar, e, portanto, $\vec{N} = 0$. Nesse caso, $\vec{F}_c = \vec{P}$.

Sendo $F_c = m \cdot \frac{v^2}{r}$ e $P = mg$ os módulos dessas forças, podemos escrever:

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = mg \Rightarrow v = \sqrt{rg}$$

427. Das forças que atuam sobre a partícula, mostradas na figura abaixo:



podemos concluir que a resultante centrípeta, em módulo, é:

$$F_c = N \cdot \cos \alpha \quad (I)$$

Mas, ainda dessa figura, podemos concluir que, para a partícula de peso $P = mg$ ficar em equilíbrio no plano horizontal é preciso que, em módulo:

$$P = N_y \Rightarrow mg = N \cdot \sin \alpha \quad (II)$$

Dividindo (II) por (I), obtemos:

$$F_c \cdot \tan \alpha = mg \quad (III)$$

Mas sabemos também que o módulo da força centrípeta pode ser expresso pela relação $F_c = m\omega^2 R$ e que, nesse caso, da figura, podemos concluir que $R = h \cdot \tan \alpha$. Portanto, podemos escrever:

$$F_c = m\omega^2 R \Rightarrow F_c = m\omega^2 h \cdot \tan \alpha \quad (IV)$$

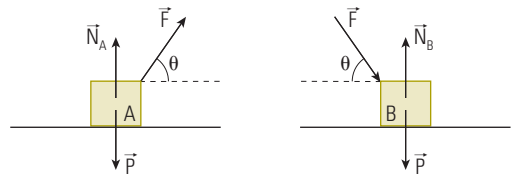
De (III) e (IV), obtemos:

$$(m\omega^2 h \cdot \tan \alpha) \cdot \tan \alpha = mg \Rightarrow h = \frac{g}{\omega^2} \cdot \frac{1}{\tan^2 \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = \frac{g}{\omega^2} \cdot \cot^2 \alpha$$

Resposta: alternativa d.

428. a) Correto. Veja a figura:



Em **A** o módulo da força normal é $N_A = P - F_y$; em **B** o módulo da força normal é $N_B = P + F_y$. Como o enunciado sugere que os blocos se movimentam, se o coeficiente de atrito cinético é o mesmo, onde a força normal for maior, a força de atrito também será maior.

b) Errado. Como mostra a figura acima, a força que atua no sentido do movimento é a mesma nos dois casos, $F_x = F \cdot \cos \theta$, mas a força contrária em **A** é menor que em **B**. Logo, a resultante em cada bloco é diferente. Como as massas são iguais, as acelerações têm de ser diferentes.

c) Correto. Sendo $F_y = F \cdot \sin \theta$ e, como vimos acima, $N_A = P - F_y$, podemos concluir que $N_A = P - F \cdot \sin \theta$.

d) Errado. Mesmo que os módulos sejam iguais, como foi uma suposição necessária à solução das questões anteriores, a direção e sentido são diferentes, logo, as forças são diferentes.

429. Da definição de força de atrito estático, $f_{ae} \leq N\mu_e$. Sendo, neste caso, $N = P = 15 \text{ N}$ e $\mu_e = 0,4$, temos:

$$f_{ae} \leq 15 \cdot 0,4 \Rightarrow f_{ae} \leq 6 \text{ N}$$

Isso significa que, enquanto o bloco permanecer em repouso, o módulo da força de atrito é sempre igual ao módulo da força horizontal aplicada ao bloco, até o valor máximo de 6 N.

Resposta: alternativa a.

430. a) Os coeficientes de atrito estático, μ_e , e cinético, μ_c , são por definição $\mu_e = \frac{f_{ae}}{N}$ e $\mu_c = \frac{f_{ac}}{N}$, em que f_{ae} é o módulo da

força de atrito de destaque, igual ao módulo da força mínima que desloca o corpo da superfície em que ele está apoiado; f_{ac} é o módulo da força de atrito cinético, igual ao módulo da força mínima que mantém o corpo em movimento sobre a superfície em que ele está apoiado e N é o módulo da força normal às superfícies em contato.

Dos dados da questão, concluímos que $f_{ae} = 30$ N, $f_{ac} = 20$ N e $N = 20 \cdot 10 = 200$ N. Logo, os valores dos coeficientes de atrito estático e cinético são:

$$\mu_e = \frac{30}{200} = 0,15 \text{ e } \mu_c = \frac{20}{200} = 0,10$$

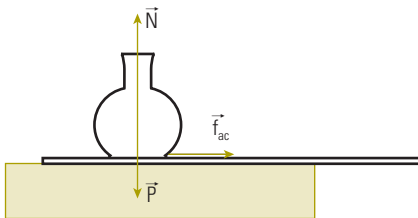
- b) Da definição de trabalho de uma força, $\tau_f = Fd \cdot \cos \alpha$, sendo o módulo da força $F = 20$ N, o deslocamento $d = 5$ m e o ângulo $\alpha = 0$, pois a força atua na mesma direção e sentido do deslocamento, temos:

$$\tau_f = 20 \cdot 5 \cdot \cos 0^\circ \Rightarrow \tau_f = 100 \text{ J}$$

- c) O trabalho seria nulo porque essa força não seria suficiente para iniciar o deslocamento. E, se não há deslocamento, não há trabalho. É claro que, para o trabalho calculado no item anterior, no instante inicial, o carregador fez uma força de 30 N, no mínimo, mas admitimos que essa força foi exercida apenas para destacar o corpo do piso. Ela realiza trabalho também, mas o consideramos desprezível porque o deslocamento em que essa força atua é muito pequeno.

431. Para que o vaso não caia da mesa, o forro deve escorregar sob o vaso da distância d , ao mesmo tempo que o forro com o vaso em cima se desloca da distância D em relação à borda direita da mesa. Dessa forma, quando o vaso sai de cima do forro ele cai ainda na borda da mesa.

Inicialmente vamos estudar o movimento do vaso sobre o forro. A força que arrasta, escorregando, o vaso quando o forro é puxado é a força de atrito. Veja a figura:



Como se vê na figura, a força resultante, $\vec{F}_R$, sobre o vaso é a força de atrito cinético, $\vec{f}_{ac}$, cujo módulo, nesse caso, é $f_{ac} = N\mu$, em que N é igual, em módulo, ao peso do vaso de massa m . Logo, $f_{ac} = mg\mu$.

Da Segunda Lei de Newton, temos:

$$F_R = ma \Rightarrow f_{ac} = ma_{\text{vaso}} \Rightarrow mg\mu = ma_{\text{vaso}} \Rightarrow a_{\text{vaso}} = g\mu$$

Essa é, portanto, a aceleração do vaso em relação ao forro, com a qual ele deve deslocar-se $\Delta x = d$, num tempo t . Como o movimento do vaso é uniformemente variado, pois a aceleração é constante, da função da posição desse movimento, $x = x_0 + v_0t +$

$+\frac{1}{2}at^2$, sendo $v_0 = 0$ e fazendo $\Delta x = x - x_0$, podemos escrever:

$$\Delta x = \frac{1}{2}a_{\text{vaso}}t^2 \Rightarrow d = \frac{1}{2}g\mu t^2 \quad (I)$$

Agora vamos estudar o movimento do forro sobre a mesa. Como vimos, a sua extremidade esquerda deve percorrer com aceleração do módulo a a distância $\Delta x = D$ no mesmo tempo t em que o vaso percorre a distância d . Analogamente ao movimento do vaso sobre o forro, temos:

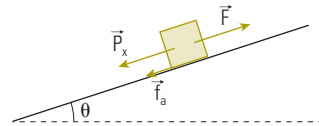
$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow D = \frac{1}{2}at^2 \quad (II)$$

Como os tempos devem ser iguais, de (I) e (II), temos $a = \frac{D}{d}g\mu$.

Mas esse é o valor-limite, mínimo. Se a aceleração for maior, o tempo t , em (II), será menor, ou seja, o vaso cairá sobre a mesa antes de o forro chegar à sua borda, dando maior segurança ao desafio.

Resposta: alternativa d.

432. Se um corpo se move com velocidade constante em trajetória retilínea, a potência P_T desenvolvida pode ser determinada pelo produto $P_T = Fv$, em que F é o módulo da força motora (que produz trabalho positivo sobre o corpo) e v o módulo da velocidade. Para uma rampa inclinada, como indica a figura, sendo $\vec{P}$ o peso do bloco e $\vec{f}_a$ a força de atrito, o módulo da força motora $\vec{F}$ é $F = P_x + f_a$:



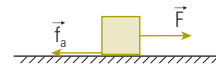
Sendo $f_a = N\mu$ e $N = P_y$, então $f_a = P_y\mu$. Lembrando que $P_x = P \cdot \sin \theta$ e $P_y = P \cdot \cos \theta$, podemos escrever:

$$F = P \cdot \sin \theta + (P \cdot \cos \theta)\mu \Rightarrow F = P(\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta)$$

Logo, a potência $P_T = Fv$ fornecida ao bloco é:

$$P_T = P(\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta)v \quad (I)$$

Para um plano horizontal, o módulo da força motora $\vec{F}$ é $F = f_a$ e, nesse caso, como $N = P$, $f_a = P\mu$. Veja a figura:



Logo, o módulo da força é $F = P\mu$ e a potência Q , para a mesma velocidade v , nesse caso é:

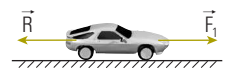
$$Q = Fv \Rightarrow Q = P\mu v \quad (II)$$

Dividindo membro a membro a expressão (II) por (I), temos:

$$\frac{Q}{P_T} = \frac{\mu}{\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta} \Rightarrow P_T\mu = Q \cdot \sin \theta + \mu Q \cdot \cos \theta \Rightarrow \mu(P_T - Q \cdot \cos \theta) = Q \cdot \sin \theta \Rightarrow \mu = \frac{Q \cdot \sin \theta}{P_T - Q \cdot \cos \theta}$$

Resposta: alternativa e.

433. a) Sabe-se que, quando um corpo se move com velocidade constante em trajetória retilínea, a potência, P , desenvolvida pode ser determinada pelo



produto $P = Fv$, em que F é o módulo da força motora (que produz trabalho positivo sobre o corpo) e v o módulo da velocidade.

Nesse caso, no trecho 1, horizontal, (veja a figura) a força motora é a própria força F_1 exercida pela estrada sobre o automóvel (na verdade, essa é a força de reação à força exercida pelo automóvel sobre a estrada) para vencer a resistência do ar, de módulo R . Como $v = 20 \text{ m/s}$ e $P = 30 \text{ kW} = 30\,000 \text{ W}$, temos:

$$P = F_1 v \Rightarrow 30\,000 = F_1 \cdot 20 \Rightarrow F_1 = 1\,500 \text{ N}$$

Como nesse trecho a resultante é nula, pois a velocidade é constante, da Segunda Lei de Newton, temos:

$$F_1 - R = 0 \Rightarrow R = 1\,500 \text{ N}$$

Nos trechos 2 e 4, a velocidade continua a ser constante, a resultante é nula, e a resistência do ar continua a valer, por hipótese, $R = 1\,500 \text{ N}$. Com esses dados, sabendo que $\sin \alpha = 0,10$, $\sin \beta = 0,15$ e que o peso do automóvel é $P = mg = 1\,000 \cdot 10 = 10\,000 \text{ N}$, com o auxílio da Segunda Lei de Newton, podemos determinar os módulos de F_2 e F_4 . Veja a figura:



Na figura à esquerda, temos:

$$F_2 - R - P_{x_2} = 0 \Rightarrow F_2 = R + P \cdot \sin \alpha \Rightarrow F_2 = 1\,500 + 10\,000 \cdot 0,10 \Rightarrow F_2 = 2\,500 \text{ N}$$

Na figura à direita, temos:

$$F_4 + P_x - R = 0 \Rightarrow F_4 = R - P \cdot \sin \beta \Rightarrow F_4 = 1\,500 - 10\,000 \cdot 0,15 \Rightarrow F_4 = 0 \text{ N}$$

Observe que no trecho 4 o motor do automóvel não fornece potência. O automóvel se movimenta apenas à custa do seu próprio peso.

- b) No trecho 2, como a força motora é $F_2 = 2\,500 \text{ N}$ e o automóvel tem velocidade constante de 20 m/s , a potência desenvolvida pelo motor é:

$$P = F_2 v \Rightarrow P = 2\,500 \cdot 20 \Rightarrow P_1 = 50\,000 \text{ W} = 50 \text{ kW}$$

434. a) Errado. A intensidade da força normal, N , à superfície de um plano inclinado de um ângulo α é igual à componente do peso do bloco perpendicular ao plano, $P_y = P \cdot \cos \alpha$. Nesse caso, portanto, a intensidade vale $N = mg \cdot \cos 30^\circ = \frac{mg\sqrt{3}}{2}$.
- b) Correto. A intensidade da força que faz o corpo descer um plano inclinado de um ângulo α é igual à componente paralela ao peso do bloco, $P_x = P \cdot \sin \alpha$. Nesse caso, portanto, a intensidade vale $P_x = mg \cdot \sin 30^\circ = \frac{mg}{2}$.
- c) Errado. Se o corpo para em **C**, toda a energia mecânica do corpo em relação a esse nível é zero, enquanto em **A** ela era igual à correspondente energia potencial gravitacional, mgh .
- d) Correto. O trabalho realizado pela força peso para deslocar o corpo de **A** até **B** é igual à energia potencial gravitacional do corpo em relação ao nível **B**, mgh .

- e) Errado. Como o plano é perfeitamente liso, a energia mecânica se conserva até atingir o ponto **B**. Portanto, podemos escrever:

$$E_{MA} = E_{MB} \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = 2gh \quad (\text{I})$$

Mas, da "equação" de Torricelli, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2ad \Rightarrow v^2 = 2ad \quad (\text{II})$$

De (I) e (II), concluímos que $d = \frac{gh}{a}$.

- f) Correto. O trabalho realizado pelo atrito no trecho BC, τ_{ABC} consome toda a energia mecânica do corpo em **B**, $E_M = mgh$, portanto, podemos escrever:

$$\tau_{ABC} = \Delta\tau_{ABC} \Rightarrow mg\mu d(-1) = 0 - mgh \Rightarrow \mu = \frac{h}{d}$$

Resposta: alternativas **b, d, f**.

435. Como o desnível é de $\Delta h = 20 \text{ m}$ e d. Maria sobe a ladeira com velocidade constante, a ordem de grandeza do gasto de energia é igual à variação da energia potencial gravitacional, ΔE_{Pg} , de d. Maria. Sendo $m = 60 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, podemos fazer:

$$\Delta E_p = mg\Delta h \Rightarrow \Delta E_p = 60 \cdot 10 \cdot 20 \Rightarrow \Delta E_p = 1,2 \cdot 10^4 \text{ J}$$

Resposta: alternativa **b**.

436. Andando em ziguezague, d. Maria aumenta o deslocamento, diminuindo a força para realizar o mesmo trabalho. Diminuindo também a velocidade, ela diminui força e velocidade simultaneamente, reduzindo o produto da força pela velocidade, ou seja, reduzindo a potência, grandeza que pode ser obtida por esse produto.

Resposta: alternativa **a**.

437. a) Errado. Se não houvesse a resistência do ar, isso seria correto, pois a componente horizontal da velocidade é constante, já que a única força que atuaria sobre a bola seria a força peso, vertical. Mas como não há essa ressalva, a afirmação está errada. A velocidade da sombra diminui; portanto seu gráfico é uma reta que se aproxima do eixo dos tempos.
- b) Errado. O que mantém um satélite em órbita é a força centrípeta que dá origem à aceleração centrípeta. A aceleração tangencial contribui apenas para aumentar ou diminuir a velocidade tangencial.
- c) Correto.
- d) Errado. Quanto maior a massa menor a aceleração, o que equivale também à menor variação de velocidade do corpo e, por consequência, menor variação da quantidade de movimento.

Resposta: alternativa **c**.

438. Se o corpo tem MRU, a resultante das forças que atuam sobre ele é nula.

Resposta: alternativa **a**.

439. a) Errado. Se a aceleração fosse constante, o gráfico $v \times t$ seria uma reta.
- b) Correto. Nesse intervalo o gráfico é uma reta paralela ao eixo dos tempos. Logo, $v = 0$.

- c) Correto. Até o instante t_1 a velocidade tem valores crescentes. Logo, a aceleração nesse intervalo de tempo é sempre positiva (nesse intervalo a aceleração tem valores sempre decrescentes).
- d) Errado. O paraquedas serve para aumentar a intensidade da resistência do ar e reduzir a aceleração.
- e) Correto. Nesse intervalo de tempo a velocidade diminui, o que significa que a aceleração atua verticalmente para cima. Portanto, a força resultante também é vertical para cima e a resistência do ar é maior que o peso do conjunto.
- f) Errado.
- g) Errado. Se há resistência do ar não há conservação da energia mecânica.

Resposta: alternativas **b, c, e**.

440. a) Correto.
b) Errado. A resistência do ar diminui, de fato, mas a força da gravidade não permanece constante, pois o valor de g diminui com a altitude.
c) Correto.
d) Correto.
441. a) Errado. Seus efeitos se manifestam até hoje, mas a força só durou enquanto durou a explosão.
b) Correto. Embora a força de interação gravitacional tenda a zero, no infinito, pode-se supor que ela sempre exista e, como é sempre atrativa, poderia vir a reunir novamente todas galáxias.
c) Correto, embora essa afirmação não faça muito sentido. A inércia é uma propriedade intrínseca dos corpos, relacionada à sua massa. E não há galáxia sem massa.
442. a) Correto. A função que descreve a trajetória do movimento é parabólica, o que só é possível, no lançamento inclinado, quando se despreza a resistência do ar e não se consideram os efeitos da rotação da Terra.
b) Errado. Nesses pontos há uma inflexão na trajetória do avião que só é possível com o aparecimento de uma força centrípeta atuando sobre o avião dirigida verticalmente para cima. Nesse caso, num referencial fixo no avião, aparece no piloto uma força centrífuga dirigida verticalmente para baixo. Ou seja, o peso aparente do piloto nos pontos **A** e **B** é ainda maior do que o seu peso verdadeiro.
c) Correto. A bala não tem força motriz. A sua trajetória se deve apenas à ação de sua força peso. O avião, ao contrário, tem força motriz própria e condições de controlar a sua trajetória. Ele pode até descrever essa trajetória com velocidade constante. Basta que o piloto queira e tenha recursos para fazê-lo.
d) Correto. A bala atinge o solo quando a sua coordenada for $y = 0$. Substituindo esse valor na função da trajetória, obtemos o valor de x correspondente à posição em que a bala atinge o solo. Temos, portanto:
- $$y = 0,58x - 7,1 \cdot 10^{-4}x^2 \Rightarrow 0 = 0,58x - 7,1 \cdot 10^{-4}x^2 \Rightarrow x = 820 \text{ m}$$

443. Se F é o módulo da única força que atua sobre um corpo, ele se move na direção e sentido em que essa força atua e o trabalho é igual à variação da energia cinética desse corpo. Portanto, temos:

$$\tau_F = \Delta E_c \Rightarrow Fd \cdot \cos \alpha = E_c - E_{c_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Fd \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

Sendo $F = 24 \text{ N}$, $d = 7 \text{ m}$, $v_0 = 4 \text{ m/s}$ e $v = 10 \text{ m/s}$, temos:

$$24 \cdot 7 \cdot \cos 0 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot 10^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot 4^2 \Rightarrow m = 4 \text{ kg}$$

Resposta: alternativa **b**.

444. a) Correto. Não há componente da velocidade ou aceleração atuando fora do plano em que o projétil é lançado.
b) Errado. O projétil atinge o seu alcance máximo quando o ângulo de lançamento é 45° .
c) Errado. O alcance depende de v_0 e do ângulo θ_0 .
d) Correto. Desde que o chão seja horizontal.
e) Errado. Há conservação de energia, pois a força externa — o peso do corpo — é conservativa.
f) Errado. Em geral, a resistência do ar reduz o alcance do projétil. Em casos excepcionais, como no golfe, é possível obter alcances maiores com o auxílio do ar, mas aí a expressão “resistência do ar” talvez não seja a mais adequada.
g) Errado. Em geral, a resistência do ar reduz a altura máxima do projétil. Vale a mesma ressalva do item anterior.

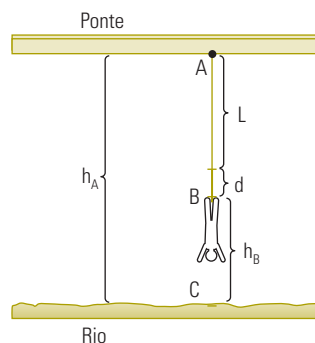
Resposta: alternativas **a, d**.

445. Basta aplicar o Princípio da Conservação da Energia Mecânica, considerando o ponto **A** na ponte, o ponto **B** no pé do homem e o nível **C** de referência para a energia potencial gravitacional no leito do rio. Temos então:

$$E_{p_{gA}} + E_{p_{elA}} + E_{cA} = E_{p_{gB}} + E_{p_{elB}} + E_{cB} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mgh_A + 0 + 0 = mgh_B + \frac{1}{2}kd^2 + 0$$

Mas, da figura, $h = h_B = h_A - L - d$.



Logo, podemos escrever:

$$mgh_A = mg(h_A - L - d) + \frac{1}{2}kd^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mgh_A = mgh_A - mg(L + d) + \frac{1}{2}kd^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mg(L + d) = \frac{1}{2}kd^2$$

Sendo $h_A = 50 \text{ m}$, $L = 20 \text{ m}$, $mg = P = 600 \text{ N}$ e $k = 150 \text{ N/m}$, temos:

$$600(20 + d) = \frac{1}{2} \cdot 150d^2 \Rightarrow d^2 - 8d - 160 = 0$$

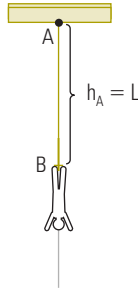
Resolvendo essa equação, obtemos apenas uma raiz positiva, para $d = 17,3$ m. Logo, o valor de $h = h_B$ é:

$$h = h_A - L - d \Rightarrow h = 50 - 20 - 17,3 \Rightarrow h = 12,7 \text{ m}$$

Observação: Note que poderíamos partir da expressão

$mg(L + d) = \frac{1}{2}kd^2$; bastaria lembrar que toda a energia potencial gravitacional de queda da altura $L + d$, dada por $mg(L + d)$, é transformada em energia elástica da corda ao alongar-se d , dada por $\frac{1}{2}kd^2$.

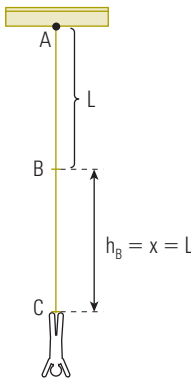
446. Veja a figura:



a) Suponha que a distância de **A** a **B** seja igual ao comprimento normal da corda, **L**. Nesse trecho, até a velocidade da pessoa chegar a **B** com velocidade $v_B = 20$ m/s, não há energia potencial elástica. Aplicando o Princípio da Conservação da Energia Mecânica a esse trecho, tendo como nível de referência o ponto **B**, temos $h_A = L$ e $h_B = 0$. Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$, obtemos:

$$E_{p_{gA}} + E_{c_A} = E_{p_{gB}} + E_{c_B} \Rightarrow mgL = \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow L = \frac{v_B^2}{2g} \Rightarrow L = \frac{20^2}{2 \cdot 10} \Rightarrow L = 20 \text{ m}$$

b) Veja agora a figura:



Aplicando agora o Princípio da Conservação da Energia Mecânica ao trecho BC dessa figura, tendo como nível de referência o ponto **C**, temos:

$$E_{p_{gB}} + E_{c_B} + E_{p_{elA}} = E_{p_{gC}} + E_{c_C} + E_{p_{elC}} \Rightarrow mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2 + 0 = \frac{1}{2}kx^2$$

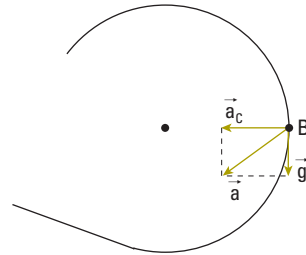
Mas $h_B = x$ é o alongamento do cabo, que é igual ao seu comprimento $L = 20$ m, pois ele atinge o dobro do comprimento

normal. Sendo $m = 80$ kg, voltando na expressão acima, temos:

$$80 \cdot 10 \cdot 20 + \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot 20^2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot 20^2 \Rightarrow k = 160 \text{ N/m}$$

447. a) Se qualquer atrito pode ser desprezado, a energia mecânica se conserva ao longo de toda a trajetória. Como os pontos **C** e **B** estão no mesmo nível, a energia potencial gravitacional da esfera nesses pontos é a mesma, logo, a energia cinética também é a mesma, portanto, o módulo da velocidade da esfera nesses dois pontos também é o mesmo.

b) Veja a figura:



Em **B** a esfera está sujeita à aceleração da gravidade, $\vec{g}$, que é o componente tangencial $\vec{a}_t$ da sua aceleração $\vec{a}$, orientado verticalmente para baixo. Logo, $\vec{a}_t = \vec{g}$.

O componente centrípeto, $\vec{a}_c$, está orientado horizontalmente, para o centro da circunferência. Seu módulo é $a_c = \frac{v_c^2}{r}$ e $\vec{v}_c$

pode ser obtido pelo Princípio da Conservação da Energia Mecânica aplicado aos pontos **A** e **C**, em relação ao ponto mais baixo da trajetória circular:

$$E_{p_{gA}} + E_{c_A} = E_{p_{gC}} + E_{c_C} \Rightarrow mgh_A + 0 = mgh_C + \frac{1}{2}mv_C^2$$

Sendo $h_A = 2r$ e $h_C = r$, temos:

$$2gr = gr + \frac{1}{2}v_C^2 \Rightarrow v_C^2 = 2gr$$

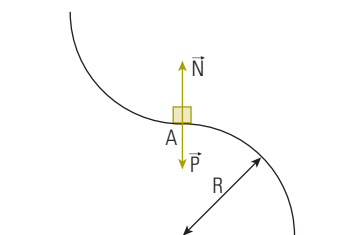
Logo, o módulo do componente centrípeto da aceleração da esfera é:

$$a_c = \frac{v_C^2}{r} = \frac{2gr}{r} \Rightarrow a_c = 2g$$

448. Para que o bloco não abandone a trajetória sobre o trilho inferior, é preciso que, ao passar pelo ponto **A**, a resultante das forças que atuam sobre o bloco seja igual à força centrípeta $\vec{F}_c$ que o mantém descrevendo a circunferência de raio **R**, à qual pertence esse arco, ou seja, uma força centrípeta cujo módulo seja

$$F_c = m \cdot \frac{v_A^2}{R} \quad (I), \text{ em que } v_A \text{ é o módulo da velocidade do bloco}$$

ao passar por **A**. Veja a figura:



As forças que atuam sobre o bloco nesse ponto são o peso $\vec{P}$ do bloco e a reação normal $\vec{N}$, que não é igual ao peso em módulo porque o bloco não está sobre um plano horizontal. Para que o bloco se mantenha sobre o trilho é preciso que, em módulo, $P = N = F_c$.

A situação-limite ocorre quando $N = 0$, ou seja, quando o bloco passa por **A** sem encostar no trilho, mas também sem destacar-se dele. Nesse caso, temos:

$$P = F_c \Rightarrow F_c = mg \quad (\text{II})$$

De (I) e (II), temos:

$$m \cdot \frac{v_A^2}{R} = mg \Rightarrow v_A^2 = Rg \Rightarrow v_A = \sqrt{Rg} \quad (\text{III})$$

Essa é, portanto, a velocidade máxima com que o bloco passa por **A** sem abandonar o trilho.

Aplicando agora o Princípio da Conservação da Energia Mecânica ao trecho entre o ponto de altura **h**, em que o bloco é abandonado, e o ponto **A**, de altura **R**, temos:

$$E_{p_h} + E_{c_h} = E_{p_A} + E_{c_A} \Rightarrow mgh + 0 = mgR + \frac{1}{2}mv_A^2$$

Mas, sendo $v_A^2 = Rg$ e voltando à expressão acima, temos:

$$mgh = mgR + \frac{1}{2}mRg \Rightarrow h = R + \frac{1}{2}R \Rightarrow h = \frac{3R}{2}$$

Resposta: alternativa **c**.

449. Supondo que a força, cujo módulo **F** (N) está representado no gráfico, é a força resultante sobre o bloco, o trabalho dessa força, τ_F , é igual à "área sob a curva" nesse gráfico. Nesse caso, temos a área de um trapézio, $A_T = \frac{(B + b)h}{2}$, portanto:

$$\tau_F = \frac{(30 + 10)20}{2} \Rightarrow \tau_F = 400 \text{ J}$$

Aplicando agora o Teorema da Energia Cinética, $\tau_F = \Delta E_c$, para o trecho $x = 0$ a $x = 30$ m, sendo $v_0 = 0$, para $x = 0$, podemos determinar a velocidade final nesse trecho, v_{30} .

Sendo $m = 0,5$ kg, temos:

$$\tau_F = E_{c_{30}} - E_{c_0} \Rightarrow \tau_F = \frac{1}{2}mv_{30}^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 400 = \frac{1}{2} \cdot 0,5v_{30}^2 - 0 \Rightarrow v_{30} = 40 \text{ m/s}$$

450. A bola foi abandonada de uma altura de 2,0 m, a sua energia mecânica inicial era a energia potencial gravitacional a essa altura, ou seja, $E_{M_0} = mg \cdot 2,0$.

Se, na volta, ela atinge uma altura de 1,5 m, a sua energia mecânica final torna-se a energia potencial gravitacional a essa altura final, ou seja, $E_M = mg \cdot 1,5$. Logo, a perda de energia mecânica é:

$$\Delta E_M = E_M - E_{M_0} \Rightarrow \Delta E_M = mg \cdot 1,5 - mg \cdot 2,0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta E_M = -mg \cdot 0,5$$

A perda percentual é dada por:

$$\frac{\Delta E_M}{E_{M_0}} = \frac{mg \cdot 0,5}{mg \cdot 2,0} \Rightarrow \frac{\Delta E_M}{E_{M_0}} = 0,25 \text{ ou } 25\%$$

Resposta: alternativa **d**.

451. a) No início da primeira oscilação, a energia mecânica, E_{M_0} , da esfera de massa $m = 0,20$ kg é igual à sua energia potencial gravitacional, $E_{p_{g_0}}$, na altura $h_0 = 0,48$ m, de onde ela é abandonada, ou seja:

$$E_{M_0} = E_{p_{g_0}} \Rightarrow E_{M_0} = mgh_0 \Rightarrow E_{M_0} = 0,20 \cdot 10 \cdot 0,48 \Rightarrow E_{M_0} = 0,96 \text{ J}$$

No final da primeira oscilação, a energia mecânica, E_M , da esfera é igual à sua energia potencial gravitacional, E_{p_g} , na altura máxima que ela atinge, $h = 0,45$ m, ou seja:

$$E_M = E_{p_g} \Rightarrow E_M = mgh \Rightarrow E_{M_0} = 0,20 \cdot 10 \cdot 0,45 \Rightarrow E_{M_0} = 0,90 \text{ J}$$

Logo, o trabalho realizado pelos atritos, τ_a , nessa oscilação, é igual à energia dissipada, ΔE_M , portanto:

$$\tau_a = \Delta E_M \Rightarrow \tau_a = E_M - E_{M_0} \Rightarrow \tau_a = 0,90 - 0,96 \Rightarrow \tau_a = -0,06 \text{ J}$$

- b) Como a tensão no fio atua sempre perpendicularmente ao deslocamento da esfera, o seu trabalho é nulo.

452. Do Teorema da Energia Cinética, $\tau_F = \Delta E_c$, sendo $m = 4$ kg, $v_0 = 5$ m/s e $v = 10$ m/s, podemos determinar o trabalho da força resultante nesse trecho, τ_F :

$$\tau_F = E_c - E_{c_0} \Rightarrow \tau_F = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tau_F = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 10^2 - \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 5^2 \Rightarrow \tau_F = 150 \text{ J}$$

453. Do Princípio da Conservação da Energia Mecânica, adotando **y** como nível de referência, podemos escrever:

$$E_{p_{g_x}} + E_{c_x} = E_{p_{g_y}} + E_{c_y} \Rightarrow mgh_x + 0 = 0 + \frac{1}{2}mv_y^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_y = \sqrt{2gh_x}$$

Sendo $h_x = 1,8$ m e adotando $g = 10$ m/s², temos:

$$v_y = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,8} \Rightarrow v = 6,0 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa **c**.

454. a) Aplicando o Princípio da Conservação da Energia Mecânica aos pontos **J** e **L** em relação ao ponto **C** (nível de referência), temos:

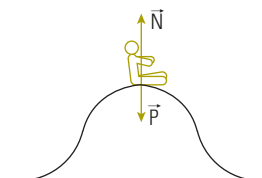
$$E_{p_{g_J}} + E_{c_J} = E_{p_{g_L}} + E_{c_L} \Rightarrow mgh_J + 0 = mgh_L + \frac{1}{2}mv_L^2$$

Sendo $h_J = 7,2$ m, $h_L = R = 5,4$ m e $g = 10$ m/s², podemos calcular a velocidade v_L da criança ao passar por **L**:

$$m \cdot 10 \cdot 7,2 = m \cdot 10 \cdot 5,4 + \frac{1}{2}mv_L^2 \Rightarrow v_L = \sqrt{36} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_L = 6,0 \text{ m/s}$$

- b) A resultante das forças que atuam sobre a criança no ponto **L** do tobogã, como mostra a figura, é igual ao módulo da força centrípeta, **F_c**. Logo, $F_c = P - N$, em que

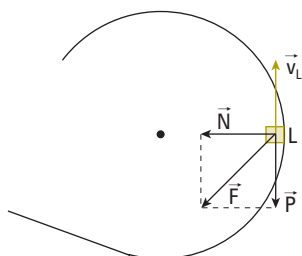


$\vec{P}$ é o peso da criança de massa $m = 15 \text{ kg}$ e $\vec{N}$ é o módulo da força de reação exercida pelo tobogã sobre a criança e o módulo da força centrípeta é $F_c = \frac{v_L^2}{R}$. Substituindo na relação acima, temos:

$$m \cdot \frac{v_L^2}{R} = mg - N \Rightarrow N = 15 \cdot 10 - 15 \cdot \frac{6,0^2}{5,4} \Rightarrow N = 50 \text{ N}$$

Portanto, como indica a figura acima, a força $\vec{N}$ exercida pelo tobogã sobre a criança é vertical para cima e tem módulo $N = 50 \text{ N}$.

455. a) Veja a figura:



Ela mostra a direção e o sentido da velocidade $\vec{v}_L$ do bloco ao passar por L , vertical para cima. Para determinar o módulo dessa velocidade podemos aplicar o Princípio da Conservação da Energia Mecânica ao ponto em que o bloco é solto, à altura $h = \frac{R}{2}$, e ao ponto L , em relação ao nível de referência C (raio da circunferência). Assim, temos:

$$E_{p_{q_0}} + E_{c_0} = E_{p_{q_L}} + E_{c_L} \Rightarrow mgh + 0 = 0 + \frac{1}{2}mv_L^2 \Rightarrow mg \cdot \frac{R}{2} = \frac{1}{2}mv_L^2 \Rightarrow v_L = \sqrt{gR}$$

b) Ao passar por L o bloco está sujeito à força peso $\vec{P}$ e à reação $\vec{N}$ da pista que gera a aceleração centrípeta do bloco. Essas duas forças admitem como resultante a força $\vec{F}$. Veja a figura acima.

Para determinar o módulo de $\vec{F}$ é preciso determinar o módulo de $\vec{N}$. Como $\vec{N}$ é a força centrípeta que atua sobre o bloco, sendo $v_L = \sqrt{gR}$ a velocidade do bloco nesse ponto, podemos escrever:

$$N = m \cdot \frac{v_L^2}{R} \Rightarrow N = m \frac{gR}{R} \Rightarrow N = mg$$

Logo, $\vec{P}$ e $\vec{N}$ têm o mesmo módulo, igual a mg , portanto, do Teorema de Pitágoras, podemos encontrar o módulo da resultante $\vec{F}$:

$$F^2 = P^2 + N^2 \Rightarrow F^2 = (mg)^2 + (mg)^2 = F = mg\sqrt{2}$$

É fácil concluir da figura que o ângulo que $\vec{F}$ forma com a horizontal é de 45° .

456. A função $F = -kx$ exprime uma força elástica que atua no sentido oposto ao eixo das abscissas, portanto a partícula tem uma energia potencial elástica, E_p . Supondo que a partícula se movimenta nesse eixo, na direção horizontal, a energia potencial gravitacional não se altera. Se não houver perdas, a energia mecânica também não se altera.

Observação: A rigor, não é possível responder a essa questão com o enunciado fornecido, extremamente impreciso. Não está claro nem mesmo a que energia potencial o examinador está se referindo.

Resposta: alternativa a.

457. A energia mecânica inicial do bloco é igual à energia potencial gravitacional que ele tem no ponto A , a uma altura $h = \frac{3L}{4}$ da parte central plana. Logo:

$$E_M = E_{p_{q_A}} \Rightarrow E_M = mgh \Rightarrow E_M = mg \cdot \frac{3L}{4} \quad (I)$$

Como só há atrito na parte central plana da pista, o bloco só perde energia cada vez que passa por ela, na ida e na volta.

Essa energia dissipada é igual ao trabalho realizado pela força de atrito entre o bloco e essa parte da pista. Da definição de trabalho de uma força, $\tau_f = Fd \cdot \cos \alpha$, o trabalho realizado pela força de atrito, de módulo f_a , cada vez que o bloco atravessa essa parte da pista de comprimento L , é:

$$\tau_{f_a} = f_a L \cdot \cos 180^\circ = -f_a L$$

Mas, nesse caso, $f_a = N\mu$, em que $N = P = mg$ e $\mu = 0,10$. Logo:

$$f_a = mg\mu \Rightarrow f_a = 0,10 mg$$

E o trabalho da força de atrito é:

$$\tau_{f_a} = -0,10 mgL \quad (II)$$

Para que toda a energia mecânica inicial seja consumida é preciso que esse trabalho seja realizado um número n de vezes até que, em módulo, $n\tau_{f_a} = E_M$. De (I) e (II), obtemos:

$$n(0,10 mgL) = mg \cdot \frac{3L}{4} \Rightarrow n = 7,5$$

Logo, o bloco percorrerá a pista sete vezes, parando na metade da pista na oitava vez.

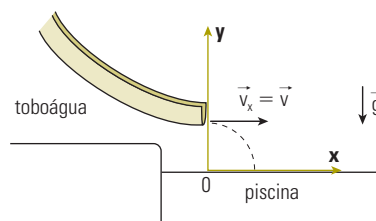
458. I) Correto.

II) Errado. Parte da energia do bloco se mantém e parte é transferida à estaca.

III) Correto. A potência de uma máquina é tanto maior quanto menor for o tempo que ela gasta para realizar um determinado trabalho.

Resposta: alternativa d.

459. a) Considerando desprezível a resistência do ar, podemos determinar a velocidade com que a criança abandona o tobogã com as funções do lançamento horizontal, em que $v_{0_y} = 0$. A abscissa x é dada pela função $x = v_x t$ e a ordenada y , pela função $y = y_0 - \frac{1}{2}gt^2$, em relação ao referencial da figura:



Assim, a criança atinge a superfície da piscina no instante t em que $y = 0$, sendo $y_0 = 1,25$ m e $g = 10$ m/s². Temos portanto:

$$0 = 1,25 - \frac{1}{2} 10t^2 \Rightarrow t = 0,50s$$

Sendo $x = 1,5$ m, da função $x = v_x t$, temos:

$$1,5 = v_x \cdot 0,50 \Rightarrow v_x = 3,0 \text{ m/s}$$

que é a velocidade horizontal, $\mathbf{v}$, com que a criança deixa o tobogã.

- b) A energia mecânica inicial, E_{M_0} , que a criança tinha no alto do tobogã, em relação ao nível mais baixo, em que ela o abandona, é a sua energia potencial gravitacional, E_{p_g} , em relação a esse nível. Nesse caso, $h = 4,0$ m e, sendo $m = 50$ kg a massa da criança, temos:

$$E_{M_0} = E_{p_g} \Rightarrow E_{M_0} = mgh \Rightarrow E_{M_0} = 50 \cdot 10 \cdot 4,0 \Rightarrow E_{M_0} = 2000 \text{ J}$$

A energia mecânica final, E_M , com que a criança chega no ponto mais baixo do tobogã é a energia cinética, E_c , com que ela o abandona, pois em relação a esse nível a energia potencial gravitacional é nula. Logo, sendo $v = 3,0$ m/s a velocidade da criança nesse ponto, temos:

$$E_M = E_c \Rightarrow E_M = \frac{1}{2} mv^2 \Rightarrow E_M = \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot 3,0^2 \Rightarrow E_M = 225 \text{ J}$$

Portanto, a energia dissipada no tobogã é:

$$\Delta E_M = E_M - E_{M_0} \Rightarrow \Delta E_M = 225 - 2000 \Rightarrow \Delta E_M = -1775 \text{ J}$$

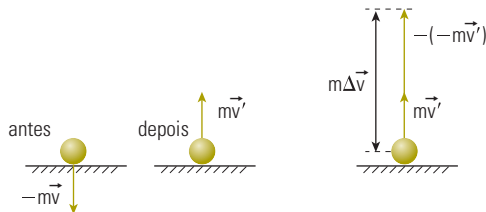
460. A velocidade da bola ao atingir o solo pode ser obtida pela "equação" de Torricelli, aplicada ao movimento de queda livre, $v^2 = v_0^2 - 2g(y - y_0)$. Sendo $v_0 = 0$, $g = 10$ m/s², $y = 0$ e $y_0 = 3,2$ m, temos:

$$v^2 = 0^2 - 2 \cdot 10(0 - 3,2) \Rightarrow v = -8,0 \text{ m/s}$$

O sinal negativo se deve ao sentido da velocidade orientado para baixo. Na volta, a bola atinge uma altura máxima $y = 1,8$ m, quando $v = 0$. Aplicando novamente a "equação" de Torricelli, obtemos a velocidade inicial na volta, que é a velocidade $\mathbf{v}'$ da bola depois do choque:

$$0^2 = v'^2 - 2 \cdot 10(1,8 - 0) \Rightarrow v' = 6,0 \text{ m/s}$$

Como as velocidades têm a mesma direção, o módulo variação da quantidade de movimento, $\Delta \mathbf{p}$, pode ser obtido algebricamente. Veja a figura:



Sendo $m = 50$ g = $5,0 \cdot 10^{-2}$ kg, temos:

$$\begin{aligned} \Delta p &= m\Delta v \Rightarrow \Delta p = mv' - mv \Rightarrow \\ \Rightarrow \Delta p &= 5,0 \cdot 10^{-2} \cdot 6,0 - 5,0 \cdot 10^{-2} (-8,0) \Rightarrow \\ \Rightarrow \Delta p &= 3,0 \cdot 10^{-1} + 4,0 \cdot 10^{-1} \Rightarrow \Delta p = 7,0 \cdot 10^{-1} \text{ kg} \cdot \text{m/s} \end{aligned}$$

Sabendo que o impulso da força resultante, $\vec{I} = \vec{F}\Delta t$, é igual à variação da quantidade de movimento, e que nesse caso a força resultante é a força média, $\vec{F}$, que o solo exerce sobre a bola no intervalo de tempo $\Delta t = 0,02$ s em que houve a interação, temos, em módulo:

$$I = \Delta p \Rightarrow \vec{F}\Delta t = \Delta p \Rightarrow \vec{F} \cdot 0,02 = 7,0 \cdot 10^{-1} \Rightarrow \vec{F} = 35 \text{ N}$$

461. O impulso da força resultante, $\vec{I} = \vec{F}\Delta t$, é igual à "área sob a curva" do gráfico $F \times t$. Como se trata da área de um triângulo, temos, em módulo:

$$I = A_{\text{triângulo}} \Rightarrow I = \frac{F_A \cdot 0,10}{2} \quad (I)$$

O impulso é também a variação da quantidade de movimento, em módulo, $I = \Delta p$. Como a bola tem massa $m = 0,050$ kg, atinge a raquete com velocidade $v_0 = 72$ km/h = 20 m/s e volta com a mesma velocidade, no sentido oposto, portanto com $v = -20$ m/s, podemos determinar o impulso pela expressão:

$$\begin{aligned} I &= \Delta p = m\Delta v \Rightarrow I = mv - mv_0 \Rightarrow \\ \Rightarrow I &= 0,050(-20) - 0,050 \cdot 20 \Rightarrow I = -1,0 - 1,0 \Rightarrow \\ \Rightarrow I &= -2,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad (II) \end{aligned}$$

De (I) e (II), em módulo, temos:

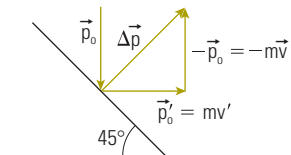
$$\frac{F_A \cdot 0,10}{2} = 2,0 \Rightarrow F_A = 40 \text{ N}$$

462. Basta aplicar a relação entre impulso da força resultante, $\vec{I} = \vec{F}\Delta t$, igual à variação da quantidade de movimento. Nesse caso a força resultante é a força média, $\vec{F}$, que o pé do jogador exerce sobre a bola de massa $m = 0,40$ kg, no intervalo de tempo $\Delta t = 0,05$ s, fazendo com que ela adquira velocidade $v = 25$ m/s a partir do repouso, ou seja, de $v_0 = 0$. Temos, portanto, em módulo:

$$\begin{aligned} I &= \Delta p \Rightarrow \vec{F}\Delta t = m\Delta v \Rightarrow \vec{F}\Delta t = m(v - v_0) \Rightarrow \\ \Rightarrow \vec{F} \cdot 0,05 &= 0,40(25 - 0) \Rightarrow \vec{F} \cdot 0,05 = 10 \Rightarrow \vec{F} = 200 \text{ N} \end{aligned}$$

463. Sabe-se que o impulso da força resultante, $\vec{I} = \vec{F}\Delta t$, é igual à variação da quantidade de movimento $\vec{I} = \Delta \vec{p}$.

Nesse caso, os vetores $\vec{p}_0$, correspondente à quantidade de movimento antes do choque, e $\vec{p}$, correspondente à quantidade de movimento depois do choque, estão em direções perpendiculares entre si, portanto o vetor $\Delta \vec{p}$ é dado pela solução gráfica representada na figura:



- a) As igualdades acima, relacionando $\vec{I}$, $\vec{F}$ e $\Delta \vec{p}$, mostram que todas essas grandezas têm a mesma direção e sentido, logo, a força média, $\vec{F}$, exercida pelo anteparo sobre a bola durante o choque é perpendicular ao anteparo, como indica a figura.

- b) O módulo de $\Delta \vec{p}$, de acordo com a figura, pode ser obtido pelo Teorema de Pitágoras, sendo os catetos os módulos de $\vec{p}$ e $\vec{p}_0$, ambos iguais a mv , pois $v = v$, em módulo. Temos, portanto:

$$\Delta p^2 = p^2 + p_0^2 \Rightarrow \Delta p^2 = (mv)^2 + (mv)^2 \Rightarrow \Delta p = \sqrt{2} mv$$

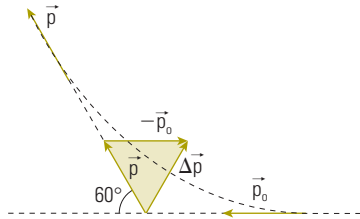
O módulo da força média, $\vec{F}$, é, portanto, igual a:

$$I = \Delta p \Rightarrow \vec{F}\Delta t = \Delta p \Rightarrow \vec{F}\Delta t = \sqrt{2} mv \Rightarrow \vec{F} = \frac{\sqrt{2} mv}{\Delta t}$$

464. Sendo $m = 500 \text{ kg}$ e $v = 50 \text{ km/h} = 14 \text{ m/s}$, constante, os módulos das quantidades de movimento desse automóvel são iguais e valem:

$$p = p_0 = 500 \cdot 14 \Rightarrow p = p_0 = 7000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Sendo iguais, a figura representa os vetores $\vec{p}$ e $\vec{p}_0$, quantidades de movimento final e inicial do automóvel, e $\Delta\vec{p} = \vec{p} - \vec{p}_0$ é um triângulo equilátero.



Portanto, o módulo de $\Delta\vec{p}$ é igual aos módulos de $\vec{p}$ e $\vec{p}_0$, logo, $\Delta p = 7000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Resposta: alternativa d.

465. O editorial está errado. Ele desconhece o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento e não entende adequadamente o Princípio da Ação e Reação. O movimento do foguete é possível pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento porque, se os gases são expelidos com uma determinada quantidade de movimento num sentido, o foguete deve mover-se no sentido oposto, caso contrário a quantidade de movimento do sistema foguete-combustível não se conservaria.

Quanto ao Princípio da Ação e Reação, não há necessidade de existir um corpo externo ao sistema em que a ação deva atuar para que haja reação; daí a impossibilidade argumentada pelo editorial, pois no espaço só existe o vácuo. A força pode ser exercida por uma parte do sistema (ação dos gases da combustão sobre o foguete) sobre outra parte (reação do foguete sobre os gases da combustão).

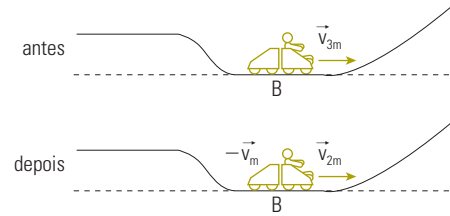
466. a) Errado. O trabalho depende também do deslocamento e do ângulo entre a força e o deslocamento.
b) Errado. Energia é grandeza escalar, portanto não depende da orientação da velocidade.
c) Correto. Na subida a força gravitacional atua no sentido oposto ao deslocamento; na volta, atua no mesmo sentido.
d) Correto. A quantidade de movimento é uma grandeza vetorial se os módulos das velocidades forem iguais; se as orientações forem diferentes, as quantidades de movimento também serão diferentes.
e) Errado. O momento linear é diretamente proporcional à velocidade.
f) Correto. Essa é uma afirmação verdadeira, desde que o sistema seja isolado.

Resposta: alternativas c, d, f.

467. a) Inicialmente, vamos determinar a velocidade com que os dois carrinhos e o rapaz, cada um com massa m , chegam ao ponto B. Pelo Princípio da Conservação da Energia, em relação ao nível B, temos:

$$E_{p_{gA}} + E_{cA} = E_{p_{gB}} + E_{cB} \Rightarrow 3mgh + 0 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 3mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

Essa é a velocidade do conjunto, em B, quando o rapaz empurra o carrinho de trás de tal maneira que ele atinja de novo a posição inicial, a altura h . É fácil concluir que essa velocidade deve ser de novo, $v = \sqrt{2gh}$, mas dirigida para trás. Veja a figura:



Temos portanto, inicialmente, um conjunto de massa $3m$ com velocidade de módulo $v_{3m} = \sqrt{2gh}$ dirigida para a direita. Depois da interação (rapaz empurrando o carrinho de trás) um carrinho de massa m volta com velocidade de módulo $v_m = \sqrt{2gh}$, enquanto o outro de massa total $2m$ continua na mesma direção e sentido com velocidade $\vec{v}_{2m}$, cujo módulo podemos calcular pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento aplicado a essa interação:

$$\begin{aligned} \vec{p}_0 = \vec{p} &\Rightarrow 3mv_{3m} = -mv_m + 2mv_{2m} \Rightarrow \\ &\Rightarrow 3m\sqrt{2gh} = -m\sqrt{2gh} + 2mv_{2m} \Rightarrow \\ &\Rightarrow 4m\sqrt{2gh} = 2mv_{2m} \Rightarrow v_{2m} = 2\sqrt{2gh} \end{aligned}$$

Aplicando de novo o Princípio da Conservação da Energia para o carrinho com o rapaz, em relação ao nível B, podemos determinar a altura H:

$$E_{p_{gB}} + E_{cB} = E_{p_{gH}} + E_{cH} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0 + \frac{1}{2} \cdot 2mv_{2m}^2 = 2mgH + 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 2m(2\sqrt{2gh})^2 = 2mgH \Rightarrow H = 4h$$

- b) Inicialmente a energia mecânica do conjunto era a sua energia potencial gravitacional, $E_{M_0} = 3mgh$. Depois que o rapaz empurrou o carrinho de trás a energia mecânica do conjunto, E_M , pode ser calculada pelas energias potenciais gravitacionais de cada carrinho nos pontos mais altos atingidos, $E_{p_{g_1}} = mgh$ do carrinho que voltou e $E_{p_{g_2}} = 2mgH = 8mgh$ do carrinho com o rapaz. Logo, a energia mecânica final é:

$$E_M = E_{p_{g_1}} + E_{p_{g_2}} \Rightarrow E_M = mgh + 8mgh \Rightarrow E_M = 9mgh$$

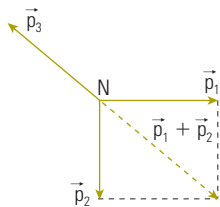
Logo, houve uma variação de energia mecânica do conjunto dada por:

$$\Delta E_M = E_M - E_{M_0} \Rightarrow \Delta E_M = 9mgh - 3mgh \Rightarrow \Delta E_M = 6mgh$$

Portanto a energia mecânica aumentou, graças ao trabalho do rapaz.

468. Como o núcleo estava inicialmente em repouso, a quantidade de movimento total do sistema antes da desintegração era nula. Logo, $\vec{p}_0 = 0$. Mas, pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, $\vec{p}_0 = \vec{p}$. Logo, $\vec{p} = 0$, também.

Como mostra a figura, dentre os vetores sugeridos nas alternativas, o único que anula a quantidade de movimento total depois do choque é o da alternativa **d**.



Resposta: alternativa **d**.

469. Quando solta, a mola empurra a esfera **A**, que, ao abandonar a mola, adquire uma velocidade $\vec{v}_A$ cujo módulo pode ser determinado pelo Princípio da Conservação da Energia.

$$E_{p_{g_0}} + E_{p_{el_0}} + E_{c_{A_0}} = E_{p_g} + E_{p_{el}} + E_{c_A}$$

Sendo nulas as energias potenciais gravitacionais antes e depois, $E_{p_{g_0}}$ e E_{p_g} , a transformação de energias se dá entre a energia potencial elástica da mola, de $k = 100 \text{ N/m}$, e a energia cinética adquirida pela esfera **A**, de massa $m_A = 10 \text{ g} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$.

Temos, portanto:

$$\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 \Rightarrow 100(8,0 \cdot 10^{-3})^2 = 10 \cdot 10^{-3} v_A^2 \Rightarrow v_A = 0,80 \text{ m/s}$$

Essa é, supõe-se, a velocidade com que a esfera **A** se choca com a esfera **B**, de massa $m_B = 12 \text{ g} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$, que estava em repouso antes do choque e adquire velocidade de módulo $v'_B = 0,60 \text{ m/s}$, depois do choque. Pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, temos:

$$\vec{p}_0 = \vec{p} \Rightarrow m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B \Rightarrow 10 \cdot 10^{-3} \cdot 0,80 + 0 = 10 \cdot 10^{-3} v'_A + 12 \cdot 10^{-3} \cdot 0,60 \Rightarrow v'_A = 0,080 \text{ m/s}$$

Da definição de coeficiente de restituição, temos:

$$\varepsilon = \frac{v'_B - v'_A}{v_A - v_B} \Rightarrow \varepsilon = \frac{0,60 - 0,080}{0,80 - 0} \Rightarrow \varepsilon = 0,65$$

Em percentagem o coeficiente de restituição da colisão é de 65%.

470. a) Pelo Princípio da Conservação da Energia aplicado à partícula de massa **m**, no trecho AB, podemos determinar a velocidade v_m dessa partícula, ao chocar-se com a partícula de massa **2m**:

$$E_{p_{g_A}} + E_{c_A} = E_{p_{g_B}} + E_{c_B} \Rightarrow mgh = \frac{1}{2} mv^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_m = \sqrt{2gh_A} \Rightarrow v_m = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,45} \Rightarrow v_m = 3,0 \text{ m/s}$$

Pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, sendo $v_m = 3,0 \text{ m/s}$ e $v_{2m} = 0$ as velocidades das partículas antes do choque, e v'_m e v'_{2m} as velocidades das partículas depois do choque, temos:

$$\vec{p}_0 = \vec{p} \Rightarrow mv_m = mv'_m + 2mv'_{2m} \Rightarrow 3,0 = v'_m + 2v'_{2m} \quad (\text{I})$$

Como o choque é elástico, o coeficiente de restituição é $\varepsilon = 1$, logo, podemos escrever:

$$\varepsilon = \frac{v'_B - v'_A}{v_A - v_B} \Rightarrow 1 = \frac{v'_{2m} - v'_m}{3,0 - 0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v'_{2m} - v'_m = 3,0 \quad (\text{II})$$

De (I) e (II), obtemos $v'_{2m} = 2,0 \text{ m/s}$ e $v'_m = -1,0 \text{ m/s}$.

Com essa velocidade, $v'_{2m} = 2,0 \text{ m/s}$, a partícula de massa **2m** é lançada horizontalmente de uma altura $y = 0,80 \text{ m}$. Admitindo-se desprezível a resistência do ar, ela atinge o solo com uma velocidade $\vec{v}$, cujo módulo do componente horizontal é $v_x = v'_{2m} = 2,0 \text{ m/s}$ e cujo módulo do componente vertical, v_y , pode ser obtido da "equação" de Torricelli, aplicada na direção vertical. Temos, então:

$$v_y^2 = v_{0_y}^2 - 2g\Delta y \Rightarrow v_y^2 = 0^2 - 2 \cdot 10 \cdot 0,80 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_y = -4,0 \text{ m/s}$$

O módulo da velocidade $\vec{v}$ dessa partícula ao atingir o solo pode ser obtido pelo Teorema de Pitágoras:

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v^2 = 2,0^2 + (-4,0)^2 \Rightarrow v = 4,5 \text{ m/s}$$

- b) Aplicando o Princípio da Conservação da Energia à partícula de massa **m**, depois do choque, a partir do ponto **B**, podemos determinar a altura que ela atinge em relação a esse ponto, num ponto **C**, entre os pontos **A** e **B** da rampa.

$$E_{p_{g_B}} + E_{c_B} = E_{p_{g_C}} + E_{c_C} \Rightarrow 0 + \frac{1}{2} mv'^2_m = mgh_C + 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m(-1,0)^2 = m \cdot 10 \cdot h_C \Rightarrow h_C = 0,050 \text{ m}$$

- c) O ponto de impacto da partícula de massa **2m** no solo é a abscissa dessa partícula ao atingir o solo, em relação à vertical que passa pelo ponto em que ela é lançada. Ela pode ser calculada pela função da posição do MRU, $x_{2m} = v_x t$, em que $v_x = v'_{2m} = 2,0 \text{ m/s}$, ou seja:

$$x_{2m} = 2,0t \quad (\text{I})$$

O tempo **t** é o instante em que essa partícula atinge o solo, determinado pela função da posição vertical, num movimento

$$\text{de queda livre } y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} gt^2:$$

$$0 = 0,80 - 5t^2 \Rightarrow t = 0,40\text{s}$$

Voltando em (I), obtemos:

$$x_{2m} = 2,0 \cdot 0,40 \Rightarrow x_{2m} = 0,80 \text{ m} \quad (\text{II})$$

Analogamente, o ponto de impacto da partícula de massa **m** no solo é a abscissa dessa partícula em relação à mesma vertical e pode ser calculada por $x_m = v_x t$, em que $v_x = v'_m = -1,0 \text{ m/s}$ (como não há perda de energia, a partícula volta ao ponto **B** com a mesma velocidade, em módulo, com que partiu depois do choque). Temos, então:

$$x_m = 1,0t \quad (\text{III})$$

Mas, como o tempo de queda não depende da massa, podemos concluir que ele é o mesmo da partícula de massa **2m**, logo, $t = 0,40\text{s}$. Portanto, de (III), obtemos:

$$x_m = 1,0 \cdot 0,40 \Rightarrow x_m = 0,40 \text{ m} \quad (\text{IV})$$

De (II) e (IV), podemos determinar a distância Δx entre esses pontos de impacto:

$$\Delta x = x_{2m} - x_m \Rightarrow \Delta x = 0,80 - 0,40 \Rightarrow \Delta x = 0,40 \text{ m}$$

471. a) Certo. Pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, se as pedras são lançadas para trás, a velocidade do caminhão aumenta. (**Observação:** Esse efeito é imperceptível nesse caso.)
 b) Certo. Pela mesma razão exposta acima, incluindo a observação.
 c) Errado. Pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento o caminhão tenderia a ir para baixo, o que é impossível.
 d) Errado. Pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento o caminhão tenderia a deslocar-se lateralmente, o que o atrito dos pneus com a pista não permite.
 e) Errado. Porque contraria o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.

Resposta: alternativas **a, b**.

472. Pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, considerando o sentido positivo orientado para a direita, podemos escrever:

$$\vec{p}_0 = \vec{p} \Rightarrow 0 = -M_x v_x + M v \Rightarrow M_x v_x = M v$$

Dividindo ambos os termos pelo intervalo de tempo Δt em que ocorre a interação, temos:

$$M_x \cdot \frac{v_x}{\Delta t} = M \cdot \frac{v}{\Delta t}$$

Mas, como a velocidade inicial de ambos os blocos era nula, os valores $\mathbf{v}$ e $\mathbf{v}_x$ são os módulos das variações de velocidade de ambos os blocos nos intervalos de tempo Δt , ou seja, são as acelerações médias desses blocos nesses intervalos de tempo. Logo, podemos escrever:

$$M_x a_x = M a$$

Sendo $M = 1,0 \text{ kg}$, $a = 2,0 \text{ m/s}^2$ e $a_x = -1,0 \text{ m/s}^2$, em módulo, temos:

$$M_x \cdot 1,0 = 1,0 \cdot 2,0 \Rightarrow M_x = 2,0 \text{ kg}$$

Resposta: alternativa **d**.

473. Pelo Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, considerando o sentido positivo orientado no sentido do movimento dos corpos, temos:

$$\vec{p}_0 = \vec{p} \Rightarrow m_x v_x + m_y v_y = (m_x + m_y) v \Rightarrow 2,0 \cdot 20 + 3,0 \cdot 15 = (2,0 + 3,0) v \Rightarrow v = 17,0 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa **e**.

474. a) Correto. Para que a Lua execute seu movimento orbital em torno da Terra a resultante das forças que atua sobre a Lua deve apontar sempre para a Terra.
 b) Correto. O sentido do movimento em cada ponto é sempre perpendicular ao sentido do campo gravitacional nesse ponto.
 c) Errado. Nas órbitas circulares, a força gravitacional é sempre perpendicular à trajetória, por isso não realiza trabalho.
 d) Correto. Pode-se dizer também que a Lua está em órbita porque está sempre "caindo" na Terra.

475. a) Se um observador vê o satélite **B** passar pela mesma posição, numa vertical sobre ele, há duas hipóteses para que isso aconteça. A primeira, supondo que a velocidade angular do satélite é menor do que a da Terra. Nesse caso, depois da primeira observação, o satélite vai ficando para trás, em relação à vertical que passa pelo observador até que, dois dias ou

48h depois, o observador volte a ver o satélite, ou seja, a vertical que passa pelo observador "alcança" de novo o satélite. Conclui-se, portanto, nesse caso, que o período do satélite **B**

é $T_B = 48\text{h}$ e a sua velocidade angular, dada por $\omega = \frac{2\pi}{T}$, é:

$$\omega_B = \frac{2\pi}{48} \Rightarrow \omega_B = \frac{\pi}{24} \text{ rad/h}$$

A segunda hipótese supõe que a velocidade angular do satélite é maior do que a da Terra. Nesse caso, depois da primeira observação, o satélite vai à frente, em relação à vertical que passa pelo observador até que, dois dias ou 48h depois, o observador volte a ver o satélite, ou seja, o satélite "alcança" a vertical que passa pelo observador. Como a velocidade angular do satélite é maior que a da Terra, ele deve dar mais de uma volta em torno da Terra entre essas observações. Isso significa que ele passa sobre o observador mais de uma vez, mas o observador só consegue ver o satélite depois de 48h. Para que isso seja possível, nas vezes anteriores o satélite deve passar sobre o observador de dia. Podemos concluir, por exclusão, que nesse caso o satélite deve dar três voltas em torno da Terra em 48h. Não pode ser uma volta porque cairíamos na situação anterior, em que o satélite tem velocidade angular menor que a Terra. Não podem ser duas, porque nesse caso ele seria estacionário, teria a mesma velocidade angular da Terra e estaria sempre sobre o observador. Não podem ser quatro ou mais, porque nesse caso o período seria de 12h ou menos, e numa mesma noite ele poderia ser visto duas vezes. Logo, só podem ser três, ou seja, o satélite dá uma volta a cada 16h. Nesse caso ele pode ser visto, por exemplo, às 23h de um dia; passa de novo, pela primeira vez, sobre o observador às 15h do dia seguinte, de dia portanto; passa de novo, pela segunda vez, às 7h da manhã do segundo dia e, finalmente, passa de novo pelo observador, pela terceira vez, às 23h do segundo dia.

Conclui-se, portanto, que nesse caso o período do satélite **B**

é $T'_B = 16\text{h}$ e a sua velocidade angular, $\omega = \frac{2\pi}{T}$, é:

$$\omega_B = \frac{2\pi}{16} \Rightarrow \omega_B = \frac{\pi}{8} \text{ rad/h}$$

- b) Da Terceira Lei de Kepler, $T^2 = k r^3$, temos, para o satélite estacionário cujo período é $T_A = 24\text{h}$ e o raio da órbita é $\mathbf{R}_A$:

$$24^2 = k R_A^3 \quad (\text{I})$$

Para as duas possibilidades do satélite **B**, temos:

$$48^2 = k R_B^3 \quad (\text{II})$$

$$16^2 = k R_B'^3 \quad (\text{III})$$

De (I) e (II), obtemos $k R_B^3 = 4 k R_A^3$; de (I) e (III), obtemos

$$R_B'^3 = \frac{4}{9} R_A^3$$

476. Da Lei da Gravitação Universal, sendo $\mathbf{M}_S$ a massa do Sol, $\mathbf{M}_T$ a massa da Terra e $\mathbf{r}_{ST}$ o raio médio da órbita da Terra em torno do Sol, sabemos que o módulo da força $\mathbf{F}_{ST}$ de interação entre o Sol e a Terra é dado por:

$$F_{ST} = G \cdot \frac{M_S M_T}{r_{ST}^2} \quad (\text{I})$$

em que $\mathbf{G}$ é a constante gravitacional universal.

Se o imaginário Terra Mirim tem massa $M_t = 0,5 M_T$ e a mesma órbita da Terra, portanto o mesmo raio médio, $r_{ST} = r_{St}$, substi-

tuindo na expressão acima, obtemos a intensidade da força de interação entre o Sol e Terra Mirim, F_{St} :

$$F_{St} = G \cdot \frac{M_s M_t}{r_{St}^2} \Rightarrow F_{St} = G \cdot \frac{M_s \cdot 0,5 M_T}{r_{ST}^2} \quad (II)$$

De (I) e (II), concluímos que $F_{St} = 0,5 F_{ST}$, ou seja, a interação entre o Sol e Terra Mirim tem a metade da intensidade da interação entre o Sol e a Terra.

Resposta: alternativa **c**.

477. De acordo com a Lei da Gravitação Universal, o módulo da aceleração da gravidade na superfície de um corpo celeste esférico pode ser obtido com o auxílio da expressão $g = G \cdot \frac{M}{r^2}$, em

que M é a massa do corpo celeste, r é o seu raio e G a constante gravitacional universal.

Assim, sabendo que Marte tem massa $M = 3,6 \cdot 10^{23}$ kg, raio $r = \frac{5,0 \cdot 10^6}{2} = 2,5 \cdot 10^6$ m e $g_M = 3,9$ m/s², podemos obter o valor de G a partir da expressão acima:

$$3,9 = G \cdot \frac{3,6 \cdot 10^{23}}{(2,5 \cdot 10^6)^2} \Rightarrow G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$$

Agora, sabendo que a Lua tem massa $M = 7,4 \cdot 10^{22}$ kg e raio $r = \frac{3,4 \cdot 10^6}{2} = 1,7 \cdot 10^6$ m, podemos obter o valor de g_L , aceleração da gravidade na superfície da Lua:

$$g_L = 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{7,4 \cdot 10^{22}}{(1,7 \cdot 10^6)^2} \Rightarrow g_L = 1,7 \text{ m/s}^2$$

Resposta: alternativa **c**.

478. a) Correto. O valor do acréscimo no módulo de g , Δg , produzido por esse depósito de massa M , pode ser obtido pela Lei da Gravitação Universal, com o auxílio da expressão $g = G \cdot \frac{M}{r^2}$,

em que $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$,
 $M = 500\,000\,000 \text{ t} = 5,0 \cdot 10^{11} \text{ kg}$ e $r = 200$ m.

Temos, portanto:

$$\Delta g = 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,0 \cdot 10^{11}}{200^2} \Rightarrow \Delta g = 8,4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^2$$

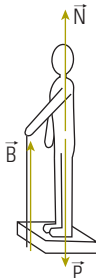
Menor, portanto, que $0,001 \text{ m/s}^2$.

- b) Correto. Observe que, na abscissa correspondente à posição aproximada do centro geométrico da crosta, a aceleração da gravidade tem a sua maior redução. Note que o valor de g diminui nessa região porque a densidade da crosta é menor do que a do manto. E, nessa região, podemos considerar que a crosta substitui o manto, diminuindo portanto a massa que estaria contida nesse local se ele fosse constituído pelo manto.
- c) Errado. Não há como distinguir por mensuração a massa gravitacional da massa inercial, resultante da rotação da Terra, por exemplo.

479. Veja a figura ao lado.

As forças que atuam sobre a pessoa são o peso $\vec{P}$, exercido pela Terra, a reação $\vec{N}$ exercida pela balança e a reação $\vec{B}$ exercida pelo chão sobre a bengala. Como a pessoa está em equilíbrio, a resultante dessas forças é nula, logo, da figura, podemos escrever:

$$P - N - B = 0 \quad (I)$$



- a) Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$ e a massa da pessoa $m = 68 \text{ kg}$, o módulo do peso da pessoa é $P = mg = 68 \cdot 10 = 680 \text{ N}$. A marcação da balança é o módulo da força que ela exerce sobre a pessoa, portanto $N = 650 \text{ N}$. Logo, de (I), obtemos o módulo da força que a bengala exerce sobre a pessoa:

$$680 - 650 - B = 0 \Rightarrow B = 30 \text{ N}$$

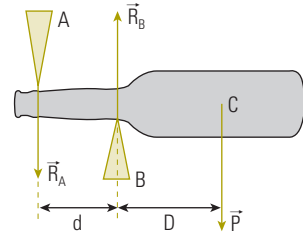
- b) O módulo da força que a balança exerce sobre a pessoa, como vimos, é $N = 650 \text{ N}$. Seu sentido, como está representado na figura, é vertical para cima.

480. Como o sistema está em equilíbrio, o somatório dos momentos das forças em relação ao ponto fixo indicado na figura é nulo. Temos então:

$$+F_1 \cdot 4 - F_2 \cdot 32 = 0 \Rightarrow +F_1 \cdot 4 - 5 \cdot 32 = 0 \Rightarrow F_1 = 40 \text{ kgf}$$

Resposta: alternativa **e**.

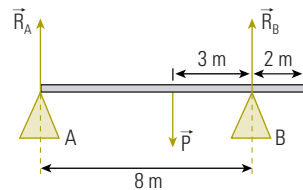
481. Veja a figura:



482. Como a garrafa está em equilíbrio, o somatório dos momentos das forças em relação ao suporte **B**, de acordo com a figura, é nulo. Portanto:

$$+R_A d - P D = 0 \Rightarrow R_A \cdot 12 = 1,4 \cdot 18 \Rightarrow R_A = 2,1 \text{ kgf}$$

Como a barra é homogênea, seu peso está localizado no centro geométrico, determinado por simetria. Assim, as forças que atuam sobre a barra estão indicadas na figura:



Como a barra de peso $\vec{P}$, de módulo $P = 200 \text{ N}$, está em equilíbrio, a resultante das forças que atuam sobre ela é nula. Logo, para o módulo dessas forças na direção vertical podemos escrever:

$$R_A + R_B - P = 0 \Rightarrow R_A + R_B = 200 \quad (I)$$

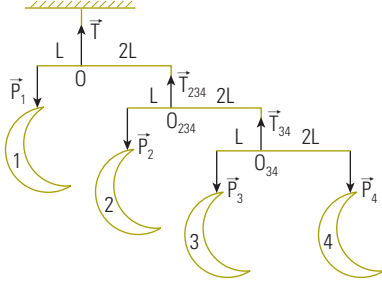
Pela mesma razão, o somatório dos momentos das forças em relação ao suporte **B**, de acordo com a figura, é nulo. Portanto:

$$-R_A \cdot 8 + P \cdot 3 = 0 \Rightarrow R_A \cdot 8 = 200 \cdot 3 \Rightarrow R_A = 75 \text{ N}$$

Voltando em (I), temos:

$$75 + R_B = 200 \Rightarrow R_B = 125 \text{ N}$$

483. Na figura estão representadas as forças que atuam no móvel, sendo $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$ e $\vec{P}_4$ os módulos dos pesos das luas correspondentes, em equilíbrio.



Aplicando a Segunda Condição de Equilíbrio (o somatório dos momentos das forças de um sistema em relação a qualquer ponto é nulo) ao conjunto 3-4, em relação ao ponto de sustentação, O_{34} , temos:

$$P_3 L - P_4 \cdot 2L = 0 \Rightarrow P_3 = 2P_4$$

Sendo $m_4 = 10 \text{ g} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$, e g o módulo da aceleração da gravidade, temos:

$$P_4 = mg \Rightarrow P_4 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ g} \text{ e } P_3 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

Aplicando a Primeira Condição de Equilíbrio (a resultante das forças de um sistema em equilíbrio é nula) podemos determinar T_{34} , módulo da tração no fio que sustenta as luas 3 e 4:

$$T_{34} = P_3 + P_4 \Rightarrow T_{34} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ g} + 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ g} \Rightarrow T_{34} = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

Analogamente, para o sistema 2-3-4, em que a tração $\vec{T}_{34}$ atua no sentido oposto ao sistema 34, temos, em relação ao ponto O_{234} :

$$P_2 L - T_{34} \cdot 2L = 0 \Rightarrow P_2 = 2T_{34} \Rightarrow P_2 = 6,0 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

E, para o módulo da tração $\vec{T}_{234}$, temos:

$$T_{234} = P_2 + T_{34} \Rightarrow T_{234} = 6,0 \cdot 10^{-2} \text{ g} + 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ g} \Rightarrow T_{234} = 9,0 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

E, finalmente, para o sistema 1-2-3-4, temos:

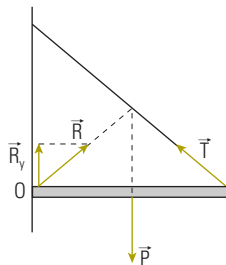
$$P_1 L - T_{234} \cdot 2L = 0 \Rightarrow P_1 = 2T_{234} \Rightarrow P_1 = 18 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

Mas:

$$P_1 = m_1 g \Rightarrow P_1 = 18 \cdot 10^{-2} \text{ g} \Rightarrow m_1 = 18 \cdot 10^{-2} \text{ kg} = 180 \text{ g}$$

Resposta: alternativa a.

484. Para que haja equilíbrio a resultante das forças $\vec{P}$ (peso da barra), $\vec{T}$ (tração no fio) e $\vec{R}$ (força exercida pela articulação O sobre a barra) deve ser nula. Logo, como mostra a figura, $\vec{R}$ deve ser inclinada para a direita e para cima. Portanto, deve ter um componente vertical diferente de zero e dirigido para cima.



485. **Resposta:** alternativa a.

Como o volume do cone é um terço do volume do cilindro de mesma base e altura, o volume de **A** é um terço do volume de **B**. Logo, a massa e o peso da água contidos em **A** também são um terço da massa e do peso da água contidos em **B**.

Mas, como a altura máxima da coluna de água em ambos os recipientes é a mesma, a pressão sobre as bases de ambos os recipientes é a mesma.

Resposta: alternativa b.

486. A força exercida no fundo do vaso pela presença dos líquidos é, em módulo, $F = p_L S$, em que p_L é a pressão total exercida pelos líquidos sobre a base do vaso e S é a área da base.

Sabe-se que a pressão no ponto mais baixo da coluna de um determinado líquido de altura h é $p_L = dgh$, em que d é a densidade do líquido e g a aceleração da gravidade. Como a pressão é uma grandeza escalar, podemos somar algebricamente as pressões, p_1 , p_2 e p_3 dos líquidos:

- 1, de densidade $d_1 = 1,5 \text{ g/cm}^3 = 1,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e $h_1 = 2,0 \text{ cm} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$;
- 2, de densidade $d_2 = 2,0 \text{ g/cm}^3 = 2,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e $h_2 = 4,0 \text{ cm} = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$;
- 3, de densidade $d_3 = 4,0 \text{ g/cm}^3 = 4,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e $h_3 = 6,0 \text{ cm} = 6,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.

Portanto, podemos escrever:

$$p_L = p_1 + p_2 + p_3 \Rightarrow p_L = d_1 g h_1 + d_2 g h_2 + d_3 g h_3 \Rightarrow p_L = 1,5 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 2,0 \cdot 10^{-2} + 2,0 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 4,0 \cdot 10^{-2} + 4,0 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 6,0 \cdot 10^{-2} \Rightarrow p_L = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

Mas, como $F = p_L S$, sendo $S = 20 \text{ cm}^2 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ a área da base inferior do vaso, temos:

$$F = 3,5 \cdot 10^3 \cdot 2,0 \cdot 10^{-3} \Rightarrow F = 7,0 \text{ N}$$

Resposta: alternativa d.

487. I) Correto. Quanto maior a altitude de um lugar, menor a densidade do ar e menor a altura da camada de ar que está sobre esse lugar.
II) Correto. Quando sugamos o líquido, retiramos antes o ar do interior do canudo, reduzindo a pressão interna. A pressão atmosférica externa, então, empurra o ar para dentro do canudo.
III) Errado. Se o corpo flutua, ele está em equilíbrio. Logo, o módulo de empuxo é igual ao módulo do peso.
IV) Errado. Só podemos afirmar que o módulo do empuxo exercido sobre cada corpo é igual ao módulo do peso de cada corpo. Se os corpos forem homogêneos e maciços, pode-se dizer que a densidade do material de que é feito cada corpo é menor que a densidade do líquido.
V) Correto. A pressão só depende da profundidade do líquido em relação à superfície.

Logo, a sequência correta é VVFFV.

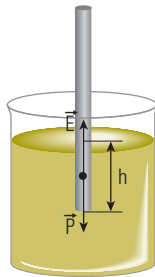
Resposta: alternativa b.

488. a) Errado. As caixas devem ser mais estreitas para serem mais altas, pois a pressão depende da altura; e ficar perto das residências.
b) Correto. O formato que possibilitar maior altura para o mesmo volume é mais eficiente, pela mesma razão do item anterior.
c) Correto. A pressão da água se deve ao seu peso, ou seja, à força da gravidade.
d) Depende. Em repouso não, em movimento sim. A pressão em um líquido só depende do desnível em relação à superfície quando esse líquido está em equilíbrio. Quando se movimenta, ela depende também do diâmetro do cano. A rigor, como um sistema de distribuição de água só tem sentido quando a água flui, essa afirmação deve ser considerada errada.

489. Como ambas as extremidades estão abertas, a pressão atmosférica atuando sobre as superfícies é a mesma, por isso, os pontos **A** e **B** estão no mesmo nível.

Resposta: alternativa **c**.

490. Veja a figura:



Quando o cilindro é imerso na bebida ele deve afundar até ficar em equilíbrio a uma profundidade **h**. Nessas condições, o módulo do peso $\vec{P}$ desse densímetro, correspondente à massa **m** do tubo acrescida à massa **m'** do cilindro, é igual ao módulo do empuxo $\vec{E}$ do líquido, correspondente ao peso do volume **V** do líquido deslocado. Dessa forma podemos relacionar a profundidade **h** com a densidade ρ desse líquido, da seguinte forma:

$$P = E \Rightarrow (m + m')g = \rho Vg \Rightarrow m + m' = \rho V$$

Como o tubo é um cilindro de diâmetro **D**, o volume do líquido deslocado é $V = Dh$, o que nos permite obter o valor da altura **h** em que deve ser gravada a marca para aferir a densidade da bebida.

$$m + m' = \rho Dh \Rightarrow h = \frac{m + m'}{\rho D}$$

491. a) O empuxo é menor no líquido II, pois a esfera é acelerada para baixo. Como o empuxo atua verticalmente para cima e o peso verticalmente para baixo, se a resultante é para baixo é porque o módulo do empuxo é menor do que o módulo do peso.

- b) Como a esfera está flutuando, o módulo do seu peso $\vec{P}$ é igual ao módulo do empuxo $\vec{E}$ que ela sofre do líquido I. Sendo $P = mg$ e $E = d_\ell V_\ell g$, em que d_ℓ e V_ℓ são a massa específica e o volume do líquido deslocado, podemos escrever:

$$P = E \Rightarrow mg = d_\ell V_\ell g \quad (I)$$

Mas, da definição de densidade (massa específica), podemos escrever para a densidade do material da esfera, **d**, de massa **m** e volume **V**:

$$m = dV \quad (II)$$

De (I) e (II), temos:

$$dVg = d_\ell V_\ell g \Rightarrow \frac{V}{V_\ell} = \frac{d}{d_\ell}$$

$$\text{Mas, como } \frac{d}{d_\ell} = 0,8, \text{ temos } \frac{V}{V_\ell} = 0,8 \text{ ou } V = 0,8V_\ell.$$

Portanto, oito décimos do volume da esfera estão imersos no líquido I.

492. Se o peso aparente é três quartos do peso real, podemos concluir que o empuxo da água é igual a um quarto do peso do corpo. Logo, sendo $P = mg$ e $E = d_a V_a g$, em que d_a e V_a são a densidade e o volume da água deslocada, podemos escrever:

$$E = \frac{1}{4}P \Rightarrow d_a V_a g = \frac{1}{4}mg \quad (I)$$

Mas, da definição de densidade, podemos escrever a densidade média, $\bar{d}$, desse objeto de massa **m** e volume **V** da forma:

$$m = \bar{d}V \quad (II)$$

De (I) e (II), sendo $V = V_a$, pois o objeto está inteiramente mergulhado, obtemos:

$$d_a V_a g = \frac{1}{4} \bar{d} V g \Rightarrow \bar{d} = 4d_a$$

Resposta: alternativa **a**.

493. Como o corpo está flutuando, o módulo do seu peso, **P**, é igual ao módulo do empuxo **E** que ele sofre do líquido. Sendo $P = mg$ e $E = \rho_\ell V_\ell g$, em que ρ_ℓ e V_ℓ são a massa específica e o volume do líquido deslocado, podemos escrever:

$$P = E \Rightarrow mg = \rho_\ell V_\ell g \quad (I)$$

Da definição de densidade (massa específica) podemos escrever para a densidade do corpo, **p**, de massa **m** e volume **V**:

$$m = \rho V \quad (II)$$

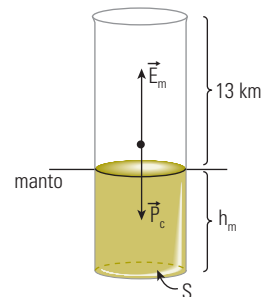
De (I) e (II), sendo $V_\ell = \frac{1}{4}V$, pois apenas um quarto do corpo

fica submerso no líquido de densidade $\rho_\ell = 10 \text{ g/cm}^3$, obtemos:

$$\rho_\ell \cdot \frac{1}{4} V g = \rho V g \Rightarrow \rho = \frac{1}{4} \cdot 10 \Rightarrow \rho = 2,5 \text{ g/cm}^3$$

Resposta: alternativa **a**.

494. Esquematisando as forças no modelo simplificado da figura abaixo, temos:



em que $\vec{P}_c$ é o peso da crosta, $\vec{E}_m$ é o empuxo do manto, **S** é a área da base do cilindro e **h_m** é a altura do cilindro imersa no manto. Como a cadeia de montanhas flutua no manto, podemos escrever em relação aos módulos dessas forças:

$$P_c = E_m \Rightarrow m_c g = \rho_m V_m g \quad (I)$$

Da definição de densidade, podemos escrever para a densidade da crosta, ρ_c , de massa **m_c** e volume **V_c**:

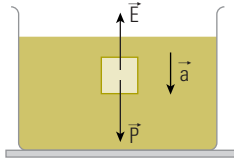
$$m_c = \rho_c V_c \quad (II)$$

De acordo com o modelo simplificado, $V_c = Sh_c$ é o volume do cilindro constituído pela crosta, de altura $h_c = 13 + h_m$, e $V_m = Sh_m$ é a altura do volume do cilindro imerso no manto. Sendo $\rho_c = 2,7 \text{ g/cm}^3$ e $\rho_m = 3,2 \text{ g/cm}^3$, de (I) e (II), obtemos:

$$\rho_c V_c g = \rho_m V_m g \Rightarrow \rho_c Sh_c = \rho_m Sh_m \Rightarrow 2,7(13 + h_m) = 3,2h_m \Rightarrow h_m = 70 \text{ km}$$

Observe que a profundidade do manto é muito maior do que a representada no modelo simplificado.

495. a) Errado. O empuxo depende apenas do líquido deslocado.
 b) Errado. Esse é o valor do empuxo, força que atua verticalmente para cima. Essa é a redução da marcação do dinamômetro em relação à sua marcação com o cubo fora do líquido.
 c) Correto. A balança marca o peso do conjunto recipiente-líquido acrescido da reação correspondente ao empuxo que o líquido exerce sobre o bloco, cujo valor é μgV .
 d) Correto. Rompendo o fio, o corpo começa a descer. Veja a figura:



Desprezando a viscosidade do líquido, de acordo com a Segunda Lei de Newton, podemos escrever:

$$P - E = ma \Rightarrow mg - \mu Vg = ma \Rightarrow a = g \cdot \frac{m - \mu V}{m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = g \left(1 - \mu \cdot \frac{V}{m} \right)$$

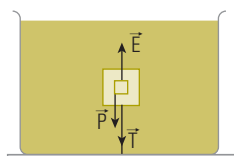
- e) Errado. A pressão no fundo do recipiente é $p_0 + \mu gh$, na região em que o cubo não está em contato com o recipiente. Na região em que o cubo está apoiado, a pressão total p é a soma da pressão atmosférica, p_0 , acrescida da pressão da coluna do líquido que está acima da face superior do cubo, $\mu g(h - A)$, acrescida ainda da pressão devida ao peso do cubo, $\frac{mg}{A^2}$, ou seja, $p = p_0 + \frac{mg}{A^2} + \mu g(h - A)$.

Resposta: alternativas **c, d**.

496. Se a balança está em equilíbrio no vácuo, não há empuxo. Conclui-se que os cubos têm o mesmo peso. Se o ar voltar ao interior da campânula, os cubos passariam a sofrer a ação do empuxo do ar, dirigida verticalmente para cima. Como o empuxo depende do volume do fluido deslocado, o cubo maior, de madeira, sofreria maior empuxo. Logo, a balança inclinaria para a esquerda.

Resposta: alternativa **e**.

497. a) Errado. O volume do bloco, V , é a diferença entre o volume externo, $V_e = 3^3 = 27 \text{ m}^3$ e o volume interno, $V_i = 1^3 = 1 \text{ m}^3$, portanto $V = 26 \text{ m}^3$. Sendo $d = 800 \text{ kg/m}^3$, a massa do bloco é:
 $m = dV \Rightarrow m = 800 \cdot 26 = 2,08 \cdot 10^4 \text{ kg}$
 b) Correto. O empuxo é o peso do volume da água deslocada, $E = d_{\text{água}} V_{\text{água}} g$. Sendo $d_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ e $V_{\text{água}} = V_e = 27 \text{ m}^3$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$, o empuxo da água é:
 $E = 1000 \cdot 27 \cdot 10 \Rightarrow E = 2,7 \cdot 10^5 \text{ N}$
 c) Correto. Veja a figura:



em que $\vec{P}$ é o peso do bloco, $\vec{T}$ a tração no fio e $\vec{E}$ o empuxo da água. Como o bloco está em equilíbrio, podemos escrever:

$$P + T - E = 0 \Rightarrow T = E - P \quad (I)$$

$$\text{Sendo } E = 2,7 \cdot 10^5 \text{ N e } P = mg = 2,08 \cdot 10^4 \cdot 10 = 2,08 \cdot 10^5 \text{ N, temos:}$$

$$T = 2,7 \cdot 10^5 - 2,08 \cdot 10^5 = 6,2 \cdot 10^4 \text{ N}$$

- d) Correto. Nesse caso, o empuxo não varia porque o volume externo do bloco e, portanto, o volume de água deslocada não mudam. Mas o peso do bloco torna-se:

$$P' = (2,08 \cdot 10^4 + 6,2 \cdot 10^3)10 \Rightarrow P' = 2,7 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Logo, voltando em (I), obtemos:

$$T = E - P' \Rightarrow T = 2,7 \cdot 10^5 - 2,7 \cdot 10^5 = 0 \text{ N}$$

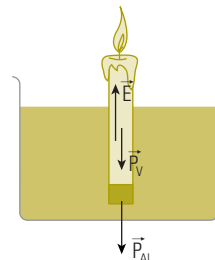
Resposta: alternativas **b, c, d**.

498. a) Correto. A irregularidade do gráfico posição (profundidade) $\times$ tempo permite concluir que a aceleração da esfera varia com o tempo. Logo, a força resultante não é constante.
 b) Errado. A pressão aumenta, mas atua em todas as direções. O volume da esfera diminui, mas ela não se deforma.
 c) Correto. É exatamente isso que ocorre.
 d) Errado. Nesse intervalo de tempo, a profundidade diminui. Logo, a esfera está subindo.
 e) Não há o que dizer dessa afirmação. Não sabemos o que significam esses "efeitos perturbatórios".
499. a) Errado. Se a superfície tem esse formato é porque o recipiente está acelerando para a direita.
 b) Correto. A dissolução do açúcar aumenta a densidade do líquido, aumentando o empuxo sobre o corpo suspenso, o que provoca a diminuição da tração no fio.
 c) Correto. Em relação ao recipiente a aceleração gravitacional do líquido é nula. Portanto a pressão em **A** é igual à pressão em **B**.

Observação: Nesse caso, embora a afirmação esteja correta, a figura está errada. O líquido não se assentaria no recipiente, pois ele não tem peso em relação ao recipiente. Ele deveria soltar-se das paredes do recipiente e assumir a forma de uma grande gota esférica, devido à força de coesão entre as suas moléculas.

- d) Correto. Para isso o peixe regula a sua densidade média, igualando-a à densidade da água.

500. Veja a figura:



Se a vela, com o cilindro preso à sua base, flutua, podemos afirmar que o módulo do peso da vela, P_v , somado ao módulo do peso do cilindro de alumínio, P_{Al} , são iguais ao módulo do empuxo da água, E . Portanto, podemos escrever:

$$P_v + P_{Al} = E \quad (I)$$

Sabe-se que $P_V = m_V g$ e $m_V = d_V V_V$, em que $d_V = 0,7 \text{ g/cm}^3$ é a densidade da vela e V_V é o volume da vela. Como a vela é cilíndrica, sendo S a área de sua seção normal e h_V a sua altura, o seu volume é $V_V = Sh_V$. Logo, o peso da vela pode ser expresso por:

$$P_V = d_V V_V g \Rightarrow P_V = 0,7 S h_V g \quad (\text{II})$$

Da mesma forma, o peso do cilindro maciço de alumínio é $P_{Al} = m_{Al} g$ e $m_{Al} = d_{Al} V_{Al}$, em que $d_{Al} = 2,7 \text{ g/cm}^3$ e V_{Al} é o volume desse cilindro. Sendo $h_{Al} = 1,5 \text{ cm}$ a altura desse cilindro e S a área da sua base, igual à área da base da vela, o volume do cilindro de alumínio é $V = S \cdot 1,5$. Logo, o peso do cilindro pode ser expresso por:

$$P_{Al} = d_{Al} V_{Al} g \Rightarrow P_{Al} = 2,7 \cdot S \cdot 1,5 g \quad (\text{III})$$

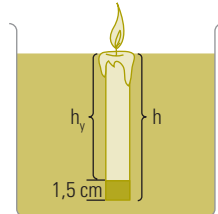
O empuxo da água é o peso da água deslocada e pode ser expresso por $E = d_a V_a g$, em que $d_a = 1,0 \text{ g/cm}^3$ é a densidade da água e V_a é o volume de água deslocada. Sendo h o volume imerso do conjunto vela-alumínio, o volume de água deslocada é $V_a = Sh$. Logo, o empuxo da água pode ser expresso por:

$$E = d_a V_a g \Rightarrow E = 1,0 S h g \quad (\text{IV})$$

Substituindo (II), (III) e (IV) em (I), temos:

$$0,7 S h_V g + 2,7 \cdot S \cdot 1,5 g = 1,0 S h g \Rightarrow 0,7 h_V + 4,05 = 1,0 h \quad (\text{V})$$

Essa expressão deve ser satisfeita quando o conjunto vela-alumínio flutua. Para saber se isso ocorre e até quando ocorre, como pede a questão, observe a figura abaixo. Ela representa a situação-limite de flutuação, quando esse conjunto está prestes a afundar e a vela a apagar:



Verifica-se que, nessa situação-limite, é válida a relação

$$h = h_V + 1,5 \quad (\text{VI})$$

Substituindo (VI) em (V), vem:

$$0,7 h_V + 4,05 = 1,0 (h_V + 1,5) \Rightarrow h_V = 8,5 \text{ cm}$$

Logo, como a vela tem 10 cm de altura, ela de início está flutuando e continuará flutuando até chegar à altura de 8,5 cm.

Como ela queima 3,0 cm por hora, pode-se concluir que em 30 min ela perde 1,5 cm, atingindo a condição-limite antes de apagar-se.

Resposta: alternativa b.

501. Em um corpo em MHS, a velocidade varia senoidalmente com o tempo:

$$v = -\omega A \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Resposta: alternativa a.

502. Ao atingir o ponto de abscissa $-A$, o corpo para e muda o sentido de sua velocidade. Ao mesmo tempo a força elástica restauradora que atua sobre ele é máxima e atua para a direita. Logo, a aceleração também é máxima e tem o mesmo sentido.

Resposta: alternativa c.

503. Identificando a função da elongação do MHS, $x = A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$, com a função dada, $x = 0,050 \cdot \cos(2\pi t + \pi)$, no SI, obtemos:

$$A = 0,050 \text{ m e } \omega = 2\pi \text{ rad/s}$$

Lembrando que $\omega = \frac{2\pi}{T}$, temos:

$$\frac{2\pi}{T} = 2\pi \Rightarrow T = 1,0 \text{ s}$$

Resposta: alternativa a.

504. Da função da velocidade, $v = -\omega A \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$, sabendo que os valores máximos do seno são ± 1 , podemos concluir que os valores máximos da velocidade são $v = \pm \omega A$. Identificando a função dada, $x = 0,3 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{3} + 2t\right)$, no SI, com a função

da elongação do MHS, $x = A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$, obtemos $A = 0,3 \text{ m}$ e $\omega = 2 \text{ rad/s}$. Logo, o módulo do valor máximo da velocidade é:

$$v = \omega A \Rightarrow v = 2 \cdot 0,3 \Rightarrow v = 0,6 \text{ m/s}$$

Resposta: alternativa c.

505. A figura mostra as posições sucessivas da partícula em MHS:

$$\begin{array}{ccccccc} & & t_2 & & & t_1 & \\ \hline -L & x_2 = -\frac{\sqrt{2}}{2}L & 0 & x_1 = +\frac{\sqrt{3}}{2}L & +L \end{array}$$

Da função da elongação do MHS, admitindo a fase inicial nula, $\varphi_0 = 0$, temos $x = A \cdot \cos \omega t$. Sendo $A = L$ e $f = 10 \text{ Hz}$ e lembrando que $\omega = 2\pi f$, obtemos:

$$\omega = 2\pi \cdot 10 \Rightarrow \omega = 20\pi \text{ rad/s}$$

A função da posição desse MHS é, portanto, $x = L \cdot \cos 20\pi t$.

Assim, o instante t_1 , para a posição $x_1 = +\frac{\sqrt{3}}{2}L$, é dado por:

$$+\frac{\sqrt{3}}{2}L = L \cdot \cos 20\pi t_1 \Rightarrow +\frac{\sqrt{3}}{2} = \cos 20\pi t_1$$

Lembrando que $+\frac{\sqrt{3}}{2} = \cos \frac{\pi}{3}$, temos:

$$20\pi t_1 = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t_1 = \frac{1}{60} = 0,017 \text{ s}$$

O instante t_2 , para a posição $x_2 = -\frac{\sqrt{2}}{2}L$, é dado por:

$$+\frac{\sqrt{2}}{2}L = L \cdot \cos 20\pi t_2 \Rightarrow +\frac{\sqrt{2}}{2} = \cos 20\pi t_2$$

Lembrando que $-\frac{\sqrt{2}}{2} = \cos \frac{3\pi}{4}$, temos:

$$20\pi t_1 = \frac{3\pi}{4} \Rightarrow t_1 = \frac{3}{80} = 0,038 \text{ s}$$

Logo, o intervalo de tempo entre esses dois instantes é:

$$\Delta t = t_2 - t_1 \Rightarrow \Delta t = 0,038 - 0,017 \Rightarrow \Delta t = 0,021 \text{ s}$$

Resposta: alternativa a.

506. A amplitude de oscilação do oscilador massa-mola não influi na sua frequência e o período nada tem que ver com a constante elástica da mola. Mas influi na velocidade máxima, dada por $v = \pm \omega A$.

Resposta: alternativa b.

507. Das afirmações dadas, a I é falsa, pois o período do oscilador depende da massa do bloco, a II e a III são corretas. A energia mecânica é constante, pois o atrito é considerado desprezível e a energia cinética no ponto **O** é máxima, pois nesse ponto a velocidade do bloco é máxima.

Resposta: alternativa **e**.

508. A energia mecânica do oscilador massa-mola, $E_M = \frac{1}{2} \cdot kA^2$, é igual à energia cinética máxima que, de acordo com o gráfico, é $E_{c_{\max}} = 200 \text{ J}$. Logo, como a amplitude, ainda de acordo com o gráfico é $A = 0,1 \text{ m}$, temos:

$$\frac{1}{2} \cdot kA^2 = E_{c_{\max}} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot k(0,1)^2 = 200 \Rightarrow k = 200 \text{ N/m}$$

Sendo $m = 1 \text{ kg}$, o módulo da velocidade máxima pode ser obtido da energia cinética máxima, ou seja:

$$\frac{1}{2} \cdot mv_{\max}^2 = E_{c_{\max}} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 1v_{\max}^2 = 200 \Rightarrow v_{\max} = 20 \text{ m/s}$$

Logo, esse valor ocorre na posição $x = 0$, de equilíbrio.

Resposta: alternativa **e**.

509. Como a frequência é o inverso do período, temos $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$. Logo, a frequência pode ser dobrada se quadruplicarmos g , pois nesse caso teríamos $f' = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{4g}{L}} = 2 \cdot \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} = 2f$.

Observação: É claro que essa alternativa na prática é inviável. Se alguém quiser de fato dobrar a frequência de um pêndulo, nesse caso, deve reduzir seu comprimento L a um quarto. É mais fácil que viajar para outro planeta...

Resposta: alternativa **b**.

510. O trapézio pode ser considerado um pêndulo simples e, como a própria expressão da frequência do pêndulo simples, $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$, mostra que a frequência de oscilação não depende da massa. Logo, o pêndulo continua oscilando com a mesma frequência.

Resposta: alternativa **d**.

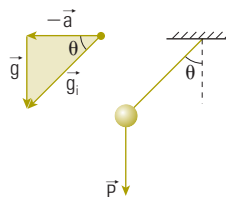
511. Em I, quando o elevador permanece em repouso ou se move com velocidade constante, ele é um sistema inercial, logo a aceleração da gravidade no seu interior não sofre alteração, é a aceleração da gravidade local. Portanto, o período do pêndulo não se altera.

Em II, quando o elevador acelera para cima, aparece uma aceleração inercial orientada para baixo, que se soma à aceleração da gravidade local, resultando uma aceleração da gravidade inercial maior do que a aceleração da gravidade local. Logo, como o período é inversamente proporcional à raiz quadrada dessa aceleração, se ela aumenta, o período do pêndulo diminui. Em III, quando o elevador acelera para baixo, ocorre o inverso. Aparece uma aceleração inercial orientada para cima, que se

subtrai da aceleração da gravidade local, resultando uma aceleração da gravidade inercial menor do que a aceleração da gravidade local. Logo, como o período é inversamente proporcional à raiz quadrada dessa aceleração, se ela diminui, o período do pêndulo aumenta.

Resposta: alternativa **b**.

512. No referencial do trem, a aceleração da gravidade local, $\vec{g}$, é acrescida da aceleração inercial $-\vec{a}$, cujo módulo é igual ao da aceleração $\vec{a}$ do trem. Veja a figura:



Logo, aplicando o Teorema de Pitágoras ao triângulo hachurado, pode-se concluir que o módulo da aceleração da gravidade resultante no referencial do trem, $\vec{g}_i$, pode ser dado por:

$$g_i^2 = g^2 + a^2 \Rightarrow g_i = \sqrt{g^2 + a^2}$$

Portanto, como o período do pêndulo, nesse caso, é

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g_i}}, \text{ ele pode ser expresso na forma}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{\sqrt{g^2 + a^2}}}.$$

Resposta: alternativa **d**.

513. A frequência de oscilação do oscilador massa-mola é dada por $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ e a do pêndulo simples é dada por $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$.

Igualando as duas expressões, obtemos:

$$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} \Rightarrow \frac{k}{m} = \frac{g}{L} \Rightarrow mg = Lk$$

Resposta: alternativa **b**.

514. Trata-se de uma onda mecânica longitudinal, cujo pulso descrito tem suas extremidades nos pontos **A** e **B**. Logo, **P** é o ponto de equilíbrio da oscilação cuja amplitude é 1 m . Como o tempo para a oscilação completa descrita é de 2 s , o período é 2 s e, por consequência, a frequência é $\frac{1}{2} \text{ Hz}$ ou $0,5 \text{ Hz}$.

Resposta: alternativa **d**.

515. Da figura verifica-se que, no intervalo de tempo $\Delta t = 9 \text{ s} - 5 \text{ s} = 4 \text{ s}$, a onda percorreu a distância $d = 2 \text{ m}$, ou seja, a sua velocidade de propagação é $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ m/s}$.

O comprimento de onda dessa onda, também obtido diretamente da figura, é $\lambda = 8 \text{ m}$. Sabendo que $\lambda = vT$, obtemos:

$$8 = 0,5T \Rightarrow T = 16 \text{ s}$$

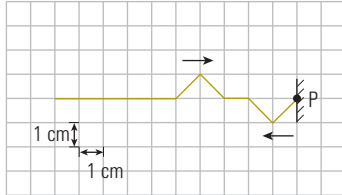
Resposta: alternativa **d**.

516. A única grandeza que se mantém constante no movimento ondulatório é a frequência, característica da fonte que gera as oscilações que se propagam pela onda.

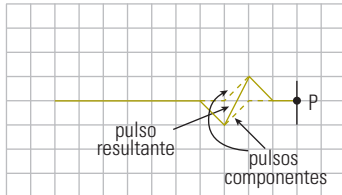
Resposta: alternativa e.

517. Como a extremidade é fixa, a onda se reflete com inversão de fase. No instante $t = 4,0\text{s}$ não há interferência entre o pulso incidente de trás e o refletido. No instante $t = 6,0\text{s}$ essa interferência ocorre parcialmente.

a) $t_1 = 4,0\text{s}$



b) $t_2 = 6,0\text{s}$



518. Nesse caso também há inversão de fase do pulso refletido. Por isso, como os pulsos são idênticos, quando houver a superposição do pulso refletido com o incidente a amplitude do pulso resultante será nula.

Resposta: alternativa d.

519. Da figura, pode-se concluir que a amplitude da onda é $1,0\text{ cm}$ e o comprimento de onda é igual à distância do vibrador à extremidade fixa, de 180 cm .

Resposta: alternativa d.

520. Nesse caso, como sempre, a frequência é constante, portanto no meio II ela continua sendo $f = 10\text{ Hz}$. Quanto ao comprimento de onda, podemos aplicar a Lei da Refração na forma

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}.$$

Sendo $\theta_1 = 45^\circ$ e $\theta_2 = 30^\circ$ (ângulos de incidência e refração) e $\lambda_1 = 28\text{ cm}$, temos:

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{28}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_2 \cdot \sin 45^\circ = 28 \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 28 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \lambda_2 = 20\text{ cm}$$

Resposta: alternativa b.

521. Para que as ondas se anulem é preciso que elas se superponham em oposição de fase, ou seja, que a diferença entre seus percursos seja um múltiplo inteiro de meio comprimento de onda. Neste caso, devemos ter $AC - AD = n \cdot \frac{\lambda}{2}$, em que $n = 1, 2, 3, \dots$

Resposta: alternativa b.

522. a) Se a roda tem 20 dentes regularmente espaçados e dá 5 voltas por segundo, a cada segundo seus dentes dão $20 \cdot 5 = 100$ choques com uma palheta por segundo, ou seja, produzem um som de 100 Hz .

- b) Como a velocidade do som é 340 m/s , o comprimento das ondas sonoras produzidas é dado pela expressão $v = \lambda f$, portanto:

$$340 = \lambda \cdot 100 \Rightarrow \lambda = 3,4\text{ m}$$

523. Como sempre, a frequência de uma onda é a grandeza invariável.

Resposta: alternativa b.

524. Sendo a velocidade do som igual a 340 m/s , o comprimento de onda do lá padrão, de frequência 440 Hz dado pela expressão $v = \lambda f$, é:

$$340 = \lambda \cdot 440 \Rightarrow \lambda = 1,29\text{ m}$$

Resposta: alternativa a.

525. A figura mostra um dos modos de ressonância possíveis de um tubo aberto em uma das extremidades. Nesse caso, como houve ressonância, pode-se supor que a onda gerada pelo diapasão

tinha comprimento de onda λ tal que $\frac{3\lambda}{4} = 40\text{ cm} - 10\text{ cm}$,

ou seja, $\lambda = 40\text{ cm} = 0,40\text{ m}$. Sendo $f = 855\text{ Hz}$ a frequência do diapasão, da expressão $v = \lambda f$, podemos determinar a velocidade do som no local:

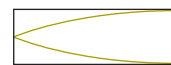
$$v = 0,40 \cdot 855 \Rightarrow v = 342\text{ m/s}$$

Resposta: alternativa c.

526. Num velho ônibus urbano há inúmeras partes soltas que têm diferentes frequências naturais de vibração. Essas partes soltas podem entrar em ressonância com a vibração do motor que se transmite a todo o ônibus. Como essa vibração depende da rotação do motor, sua frequência é variável. Dessa forma, com o movimento, peças diferentes são "sintonizadas" em momentos diferentes, produzindo o efeito descrito.

Resposta: alternativa d.

527. Como mostra a figura:



a frequência fundamental de vibração de uma coluna de ar num tubo aberto numa das extremidades corresponde a um comprimento de onda λ tal que $\frac{\lambda}{4} = L$, sendo L o comprimento do tubo. Nesse caso, $L = 2,5\text{ cm}$, logo:

$$\frac{\lambda}{4} = 2,5 \Rightarrow \lambda = 10\text{ cm} = 0,10\text{ m}$$

Sendo a velocidade do som igual a 340 m/s , a frequência fundamental nesse canal auditivo, dada por $v = \lambda f$, é:

$$340 = 0,10f \Rightarrow f = 3400\text{ Hz}$$

528. a) Sendo a velocidade do som igual a 330 m/s e a frequência do sinal emitido pelo alto-falante $f = 220\text{ Hz}$, o comprimento de onda do som, dado pela expressão $v = \lambda f$, é:

$$330 = \lambda \cdot 220 \Rightarrow \lambda = 1,5\text{ m}$$

- b) Como mostra esquematicamente a figura abaixo, não há no eixo ponto de intensidade máxima. As ondas se superpõem e se anulam.



529. a) Falso. O processo de interferência só ocorre enquanto as ondas se superpõem. Não há influência em relação à sequência da propagação de cada onda, individualmente.
 b) Falso. O que importa no efeito Doppler é a velocidade relativa da fonte em relação ao observador.
 c) Falso. A frequência determina os sons produzidos, mas a maior frequência está relacionada ao som mais agudo, não ao mais grave.
 d) Falso. Supondo que a velocidade do som seja de 350 m/s, um ouvinte sentado a 350 m dos alto-falantes ouvirá o som depois do intervalo de tempo:

$$\Delta t = \frac{\Delta e}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{350}{350} = 1s$$

Quem ouvir o som pela televisão, por exemplo, receberá um sinal que percorre uma distância aproximada de $2 \cdot 37\,000 = 74\,000$ km. Como a onda eletromagnética tem uma velocidade de propagação de 300 000 km/s, o telespectador ouvirá o som depois de um intervalo de tempo:

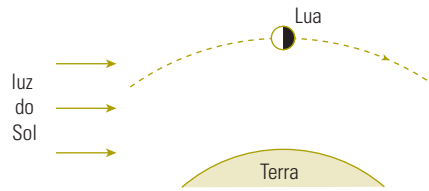
$$\Delta t = \frac{\Delta e}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{74\,000}{300\,000} \Rightarrow \Delta t = 0,25s$$

Logo, quem assiste ao concerto pela televisão ouve o som antes de quem o assiste a 350 m de distância dos alto-falantes.

530. 1) Correto. O formato das ondas resultante é diferente, mostrando que seus componentes também são diferentes. Como as ondas componentes determinam o timbre, essas vezes têm timbres diferentes.
 2) Correto. A distância que elas percorrem para se repetirem, ou repetirem a mesma oscilação, é a mesma.
 3) Correto. O intervalo de tempo para que essas ondas se repitam também é o mesmo, logo elas têm o mesmo período e, portanto, a mesma frequência e, consequentemente, a mesma altura.
 4) Correto, como justificado acima.
 5) Falso. A intensidade depende da amplitude. E a amplitude de **A** é maior que a de **B**.
 6) Correto, como justificado acima.
 7) Errado, pois contraria 3 e 4.
 8) Correto, como justificado em 3.
 Logo, há seis afirmativas corretas.

Resposta: alternativa **d**.

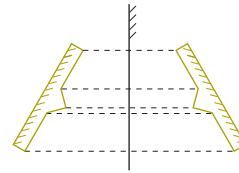
531. Veja a figura onde a Terra está representada vista do polo Sul, girando no sentido horário, com os raios de Sol vindos da direita para a esquerda.



É fácil ver que, às 18h, para que o observador **O** veja a metade iluminada da Lua é preciso que ela esteja no alto do céu. Nesse caso ele vê a metade iluminada na forma de um **C** que, no hemisfério sul, corresponde ao quarto crescente.

Resposta: alternativa **a**.

532. Veja a figura:

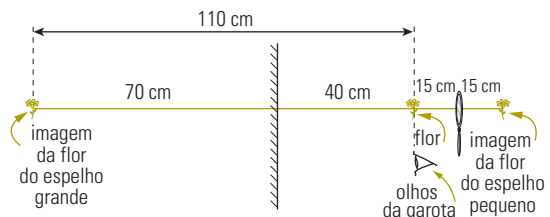


Resposta: alternativa **b**.

533. A altura da imagem de um objeto conjugada com um espelho plano é sempre igual à altura do objeto, independentemente da posição relativa do observador ao espelho. Logo, $h = \text{constante}$.

Resposta: alternativa **e**.

534. Veja a figura:



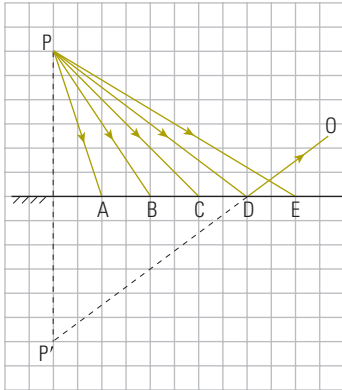
A distância da imagem da flor conjugada com o espelho pequeno ao espelho de parede é 70 cm. Logo, a distância entre a imagem da flor do espelho de parede a esse espelho é, também, 70 cm. Portanto, a distância da garota à imagem da flor é 110 cm.

Resposta: alternativa **d**.

535. Sabemos na translação dos espelhos planos que, se um espelho se desloca de **a**, sua imagem se desloca de $2a$. Como a velocidade é a razão entre o deslocamento e o intervalo de tempo correspondente, se o deslocamento aparente (observado por meio da imagem do espelho plano) é duas vezes maior, e o tempo é o mesmo, pode-se afirmar que a velocidade aparente (da imagem), nesse caso, é o dobro da velocidade do espelho, que é a velocidade do ônibus. Logo, a velocidade da imagem em relação ao solo é $v' = 2 \cdot 2 \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$.

Resposta: alternativa **a**.

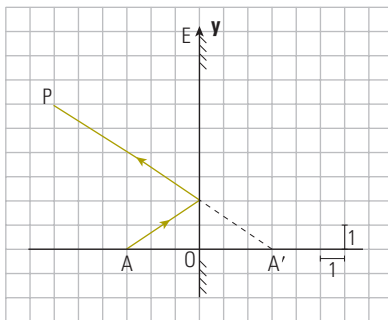
536. Veja a figura:



O raio de luz que partindo de **P** atinge o observador **O** passa obrigatoriamente pela imagem **P'**, simétrica de **P** em relação ao espelho. Assim, basta determinar **P'** e ligar **P'** a **O**. Como a intersecção dessa reta passa por **D**, pode-se concluir da figura que o raio que atinge **O** incide no espelho em **D**, ou seja, é o raio PDO.

Resposta: alternativa **b**.

537. Veja a figura:

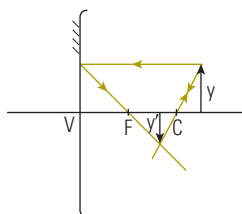


Se o raio de luz que sai de **A** atinge **P** depois de refletir-se no espelho, conclui-se que **P** e **A'** (imagem de **A** conjugada com o espelho plano) pertencem à mesma reta. Logo, como mostra a figura, o raio de luz que sai de **A** e atinge **P** incide no espelho no ponto de ordenada $y = 2$.

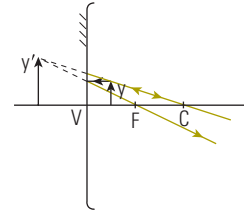
Resposta: alternativa **c**.

538. a) Correto.

b) Errado. A imagem será real, veja exemplo da figura:



c) Correto. Veja o exemplo da figura:



d) Errado. Um objeto real não conjuga imagem entre **F** e **V**, no espelho côncavo.

e) Correto. Veja justificativa acima.

f) Errado. Se a imagem é virtual, o objeto estará sempre à esquerda de **F** (entre **F** e **V**).

g) Errado. Se o objeto real está a 10 cm de **V**, então $p = 10$ cm. Se a imagem está localizada a 30 cm à esquerda de **V**, ela é virtual; logo, $p' = -30$ cm. Então, o raio **R** pode ser obtido pela equação de conjugação, $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{2}{R}$:

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{-30} = \frac{2}{R} \Rightarrow R = 30 \text{ cm}$$

Resposta: alternativas **a**, **c**, **e**.

539. a) Como a cada ponto objeto corresponde um ponto imagem, conjugado simultaneamente (nessas dimensões, dada a velocidade da luz, não tem sentido discutir a relatividade da simultaneidade), pode-se afirmar que a frequência de oscilação da imagem é a mesma do objeto.

b) Sendo **y** a amplitude de oscilação do objeto, a amplitude de oscilação da imagem será **y'**. Sendo $p = 3f$ a posição do objeto, da equação de conjugação $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, podemos determinar a posição **p'** da imagem:

$$\frac{1}{3f} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} \Rightarrow p' = 1,5f$$

Da equação do aumento linear transversal, $\frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p}$, temos:

$$\frac{y'}{y} = -\frac{1,5f}{3,0f} \Rightarrow y' = 0,5y$$

Portanto, como **y'** é a amplitude de oscilação da imagem, ela será metade da amplitude de oscilação do objeto.

c) Como a imagem é invertida em relação ao objeto, quando este estiver na posição $y = +A$, a imagem estará na posição $y' = -A$, ou seja, os movimentos estarão defasados de 180° ou π rad.

540. Sendo $p = 20$ cm, $y = y'$ e $p' > 0$ (real), da equação do aumento linear transversal, $\frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p}$, temos $p' = 20$ cm.

Logo, da equação de conjugação $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, temos:

$$\frac{1}{20} + \frac{1}{20} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 10 \text{ cm}$$

Assim, se o objeto se aproximar 10 cm do espelho a sua nova posição será $p = 20 - 10 = 10$ cm, ou seja, ele estará no foco e sua imagem se formará a uma distância infinita.

Resposta: alternativa **e**.

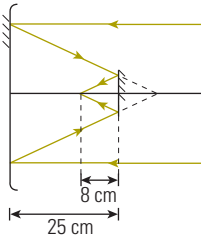
541. Admitindo-se válidas as condições de estigmatismo de Gauss, o que nesse caso é falso, sendo $p' = 4$ cm e $p = 26$ cm, obtido pela equação de conjugação, $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{2}{R}$, temos:

$$\frac{1}{26} + \frac{1}{4} = \frac{2}{R} \Rightarrow R = 7 \text{ cm} \Rightarrow R = 70 \text{ mm}$$

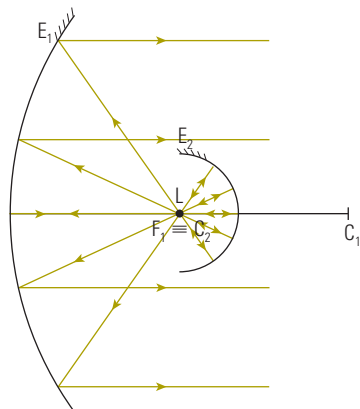
542. Se a imagem é virtual e menor, o espelho só pode ser convexo.

Resposta: alternativa a.

543. Se os raios incidentes no espelho côncavo provêm do infinito (são paralelos ao eixo principal), o prolongamento dos respectivos raios refletidos, interceptados pelo espelho plano, vai convergir no foco **F** do espelho côncavo. Por sua vez, como o ponto imagem **F'** de **F**, conjugado com o espelho plano, se forma a 8 cm desse espelho, a distância de **F** ao espelho plano é, também, 8 cm. Mas, como o espelho côncavo tem 50 cm de raio, a distância do seu foco **F** ao vértice é 25 cm. Logo, a distância do espelho plano ao vértice do espelho côncavo é $25 - 8 = 17$ cm. Veja a figura:



544. Para que os raios saiam paralelos de **E**₁, eles devem partir do foco desse espelho. O espelho **E**₂, por sua vez, tem a função de concentrar os raios de luz num único ponto, para que toda luz por ele emitida saia desse ponto. Por isso, a lâmpada deve ser colocada no centro de **E**₂, ponto autoconjugado. Veja a figura:



Resposta: alternativa e.

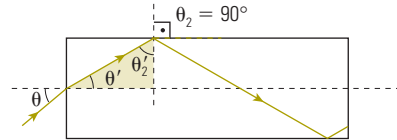
545. Sairá primeiro o raio de luz que atravessar o par de meios que tiver o menor ângulo limite de incidência, correspondente ao ângulo de refração $\theta_2 = 90^\circ$. Lembrando a Lei da Refração, $n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$, podemos escrever:

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{n_2}{n_1}$$

Como o seno é crescente no intervalo de 0 a 90° , o menor valor de θ_1 corresponderá ao menor valor da razão $\frac{n_2}{n_1}$. Das alternativas dadas, é fácil ver que essa razão é $\frac{1,4}{1,8}$.

Resposta: alternativa e.

546. Veja a figura:



Para que o raio de luz sofra reflexão total na parede lateral da fibra óptica, é preciso que o ângulo θ_2 seja 90° . Nesse caso o ângulo θ_2' , dado pela Lei da Refração, é:

$$n \cdot \sin \theta_2' = n_{ar} \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow \frac{\sqrt{5}}{2} \cdot \sin \theta_2' = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \theta_2' = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

Como no triângulo hachurado $\theta_2' + \theta' = 90^\circ$, então $\cos \theta' = \frac{2}{\sqrt{5}}$; e, como $\sin^2 \theta' + \cos^2 \theta' = 1$, temos:

$$\sin^2 \theta' + \left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right)^2 = 1 \Rightarrow \sin^2 \theta' = 1 - \frac{4}{5} = \frac{1}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \theta' = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

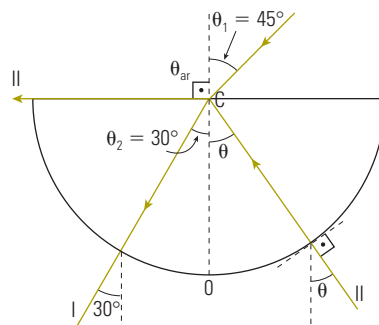
Aplicando agora a Lei da Refração na travessia da superfície circular do cilindro, temos:

$$n_{ar} \cdot \sin \theta = n \cdot \sin \theta' \Rightarrow \sin \theta = \frac{\sqrt{5}}{2} \cdot \frac{\sqrt{5}}{5} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \theta = 30^\circ$$

Observe que, se θ for maior que 30° , θ' também será maior e θ_2' diminuirá, pois a soma $\theta' + \theta_2'$ é constante, tornando-se menor do que o ângulo-limite de refração. Por isso, $\theta = 30^\circ$, nesse caso, é o maior ângulo com reflexão total nas paredes laterais do cilindro.

547. Da primeira condição, para o raio I, temos $\theta_1 = 45^\circ$ e $\theta_2 = 30^\circ$ (o raio refratado que passa por **C** não sofre desvio porque coincide com a normal à superfície semicilíndrica). Veja a figura:



Da Lei da Refração, temos:

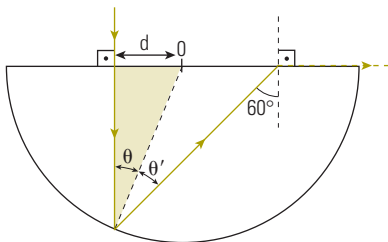
$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2 \Rightarrow \sin 45^\circ = n \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = n \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow n = \sqrt{2}$$

No sentido inverso, como mostra a figura, para o raio II emergente temos $\theta_{ar} = 90^\circ$. Note que o raio II incide normalmente à superfície, por isso não se desvia e atinge a superfície plana, interna, em **C** como o mesmo ângulo θ . Aplicando agora a Lei da Refração para a passagem da luz da lâmina para o ar, na condição proposta, temos:

$$n \cdot \sin \theta = n_{ar} \cdot \sin \theta_{ar} \Rightarrow \sqrt{2} \cdot \sin \theta = 1 \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow \Rightarrow \sin \theta = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \theta = 45^\circ$$

Resposta: alternativa **c**.

- 548.** A trajetória desse raio de luz, de acordo com o enunciado, está representada na figura:



- a) Para determinar o índice de refração do semidisco, consideramos a passagem do raio de luz do semidisco para o ar. Da Lei da Refração, temos:

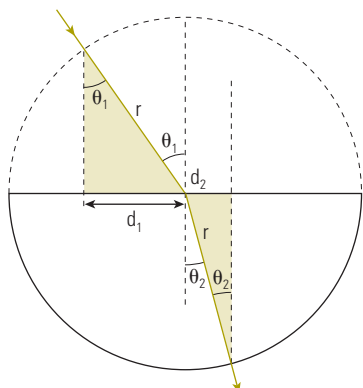
$$n \cdot \sin 60^\circ = n_{ar} \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow n \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

- b) Para achar a distância **d**, vamos considerar o triângulo retângulo hachurado, onde $\theta = 30^\circ$. Note que θ e θ' são iguais (ângulos de incidência e reflexão) e somados são iguais ao ângulo de 60° (ângulos alternos internos). Logo, $\theta = 30^\circ$. Sendo o raio do semidisco $R = 1,0$ m, temos:

$$\sin \theta = \frac{d}{R} \Rightarrow d = R \cdot \sin \theta \Rightarrow d = 1,0 \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow \Rightarrow d = 0,5 \text{ m}$$

- 549.** Veja a figura:



Dos triângulos retângulos de base **d**₁, cujo ângulo oposto é θ_1 , e de base **d**₂, cujo ângulo oposto é θ_2 , podemos escrever:

$$\sin \theta_1 = \frac{d_1}{r} \text{ e } \sin \theta_2 = \frac{d_2}{r}$$

Sendo $d_1 = 5$ cm, $d_2 = 4$ cm e $r = 8$ cm, temos:

$$\sin \theta_1 = \frac{5}{8} \text{ e } \sin \theta_2 = \frac{4}{8}$$

Da Lei da Refração, temos:

$$n_{ar} \cdot \sin \theta_1 = n_{vidro} \cdot \sin \theta_2 \Rightarrow n_{ar} \cdot \frac{5}{8} = n_{vidro} \cdot \frac{4}{8} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{n_{vidro}}{n_{ar}} = \frac{5}{4} = 1,25$$

Resposta: alternativa **b**.

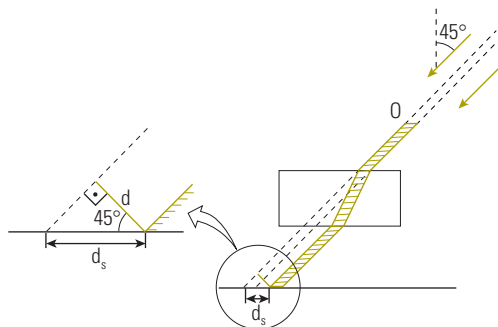
- 550.** Da Lei da Refração, $n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$, pode-se concluir que o menor ângulo-limite de incidência θ em relação ao ar, correspondente ao ângulo de refração $\theta_{ar} = 90^\circ$, é:

$$n_{ar} \cdot \sin \theta_{ar} = n \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow \sin \theta_{ar} = n$$

Como o seno é crescente no intervalo de 0 a 90° , o menor valor de **n** corresponderá ao menor valor de θ_{ar} . Das alternativas dadas, o menor valor de **n** obtido no gráfico corresponde ao vidro *crown* de silicato e luz vermelha.

Resposta: alternativa **b**.

- 551.** a) Veja a figura:



- b) O deslocamento da sombra, **d**_s, provocado pela colocação da lâmina de plástico é resultante do deslocamento dos raios de luz que delimitam essa sombra. Veja no triângulo retângulo em destaque que:

$$\cos 45^\circ = \frac{d}{d_s} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{d}{d_s} \Rightarrow d_s = \sqrt{2} d$$

Para determinar o deslocamento **d**, vamos determinar o ângulo de refração θ_r , na face interna da lâmina. Aplicando a Lei da Refração, temos:

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2 \Rightarrow n_{ar} \cdot \sin \theta_1 = n \cdot \sin \theta'_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1,0 \cdot \sin 45^\circ = \frac{5\sqrt{2}}{6} \cdot \sin \theta'_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1,0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{5\sqrt{2}}{6} \cdot \sin \theta'_1 \Rightarrow \sin \theta'_1 = 0,60 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \theta'_1 = 37^\circ$$

Aplicando a expressão do deslocamento, sendo $e = 1,2$ cm, $\theta_i = \theta_1 = 45^\circ$ e $\theta_r = \theta_1' = 37^\circ$, temos:

$$d = e \cdot \frac{\sin(\theta_i - \theta_r)}{\cos \theta_r} \Rightarrow d = 1,2 \cdot \frac{\sin(45^\circ - 37^\circ)}{\cos 37^\circ} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = 1,2 \cdot \frac{0,37}{0,80} \Rightarrow d = 0,56 \text{ cm}$$

$$\text{Portanto: } d_s = \sqrt{2} \cdot 0,56 \Rightarrow d_s = 0,79 \text{ cm}$$

Observação: Para o final dessa solução, recorremos a uma calculadora.

552. Sabendo que o ângulo $\hat{A}$, de refração, é a soma dos ângulos de refração nas faces internas do prisma, $\hat{A} = \theta_1' + \theta_2'$, temos:

$$60^\circ = \theta_1' + 30^\circ \Rightarrow \theta_1' = 30^\circ$$

Aplicando a Lei da Refração, na passagem da luz do ar para o prisma, temos:

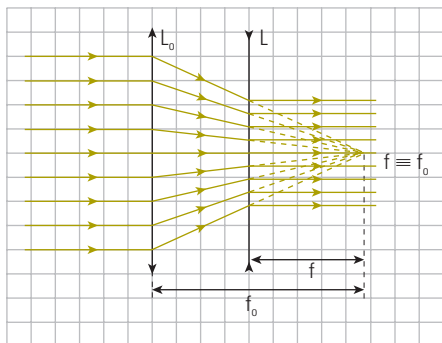
$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2 \Rightarrow n_{\text{ar}} \cdot \sin \theta_1 = n \cdot \sin \theta_1' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1,0 \cdot \sin 45^\circ = n \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow 1,0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = n \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = \sqrt{2}$$

Resposta: alternativa c.

553. Os raios de luz da lente L_0 convergem para o seu foco F_0 localizado à distância $f_0 = 25$ cm, como mostra a figura 1. Se a lente divergente, L_1 , de distância focal f_1 , produz um feixe paralelo quando colocada a 15 cm de L_0 , podemos concluir que seu foco F_1 coincide com o foco da lente convergente F_0 . Veja a figura:



Logo, da figura, podemos concluir que a distância focal f_0 de L_0 é: $f_0 = 25 - 15 = 10$ cm

554. a) e b) Sabe-se que $p = 50$ cm e que $y' = -y$. Da equação do aumento linear transversal, $\frac{y'}{y} = \frac{p'}{p}$, temos:

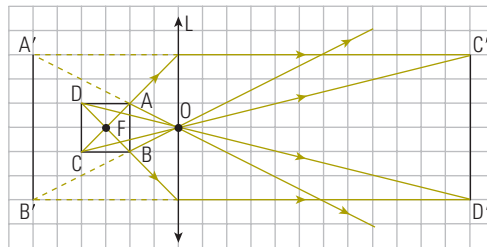
$$\frac{-y}{y} = -\frac{p'}{50} \Rightarrow p' = 50 \text{ cm}$$

Da equação de conjugação $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, temos:

$$\frac{1}{50} + \frac{1}{50} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 25 \text{ cm}$$

Portanto, a lente é convergente (distância focal positiva) e sua distância focal é $f = 25$ cm.

555. Veja a figura:



Note que a imagem do quadrado se “desagrega”, pois um lado tem uma imagem real e invertida (CD) enquanto o outro tem uma imagem virtual e direita (AB). Ambas, no entanto, têm a mesma altura.

556. Sendo $p = 1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$ e $f = 50 \text{ mm}$, da equação de conjugação $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, temos:

$$\frac{1}{1000} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{50} \Rightarrow p' = 52,6 \text{ mm}$$

Resposta: alternativa b.

557. a) 1) Do gráfico dado pode-se concluir que, quando $\frac{1}{p'} =$

$$= 2 \text{ m}^{-1}, \frac{1}{p} = 0. \text{ Logo, da equação de conjugação } \frac{1}{p} +$$

$$+ \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}, \text{ temos:}$$

$$0 + 2 = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{2} \text{ m} \Rightarrow f = 0,5 \text{ m}$$

2) Nesse caso, podemos concluir que $p = \frac{f}{2} = 0,25 \text{ m}$. Da equação de conjugação determinamos p' :

$$\frac{1}{0,25} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{0,5} \Rightarrow p' = -0,5 \text{ m}$$

E, da equação do aumento linear transversal, $\frac{y'}{y} =$

$$= -\frac{p'}{p}, \text{ podemos concluir que:}$$

$$\frac{y'}{y} = -\frac{-0,5}{0,25} \Rightarrow y' = 2y$$

Vamos supor que a pulga caia de uma altura y , a partir do repouso. Da função da posição na queda livre, sendo g o módulo da aceleração da gravidade, podemos escrever:

$$y = \frac{1}{2} \cdot g t^2$$

No mesmo tempo, a imagem da pulga cai de uma altura y' com uma aceleração em módulo a . Logo, podemos escrever:

$$y' = \frac{1}{2} \cdot a t^2$$

Mas $y' = 2y$. Portanto, das relações acima obtemos:

$$2y = \frac{1}{2} \cdot a t^2 \Rightarrow 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot g t^2 = \frac{1}{2} \cdot a t^2 \Rightarrow a = 2g$$

Portanto, a aceleração da imagem é o dobro da aceleração da gravidade.

- b) A velocidade v de propagação das ondas num determinado meio, dada pela expressão $v = \lambda f$, é constante. Assim, se aumentarmos a frequência f , o comprimento de onda λ deve diminuir para que o valor de v permaneça constante.

558. a) Para preencher toda a tela é preciso que a largura $y = 35 \text{ mm} = 35 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ seja ampliada para $y' = 10,5 \text{ m}$.

Sendo $A = \frac{y'}{y}$, temos:

$$A = \frac{10,5}{35 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow A = 300x$$

- b) Sendo $p' = 30 \text{ m}$, como $\frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p}$, ou seja, $A = -\frac{p'}{p}$, temos:

$$300 = -\frac{300}{p} \Rightarrow p = -0,1 \text{ m}$$

Como o objeto é real, a distância da fita à lente é $p = 0,1 \text{ m}$. Essa troca de sinal se consegue com a inversão da imagem em relação ao objeto.

- c) Nessas condições, a distância focal da lente pode ser determinada pela equação de conjugação $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, logo:

$$\frac{1}{0,1} + \frac{1}{30} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 0,10 \text{ m}$$

559. a) O sistema de lentes deve conjugar uma imagem real com um objeto real. Logo, se p e p' são positivos, da equação de conjugação $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, pode-se concluir que f também é positivo, ou seja, o sistema de lentes é convergente.

- b) Sendo $y' = -24y$ (a imagem é invertida para que possa ser real, como vimos no problema anterior) e $p' = 125 \text{ cm}$, da relação do aumento linear transversal, $\frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p}$, temos:

$$\frac{-24y}{y} = -\frac{125}{p} \Rightarrow p = 5,2 \text{ cm}$$

Portanto, a distância focal do sistema de lentes pode ser determinada pela equação de conjugação $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$:

$$\frac{1}{5,2} + \frac{1}{125} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 5,0 \text{ cm}$$

560. Se uma pessoa vê com nitidez uma estrela no céu, isto é, um objeto localizado no infinito, $p \rightarrow \infty$, é preciso que a distância focal f_{∞} , do conjunto córnea-cristalino, coincida com a distância da retina onde se forma a imagem desse conjunto. Logo, para isso, $f_{\infty} = 2,5 \text{ cm} = 25 \text{ mm}$.

Para que a pessoa possa observar nitidamente um objeto a 10 cm da córnea, a distância focal f_{10} do conjunto córnea-cristalino deve ser tal que, para $p = 10 \text{ cm}$, $p' = 2,5 \text{ cm}$. Assim, da equação de conjugação $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, temos:

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{2,5} = \frac{1}{f_{10}} = f_{10} = 2,0 \text{ cm} = 20 \text{ mm}$$

Portanto, a diferença entre as distâncias focais nos dois casos é $5,0 \text{ mm}$.

561. O caso **A** representa a hipermetropia, que é corrigida com lentes convergentes; o **B** a miopia, corrigida com lentes divergentes.

Resposta: alternativa **c**.

562. O objeto distante está localizado no infinito, $p \rightarrow \infty$. Logo, a posição da imagem coincide com a distância focal da objetiva. Portanto, i_1 está a 60 cm da objetiva. Como a distância entre as duas lentes é de 80 cm , conclui-se que essa imagem será um objeto real localizado a 20 cm da ocular. Portanto, em relação à ocular, temos $p = 20 \text{ cm}$ e $f_{oc} = 30 \text{ cm}$. Assim, da equação

de conjugação $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, podemos determinar a posição final da imagem, p' , conjugada pela luneta, em relação à ocular:

$$\frac{1}{20} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{30} \Rightarrow p' = 60 \text{ cm}$$

Resposta: alternativa **e**.

563. Exemplo típico da difração de Fraunhofer.

Resposta: alternativa **c**.

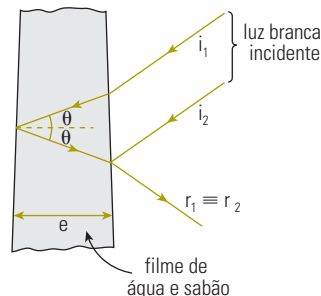
564. O avermelhado do céu, no crepúsculo, é consequência do espalhamento da luz do Sol quando incide nas pequeninas partículas em suspensão na atmosfera (moléculas dos gases componentes do ar, por exemplo). Esse espalhamento é maior para os comprimentos de onda mais curtos, como os da luz azul ou violeta. É por isso que o céu é azul. No crepúsculo, próximo à linha do horizonte, parte dessa radiação espalhada se “perde” na superfície da Terra e acabam predominando as radiações cujos comprimentos de onda são maiores e menos espalhados, como o vermelho e o alaranjado.

Resposta: alternativa **c**.

565. Para que o arco-íris apareça, é preciso que a luz penetre numa gotícula de água; assim, sofre refração na passagem do ar para a água, em seguida sofre reflexão total no fundo da gotícula, e em seguida sofre uma nova refração ao sair novamente para o ar. A rigor, existem duas dispersões, na entrada e na saída da luz. Toda refração provoca a dispersão da luz branca, mas ela só se torna perceptível na segunda refração.

Resposta: alternativa **b**.

566. Veja a figura abaixo:



Ela representa esquematicamente o trajeto de dois raios de luz i_1 e i_2 que incidem no filme de água com sabão. Note que o raio refletido na face traseira do filme, r_1 , se superpõe ao raio refletido na face dianteira, r_2 . Nessa superposição as radiações que

estiverem em oposição de fase se anularão, ou seja, vão interferir destrutivamente. A condição para que isso ocorra é que a diferença entre os comprimentos dos trajetos dos dois raios de luz seja um múltiplo inteiro, m , de $\frac{\lambda}{2}$. Suponha que a incidência seja praticamente normal, $\theta = 0$, e a espessura e do filme seja constante. Logo, a diferença entre o comprimento dos trajetos desses raios de luz será $2e$, percorrida no interior do filme, o que nos permite escrever a condição de interferência destrutiva na forma:

$$2e = m \cdot \frac{\lambda_s}{2} \quad (m = 1, 2, 3, \dots)$$

em que λ_s é o comprimento da radiação no filme de água com sabão. Sendo n o índice de refração do filme e λ o comprimento de onda da radiação no ar, temos:

$$n = \frac{\lambda}{\lambda_s} \Rightarrow \lambda_s = \frac{\lambda}{n}$$

Voltando à expressão acima, temos:

$$2e = m \cdot \frac{\lambda}{2n} \Rightarrow m\lambda = 4ne$$

Portanto, podemos concluir que, para um determinado valor de m , nas regiões onde e for maior, o comprimento de onda da radiação que sofre interferência destrutiva também será maior, e vice-versa.

Logo, como de cima para baixo a espessura aumenta, a interferência destrutiva também vai atingindo comprimentos de onda cada vez maiores. Como os comprimentos de onda crescem do violeta para o vermelho, essa é também a sequência em que essas cores desaparecem, de cima para baixo. Podemos concluir, portanto, que, desaparecendo, nessa ordem, o violeta, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho, deve prevalecer a visão das cores na ordem inversa.

Resposta: alternativa d.

567. a) Falso. O índice de refração absoluto de um meio para luz de uma determinada frequência é $n = \frac{c}{v}$, em que c é a velocidade da luz no vácuo e v é a velocidade da luz dessa frequência nesse meio. Nota-se, portanto, que, quanto maior n , menor deve ser v . Logo, como o índice de refração para a luz amarela é menor do que a luz azul, a velocidade da luz amarela é maior que a da luz azul.

b) Correto. Da Lei da Refração, $n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$, sabemos que, onde o índice de refração é maior, menor é o ângulo de refração. E menor ângulo de refração corresponde a maior desvio. Logo, a luz que sofre maior desvio é a que tem índice de refração maior, portanto a luz violeta.

c) Correto. Com o prisma nessa posição, as cores mais desviadas ficam mais acima, e as mais desviadas são as que têm maior índice de refração. Logo, essa é a sequência.

d) Correto. Embora não seja suficiente para uma explicação completa, a compreensão desse fenômeno é necessária para essa explicação.

e) Correto. Em qualquer refração, sempre há reflexão de uma parte da radiação incidente.

Resposta: alternativas b, c, d, e.

568. I) Falso. O fenômeno da interferência ocorre em qualquer meio, inclusive no vácuo.

II) Correto. A interferência é uma consequência do Princípio da Superposição, um princípio da física ondulatória.

III) Falso. Para que haja a interferência, como a estudamos, é preciso que as fontes sejam coerentes.

Resposta: alternativa b.

569. I) Sabe-se que, se a distância entre as fendas é $a = h = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ cm} = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}$, a distância do plano das fendas ao anteparo é $x = L = 1,2 \text{ m}$ e λ o comprimento de onda da radiação luminosa originária da fonte **F**, a posição (ordenada, por exemplo) de cada franja de interferência

é dada pela expressão $y = \frac{nx}{a} \cdot \lambda$, em que n é um número

inteiro. Assim, a distância Δy entre duas franjas consecutivas é a distância entre uma ordenada y de ordem n , y_n , e outra de ordem $n - 1$, y_{n-1} . Podemos portanto escrever:

$$\Delta y = y_n - y_{n-1} \Rightarrow \Delta y = \frac{nx}{a} \cdot \lambda - \frac{(n-1)x}{a} \cdot \lambda \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta y = \frac{x}{a} \cdot \lambda$$

Sendo $\Delta y = 3,0 \cdot 10^{-1} \text{ cm} = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, temos:

$$3,0 \cdot 10^{-3} = \frac{1,2}{2,0 \cdot 10^{-4}} \cdot \lambda \Rightarrow \lambda = 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

II) Sendo $c = \lambda f$ e $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, temos:

$$3,0 \cdot 10^8 = 5,0 \cdot 10^{-7} f \Rightarrow f = 6,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

III) Sendo $n = 1,50$ e sabendo que o índice de refração absoluto de um meio pode ser dado pela expressão $n = \frac{c}{v}$, sendo

$c = \lambda_{\text{vácuo}} f$ e $v = \lambda_{\text{vidro}} f$, podemos escrever:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow n = \frac{\lambda_{\text{vácuo}}}{\lambda_{\text{vidro}}} \Rightarrow 1,50 = \frac{5,0 \cdot 10^{-7}}{\lambda_{\text{vidro}}} \Rightarrow \lambda_{\text{vidro}} = 3,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Resposta: alternativa e.

570. Sabe-se que uma variação de temperatura de 180°F corresponde a 100°C , ou seja, 180 divisões em graus Fahrenheit correspondem a 100 divisões em graus Celsius, ou seja, $1^\circ \text{C} =$

$$= \frac{180}{100}^\circ \text{F} = \frac{9}{5}^\circ \text{F}.$$

Portanto, podemos escrever:

$$3,6 \cdot 10^{-6}^\circ \text{C}^{-1} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{1^\circ \text{C}} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{5}{9}^\circ \text{F}^{-1} = 2,0 \cdot 10^{-6}^\circ \text{F}^{-1}$$

Resposta: alternativa e.

571. Se antes de retirar a parede adiabática a indicação do termoscópio era $40,0$ para **A** e para **B**, isso significa que ambos estão à mesma temperatura, indicada numericamente pelo valor $40,0$. Como os corpos estão à mesma temperatura, depois de retirada a parede do meio, não ocorre troca de calor entre eles, ou seja, eles se mantêm à mesma temperatura. Logo, a nova medida do termoscópio vai dar a mesma indicação, $40,0$.

Resposta: alternativa c.

572. I) Correto. Esse é o conceito termodinâmico de temperatura.
 II) Correto.
 III) Incorreto. Só há realização de trabalho se as fontes estiverem a temperaturas diferentes.
 IV) Incorreto. O peso do objeto aumenta a pressão, o que faz a temperatura de fusão diminuir.

Resposta: alternativa **a**.

573. Se a temperatura passa de 293 K, ou seja, 20 °C para 100 °C, o arame dilata, como um anel ou um furo numa chapa. O raio **R** aumenta, e a distância **L** também.

Resposta: alternativa **e**.

574. Da expressão dada, $L = L_0 + L_0\alpha(t - t_0)$, podemos escrever $\Delta L = L_0\alpha\Delta t$. Assim, se $X_0 = 2Y_0$, os comprimentos das barras **X** e **Y** quando aquecidas de Δt serão, respectivamente, $\Delta X = X_0\alpha\Delta t$ e $\Delta Y = Y_0\alpha\Delta t$. Mas, como $X_0 = 2Y_0$, podemos escrever $\Delta X = 2Y_0\alpha\Delta t$, ou seja, $\Delta X = 2\Delta Y$.

Resposta: alternativa **d**.

575. Pela figura, t_1 é a temperatura em que as duas chapas foram fixadas entre si. Em t_2 a chapa de cobre está mais dilatada do que a de aço. Como o coeficiente de dilatação do cobre é maior que o do aço, podemos concluir que $t_2 > t_1$. Em t_3 a chapa de aço está mais dilatada do que a de cobre. Como o coeficiente de dilatação do aço é menor que o do cobre, podemos concluir que $t_1 > t_3$.

Resposta: alternativa **a**.

576. Como o coeficiente de dilatação do óleo é maior que o da mistura água e álcool, ao esfriar-se o conjunto, o volume da gota, como o volume de todo o conjunto, vai diminuir. No entanto, por ter um coeficiente de dilatação maior, o volume da gota diminuirá ainda mais do que o volume da mistura. Logo, como o peso da gota não varia e o empuxo depende do peso do volume deslocado e esse volume diminui, o empuxo também diminui, por isso a gota afunda. Pode-se explicar também pela densidade dos líquidos. Antes, as densidades eram iguais; depois, como o óleo contrai mais do que a mistura, sua densidade aumenta mais do que a densidade da mistura, por isso, ele afunda.

Resposta: alternativa **a**.

577. a) Errado. Todas as dimensões aumentam, quando a temperatura aumenta.
 b) Correto. Essa é uma das formas de entender a dilatação volumétrica de corpos ociosos.
 c) Errado. A dilatação aparente é a dilatação real do líquido subtraída da dilatação do recipiente, não somada.
 d) Errado. A massa específica do líquido é inversamente proporcional ao aumento da temperatura, ou seja, ela diminui quando a temperatura aumenta, ao contrário do que resultaria dessa expressão.
 e) Correto. O volume final do balão é igual ao volume do líquido que continua dentro dele. Logo, o volume final do balão pode ser obtido pelo volume final do líquido subtraído da parcela que vazou.

Resposta: alternativas **b**, **e**.

578. Inicialmente vamos calcular a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura do gelo de 0 °C e passá-lo a água a 100 °C. Temos portanto:

$$Q = mL_{\text{gelo}} + mc_{\text{água}}\Delta t \Rightarrow Q = 200 \cdot 80 + 200 \cdot 1(100 - 0) \Rightarrow Q = 18\,000 \text{ cal} \Rightarrow Q = 72\,000 \text{ J}$$

Lembrando que a potência é dada pela razão $P = \frac{Q}{\Delta t}$, temos:

$$\Delta t = \frac{Q}{P} \Rightarrow \Delta t = \frac{72\,000}{800} \Rightarrow \Delta t = 90 \text{ s}$$

Resposta: alternativa **b**.

579. A capacidade térmica do bloco e a do líquido podem ser obtidas pelo módulo do inverso da inclinação das respectivas retas no gráfico dado (note que o gráfico apresenta **T** (°C) $\times$ **Q** (kJ), enquanto a capacidade térmica é dada por J/°C). Assim, da curva I, tomando-se os pontos (0 kJ; 180 °C) e (5 kJ; 80 °C) obtemos, em módulo, a capacidade térmica **C_I** do bloco:

$$C_I = \frac{5 - 0}{|180 - 80|} = 0,05 \text{ kJ/°C} = 50 \text{ J/°C}$$

Da mesma forma, da curva II, tomando-se os pontos (0 kJ; 0 °C) e (9 kJ; 60 °C), obtemos, em módulo, a capacidade térmica **C_{II}** do líquido:

$$C_{II} = \frac{9 - 0}{60 - 0} = 0,15 \text{ kJ/°C} = 150 \text{ J/°C}$$

Colocando o bloco a 100 °C num recipiente com esse líquido a 20 °C, num sistema isolado, a temperatura de equilíbrio térmico será dada pelo Princípio da Conservação da Energia:

$$Q_I (\text{calor cedido pelo bloco}) + Q_{II} (\text{calor absorvido pelo líquido}) = 0 \Rightarrow C_I(t - 100) + C_{II}(t - 20) = 0 \Rightarrow 50(t - 100) + 150(t - 20) = 0 \Rightarrow t = 40 \text{ °C}$$

Resposta: alternativa **c**.

580. Inicialmente coloca-se o bloco, de massa $m_B = 100 \text{ g}$ e calor específico 0,1c, em que **c** é o calor específico da água, no primeiro recipiente, até que a temperatura da água desse recipiente de massa $m = 10 \text{ g}$ seja **t'** (estamos desprezando a capacidade térmica do recipiente, o que o enunciado não autoriza, mas também não proíbe e é essencial para responder à questão). Como não houve equilíbrio térmico, vamos supor que a temperatura do bloco ao ser retirado do recipiente seja **t**, que é a temperatura que se quer saber. Pelo Princípio da Conservação da Energia, podemos escrever:

$$Q (\text{calor cedido pelo bloco}) + Q (\text{calor absorvido pela água}) = 0 \Rightarrow m_B \cdot 0,1c(t - 90) + mc(t' - 0) = 0 \Rightarrow 100 \cdot 0,1c(t - 90) + 10c(t' - 0) = 0 \Rightarrow 10t - 900 + 10t' = 0 \Rightarrow t + t' = 90 \text{ (I)}$$

Em seguida, o bloco à temperatura **t** é colocado no outro recipiente até atingir o equilíbrio térmico, que deve ocorrer à temperatura **t'**. Pelo Princípio da Conservação da Energia, podemos escrever:

$$Q (\text{calor cedido pelo bloco}) + Q (\text{calor absorvido pela água}) = 0 \Rightarrow m_B \cdot 0,1c(t' - t) + mc(t' - 0) = 0 \Rightarrow 100 \cdot 0,1c(t' - t) + 10c(t' - 0) = 0 \Rightarrow 10t' - 10t + 10t' = 0 \Rightarrow 20t' = 10t \Rightarrow 2t' = t \text{ (II)}$$

De (II), voltando à expressão (I), temos:

$$2t' + t' = 90 \Rightarrow t' = 30 \text{ °C e } t = 60 \text{ °C}$$

Resposta: alternativa **d**.

581. Inicialmente, coloca-se no forno o bloco de massa $m_b = 500$ g e calor específico c_l , calor específico da liga metálica, até que ele atinja a temperatura do forno, $t_f = 250$ °C. Em seguida, o bloco é colocado num calorímetro de capacidade térmica $C = 80$ cal/°C, contendo $m_a = 400$ g de água à temperatura $t_a = 20$ °C. A temperatura de equilíbrio é $t_e = 30$ °C. Do Princípio da Conservação da Energia, podemos escrever:

$$\begin{aligned} Q_l (\text{calor cedido pelo bloco}) + Q_{II} (\text{calor absorvido pela água}) + \\ + Q_{III} (\text{calor absorvido pelo calorímetro}) &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow m_b c_l (t_e - t_f) + m_a c_a (t_e - t_a) + c(t_e - t_a) &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow 500 c_l (30 - 250) + 400 \cdot 1,0 (30 - 20) + 80 (30 - 10) &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow -110\,000 c_l + 4\,800 = 0 \Rightarrow c_l = 0,044 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Resposta: alternativa **a**.

582. O volume total da cavidade é o volume inicial, $V_0 = 5$ cm³, acrescido ao volume correspondente à massa de gelo derretido, V_g , depois da colocação da esfera de cobre. Supondo que o gelo esteja a 0 °C, o que é aceitável pelo menos na cavidade onde houve a troca de calor, pois a figura mostra uma mistura de água e gelo nessa cavidade, só possível a essa temperatura, a pressão normal (embora esta última condição não tenha sido explicitada).

Para obter o volume do gelo derretido é preciso obter a massa de gelo derretida. Para isso vamos calcular a quantidade de calor cedida pela esfera de cobre para o gelo, Q_{Cu} , ao resfriar-se de 100 °C a 0 °C. Da expressão $Q = mc\Delta t$, obtemos:

$$Q_{Cu} = m_{Cu} C_{Cu} \Delta t \Rightarrow Q_{Cu} = 30 \cdot 0,096 (0 - 100) \Rightarrow Q_{Cu} = -288 \text{ cal}$$

Essa quantidade de calor absorvida pelo gelo, com o sinal positivo, permite o cálculo da massa de gelo derretido, m_g , pela expressão $Q_g = L m_g$, em que $L = 80$ cal/g é o calor latente de fusão do gelo. Temos, portanto:

$$288 = 80 m_g \Rightarrow m_g = 3,6 \text{ g}$$

Basta determinar agora o volume de gelo correspondente a essa massa. Da definição de densidade, $d = \frac{m}{V}$, sendo a densidade do gelo $d_g = 0,92$ g/cm³, obtemos:

$$V_g = \frac{m}{d_g} \Rightarrow V_g = \frac{3,6}{0,92} \Rightarrow V_g = 3,9 \text{ cm}^3$$

Logo, o volume da cavidade é:

$$V = V_0 + V_g \Rightarrow V = 5,0 + 3,9 \Rightarrow V = 8,9 \text{ cm}^3$$

Resposta: alternativa **a**.

583. a) A quantidade de gelo formada equivale à quantidade de calor que 1 L, ou seja, uma massa $m_{\text{água}} = 1\,000$ g de água, havia consumido ao resfriar-se “irregularmente” de 0 a -5,6 °C. Essa quantidade de calor, dada pela expressão $Q = mc\Delta t$, é:

$$\begin{aligned} Q_{\text{água}} &= m_{\text{água}} c_{\text{água}} \Delta t_{\text{água em sobre-resfriamento}} \Rightarrow \\ \Rightarrow Q_{\text{água}} &= 1\,000 \cdot 1,0 [0 - (-5,6)] \Rightarrow \\ \Rightarrow Q_{\text{água}} &= -5\,600 \text{ cal} \end{aligned}$$

Essa quantidade de calor, transformada em gelo, com o sinal positivo, permite o cálculo da massa de gelo derretido, m_g , pela expressão $Q_g = L m_g$, em que $L = 80$ cal/g é o calor latente de fusão do gelo. Temos, portanto:

$$5\,600 = 80 m_g \Rightarrow m_g = 70 \text{ g}$$

b) Quando se coloca o bloco na água a -5,6 °C, haverá troca de calor entre ambos, expressa pelo Princípio da Conservação da Energia:

$$Q (\text{calor cedido pelo bloco}) + Q (\text{calor absorvido pela água}) = 0$$

O bloco, de capacidade térmica $C = 400$ cal/g, ao passar de 91 °C para t °C, cede uma quantidade de calor, dada pela expressão $Q = C\Delta t$. Logo, nessa expressão, temos:

$$\begin{aligned} C\Delta t + m_a c_a \Delta t &= 0 \Rightarrow 400(t - 91) + 1\,000 \cdot 1,0 [t - (-5,6)] = \\ = 0 \Rightarrow 400t - 36\,400 + 1\,000t + 5\,600 &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow 1\,400t &= 30\,800 \Rightarrow t = 22 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

584. a) Nesse caso, o bloco de ferro é a fonte de calor. Como a substância está no estado sólido, a sua temperatura de fusão é a temperatura de equilíbrio do patamar, onde a temperatura não varia. Logo, a temperatura de fusão é 60 °C.

b) De acordo com o gráfico, podemos concluir que, quando a temperatura inicial do ferro é $t_{0Fe} = 200$ °C, a temperatura de equilíbrio da substância é $t_e = 60$ °C (início da mudança de estado). Como a capacidade térmica do calorímetro é desprezível, sabendo que a temperatura inicial da substância é $t_{0s} = 20$ °C e que a razão entre as massas do ferro e da substância é:

$$\frac{m_{Fe}}{m_s} = 0,8 \Rightarrow m_{Fe} = 0,8 m_s$$

do Princípio da Conservação da Energia e da expressão $Q = mc\Delta t$, temos:

$$\begin{aligned} Q (\text{calor cedido pelo ferro}) + Q (\text{calor absorvido pela substância}) &= 0 \Rightarrow m_{Fe} c_{Fe} (t_e - t_{0Fe}) + m_s c_s (t_e - t_{0s}) = 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow 0,8 m_s \cdot 0,1 (60 - 200) + m_s c_s (60 - 20) &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow c_s &= 0,28 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

c) O calor latente de fusão da substância pode ser obtido observando no gráfico que, quando o bloco de ferro é colocado à temperatura inicial $t_{0Fe} = 450$ °C, a substância atinge a temperatura de equilíbrio $t_e = 60$ °C e se funde completamente. Dos dados já considerados, sabendo que o calor absorvido pela substância na mudança de estado é dado pela expressão $Q = L m_s$, em que L é o calor latente de fusão, podemos escrever:

$$\begin{aligned} Q (\text{calor cedido pelo ferro}) + Q (\text{calor absorvido pela substância}) + Q (\text{calor absorvido na fusão da substância}) &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow m_{Fe} c_{Fe} (t_e - t_{0Fe}) + m_s c_s (t_e - t_{0s}) + L m_s &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow 0,8 m_s \cdot 0,1 (60 - 450) + m_s \cdot 0,28 (60 - 20) + L m_s &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow L &= 20 \text{ cal/g} \end{aligned}$$

585. Da descrição dada, conclui-se que houve a troca de calor entre a massa de gelo m_{gelo} , à temperatura $t_{0_{\text{gelo}}} = -10$ °C, com a massa $m_{\text{água}}$ de água, à temperatura $t_{0_{\text{água}}} = 50$ °C, resultando no recipiente apenas 5 400 g de água à temperatura de equilíbrio, $t = 0$ °C. Supondo desprezível a troca de calor entre as duas partes do recipiente, do Princípio da Conservação da Energia e da expressão $Q = mc\Delta t$, e $Q = L m$, em que L é o calor latente de fusão, podemos escrever:

$$\begin{aligned} Q (\text{calor cedido pela água}) + Q (\text{calor absorvido pelo gelo}) + \\ + Q (\text{calor absorvido na fusão do gelo}) &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow m_{\text{água}} c_{\text{água}} (t_e - t_{0_{\text{água}}}) + m_{\text{gelo}} c_{\text{gelo}} (t_e - t_{0_{\text{gelo}}}) + L m_{\text{gelo}} &= 0 \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow m_{\text{água}} \cdot 1,0(0 - 50) + m_{\text{gelo}} \cdot 0,50[0 - (-10)] + 80m_{\text{gelo}} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -50m_{\text{água}} + 85m_{\text{gelo}} = 0 \Rightarrow m_{\text{água}} = 1,7m_{\text{gelo}} \text{ (I)}$$

Mas, como a massa total de água resultante é de 5 400 g, podemos concluir que:

$$m_{\text{água}} + m_{\text{gelo}} = 5\,400 \text{ (II)}$$

De (I) e (II), temos:

$$\text{a) } m_{\text{gelo}} = 2\,000 \text{ g}$$

$$\text{b) } m_{\text{água}} = 3\,400 \text{ g}$$

c) A energia absorvida pelo gelo é a quantidade de calor total, **Q**, por ele consumido, necessária para elevá-lo a 0 °C e depois fundi-lo, dada por:

$$Q = m_{\text{gelo}}c_{\text{gelo}}(t_e - t_{0\text{gelo}}) + L_{\text{gelo}}m_{\text{gelo}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = 2\,000 \cdot 0,50[0 - (-10)] + 80 \cdot 2\,000 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = 170\,000 \text{ cal}$$

586. I) Errado. Cobertor não é fonte de calor, é apenas um isolante térmico.

II) Correto. A louça é um bom isolante térmico e, portanto, dificulta a perda do calor para o meio ambiente.

III) Correto. O ar frio tende a descer e o quente a subir. Essa colocação facilita a convecção e, portanto, a refrigeração do ambiente.

Resposta: alternativa **b**.

587. O calor do Sol chega até nós por irradiação.

Resposta: alternativa **c**.

588. Não havendo meio condutor, não pode haver condução nem convecção. O calor se transfere de um corpo para o outro por radiação.

Resposta: alternativa **a**.

589. A única diferença que ocorre entre as duas situações está na temperatura de ebulição da água, que é menor em Campos do Jordão do que em Ubatuba, cidade litorânea onde a pressão atmosférica é maior. Por isso, o chá em Campos do Jordão é sempre um pouco mais frio ou menos quente do que em Ubatuba.

Resposta: alternativa **a**.

590. I) Correto. Para que haja realização de trabalho deve haver variação do volume do gás.

II) Correto. A compressão muito rápida pode ser considerada adiabática, na qual não há troca de calor com o ambiente. Por essa razão, da Primeira Lei da Termodinâmica, conclui-se que a energia interna do gás aumenta e, portanto, a sua temperatura também aumenta.

III) Correto. Essa é a ideia básica do conceito de calor específico.

Resposta: alternativa **d**.

591. Da Lei Geral dos Gases Perfeitos sabemos que $pV = nRT$. A pressão **p** pode ser obtida pela razão entre o peso da válvula, $P = 0,82 \text{ N}$, sobre a área do tubinho, $S = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$, considerando desprezível a ação da pressão atmosférica nesse caso, o que é razoável, pois ela, na válvula, atua praticamente em todos os sentidos. Temos então:

$$p = \frac{P}{S} \Rightarrow p = \frac{0,82}{3,0 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow p = 2,7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Como o volume livre dos gases é um terço do volume da panela, que tem 18 L, conclui-se que o volume é:

$$V = 6,0 \text{ L} \Rightarrow V = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

A temperatura de ebulição da água nesse caso é $t = 127 \text{ }^\circ\text{C}$, ou seja:

$$T = 127 + 273 \Rightarrow T = 400 \text{ K}$$

Sendo $R = 8,2 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$, da Lei Geral dos Gases Perfeitos, $pV = nRT$, temos:

$$2,7 \cdot 10^5 \cdot 6,0 \cdot 10^{-3} = n \cdot 8,2 \cdot 400 \Rightarrow n = 0,49 \text{ mol}$$

592. a) Da Lei Geral dos Gases Perfeitos na forma $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}$,

sendo **V** constante, $p_0 = 12 \text{ N/cm}^2$, $T_0 = 300 \text{ K}$ e $T = 350 \text{ K}$, temos:

$$\frac{12}{300} = \frac{p}{350} \Rightarrow p = 14 \text{ N/cm}^2$$

b) O módulo da força resultante **F₀** correspondente à pressão **p₀**

é dado pela definição de pressão, $p = \frac{F}{S}$, em que $p_0 =$

$= 12 \text{ N/cm}^2$ e $S = 225 \text{ cm}^2$. Temos, portanto:

$$p_0 = \frac{F_0}{S} \Rightarrow F_0 = p_0 S \Rightarrow F_0 = 12 \cdot 225 \Rightarrow F_0 = 2\,700 \text{ N}$$

Para a força resultante **F'** correspondente à pressão $p = 14 \text{ N/cm}^2$, temos:

$$F' = pS \Rightarrow F' = 14 \cdot 225 \Rightarrow F' = 3\,150 \text{ N}$$

593. a) O trabalho realizado sobre o gás é a "área sob a curva" AB, um trapézio, que é dada por:

$$\tau = \frac{(B + b)h}{2} \Rightarrow \tau = \frac{(2p_0 + p_0)\left(V_0 - \frac{2}{3} \cdot V_0\right)}{2} \Rightarrow$$

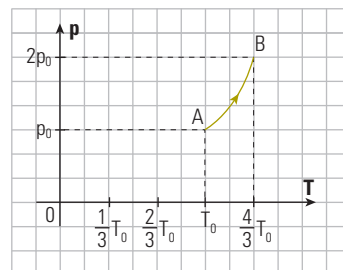
$$\Rightarrow \tau = \frac{p_0 V_0}{2}$$

b) No estado **A** temos os valores **p₀**, **V₀** e **T₀**. Para o esboço do gráfico pressão $\times$ temperatura é preciso determinar o valor de **T** no estado **B**, onde $p = 2p_0$ e $V = \frac{2V_0}{3}$. Logo, da Lei

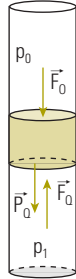
de Gases Perfeitos na forma $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}$, temos:

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{2p_0 \cdot \frac{2V_0}{3}}{T} \Rightarrow T = \frac{4}{3} \cdot T_0$$

Com esses valores, em **A**, p_0 ; **T₀** e, em **B**, $2p_0$; $\frac{4}{3} \cdot T_0$, esboçamos o gráfico a seguir:



594. a) Para que haja equilíbrio é preciso que a força resultante da pressão interna, $\vec{F}_0$, que atua verticalmente para cima na base do bloco **Q** do gás aprisionado equilibre o peso desse bloco, $\vec{P}_0$, acrescido da força resultante da ação da pressão atmosférica, $\vec{F}_0$, ambas dirigidas verticalmente para baixo. Veja a figura:



Podemos portanto escrever, em módulo, $P_0 + F_0 = F_0$. Mas, $P_0 = Mg = 50 \cdot 10 = 500 \text{ N}$ e $F_0 = p_0 S = 10^5 \cdot 0,010 = 1000 \text{ N}$. Logo, $F_0 = 500 + 1000 = 1500 \text{ N}$. Portanto, a pressão do gás aprisionado, nessas condições, é:

$$p_1 = \frac{F_0}{S} \Rightarrow p_1 = \frac{1500}{0,010} \Rightarrow p_1 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Mas, antes da colocação do cilindro **Q**, o tubo estava à pressão atmosférica ambiente, $p_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, contendo gás no seu volume total, aberto, $V_0 = SH = 0,01 \cdot 6,0 = 0,060 \text{ m}^3$. Como a temperatura não varia, da Lei de Boyle podemos escrever:

$$p_0 V_0 = p_1 V_1 \Rightarrow 1,0 \cdot 10^5 \cdot 0,060 = 1,5 \cdot 10^5 V_1 \Rightarrow V_1 = 0,040 \text{ m}^3$$

Como área da base do cilindro **Q** é, também, $S = 0,010 \text{ m}^2$, temos:

$$V_1 = Sy_1 \Rightarrow 0,040 = 0,010 y_1 \Rightarrow y_1 = 4,0 \text{ m}$$

- b) e c) Sendo $h = 0,5 \text{ m}$ a altura de cada cilindro, a altura livre acima de **Q**, na figura 2 do enunciado, é:
- $$h' = H - y_1 - h \Rightarrow h' = 6,0 - 4,0 - 0,50 \Rightarrow h' = 1,5 \text{ m}$$

Logo, nessas condições, o volume livre V'_0 do gás à pressão atmosférica é $V'_0 = Sh' = 0,010 \cdot 1,5 = 0,015 \text{ m}^3$. Colocando o cilindro **R**, idêntico ao cilindro **Q**, a pressão que ele deve aprisionar para equilibrar a força exercida pela pressão atmosférica acrescida do peso do cilindro é a mesma que o cilindro **Q** aprisiona no caso anterior. Logo, $p_3 = p_1 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Como a temperatura não varia, aplicando novamente a Lei de Boyle para a colocação do cilindro **R**, podemos determinar o volume V_3 de gás por ele aprisionado. Temos:

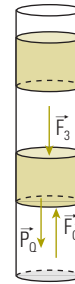
$$p_0 V'_0 = p_3 V_3 \Rightarrow 1,0 \cdot 10^5 \cdot 0,015 = 1,5 \cdot 10^5 V_3 \Rightarrow V_3 = 0,010 \text{ m}^3$$

Sendo $S = 0,010 \text{ m}^2$ a área da base do cilindro **R**, temos:

$$V_3 = Sy_3 \Rightarrow 0,010 = 0,010 y_3 \Rightarrow y_3 = 1,0 \text{ m}$$

A pressão p_2 do gás aprisionado pelo cilindro **Q** é, agora, a pressão necessária para exercer a força $\vec{F}'_0$ capaz de equi-

librar o peso do cilindro **Q**, $\vec{P}_0$ acrescido da força resultante $\vec{F}_3$ exercida sobre ele pela pressão p_3 . Veja a figura:



Em módulo, temos:

$$P_0 + F_3 = F'_0$$

Mas $P_0 = 500 \text{ N}$ e $F_3 = p_3 S = 1,5 \cdot 10^5 \cdot 0,010 = 1500 \text{ N}$. Logo, $F'_0 = 500 + 1500 = 2000$. Portanto, a pressão do gás aprisionado, nessas condições, é:

$$p_2 = \frac{F'_0}{S} \Rightarrow p_2 = \frac{2000}{0,010} \Rightarrow p_2 = 2,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Aplicando novamente a Lei de Boyle para o gás aprisionado por **Q**, temos:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow 1,0 \cdot 10^5 \cdot 0,015 = 2,0 \cdot 10^5 V_2 \Rightarrow V_2 = 0,0075 \text{ m}^3$$

Sendo $S = 0,010 \text{ m}^2$ a área da base do cilindro **Q**, temos:

$$V_2 = Sy_2 \Rightarrow 0,0075 = 0,010 y_2 \Rightarrow y_2 = 0,75 \text{ m}$$

595. A melhor alternativa para essa questão seria a Segunda Lei da Termodinâmica, que explicita melhor o Princípio da Conservação da Energia. Não havendo essa alternativa, a única alternativa possível para essa questão é a **b**.

Resposta: alternativa **b**.

596. a) O trabalho, τ , realizado sobre a esfera é o trabalho realizado contra a gravidade, necessário para elevar o centro de massa da esfera da altura **d**, dado pelo acréscimo de energia potencial gravitacional adquirida pelo corpo, $\Delta E_p = mg\Delta h = mgd$, acrescido do trabalho necessário para vencer a pressão atmosférica, $\tau_0 = p_0 \Delta V$. Temos portanto:

$$\tau = mgd + p_0 \Delta V$$

- b) Esse trabalho é positivo, $\tau > 0$, pois ele é realizado pelo sistema contra o ambiente. Sendo $Q > 0$, também, pois foi fornecido ao sistema, podemos determinar a variação da energia interna, ΔE_i , desse sistema pela Primeira Lei da Termodinâmica, $Q = \tau + \Delta E_i$. Temos, portanto:

$$Q = mgd + p_0 \Delta V + \Delta E_i \Rightarrow \Delta E_i = Q - mgd - p_0 \Delta V$$

597. a) Podemos calcular esse trabalho pela soma das "áreas sob as curvas" nos trechos AB, onde o trabalho é positivo, e no trecho CD, onde o trabalho é negativo. Nos trechos AD e BC o trabalho é nulo, pois, nesses trechos, o volume permanece constante. Temos, portanto:

$$\tau_{ABCD} = \tau_{AB} + \tau_{CD} \Rightarrow \tau_{ABCD} = (6 - 2)10^{-2} \cdot 0,75 \cdot 10^5 - (6 - 2)10^{-2} \cdot 0,50 \cdot 10^5 \Rightarrow \tau_{ABCD} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$$

- b) Da Lei Geral dos Gases Perfeitos, $pV = nRT$, pode-se concluir que a temperatura mais alta corresponde ao maior produto pV e a temperatura mais baixa corresponde ao menor produto pV . Logo, a temperatura mais alta corresponde ao ponto **B**, que chamaremos T_B , e a temperatura mais baixa corresponde ao ponto **D**, T_D . Aplicando a Lei Geral dos Gases Perfeitos aos valores da pressão, volume e temperatura correspondentes a esses pontos, temos:

$$p_B V_B = nRT_B \quad (I) \text{ e } p_D V_D = nRT_D \quad (II)$$

Dividindo (I) por (II), obtemos:

$$\frac{T_B}{T_D} = \frac{p_B V_B}{p_D V_D}$$

Substituindo pelos valores do gráfico dado, temos:

$$\frac{T_B}{T_D} = \frac{0,75 \cdot 6}{0,50 \cdot 2} \Rightarrow \frac{T_B}{T_D} = 4,5$$

598. O trabalho útil realizado pelo gás na expansão em módulo é $\tau_u = p\Delta V$. Portanto, sendo $p = 5,00 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ e $\Delta V = 1,50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, o trabalho realizado é:

$$\tau_u = 5,00 \cdot 10^5 \cdot 1,50 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \tau_u = 750 \text{ J}$$

A energia total, E_t , fornecida ao motor pode ser obtida pelo calor de combustão desse combustível, cujo valor é $7,50 \cdot 10^3 \text{ cal/g}$. Como são consumidos 0,20 g, temos:

$$E_t = 0,20 \cdot 7,50 \cdot 10^3 \Rightarrow E_t = 1500 \text{ cal} \Rightarrow E_t = 6000 \text{ J}$$

Logo, o rendimento η pode ser obtido pela razão entre o trabalho útil fornecido pelo motor e a energia total consumida. Portanto, temos:

$$\eta = \frac{\tau_u}{E_t} \Rightarrow \eta = \frac{750}{6000} \Rightarrow \eta = 0,13 \text{ (dois algarismos significativos)} \Rightarrow \eta = 13\%$$

Resposta: alternativa **b**.

599. O rendimento de uma máquina de Carnot é $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$. Logo,

para essas temperaturas, $T_1 = 127 + 273 = 400 \text{ K}$ e $T_2 = -33 + 273 = 240 \text{ K}$, esse rendimento seria:

$$\eta = 1 - \frac{240}{400} \Rightarrow \eta = 0,40$$

Se a turbina tem 80% desse rendimento, temos:

$$\eta = 0,80 \cdot 0,40 \Rightarrow \eta = 0,32 \Rightarrow \eta = 32\%$$

Resposta: alternativa **e**.

600. Se a fonte quente fornece $Q_1 = 4000 \text{ J}$ e a máquina realiza trabalho $\tau = 800 \text{ J}$, pelo Princípio da Conservação da Energia é liberada para a fonte fria uma quantidade de calor:

$$Q_2 = 800 - 4000 = -3200 \text{ J}$$

Mas sabemos que $\frac{|Q_2|}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$. Logo, sendo $T_2 = 300 \text{ K}$, temos:

$$\frac{|-3200|}{4000} = \frac{300}{T_1} \Rightarrow T_1 = 375 \text{ K}$$

Resposta: alternativa **a**.

601. Se somente uma das esferas estiver carregada ao aproximarmos as duas esferas sem carga, não haverá atração elétrica entre elas, o que invalida a hipótese I.

Com duas esferas carregadas, com cargas de sinais opostos, e uma esfera neutra, ao aproximarmos essas esferas duas a duas teremos atração em todos os casos. Se as três esferas estiverem carregadas, pelo menos duas delas terão cargas de mesmo sinal. Ao aproximarmos esferas com cargas de mesmo sinal haverá repulsão, o que invalida a hipótese III.

Resposta: alternativa **b**.

602. Ao se atritar **A** com **B**, **B** ganha elétrons, ou seja, **B** fica eletrizado negativamente. Portanto, **A** fica com excesso de cargas positivas, ou seja, eletrizado positivamente. Ao aproximarmos o bastão eletrizado positivamente de cada esfera, ele atrairá a esfera **B** e a esfera **C** e repelirá a esfera **A**.

Resposta: alternativa **b**.

603. Quando o bastão eletrizado com carga negativa se aproxima do condutor descarregado, ele induz uma separação de cargas. A esfera **A** (parte do condutor situada mais próximo ao bastão) fica com excesso de cargas positivas. A esfera **B** fica com excesso de carga negativa. Ao afastarmos uma esfera da outra, na presença do bastão, essa configuração se mantém e a separação de cargas se torna definitiva – cargas positivas na esfera **A** e cargas negativas na esfera **B**.

Resposta: alternativa **d**.

604. Do gráfico, obtemos $r = 3,0 \text{ m}$ e $F = 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ N}$. Sendo $q_1 = q_2 = q$, da Lei de Coulomb, temos:

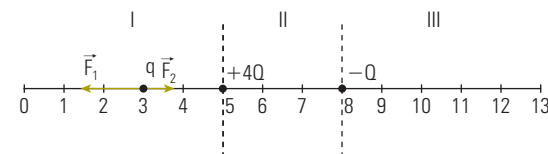
$$F = k \cdot \frac{q_1 q_2}{d^2} \Rightarrow F = k \cdot \frac{q \cdot q}{r^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2,5 \cdot 10^{-8} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{q^2}{3,0^2} \Rightarrow 2,5 \cdot 10^{-17} = q^2 \Rightarrow$$

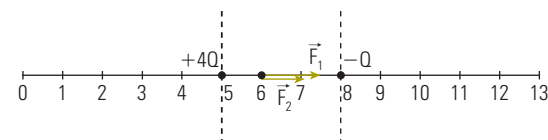
$$\Rightarrow q^2 = 25 \cdot 10^{-18} \Rightarrow q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

Resposta: alternativa **e**.

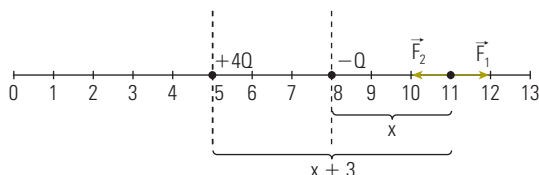
605. a) A partícula +**Q** estará em equilíbrio se a resultante das forças que atuam sobre ela for nula. Na região I, a partícula fica sujeita à força $\vec{F}_1$ devido à carga +4Q e à força $\vec{F}_2$ devido à carga -Q. A força elétrica é diretamente proporcional ao produto das cargas e é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. É fácil verificar que F_1 será sempre maior que F_2 e, portanto, a resultante dessas forças é diferente de zero.



Na região II, a partícula fica sujeita à força $\vec{F}_1$ devido à carga +4Q e à força $\vec{F}_2$ devido à carga -Q. Essas forças têm a mesma direção e sentido, portanto, não se anulam.



Na região III, a partícula fica sujeita à força $\vec{F}_1$ devido à carga $+4Q$ e à força $\vec{F}_2$ devido à carga $-Q$. A força elétrica é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância. Como $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ têm a mesma direção e sentidos opostos, é fácil concluir que haverá um ponto x , onde a resultante das forças é nula.



b) Da Lei de Coulomb, $F = k \cdot \frac{q_1 q_2}{d^2}$, temos:

$$F_1 = k \cdot \frac{Q \cdot 4Q}{(x+3)^2} \Rightarrow F_1 = \frac{4kQ^2}{(x+3)^2}$$

$$F_2 = k \cdot \frac{Q \cdot Q}{x^2} \Rightarrow F_2 = \frac{kQ^2}{x^2}$$

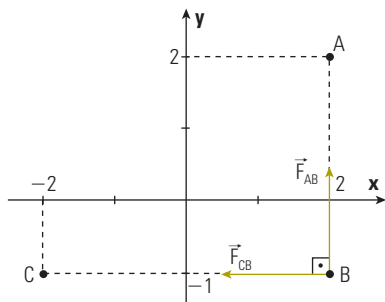
Da condição de equilíbrio, $F_1 = F_2$. Então:

$$\frac{4kQ^2}{(x+3)^2} = \frac{kQ^2}{x^2} \Rightarrow \frac{4}{(x+3)^2} = \frac{1}{x^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x^2 - 2x - 3 = 0 \Rightarrow x = 3 \text{ ou } x = -1 \text{ (não serve)}$$

Portanto, o ponto de equilíbrio será 3 m da carga $-Q$, isto é, será o ponto de marco 11.

606. Inicialmente marcamos no plano cartesiano os pontos onde estão as cargas e podemos representar as forças de interação $\vec{F}_{AB}$ (entre as cargas **A** e **B**) e $\vec{F}_{CB}$ (entre as cargas **C** e **B**). Veja a figura:



Da Lei de Coulomb, $F = k \cdot \frac{q_1 q_2}{d^2}$, temos:

- para $Q_A = 1,2 \mu\text{C} = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ e $Q_B = -1,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$:

$$F_{AB} = k \cdot \frac{Q_A Q_B}{d_{AB}^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{AB} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,2 \cdot 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot 10^{-6}}{3^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{AB} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

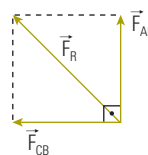
- Para $Q_C = 1,6 \mu\text{C} = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ e $Q_B = -1,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$:

$$F_{CB} = k \cdot \frac{Q_C Q_B}{d_{CB}^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{CB} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot 10^{-6}}{4^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{CB} = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

A resultante pode ser obtida pela regra do paralelogramo. Veja a figura:



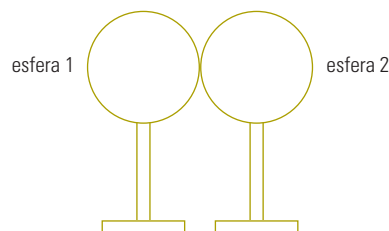
Temos, então:

$$F_R^2 = F_{AB}^2 + F_{CB}^2 \Rightarrow F_R^2 = (1,2 \cdot 10^{-3})^2 + (0,9 \cdot 10^{-3})^2 \Rightarrow$$

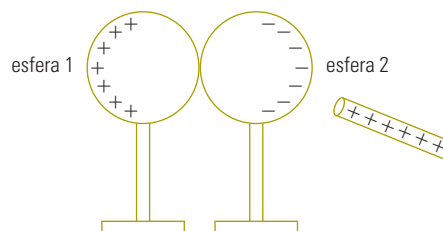
$$\Rightarrow F_R^2 = 2,25 \cdot 10^{-6} \Rightarrow F_R = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

Resposta: alternativa **c**.

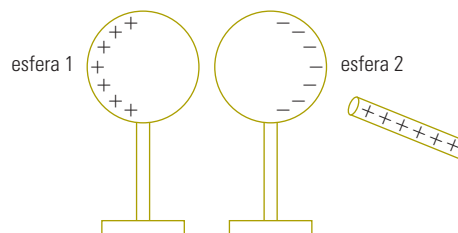
607. I) Inicialmente encostamos as duas esferas.



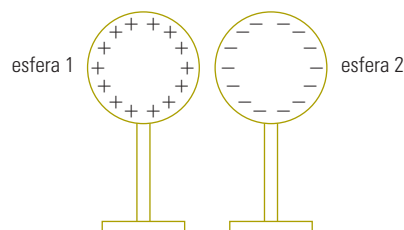
II) Aproximamos o bastão carregado positivamente da esfera 2. Os elétrons livres das esferas são atraídos pelo bastão e se acumulam na região mais próxima dele. A região mais afastada do bastão fica com falta de elétrons e, portanto, fica com excesso de cargas positivas.



III) Na presença do bastão, afastamos as esferas 1 e 2. A configuração acima se mantém.



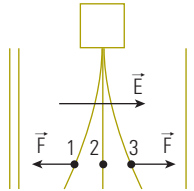
IV) Afastamos o bastão. Admitindo que tenham o mesmo raio, as esferas se mantêm carregadas com cargas de mesmo módulo e sinais opostos.



608. Se as linhas de força saem, as cargas são positivas (I); linhas de força nunca se cruzam (II) e, quanto mais próximas (III) entre si, maior a intensidade do campo elétrico representado.

Resposta: alternativa **b**.

609. Indicamos a direção e o sentido da força elétrica que atua nas partículas 1 e 3. Na gota 2 não atua força elétrica, pois ela não é desviada de sua trajetória. Logo, já podemos concluir que a gota 2 é neutra.

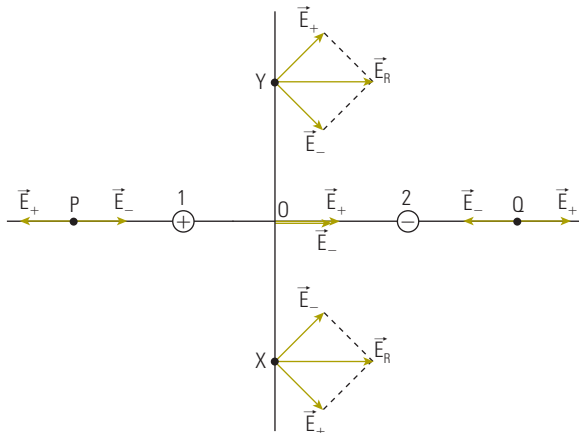


Na gota 1, como $\vec{E}$ e $\vec{F}$ têm sentidos opostos, concluímos que ela está carregada negativamente.

Na gota 3, como $\vec{E}$ e $\vec{F}$ têm o mesmo sentido, concluímos que ela está carregada positivamente.

Resposta: alternativa **a**.

610. Veja a figura:



No ponto **P**, o vetor campo elétrico $\vec{E}_+$ devido à carga positiva tem mesma direção e sentido contrário ao do vetor $\vec{E}_-$ devido à carga negativa. Como as esferas têm cargas de mesmo módulo, da expressão $E = k \cdot \frac{q}{d^2}$, podemos concluir que

$\vec{E}_+ > \vec{E}_-$, logo o vetor campo elétrico resultante não é nulo. É fácil verificar que isso será válido para qualquer ponto da reta PQ à esquerda da esfera de carga positiva. No ponto **Q**, o vetor campo elétrico $\vec{E}_+$ devido à carga positiva tem mesma direção e sentido contrário ao do vetor $\vec{E}_-$ devido à carga negativa. Como as esferas têm cargas de mesmo módulo, da expressão

$E = k \cdot \frac{q}{d^2}$, podemos concluir que $\vec{E}_+ < \vec{E}_-$, logo o vetor campo elétrico resultante não é nulo. É fácil verificar que isso será válido para qualquer ponto da reta PQ à direita da esfera de carga negativa. No ponto **O**, os vetores $\vec{E}_+$ e $\vec{E}_-$ têm a mesma direção e sentido. Logo, o vetor campo elétrico resultante não é

nulo. Isso é válido para qualquer ponto da reta PQ entre as esferas. No ponto **X**, os vetores $\vec{E}_+$ e $\vec{E}_-$ têm direções e sentidos indicados na figura. Como as esferas têm cargas de mesmo módulo e a distância entre o ponto **X** e as esferas é a mesma, da

expressão $E = k \cdot \frac{q}{d^2}$, concluímos que $\vec{E}_+ = \vec{E}_-$, e obtemos

o vetor resultante como mostra a figura — horizontal para a direita. É fácil verificar que o vetor resultante terá direção horizontal e sentido para a direita em qualquer ponto da reta XY.

Resposta: alternativa **a**.

611. Como a partícula da massa **m** e carga **q** está sujeita exclusivamente à ação do campo elétrico, atua sobre ela uma força elétrica de módulo $F = qE$. Como a força elétrica é a força resultante, da Segunda Lei de Newton ($\vec{F}_R = m\vec{a}$), temos:

$$ma = qE \Rightarrow a = \frac{qE}{m}$$

Como **E** é uniforme, a aceleração da partícula é constante. Concluímos, então, que seu movimento é retilíneo uniformemente variado. Da expressão $v = v_0 + at$, temos:

$$v = 0 + \frac{qE}{m} \cdot t \Rightarrow v = \frac{qEt}{m}$$

Resposta: alternativa **a**.

612. a) Como a partícula carregada é projetada horizontalmente numa região onde há um campo elétrico uniforme, ela fica sujeita à ação de uma força elétrica, de módulo $F = qE$. Da figura, podemos concluir que $\vec{F}$ tem direção vertical, com sentido orientado para cima. Como $\vec{E}$ e $\vec{F}$ têm mesma direção e sentidos contrários, concluímos que a carga da partícula é negativa.

- b) A partícula descreve um movimento que corresponde a um lançamento horizontal. Haverá a composição de um movimento horizontal e uniforme com um movimento vertical uniformemente variado.

Como a velocidade inicial da partícula na direção **y** é nula ($v_{0y} = 0$), da função da posição do MRUV,

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2, \text{ temos:}$$

$$h = 0 + 0t + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow h = \frac{at^2}{2} \quad (I)$$

sendo **t** o tempo gasto pela partícula para atingir o ponto **P**. Na direção **x** não há aceleração. Da função da posição do MRU, temos:

$$x = x_0 + v_x t \Rightarrow L = 0 + v_0 t \Rightarrow L = v_0 t \Rightarrow t = \frac{L}{v_0} \quad (II)$$

A força resultante na partícula é a força elétrica, de módulo $F = qE$. Da Segunda Lei de Newton ($\vec{F}_R = m\vec{a}$), temos:

$$ma = qE \Rightarrow a = \frac{qE}{m} \quad (III)$$

Substituindo (II) e (III) em (I), temos:

$$h = \frac{qE}{2m} \cdot \frac{L^2}{v_0^2} \Rightarrow E = \frac{2mv_0^2 h}{qL^2}$$

613. Do gráfico, obtemos para $d = 5,0 \text{ cm} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$,
 $V = -1,44 \cdot 10^3 \text{ V}$. Aplicando a expressão $V = k \cdot \frac{Q}{d}$, temos:

$$-1,44 \cdot 10^3 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Q}{5,0 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow Q = -8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

Como $Q < 0$, concluímos que a esfera está com excesso de elétrons.

Sendo $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, o número de elétrons em excesso é:

$$n = \frac{-8 \cdot 10^{-9}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow n = 5 \cdot 10^{10} \text{ elétrons}$$

Resposta: alternativa d.

614. Como as superfícies equipotenciais são verticais e os valores dos potenciais decrescem da esquerda para a direita, podemos concluir que o vetor campo elétrico $\vec{E}$ tem direção horizontal e sentido da esquerda para a direita.

Logo, os elétrons livres da barra condutora ficam sujeitos a uma força que tem a mesma direção, mas sentido contrário ao do vetor $\vec{E}$. Portanto, o condutor isolado adquire, no equilíbrio, a distribuição de cargas da figura:



Ou seja, fica polarizado, com a extremidade da direita carregada positivamente e a da esquerda carregada negativamente.

Resposta: alternativa e.

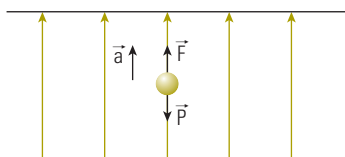
615. A partícula está imersa em dois campos de força:

- o campo gravitacional da Terra, suposto uniforme, representado pelo vetor $\vec{g}$, constante, orientado verticalmente para baixo, cujo módulo é $g = 10 \text{ N/kg}$. Esse campo exerce sobre a partícula a força peso $\vec{P}$, também orientada verticalmente para baixo, devida à massa ($m = 2 \text{ g} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$) dessa partícula. O módulo do peso é:

$$P = mg \quad (\text{I})$$

- o campo elétrico gerado pelo capacitor, suposto uniforme, representado pelo vetor campo elétrico $\vec{E}$, constante. Para que a partícula tenha um movimento vertical ascendente deverá atuar sobre ela uma força elétrica orientada verticalmente para cima. Como a partícula tem carga elétrica positiva, o vetor campo elétrico tem a mesma direção e sentido da força elétrica. O módulo da força elétrica é:

$$F = qE \quad (\text{II})$$



A força resultante na partícula será:

$$F_R = F - P \Rightarrow F_R = qE - mg \quad (\text{III})$$

Da Segunda Lei de Newton ($\vec{F}_R = m\vec{a}$), temos:

$$ma = qE - mg \Rightarrow 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 =$$

$$= 6 \cdot 10^{-6}E - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \Rightarrow E = 3,5 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

Resposta: alternativa e.

616. a) Falsa

As cargas elétricas num condutor estão em sua superfície.

b) Verdadeira

No interior da esfera condutora carregada, temos $E = 0$ e $v = \text{constante} \neq 0$.

c) Verdadeira

O vetor campo elétrico num ponto externo a uma esfera carregada equivale ao vetor campo elétrico gerado por uma carga pontual localizada no centro da esfera.

d) Falsa

As superfícies equipotenciais são esferas concêntricas; no entanto, como o potencial varia com o inverso da distância ao centro da esfera, quanto mais próximo da esfera, mais próximas entre si devem ser as linhas equipotenciais para possibilitar uma adequada visualização do campo elétrico.

e) Verdadeira

Resposta: alternativas b, c, e.

617. a) Falsa

Da expressão $V = k \cdot \frac{Q}{d}$, temos:

- no ponto **A**, o potencial elétrico devido à carga $+q$, à distância $a = 3 \text{ m}$, é:

$$V'_A = k \cdot \frac{q}{3}$$

e o potencial elétrico devido à carga $-q$, à distância $b = 4 \text{ m}$, é:

$$V''_A = -k \cdot \frac{q}{4}$$

Logo, o potencial elétrico resultante em **A** é:

$$V_A = V'_A + V''_A \Rightarrow V_A = k \cdot \frac{q}{3} - k \cdot \frac{q}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_A = k \cdot \frac{q}{12}$$

- no ponto **B**, o potencial elétrico devido à carga $+q$, à distância $b = 4 \text{ m}$, é:

$$V'_B = k \cdot \frac{q}{4}$$

e o potencial elétrico devido à carga $-q$, à distância $a = 3 \text{ m}$, é:

$$V''_B = -k \cdot \frac{q}{3}$$

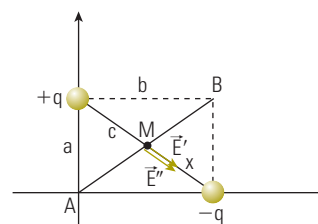
Logo, o potencial elétrico resultante em **B** é:

$$V_B = V'_B + V''_B \Rightarrow V_B = k \cdot \frac{q}{4} - k \cdot \frac{q}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_B = -k \cdot \frac{q}{12}$$

Portanto, $V_B < V_A$.

b) Verdadeira



O cruzamento das diagonais do retângulo é o ponto médio do segmento que une as duas cargas, que chamaremos de

M. Da expressão $V = k \cdot \frac{Q}{d}$, temos, para o ponto **M**:

- o potencial elétrico devido à carga $+q$, a uma distância x , é:

$$V'_M = k \cdot \frac{q}{x}$$

- o potencial elétrico devido à carga $-q$, a uma distância x , é:

$$V''_M = -k \cdot \frac{q}{x}$$

Logo, o potencial elétrico resultante em **M** é:

$$V_M = V'_M + V''_M \Rightarrow V_M = k \cdot \frac{q}{x} - k \cdot \frac{q}{x} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_M = 0$$

Podemos ver na figura que o vetor campo elétrico $\vec{E}'$ devido à carga $+q$ tem a mesma direção e sentido do vetor campo elétrico $\vec{E}''$ devido à carga $-q$. Logo, o vetor campo elétrico resultante é diferente de zero.

c) Verdadeira

Sendo $V_A = k \cdot \frac{q}{12}$ e $V_B = -k \cdot \frac{q}{12}$, temos:

$$V_A - V_B = k \cdot \frac{q}{12} - \left(-k \cdot \frac{q}{12}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_A - V_B = 2k \cdot \frac{q}{12} \Rightarrow V_A - V_B = \left(\frac{1}{6} \cdot kq\right) \text{ volts}$$

d) Falsa

Da expressão $\mathcal{C}_{BA} = q(V_B - V_A)$, temos $\mathcal{C}_{BA} = q'(V_B - V_A)$. Substituindo esse valor na expressão anterior, obtemos:

$$\mathcal{C}_{BA} = q' \cdot \frac{1}{6} \cdot kq \Rightarrow \mathcal{C}_{BA} = \frac{1}{6} \cdot kq'q \quad (\text{A})$$

Supondo que q' esteja em **A**, da expressão da energia potencial elétrica $E_{p_e} = k \cdot \frac{Qq}{d}$, temos, para cada par de cargas:

$$\text{I) } +q \text{ e } -q, E_{p_{e_I}} = -k \cdot \frac{q^2}{5}$$

$$\text{II) } +q \text{ e } q', E_{p_{e_{II}}} = k \cdot \frac{qq'}{3}$$

$$\text{III) } -q \text{ e } q', E_{p_{e_{III}}} = -k \cdot \frac{qq'}{4}$$

A energia total do sistema é a soma dessas energias:

$$E_{p_e} = E_{p_{e_I}} + E_{p_{e_{II}}} + E_{p_{e_{III}}} \Rightarrow$$

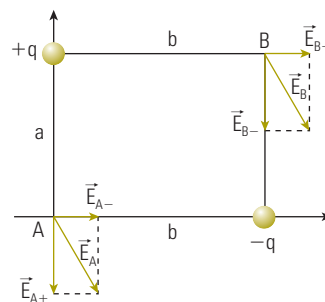
$$\Rightarrow E_{p_e} = k \left(-\frac{q^2}{5} + \frac{qq'}{3} - \frac{qq'}{4} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{p_e} = k \left(-\frac{q^2}{5} + \frac{qq'}{12} \right) \quad (\text{B})$$

Comparando **(A)** e **(B)**, podemos concluir que $\mathcal{C}_{AB} \neq E_{p_e}$.

e) Verdadeira

Veja a figura:



O vetor campo elétrico resultante $\vec{E}_A$ no ponto **A** é a soma vetorial do vetor $\vec{E}_{A+}$, à distância a da partícula de carga $+q$, com o vetor $\vec{E}_{A-}$, à distância b da partícula de carga $-q$. O vetor campo elétrico resultante $\vec{E}_B$ no ponto **B**, é a soma vetorial do vetor $\vec{E}_{B-}$, à distância a da partícula de carga $-q$, com o vetor $\vec{E}_{B+}$, à distância b da partícula de carga $+q$.

Da expressão $E = k \cdot \frac{Q}{d^2}$, podemos concluir que $E_{A+} = E_{B-}$ e $E_{A-} = E_{B+}$. Logo, $E_A = E_B$ e podemos concluir da figura que $\vec{E}_A = \vec{E}_B$.

f) Verdadeira

Sendo $V_A = k \cdot \frac{q}{12}$ e $V_B = -k \cdot \frac{q}{12}$, temos:

$$V_B - V_A = -k \cdot \frac{q}{12} - k \cdot \frac{q}{12} \Rightarrow V_B - V_A = -\frac{1}{6} \cdot kq$$

$$\text{Já calculamos } V_A - V_B \text{ e obtivemos } V_A - V_B = \frac{1}{6} \cdot kq.$$

Portanto, $(V_A - V_B) \neq (V_B - V_A)$.

Resposta: alternativas **b, c, e, f**.

618. I) Verdadeira, pois o condutor **A** está ligado à Terra, que, de acordo com o enunciado, tem potencial elétrico nulo.

II) Falsa, pois, na presença da esfera **B** carregada positivamente, a esfera **A** se eletriza negativamente por indução.

III) Falsa, pois como as esferas **A** e **B** têm cargas de sinais contrários, elas se atraem.

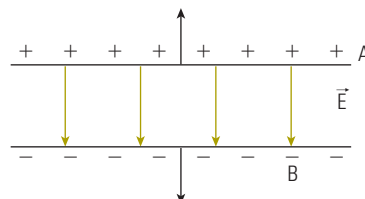
Resposta: alternativa **a**.

619. a) Verdadeiro

A placa **A** é carregada positivamente, enquanto a **B** tem carga negativa.

b) Falso

O sentido do campo elétrico é o sentido das linhas de força que vão da placa positiva para a negativa.



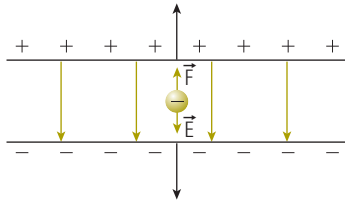
c) Falso

Sendo $C = 1,00 \mu\text{F} = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ F}$, $V = 100 \text{ V}$, da expressão $C = \frac{Q}{V}$, temos:

$$1,00 \cdot 10^{-6} = \frac{Q}{100} \Rightarrow Q = 100 \cdot 1,00 \cdot 10^{-6} \Rightarrow Q = 100 \mu\text{C}$$

d) Verdadeiro

Como o elétron tem carga negativa, atua sobre ele uma força elétrica que tem mesma direção e sentido oposto ao do vetor campo elétrico $\vec{E}$. Como a ação gravitacional sobre o elétron é desprezível, a força elétrica é a força resultante que atua sobre ele, que então é acelerado em direção à placa **A**.



e) Verdadeiro

Da expressão para a capacidade do capacitor de placas paralelas, $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$, temos:

- antes da redução: $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$
- após a redução (com $d' = \frac{d}{2}$): $C' = \frac{\epsilon_0 S}{d'} \Rightarrow C' = \frac{\epsilon_0 S}{\frac{d}{2}} \Rightarrow C' = 2C$

f) Verdadeiro

Resposta: alternativas **a, d, e, f**.

620. Consideremos duas esferas de carga Q_A e Q_B que são ligadas entre si. Nessas condições, as esferas passam a ter potenciais elétricos V_A e V_B , tais que:

$$V_A = V_B \quad (\text{I})$$

e cargas elétricas Q'_A e Q'_B . Pelo Princípio da Conservação da Carga, podemos escrever:

$$Q_A + Q_B = Q'_A + Q'_B \quad (\text{II})$$

Da expressão $C = \frac{Q}{V}$, temos:

$$V = \frac{Q}{C} \quad (\text{III})$$

Logo, substituindo (III) em (I), temos:

$$\frac{Q'_A}{C_A} = \frac{Q'_B}{C_B} \quad (\text{IV})$$

Para um condutor esférico, temos $C = \frac{r}{k}$. Como as esferas são idênticas, concluímos que $C_A = C_B$, e da expressão (III) temos:

$$Q'_A = Q'_B \quad (\text{V})$$

Como $Q'_A = Q'_B = Q'$, da expressão (II), temos:

$$Q_A + Q_B = Q' + Q' \Rightarrow Q_A + Q_B = 2Q' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q' = \frac{Q_A + Q_B}{2} \quad (\text{VI})$$

Inicialmente, temos a esfera **A**, com carga q , em contato com a esfera **B**, neutra. Da expressão (VI), temos:

$$Q' = \frac{Q_A + Q_B}{2} \Rightarrow Q' = \frac{q + 0}{2} \Rightarrow Q' = \frac{q}{2}$$

Logo, temos $Q'_A = \frac{q}{2}$, $Q'_B = \frac{q}{2}$ e $Q_C = 0$.

Posteriormente, temos a esfera **A**, com carga $\frac{q}{2}$, em contato com a esfera **C**, neutra.

Da expressão (VI), temos:

$$Q' = \frac{Q_A + Q_C}{2} \Rightarrow Q' = \frac{\frac{q}{2} + 0}{2} \Rightarrow Q' = \frac{q}{4}$$

Logo, ao final do processo temos $Q'_A = \frac{q}{4}$, $Q_B = \frac{q}{2}$ e $Q'_C = \frac{q}{4}$.

Da expressão da Lei de Coulomb, $F = k \cdot \frac{q_1 q_2}{d^2}$, temos:

• para a configuração 1:

$$F_1 = k \cdot \frac{Q_A Q_B}{d^2} \Rightarrow F_1 = \frac{k \cdot \frac{q}{4} \cdot \frac{q}{2}}{(2d)^2} \Rightarrow F_1 = \frac{kq^2}{8 \cdot 4d^2} \Rightarrow F_1 = \frac{kq^2}{32d^2}$$

• Para a configuração 2:

$$F_2 = k \cdot \frac{Q_A Q_C}{d^2} \Rightarrow F_2 = \frac{k \cdot \frac{q}{4} \cdot \frac{q}{4}}{d^2} \Rightarrow F_2 = \frac{kq^2}{16 \cdot d^2} \Rightarrow F_2 = \frac{kq^2}{16d^2}$$

Logo, temos:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{kq^2}{32d^2}}{\frac{kq^2}{16d^2}} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{kq^2}{32d^2} \cdot \frac{16d^2}{kq^2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{2}$$

Resposta: alternativa **c**.

621. Inicialmente calculamos o capacitor equivalente. Como os capacitores 1 e 2 estão associados em série, da expressão

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}, \text{ temos:}$$

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} \Rightarrow \frac{1}{C_s} = \frac{3}{12} \Rightarrow C_s = 4 \mu\text{F} \Rightarrow C_s = 4 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

Podemos agora calcular a carga no capacitor equivalente, que será a carga de cada capacitor da associação. Da expressão

$$C = \frac{Q}{V}, \text{ com } V = \epsilon, \text{ temos:}$$

$$C_s = \frac{Q}{\epsilon} \Rightarrow Q = \epsilon C_s \Rightarrow Q = 12 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \Rightarrow Q = 48 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

Logo, temos $Q_1 = Q_2 = Q = 48 \cdot 10^{-6} \text{ C}$.

Sendo $C_2 = 12 \mu\text{F} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ F}$, aplicando novamente a expressão $C = \frac{Q}{V}$, calculamos a diferença de potencial no capacitor de $12 \mu\text{F}$. Portanto, temos:

$$C_2 = \frac{Q_2}{V_2} \Rightarrow 12 \cdot 10^{-6} = \frac{48 \cdot 10^{-6}}{V_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{48 \cdot 10^{-6}}{12 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow V_2 = 4 \text{ V}$$

Resposta: alternativa **b**.

622. a) Falsa

Os capacitores 1 e 2 estão associados numa ligação em paralelo. Portanto, a diferença de potencial é a mesma em todos os capacitores, isto é, $V = V_1 = V_2$.

b) Verdadeira

c) Falsa

Da expressão $C = \frac{Q}{V}$, temos, para o capacitor 2, $V = \frac{q_2}{C_2}$.

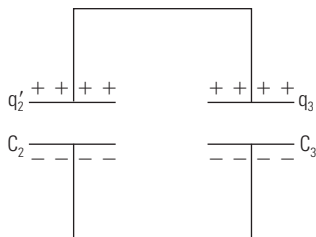
Como a introdução do dielétrico aumenta o valor da capacidade C_2 do capacitor e V é constante, então q_2 também aumenta. Mas a carga total não é constante, pois os capacitores estão ligados a uma fonte que mantém no capacitor C_1 a mesma carga q_1 . Portanto, q_1 não diminui.

d) Falsa

Colocando-se uma placa metálica entre as placas de C_1 , elimina-se esse capacitor e coloca-se a fonte em curto-circuito. A diferença de potencial entre os terminais de C_2 se anula e ele se descarrega. Logo, $q_2 = 0$.

e) Verdadeira

Teremos o circuito como mostra a figura:



A carga elétrica q_2 de C_2 agora se distribui nos dois capacitores, logo:

$$q_2 = q_2' + q_3$$

Portanto, a carga elétrica de C_2 diminui. Como C_2 é constante e $C = \frac{q}{V}$, se a carga diminui, a diferença de potencial entre as placas de C_2 também diminui.

Resposta: alternativas **b**, **e**.

623. Da expressão $V = Ri$, temos $i = \frac{V}{R}$. Logo, a corrente elétrica

é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada e inversamente proporcional à resistência elétrica do resistor.

Resposta: alternativa **d**.

624. Em **A** o condutor é percorrido pela corrente total que atravessa a bateria.

Resposta: alternativa **a**.

625. Como todos os resistores têm a mesma resistência elétrica **R**, e a corrente que passa em **R₄** é a mais intensa, da expressão $V = Ri$ concluímos que **R₄** está submetido à maior diferença de potencial.

Resposta: alternativa **d**.

626. Na associação em paralelo, o valor do resistor equivalente é sempre menor do que o valor de qualquer resistor da associação.

Resposta: alternativa **a**.

627. Como o resistor **R** e o LDR estão associados em série, temos:

$$V = V_R + V_{LDR} \Rightarrow 6 = V_R + V_{LDR} \Rightarrow V_R + V_{LDR} = 6$$

Quando iluminado, o LDR tem resistência de 100Ω . A tensão no LDR deve ser desprezível em relação à tensão máxima e consequentemente em relação à tensão em **R**. Lembrando que $V = Ri$ e que a corrente é a mesma em todo o circuito, para que isso ocorra é necessário que $R \gg 100 \Omega$. Logo, o resistor **R** não pode valer nem 10Ω (alternativa **e**) nem 100Ω (alternativa **a**).

Quando não iluminado, o LDR tem resistência de $1 \text{ M}\Omega$. A tensão no LDR deve ser muito próxima da tensão máxima. Consequentemente a tensão em **R** será desprezível em relação à tensão no LDR. Lembrando que $V = Ri$ e que a corrente é a mesma em todo o circuito, para que isso ocorra é necessário que $R \ll 1 \text{ M}\Omega$. Logo, **R** não pode ser nem $1 \text{ M}\Omega$, nem 10Ω .

O único valor que resta e satisfaz às duas condições é $R = 10 \text{ k}\Omega$.

Resposta: alternativa **c**.

628. Os passarinhos I, II e IV tocam o mesmo fio em dois pontos muito próximos (sem ligação com a terra). A diferença de potencial entre esses pontos é praticamente nula, em virtude da resistência desprezível do trecho de fio que fica entre os pés dos passarinhos. Lembre-se de que $V = Ri$ e como $R = 0$, então $V = 0$. Assim, não há corrente atravessando o corpo dos passarinhos. O passarinho III também toca dois pontos muito próximos, mas a resistência elétrica entre esses pontos não é desprezível (veja a figura). Logo, o passarinho III fica submetido a uma diferença de potencial **V**, e seu corpo será atravessado por uma corrente **i**.

Resposta: alternativa **c**.

629. Da expressão $V = Ri$, temos $i = \frac{V}{R}$.

Na primeira situação, sendo $V = 6 \text{ V}$ e $R = 400 \text{ k}\Omega = 400 \cdot 10^3 \Omega$, temos:

$$i_1 = \frac{6}{400 \cdot 10^3} \Rightarrow i_1 = 15 \cdot 10^{-6} \text{ A} \Rightarrow i_1 = 15 \mu\text{A}$$

Na segunda situação, sendo $V = 6 \text{ V}$ e $R = 300 \text{ k}\Omega = 300 \cdot 10^3 \Omega$, temos:

$$i_2 = \frac{6}{300 \cdot 10^3} \Rightarrow i_2 = 20 \cdot 10^{-6} \text{ A} \Rightarrow i_2 = 20 \mu\text{A}$$

A variação decorrente é:

$$\Delta i = i_2 - i_1 \Rightarrow \Delta i = 20 - 15 \Rightarrow \Delta i = 5 \mu\text{A}$$

Resposta: alternativa **a**.

630. Nesse circuito temos duas associações de resistores em série. Calculamos a resistência em cada associação, usando a expressão $R_s = R_1 + R_2$.

1ª associação: Sendo $R_1 = 50 \, \Omega$ e $R_2 = 10 \, \Omega$, temos:

$$R'_s = 50 + 10 \Rightarrow R'_s = 60 \, \Omega$$

2ª associação: Sendo $R_1 = 40 \, \Omega$ e $R_2 = 20 \, \Omega$, temos:

$$R''_s = 40 + 20 \Rightarrow R''_s = 60 \, \Omega$$

É fácil concluir que R'_s e R''_s estão associados em paralelo.

Logo, $V' = V'' = V = 60 \, \text{V}$. Da expressão $R = \frac{V}{I}$, temos:

$$R'_s = \frac{V}{I_2} \Rightarrow I_2 = \frac{V}{R'_s} \Rightarrow I_2 = \frac{60}{60} \Rightarrow I_2 = 1,0 \, \text{A}$$

Como $R''_s = R'_s$, temos $I_3 = 1,0 \, \text{A}$.

Portanto:

$$\frac{I_2}{I_3} = \frac{1,0}{1,0} \Rightarrow \frac{I_2}{I_3} = 1,0$$

Resposta: alternativa c.

631. I) Falsa

Sendo $P = 5 \, \text{W}$ e $V = 5 \, \text{V}$, da expressão $P = \frac{V^2}{R}$, temos:

$$5 = \frac{5^2}{R} \Rightarrow R = 5 \, \Omega$$

II) Verdadeira

Num condutor ôhmico a resistência é constante. Logo, da expressão $V = Ri$, podemos concluir que a corrente é diretamente proporcional à voltagem a ele aplicado.

III) Verdadeira

Essa é a condição para que os resistores de uma associação estejam em série.

IV) Verdadeira

Essa é a condição para que os resistores de uma associação estejam em paralelo.

Resposta: alternativa d.

632. a) Sendo $P = 4000 \, \text{W}$ e $V = 120 \, \text{V}$, da expressão $P = \frac{V^2}{R}$, temos:

$$400 = \frac{120^2}{R} \Rightarrow R = \frac{14400}{400} \Rightarrow R = 36 \, \Omega$$

b) Da expressão $E = P\Delta t$, temos:

$$E = 4000 \cdot 10 \Rightarrow E = 40000 \, \text{J}$$

633. a) Deve ser utilizada a associação em paralelo, pois de acordo com os gráficos é a que dissipa maior potência útil. Quanto maior a potência útil dissipada, maior será o brilho na lâmpada.

b) Será $R = 2 \, \Omega$. De acordo com os gráficos dados, esse é o valor da resistência em que a potência útil dissipada tem o mesmo valor nas duas associações.

634. Calculamos a energia gasta por dia pelo estudante usando a expressão $E = P\Delta t$. Logo:

$$E = 120 \cdot 2 \Rightarrow E = 240 \, \text{Wh} \Rightarrow E = 0,24 \, \text{kWh}$$

Em 30 dias, teremos:

$$E_{30 \text{ dias}} = 30 \cdot 0,24 \Rightarrow E_{30 \text{ dias}} = 7,2 \, \text{kWh}$$

Sendo que 1 kWh de energia elétrica custa R\$ 0,25, o estudante pagará:

$$7,2 \cdot \text{R\$ } 0,25 = \text{R\$ } 1,80.$$

Resposta: alternativa c.

635. Do gráfico, obtemos:

• lâmpada **A**: $V_A = 130 \, \text{V}$, $i_A = 1,3 \, \text{A}$

• lâmpada **B**: $V_B = 100 \, \text{V}$, $i_B = 1,2 \, \text{A}$

Da expressão $P = Vi$, temos:

• para a lâmpada **A**: $P_A = V_A i_A \Rightarrow P_A = 130 \cdot 1,3 \Rightarrow P_A = 170 \, \text{W}$

• para a lâmpada **B**: $P_B = V_B i_B \Rightarrow P_B = 100 \cdot 1,2 \Rightarrow P_B = 120 \, \text{W}$

Da expressão $E = P\Delta t$, com $\Delta t = 1 \, \text{h}$, temos:

• para a lâmpada **A**: $E_A = P_A \Delta t \Rightarrow E_A = 170 \cdot 1 \Rightarrow E_A = 170 \, \text{Wh}$

• Para a lâmpada **B**: $E_B = P_B \Delta t \Rightarrow E_B = 120 \cdot 1 \Rightarrow E_B = 120 \, \text{Wh}$

Logo, a diferença entre o consumo de energia elétrica das duas lâmpadas (ΔE) foi:

$$\Delta E = 170 - 120 \Rightarrow \Delta E = 50 \, \text{Wh}$$

Resposta: alternativa d.

636. Como as lâmpadas estão ligadas em série, a corrente que passa por elas é a mesma. Da expressão $P = Vi$, temos:

• para **L₁**: $P_1 = V_1 i_1 \Rightarrow 80 = V_1 i$ (I)

• para **L₂**: $P_2 = V_2 i_2 \Rightarrow 60 = V_2 i$ (II)

Dividindo a expressão (II) pela expressão (I), temos:

$$\frac{60}{80} = \frac{V_2 i}{V_1 i} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{4}$$

Resposta: alternativa a.

637. Da expressão $P = Vi$, temos $i = \frac{P}{V}$. Como a potência foi man-

tida constante e a diferença de potencial foi dobrada, da expressão anterior, concluímos que a corrente ficou reduzida à metade. Logo, o proprietário poderá utilizar um fio mais fino no circuito.

Resposta: alternativa d.

638. a) Ampère é unidade de corrente e hora é unidade de tempo. Logo, temos grandeza $= i\Delta t$.

Da definição de intensidade de corrente, $i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$, temos

$\Delta q = i\Delta t$, portanto a grandeza associada a essa especificação é a carga elétrica.

b) A potência total dissipada pelos faróis e faroletes será:

$$P = 2 \cdot 30 + 2 \cdot 10 \Rightarrow P = 60 + 20 \Rightarrow P = 80 \, \text{W}$$

Sendo $V = 12 \, \text{V}$, da expressão $P = Vi$, temos:

$$80 = 12i \Rightarrow i = 6,7 \, \text{A}$$

Sendo $\Delta q = i\Delta t$, para $\Delta q = 40 \, \text{Ah}$ e $i = 6,7 \, \text{A}$, temos:

$$40 \, \text{Ah} = 6,7 \, \text{A} \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{40 \, \text{Ah}}{6,7 \, \text{A}} \Rightarrow \Delta t = 6,0 \, \text{h}$$

c) O tempo para a descarga total será menor que o calculado no item anterior, porque não consideramos em nosso cálculo a resistência interna da bateria, que também dissipa uma determinada potência. Logo, na realidade, a potência dissipada é maior que 80 W, o que acarretará uma corrente de intensidade maior que 6,7 A e, portanto, um tempo menor do que 6,0h para a descarga da bateria.

639. Inicialmente calculamos a resistência elétrica da lâmpada.

Sendo $P = 100 \text{ W}$ e $V = 120 \text{ V}$, da expressão $P = \frac{V^2}{R}$, temos:

$$100 = \frac{120^2}{R} \Rightarrow R = \frac{14\,400}{100} \Rightarrow R = 144 \, \Omega$$

Supondo a resistência constante, ao ligarmos a lâmpada a uma diferença de potencial de 127 V , a potência dissipada será:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow P = \frac{127^2}{144} \Rightarrow P = 112 \text{ W}$$

É fácil concluir que a potência dissipada aumenta cerca de 12%.

Resposta: alternativa **a**.

640. A potência do chuveiro é dada pela expressão $P = \frac{V^2}{R}$.

Na posição inverno, a potência dissipada é maior que na posição verão. Logo, como $V = \text{constante}$, na posição inverno a resistência elétrica do chuveiro deverá ser menor.

Como a resistência elétrica é diretamente proporcional ao comprimento do condutor, concluímos que, no inverno, a chave se conecta em **A** e no verão em **B**.

Com a chave conectada em **A** ($P = 6\,600 \text{ W}$, $V = 220 \text{ V}$), temos:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow 6\,600 = \frac{220^2}{R} \Rightarrow R = \frac{220^2}{6\,600} \Rightarrow R = 7,3 \, \Omega$$

Com a chave conectada em **B** ($P = 4\,400 \text{ W}$, $V = 220 \text{ V}$), temos:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow 4\,400 = \frac{220^2}{R} \Rightarrow R = \frac{220^2}{4\,400} \Rightarrow R = 11 \, \Omega$$

Resposta: alternativa **b**.

641. Como os resistores estão associados em paralelo, a corrente total i é dada por:

$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow i = 6,0 + 2,0 \Rightarrow i = 8,0 \text{ A}$$

Sendo $V = 60 \text{ V}$, a resistência equivalente R pode ser calculada

usando a definição de resistência elétrica, $R = \frac{V}{i}$. Logo:

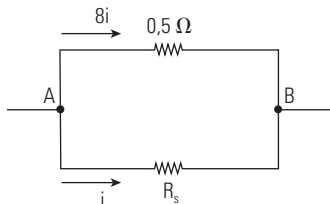
$$R = \frac{60}{8} \Rightarrow R = 7,5 \, \Omega$$

Resposta: alternativa **a**.

642. Nesse circuito há uma associação de resistores em paralelo e, num dos ramos, uma associação em série que deve ser substituída pelo resistor equivalente R_s . Sendo $R_1 = R$ e $R_2 = 0,5 \, \Omega$, da expressão $R_s = R_1 + R_2$, temos:

$$R_s = R + 0,5$$

Podemos agora redesenhar o circuito. Veja a figura:



Da expressão $V = Ri$, temos:

$$\begin{cases} V_{AB} = 0,5 \cdot 8i \Rightarrow V_{AB} = 4,0i & \text{(I)} \\ V_{AB} = R_s i \Rightarrow V_{AB} = (R + 0,5)i & \text{(II)} \end{cases}$$

Das expressões (I) e (II), temos:

$$4,0i = (R + 0,5)i \Rightarrow 4,0 = R + 0,5 \Rightarrow R = 3,5 \, \Omega$$

Resposta: alternativa **d**.

643. Situação **A**: Uma lâmpada de resistência R é conectada a uma bateria que fornece uma diferença de potencial V . Da expressão $V = Ri$, temos:

$$V = Ri_A \Rightarrow i_A = \frac{V}{R}$$

Situação **B**: Duas lâmpadas, de resistência R cada uma, são ligadas em série a uma bateria que fornece uma diferença de potencial V . A resistência equivalente da associação é dada pela expressão $R_s = R_1 + R_2$. Portanto, supondo que as resistências permaneçam iguais e constantes, temos:

$$R_s = R + R \Rightarrow R_s = 2R$$

Da expressão $V = Ri$, temos:

$$V = R_s i_B \Rightarrow i_B = \frac{V}{R_s} \Rightarrow i_B = \frac{V}{2R}$$

Concluímos que $i_B < i_A$.

Resposta: alternativa **c**.

644. A potência elétrica P desenvolvida por um elemento de resistência R quando ligado a uma diferença de potencial V é dada pela expressão:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P}$$

Para a lâmpada de $60 \text{ W}/120 \text{ V}$, temos:

$$R_1 = \frac{V_1^2}{P_1} \Rightarrow R_1 = \frac{120^2}{60} \Rightarrow R_1 = 240 \, \Omega$$

Para a lâmpada de $100 \text{ W}/120 \text{ V}$, temos:

$$R_2 = \frac{V_2^2}{P_2} \Rightarrow R_2 = \frac{120^2}{100} \Rightarrow R_2 = 144 \, \Omega$$

Conectando as duas lâmpadas em série e supondo que o valor das resistências não se altere, a resistência equivalente a essa associação será dada por $R_s = R_1 + R_2$. Da expressão $V = Ri$, obtemos a corrente que passa pelas duas lâmpadas. Portanto:

$$i = \frac{V}{R} \Rightarrow i = \frac{V}{R_s} \Rightarrow i = \frac{V}{R_1 + R_2}$$

A potência dissipada P' por lâmpada — e que determinará seu brilho — é dada por:

$$P' = Ri^2$$

Portanto, temos:

- para a lâmpada de 60 W :

$$P'_1 = R_1 \cdot \frac{V^2}{(R_1 + R_2)^2}$$

- para a lâmpada de 100 W :

$$P'_2 = R_2 \cdot \frac{V^2}{(R_1 + R_2)^2}$$

Como $R_1 > R_2$, então $P'_1 > P'_2$. Logo, a lâmpada de 60 W brilhará mais.

645. a) Calculamos a potência dissipada em cada intervalo de tempo usando a expressão $P = Vi$. Sendo $V = 120 \text{ V}$, temos:

- de 0 a 100min: $i = 10 \text{ A} \Rightarrow P = 120 \cdot 10 \Rightarrow P = 1\,200 \text{ W}$
- de 100 a 200min: $i = 20 \text{ A} \Rightarrow P = 120 \cdot 20 \Rightarrow P = 2\,400 \text{ W}$
- de 200 a 300min: $i = 30 \text{ A} \Rightarrow P = 120 \cdot 30 \Rightarrow P = 3\,600 \text{ W}$
- de 300 a 400min: $i = 10 \text{ A} \Rightarrow P = 120 \cdot 10 \Rightarrow P = 1\,200 \text{ W}$

Logo, a potência dissipada durante os 400min $\left(\frac{400}{60}h = \frac{20}{3}h\right)$ é:

$$P = 1\,200 + 2\,400 + 3\,600 + 1\,200 \Rightarrow P = 8\,400\text{ W} \Rightarrow \Rightarrow P = 8,4\text{ kW}$$

Da expressão $E = P\Delta t$, temos:

$$E = 8,4 \cdot \frac{20}{3} \Rightarrow E = 56\text{ kWh}$$

Sendo o custo da energia elétrica de R\$ 0,20 por kWh, temos:
Custo = $56 \cdot \text{R\$ } 0,20 \Rightarrow \text{Custo} = \text{R\$ } 11,20$

- b) Sendo $P = 1\,200\text{ W}$ e $\Delta t = 42\text{min} = 42 \cdot 60\text{s} = 2\,520\text{s}$, da expressão $E = P\Delta t$, temos:

$$E = 1\,200 \cdot 2\,520 \Rightarrow E = 3,0 \cdot 10^6\text{ J}$$

Como $\frac{1}{3}$ da energia total foi utilizada para aquecer a água, temos:

$$Q = \frac{1}{3}E \Rightarrow Q = \frac{1}{3} \cdot 3,0 \cdot 10^6 \Rightarrow Q = 1,0 \cdot 10^6\text{ J}$$

Sendo $V = 10\text{ L}$ o volume da água e $d = 1,0\text{ kg/L}$ a densidade da água, da expressão $d = \frac{m}{V}$, temos $m = 10\text{ kg}$.

Sendo $c = 4,2 \cdot 10^3\text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$, da expressão $Q = mc\Delta\theta$, temos:

$$1,0 \cdot 10^6 = 10 \cdot 4,2 \cdot 10^3 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{1,0 \cdot 10^6}{4,2 \cdot 10^4} \Rightarrow \Rightarrow \Delta\theta = 24^\circ\text{C}$$

646. a) Da expressão $V = Ri$, temos $i = \frac{V}{R}$. Substituindo a expressão anterior na expressão $P = Vi$, temos:

$$P = V \cdot \frac{V}{R} \Rightarrow P = \frac{V^2}{R}$$

Usando a expressão acima, calculamos a potência dos chuveiros. Portanto, temos:

- para o chuveiro 1:

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} \Rightarrow P_1 = \frac{220^2}{20} \Rightarrow P_1 = 2\,420\text{ W}$$

- para o chuveiro 2:

$$P_2 = \frac{V_2^2}{R_2} \Rightarrow P_2 = \frac{220^2}{10} \Rightarrow P_2 = 4\,840\text{ W}$$

O sr. Newton deverá escolher então o chuveiro de maior resistência, que dissipa menor potência e consequentemente gasta menos energia.

- b) A energia elétrica consumida pelo chuveiro, num intervalo de tempo $\Delta t = 1\text{s}$, pode ser calculada usando a expressão $E = P\Delta t$. Logo:

$$E = 2\,420 \cdot 1 \Rightarrow E = 2\,420\text{ J} \Rightarrow E = 2\,420 \cdot 0,2\text{ cal} \Rightarrow \Rightarrow E = 484\text{ cal}$$

Supondo que toda a energia elétrica é dissipada na forma de calor, temos $Q = E$.

Sendo $m = 30,25\text{ g}$ e $c = 1\text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$, da expressão $Q = mc\Delta\theta$, temos:

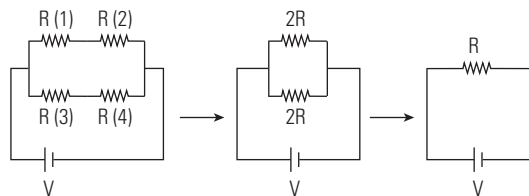
$$484 = 30,25 \cdot 1 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{484}{30,25} \Rightarrow \Delta\theta = 16^\circ\text{C}$$

Sendo $\theta_{\text{inicial}} = 23^\circ\text{C}$, da expressão $\Delta\theta = \theta_{\text{final}} - \theta_{\text{inicial}}$, temos:

$$16 = \theta_{\text{final}} - 23 \Rightarrow \theta_{\text{final}} = 16 + 23 \Rightarrow \theta_{\text{final}} = 39^\circ\text{C}$$

647. Antes de a lâmpada 1 queimar, analisando o circuito dado temos:

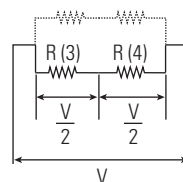
- A resistência equivalente é R (resistência de cada lâmpada, todas idênticas), como mostram as figuras:



Logo, da expressão $P = \frac{V^2}{R}$, a potência total fornecida pela bateria é:

$$P_{\text{antes}} = \frac{V^2}{R} \quad (\text{A})$$

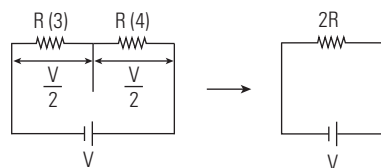
- A potência dissipada em 3 pode ser obtida analisando o ramo em que essa lâmpada está inserida no circuito. Veja a figura:



Como as resistências são iguais, a diferença de potencial em 3 é metade da fornecida pela bateria; portanto, $\frac{V}{2}$. Logo, a potência dissipada em 3 é:

$$P_{3(\text{antes})} = \frac{\left(\frac{V}{2}\right)^2}{R} \Rightarrow P_{3(\text{antes})} = \frac{V^2}{4R} \quad (\text{B})$$

Depois de a lâmpada 1 queimar, o circuito passa a ter a seguinte configuração:



Logo, a potência total fornecida pela bateria será:

$$P_{\text{depois}} = \frac{V^2}{2R} \quad (\text{C})$$

E a potência dissipada em 3 será:

$$P_{3(\text{depois})} = \frac{\left(\frac{V}{2}\right)^2}{R} \Rightarrow P_{3(\text{depois})} = \frac{V^2}{4R} \quad (\text{D})$$

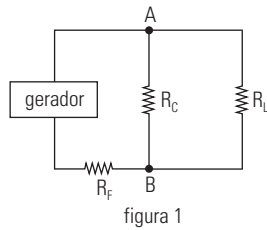
De **A** e **C**, conclui-se que a potência fornecida pela bateria reduz-se à metade; de **B** e **D** conclui-se que a potência dissipada na lâmpada 3 permanece constante.

Resposta: alternativa **e**.

648. Ao fecharmos as chaves **K₁** e **K₂**, os capacitores são carregados e não haverá corrente nos trechos do circuito onde estão as chaves **K₁** e **K₂**. O circuito será equivalente ao anterior, com as chaves **K₁** e **K₂** abertas. Portanto, a corrente será a mesma.

Resposta: alternativa **c**.

649. a) Com a chave **S** fechada, podemos redesenhar o circuito como mostra a figura:



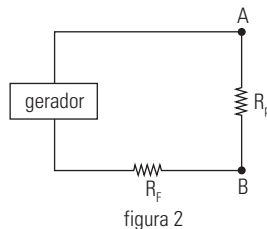
Nesse circuito as resistências **R_C** e **R_L** estão ligadas em paralelo. Essa associação pode ser substituída pelo resistor equivalente **R_p**. Sendo $R_1 = R_C$ e $R_2 = R_L$, da expressão

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \text{ temos:}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_C} + \frac{1}{R_L} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1}{11} + \frac{1}{110} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{11}{110} \Rightarrow R_p = \frac{110}{11} \Rightarrow R_p = 10 \, \Omega$$

Podemos então redesenhar o circuito como mostra a figura:



A resistência **R_p** está associada em série com **R_F**. Essa associação pode ser substituída pelo resistor equivalente **R_s**. Sendo $R_1 = R_p$ e $R_2 = R_F$, da expressão $R_s = R_1 + R_2$, temos:

$$R_s = R_p + R_F \Rightarrow R_s = 10 + 10 \Rightarrow R_s = 20 \, \Omega$$

Calculamos a corrente total do circuito usando a expressão

$$R = \frac{V}{i}. \text{ Logo, temos:}$$

$$i = \frac{V}{R} \Rightarrow i = \frac{V}{R_s} \Rightarrow i = \frac{120}{20} \Rightarrow i = 6,0 \, \text{A}$$

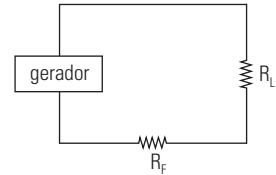
- b) Veja a figura 2. A corrente que passa por **R_p** é a corrente total fornecida pela bateria ($i = 6,0 \, \text{A}$). Calculamos a diferença de potencial entre **A** e **B**, usando a expressão $V = Ri$. Logo:

$$V_{AB} = R_p i \Rightarrow V_{AB} = 10 \cdot 6,0 \Rightarrow V_{AB} = 60 \, \text{V}$$

É fácil verificar, na figura 1, que a diferença de potencial em **R_L** é $V_L = 60 \, \text{V}$. Da expressão $P = \frac{V^2}{R}$, temos:

$$P_L = \frac{V_L^2}{R_L} \Rightarrow P_L = \frac{60^2}{110} \Rightarrow P_L = 33 \, \text{W}$$

Com a chave **S** aberta, podemos redesenhar o circuito como mostra a figura:



Nesse circuito, as resistências **R_F** e **R_L** estão ligadas em série. Essa associação pode ser substituída pelo resistor equivalente **R_s**. Sendo $R_1 = R_F$ e $R_2 = R_L$, da expressão $R_s = R_1 + R_2$, temos:

$$R_s = R_F + R_L \Rightarrow R_s = 10 + 110 \Rightarrow R_s = 120 \, \Omega$$

Calculamos a corrente total do circuito (que será a corrente que passa por **R_L**), usando a expressão $R = \frac{V}{i}$. Logo:

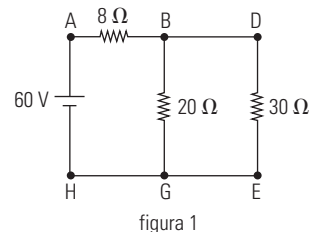
$$R_s = \frac{V}{i} \Rightarrow i = \frac{V}{R_s} \Rightarrow i = \frac{120}{120} \Rightarrow i = 1,0 \, \text{A}$$

Da expressão $P = Ri^2$, temos, na lâmpada **L**:

$$P_L = R_L i^2 \Rightarrow P_L = 110 \cdot 1,0^2 \Rightarrow P_L = 110 \, \text{W}$$

Como a potência dissipada pela lâmpada com a chave aberta é maior que a potência dissipada com a chave fechada, concluímos que a luminosidade da lâmpada diminui quando a chave **S** é fechada.

650. Como o capacitor **C** está carregado, não há corrente no trecho CF do circuito. Logo, a alternativa **b** está correta e podemos redesenhar o circuito como mostra a figura:



Nesse circuito há uma associação de resistores em paralelo, que pode ser substituída pela resistência equivalente **R_p**. Sendo $R_1 = 20 \, \Omega$ e $R_2 = 30 \, \Omega$, da expressão

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \text{ temos:}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{3 + 2}{60} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{5}{60} \Rightarrow R_p = 12 \, \Omega$$

Podemos redesenhar o circuito como mostra a figura:

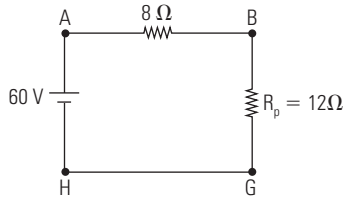


figura 2

O resistor R_p está associado em série com o resistor de $8\ \Omega$. Sendo $R_1 = R_p = 12\ \Omega$ e $R_2 = 8\ \Omega$, calculamos a resistência equivalente do circuito usando a expressão $R_s = R_1 + R_2$. Portanto, temos:

$$R_s = 12 + 8 \Rightarrow R_s = 20\ \Omega$$

Logo, a alternativa **a** está incorreta.

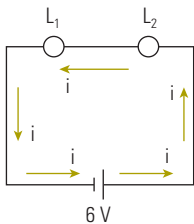
Do circuito esquematizado na figura 2, podemos concluir que $V_{AH} = V_{AB} + V_{BG}$. É fácil verificar que $V_{BG} = V_{DE}$ (associação de resistores em paralelo — veja figura 1). Logo, $V_{AH} = V_{AB} + V_{DE}$, o que invalida a alternativa **c**.

Como a voltagem no resistor de $30\ \Omega$ é igual à voltagem no resistor de $20\ \Omega$, da expressão $P = \frac{V^2}{R}$ podemos concluir que

a potência dissipada pelo resistor de $30\ \Omega$ é menor que a potência dissipada pelo resistor de $20\ \Omega$ situado entre os pontos **B** e **G**. Logo, a alternativa **d** está correta.

Resposta: alternativas **b** e **d**.

651.



Como as lâmpadas L_1 e L_2 estão ligadas em série, temos $i_2 = i_1 = 1\text{ A}$. Podemos concluir também que $V = V_1 + V_2$, sendo $V = 6\text{ V}$ e $V_1 = 2\text{ V}$. Logo, temos:

$$6 = 2 + V_2 \Rightarrow V_2 = 4\text{ V}$$

Calculamos então a resistência das lâmpadas usando a definição de resistência elétrica, $R = \frac{V}{i}$. Portanto, temos:

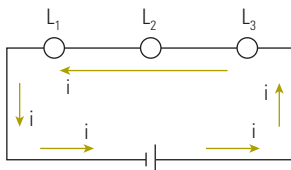
• para L_1 :

$$R_1 = \frac{V_1}{i_1} \Rightarrow R_1 = \frac{2}{1} \Rightarrow R_1 = 2\ \Omega$$

• para L_2 :

$$R_2 = \frac{V_2}{i_2} \Rightarrow R_2 = \frac{4}{1} \Rightarrow R_2 = 4\ \Omega$$

Ao inserirmos a terceira lâmpada, L_3 , em série, no circuito, a corrente através de L_1 cai para $0,5\text{ A}$.



Como as lâmpadas L_1 , L_2 e L_3 estão ligadas em série, temos $i_3 = i_2 = i_1 = 0,5\text{ A}$. Calculamos então a diferença de potencial à qual estão submetidas as lâmpadas L_1 e L_3 usando a expressão $V = Ri$. Logo, temos:

• para L_1 :

$$V_1 = R_1 i_1 \Rightarrow V_1 = 2 \cdot 0,5 \Rightarrow V_1 = 1\text{ V}$$

• para L_2 :

$$V_2 = R_2 i_2 \Rightarrow V_2 = 4 \cdot 0,5 \Rightarrow V_2 = 2\text{ V}$$

É fácil concluir que $V = V_1 + V_2 + V_3$, sendo $V = 6\text{ V}$. Logo, obtemos:

$$6 = 1 + 2 + V_3 \Rightarrow V_3 = 3\text{ V}$$

Resposta: alternativa **c**.

652. O jovem deve escolher o forno cuja tensão nominal é compatível com a rede elétrica a que sua residência está ligada. Como essa tensão é de 110 V , ele deve escolher o forno **B**, cuja tensão nominal é de 115 V . Essa pequena diferença acarretará uma pequena redução na potência do forno, que pode ser determinada pela expressão $P = \frac{V^2}{R}$, supondo que R é constante. Assim, para os valores nominais, temos:

$$1\,300 = \frac{115^2}{R} \Rightarrow R = 10\ \Omega$$

Logo, a potência será:

$$P = \frac{110^2}{10} \Rightarrow P = 1\,210\text{ W}$$

Poderíamos ter feito o mesmo cálculo para o forno **A**, mas não o faremos por duas razões. Primeiro, porque os valores nominais devem ser respeitados, não faz sentido comprar um forno construído para funcionar em 220 V e ligá-lo em 110 V . Ele não queima, mas certamente tem um funcionamento inadequado. Segundo, como a resistência varia muito com a temperatura, não é possível considerá-la constante, o que habitualmente se faz nesses casos e é o que a questão sugere.

Resposta: alternativa **d**.

653. a) A potência térmica do aparelho de ar condicionado deve ser suficiente para compensar a potência dissipada pelo conjunto pessoas + micros e ainda diminuir em 5°C a temperatura do ar no interior da sala (P'). Logo:

$$P_{\text{térmica}} = P_{\text{conjunto}} + P'$$

A potência dissipada pelo conjunto pessoas + micros é dada por $P_{\text{conjunto}} = 4P_{\text{pessoa}} + 4P_{\text{computador}}$. Logo:

$$P_{\text{conjunto}} = 4 \cdot 100 + 4 \cdot 100 \Rightarrow P_{\text{conjunto}} = 800\text{ W}$$

Calculamos a potência térmica do aparelho de ar condicionado para diminuir em 5°C a temperatura do ar da sala, usando a expressão $P = \frac{E}{\Delta t}$, com $E = Q$. Logo, temos:

$$P' = \frac{Q}{\Delta t}$$

Como $Q = mc\Delta\theta$, temos:

$$P' = \frac{m_{\text{ar}} c_{\text{ar}} \Delta\theta}{\Delta t}$$

Precisamos então calcular a massa de ar contida na sala. O volume da sala é $V = 5 \cdot 5 \cdot 3 = 75 \text{ m}^3$ e a densidade do ar é $d_{\text{ar}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$. Da expressão $d = \frac{m}{V}$, temos:

$$d_{\text{ar}} = \frac{m_{\text{ar}}}{V_{\text{ar}}} \Rightarrow m_{\text{ar}} = d_{\text{ar}} V_{\text{ar}} \Rightarrow m_{\text{ar}} = 75 \cdot 1,2 \Rightarrow m_{\text{ar}} = 90 \text{ kg}$$

Sendo $c_{\text{ar}} = 1\,000 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$, $\Delta\theta = 5^\circ\text{C}$ (em módulo) e $\Delta t = 0,5\text{h} = 1\,800\text{s}$, temos:

$$P' = \frac{90 \cdot 1\,000 \cdot 5}{1\,800} \Rightarrow P' = 250 \text{ W}$$

A potência térmica do aparelho deve ser capaz de compensar ou absorver o calor fornecido pelas pessoas (**P_{conjunto}**) e resfriar o ar (**P'**), logo ela deve ser:

$$P_{\text{térmica}} = 800 + 250 \Rightarrow P_{\text{térmica}} = 1\,050 \text{ W}$$

Sendo $\eta = 50\% = 0,50$, da expressão $\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{total}}}$, temos:

$$\eta = \frac{P_{\text{térmica}}}{P_{\text{elétrica}}} \Rightarrow 0,5 = \frac{1\,050}{P_{\text{elétrica}}} \Rightarrow P_{\text{elétrica}} = 2\,100 \text{ W}$$

- b) O aquecimento do ar com o aparelho de ar condicionado desligado é devido ao calor liberado pelo conjunto pessoas + micros. Da expressão $P = \frac{E}{\Delta t}$, $E = Q$, temos:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P_{\text{conjunto}} = \frac{Q}{\Delta t}$$

Sendo $Q = mc\Delta\theta$, temos:

$$P_{\text{conjunto}} = \frac{mc\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow P_{\text{conjunto}} = \frac{m_{\text{ar}}c_{\text{ar}}\Delta\theta}{\Delta t}$$

Sendo $P_{\text{conjunto}} = 800 \text{ W}$, $m_{\text{ar}} = 90 \text{ kg}$, $c_{\text{ar}} = 1\,000 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ e $\Delta\theta = 27^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 2^\circ\text{C}$, temos:

$$800 = \frac{90 \cdot 1\,000 \cdot 2}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 225\text{s} \Rightarrow \Delta t = 3,75\text{min}$$

654. Da expressão $R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$, temos:

- para o fio 1:

$$R_1 = \rho \cdot \frac{\lambda_1}{S} \Rightarrow R_1 = \rho \cdot \frac{2,0}{S}$$

- para o fio 2:

$$R_2 = \rho \cdot \frac{\lambda_2}{S} \Rightarrow R_2 = \rho \cdot \frac{3,0}{S}$$

Portanto, obtemos:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho \cdot \frac{3,0}{S}}{\rho \cdot \frac{2,0}{S}} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \rho \cdot \frac{3,0}{S} \cdot \frac{S}{\rho \cdot 2,0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{3}{2}$$

Resposta: alternativa d.

655. Se a resistência R_0 tivesse o valor normal, $R_0 = 5,0 \Omega$, para $E = 12 \text{ V}$ e $R = 10 \Omega$, teríamos:
- $$E = (R + R_0)i \Rightarrow 12 = (10 + 5)i \Rightarrow i = 0,8 \text{ A}$$

E a diferença de potencial em **D** seria:

$$V_D = R_0 i \Rightarrow V_D = 5,0 \cdot 0,80 \Rightarrow V_D = 4,0 \text{ V}$$

Como o componente **D** não admite tensões superiores a $3,0 \text{ V}$, podemos afirmar que o valor de **R₀** nessa situação é maior que o valor normal, para que **V_D** não supere o valor-limite, $V_D = 3,0 \text{ V}$. Assim, podemos escrever para esse circuito:

$$E = V_R + V_D \Rightarrow 12 = V_R + 3,0 \Rightarrow V_R = 9,0 \text{ V}$$

Como $R = 10 \Omega$, constante, temos:

$$V_R = Ri \Rightarrow 9,0 = 10i \Rightarrow i = 0,90 \text{ A}$$

Resposta: alternativa c.

656. a) Como os fios condutores são feitos de mesmo material, $\rho_A = \rho_B = \rho$, e como têm o mesmo comprimento, $\ell_1 = \ell_2 = \ell$. Sendo $R_A < R_B$ e como a resistência **R** é inversamente proporcional à área da secção transversal **S** (lembre-se que $R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$), concluímos que $S_A > S_B$, o que invalida a alternativa **a**.

- b) Como os fios condutores são percorridos pela mesma corrente, podemos escrever $i_A = i_B = i$.

$$\text{Sendo } R_B = R, \text{ temos } R_A = \frac{R}{2}.$$

Da expressão $P = Ri^2$, temos:

- para o fio **A**:

$$P_A = R_A i_A^2 \Rightarrow P_A = \frac{R}{2} \cdot i^2$$

- para o fio **B**:

$$P_B = R_B i_B^2 \Rightarrow P_B = Ri^2$$

Logo, podemos concluir que $P_B > P_A$.

- c) Como os fios condutores são percorridos pela mesma tensão, podemos escrever $V_A = V_B = V$.

$$\text{Sendo } R_B = R, \text{ temos } R_A = \frac{R}{2}.$$

Da expressão $P = \frac{V^2}{R}$, temos:

- para o fio **A**:

$$P_A = \frac{V_A^2}{R_A} \Rightarrow P_A = \frac{V^2}{\frac{R}{2}} \Rightarrow P_A = \frac{2V^2}{R}$$

- para o fio **B**:

$$P_B = \frac{V_B^2}{R_B} \Rightarrow P_B = \frac{V^2}{R}$$

Logo, podemos concluir que $P_A > P_B$.

- d) Ao ligarmos os fios **A** e **B** em série, a corrente que percorre os dois fios é a mesma ($i_A = i_B = i$). Da expressão $V = Ri$, temos:

- para o fio **A**:

$$V_A = R_A i_A \Rightarrow V_A = \frac{R}{2} \cdot i$$

- para o fio **B**:

$$V_B = R_B i_B \Rightarrow V_B = Ri$$

Logo, podemos concluir que $V_B > V_A$.

e) Da expressão $V = Ri$, temos $i = \frac{V}{R}$.

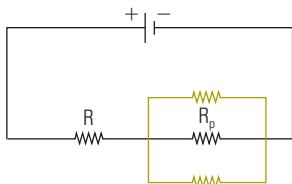
Ao ligarmos os fios **A** e **B** em paralelo, a tensão elétrica em **A** é igual à tensão elétrica em **B**. Como $R_A \neq R_B$, usando a expressão anterior, concluímos que $i_A \neq i_B$, o que invalida essa alternativa.

Resposta: alternativas **b, c e d**.

657. Como o gerador tem resistência interna $r = 0$, da equação do gerador, vem:

$$V = \varepsilon - ri \Rightarrow V = \varepsilon$$

No circuito I, os resistores de resistência $2R$ estão associados em paralelo e ambos estão associados em série com o resistor de resistência **R**, o que permite simplificar o esquema, como mostra a figura a seguir:



Basta obter o valor do resistor equivalente a partir da expressão

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}:$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{2}{2R} \Rightarrow R_p = R$$

Para obter a resistência **R_T** basta associar em série o resistor **R** com o resistor **R_p**.

Obtemos, então:

$$R_T = R + R_p \Rightarrow R_T = R + R \Rightarrow R_T = 2R$$

Da expressão $P = \frac{V^2}{R}$, temos:

$$P_I = \frac{V^2}{R_T} \Rightarrow P_I = \frac{\varepsilon^2}{2R}$$

No circuito II, os resistores estão associados em paralelo. Basta aplicar a expressão:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1+2+1}{2R} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{4}{2R} \Rightarrow R_p = \frac{R}{2}$$

Da expressão $P = \frac{V^2}{R}$, temos:

$$P_{II} = \frac{V^2}{R_p} \Rightarrow P_{II} = \frac{\varepsilon^2}{\frac{R}{2}} \Rightarrow P_{II} = \frac{2\varepsilon^2}{R}$$

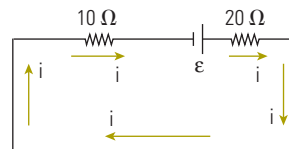
Logo, temos:

$$\frac{P_I}{P_{II}} = \frac{\frac{\varepsilon^2}{2R}}{\frac{2\varepsilon^2}{R}} \Rightarrow \frac{P_I}{P_{II}} = \frac{\varepsilon^2}{2R} \cdot \frac{R}{2\varepsilon^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_I}{P_{II}} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{P_I}{P_{II}} = 0,25$$

Resposta: alternativa **e**.

658. Examinando o circuito, vemos que há um gerador de força eletromotriz ε e resistência interna desprezível e dois resistores $R_1 = 10 \, \Omega$ e $R_2 = 20 \, \Omega$. A corrente que passa pelo circuito é $i = 0,6 \, A$.

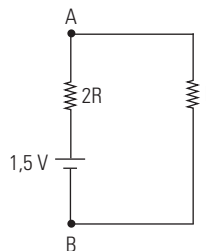


Da equação do circuito elétrico, $i = \frac{\sum \varepsilon - \sum \varepsilon'}{\sum (R + r + r')}$, obtemos:

$$i = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \Rightarrow 0,6 = \frac{\varepsilon}{10 + 20} \Rightarrow 0,6 = \frac{\varepsilon}{30} \Rightarrow \varepsilon = 18 \, V$$

Resposta: alternativa **c**.

659. a) Examinando o circuito, vemos que há um gerador de força eletromotriz $\varepsilon = 1,5 \, V$ e resistência interna desprezível ($r = 0$) e dois resistores $R_1 = R$ e $R_2 = 2R$. A corrente que passa pelo circuito é $i = 0,1 \, A$.



Da equação do circuito elétrico, $i = \frac{\sum \varepsilon - \sum \varepsilon'}{\sum (R + r + r')}$, obtemos:

$$i = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \Rightarrow 0,1 = \frac{1,5}{R + 2R} \Rightarrow 0,1 = \frac{1,5}{3R} \Rightarrow \Rightarrow 0,3R = 1,5 \Rightarrow R = 5,0 \, \Omega$$

b) Da expressão $V = Ri$, temos:

$$V_{AB} = Ri \Rightarrow V_{AB} = 5,0 \cdot 0,1 \Rightarrow V_{AB} = 0,5 \, V$$

660. Com a chave aberta, não há corrente no circuito ($i = 0$) e temos $V = 30 \, V$. Da equação do gerador, $V = \varepsilon - ri$, temos:

$$30 = \varepsilon - 2,0 \cdot 0 \Rightarrow \varepsilon = 30 \, V$$

Com a chave fechada, temos um circuito com um gerador de força eletromotriz $\varepsilon = 30 \, V$ e resistência interna $r = 2 \, \Omega$, um resistor $R = 4,0 \, \Omega$ e um receptor de força contraeletromotriz $\varepsilon' = 12 \, V$ e resistência interna $r' = r_1$. A corrente que passa por esse circuito é $i = 2 \, A$.

Da equação do circuito elétrico, $i = \frac{\sum \varepsilon - \sum \varepsilon'}{\sum (R + r + r')}$, obtemos:

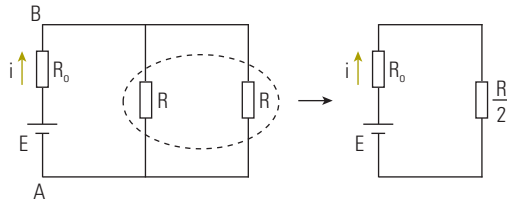
$$i = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{R + r + r'} \Rightarrow 2 = \frac{30 - 12}{4 + 2 + r_1} \Rightarrow 2 = \frac{18}{6 + r_1} \Rightarrow \Rightarrow 12 + 2r_1 = 18 \Rightarrow r_1 = 3 \, \Omega$$

Resposta: alternativa **d**.

661. a) Sendo $R_0 = 2,0 \, \Omega$ e $i = 3,0 \, A$, da expressão $P = Ri^2$, temos:

$$P = R_0 i^2 \Rightarrow P = 2,0 \cdot 3,0^2 \Rightarrow P = 2,0 \cdot 9,0 \Rightarrow P = 18 \, W$$

- b) O circuito da figura dada pode ser simplificado como mostram as figuras abaixo:



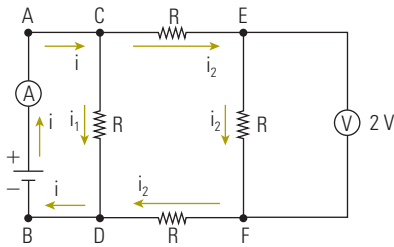
Note que a resistência **R** do ramo à esquerda está associada em paralelo com a resistência **R** do ramo à direita. Como são iguais, a resistência equivalente a essa associação é:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_p = \frac{R}{2}$$

Sendo $E = 9,0 \text{ V}$, $R_0 = 2,0 \Omega$ e $i = 3,0 \text{ A}$, no circuito simplificado podemos escrever:

$$E = \left(R_0 + \frac{R}{2}\right)i \Rightarrow 9,0 = \left(2,0 + \frac{R}{2}\right)3,0 \Rightarrow R = 2,0 \Omega$$

- 662.** Podemos redesenhar o circuito como mostra a figura abaixo:



A potência total dissipada pelos resistores pode ser calculada usando a expressão $P = Vi$, então $P_T = V_{AB}i$.

O perímetro marca a corrente total fornecida pela fonte **F**, que é $i = 8,0 \text{ A}$.

Podemos ver que $V_{AB} = V_{CD}$ e que $V_{CD} = V_{CE} + V_{EF} + V_{FD}$ (temos três resistores **R** ligados em série). Sendo **R** iguais, é fácil concluir que $V_{CE} = V_{FD} = V_{EF} = 2,0 \text{ V}$.

Logo:

$$V_{CD} = 2,0 + 2,0 + 2,0 \Rightarrow V_{CD} = 6,0 \text{ V}$$

Então, $V_{AB} = 6,0 \text{ V}$.

Portanto, temos:

$$P_T = V_{AB}i \Rightarrow P_T = 6,0 \cdot 8,0 \Rightarrow P_T = 48 \text{ W}$$

Resposta: alternativa **d**.

- 663.** a) Admitindo que toda a energia elétrica é utilizada no aquecimento da água, temos $Q = E$. Logo, da expressão $P = \frac{E}{\Delta t}$, temos:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{mc\Delta\theta}{\Delta t}$$

Sendo $m = 0,80 \text{ kg}$, $c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$, $\Delta\theta = 2^\circ\text{C}$ e $\Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$, temos:

$$P = \frac{0,80 \cdot 4,2 \cdot 10^3 \cdot 2}{60} \Rightarrow P = 112 \text{ W}$$

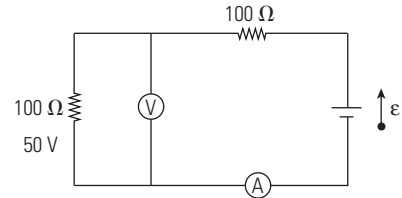
- b) Como a resistência interna do gerador é desprezível, temos $V = \mathcal{E} = 28 \text{ V}$. Da expressão $P = Vi$, temos:

$$P = Vi \Rightarrow 112 = 28i \Rightarrow i = \frac{112}{28} \Rightarrow i = 4,0 \text{ A}$$

Da definição de resistência, $R = \frac{V}{i}$, temos:

$$R = \frac{V}{i} \Rightarrow R = \frac{28}{4} \Rightarrow R = 7,0 \Omega$$

- 664.** Se a chave está aberta, podemos redesenhar o circuito como na figura:



Sendo $V = 5,0 \text{ V}$ e $R = 100 \Omega$, podemos calcular a corrente que passa pelo circuito usando a equação $V = Ri$. Logo:

$$i = \frac{V}{R} \Rightarrow i = \frac{5,0}{100} \Rightarrow i = 0,05 \text{ A}$$

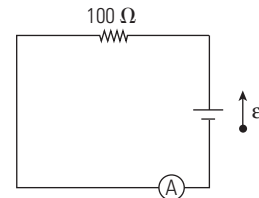
Os resistores estão associados em série. A resistência equivalente a essa associação pode ser obtida usando a expressão $R_s = R_1 + R_2$. Logo:

$$R_s = 100 + 100 \Rightarrow R_s = 200 \Omega$$

Podemos, então, calcular a diferença de potencial fornecida pela bateria ao circuito, usando a expressão $V = Ri$. Logo:

$$V = R_s i \Rightarrow V = 200 \cdot 0,05 \Rightarrow V = 10 \text{ V}$$

Se a chave for fechada, teremos um curto-circuito e podemos redesenhar o circuito como na figura:



Sendo $V = 10 \text{ V}$ e $R = 100 \Omega$, da expressão $V = Ri$, temos:

$$i = \frac{V}{R} \Rightarrow i = \frac{10}{100} \Rightarrow i = 0,1 \text{ A}$$

Resposta: alternativa **d**.

- 665.** Vamos inicialmente calcular a resistência elétrica de cada lâmpada. Da expressão $P = \frac{V^2}{R}$, vem $R = \frac{V^2}{P}$. Então:

• Para **L₁**:

$$R_1 = \frac{V_1^2}{P_1} \Rightarrow R_1 = \frac{20^2}{10} \Rightarrow R_1 = 40 \Omega$$

• para **L₂**:

$$R_2 = \frac{V_2^2}{P_2} \Rightarrow R_2 = \frac{20^2}{20} \Rightarrow R_2 = 20 \Omega$$

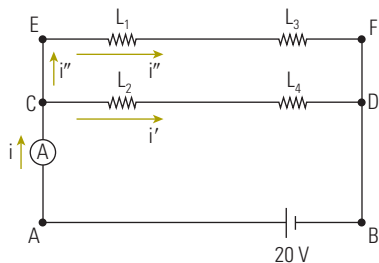
- para L_3 :

$$R_3 = \frac{V_3^2}{P_3} \Rightarrow R_3 = \frac{10^2}{5} \Rightarrow R_3 = 20 \, \Omega$$

- para L_4 :

$$R_4 = \frac{V_4^2}{P_4} \Rightarrow R_4 = \frac{10^2}{10} \Rightarrow R_4 = 10 \, \Omega$$

Podemos redesenhar o circuito como mostra a figura:



No circuito esquematizado as lâmpadas L_2 e L_4 estão associadas em série. Podemos substituir essa associação pela resistência equivalente R'_s . Da expressão $R_s = R_1 + R_2$, temos:

$$R'_s = R_2 + R_4 \Rightarrow R'_s = 20 + 10 \Rightarrow R'_s = 30 \, \Omega$$

É fácil concluir que $V_{CD} = V_{AB} = 20 \, V$.

Usando a expressão $V = Ri$, podemos calcular a corrente i' que passa por L_2 e L_4 .

Logo:

$$V_{CD} = R'_s i' \Rightarrow i' = \frac{V_{CD}}{R'_s} \Rightarrow i' = \frac{20}{30} \Rightarrow i' = 0,67 \, A$$

As lâmpadas L_1 e L_3 também estão associadas em série. Podemos substituir essa associação pela resistência equivalente R''_s . Da expressão $R_s = R_1 + R_2$, temos:

$$R''_s = R_1 + R_2 \Rightarrow R''_s = 20 + 40 \Rightarrow R''_s = 60 \, \Omega$$

É fácil concluir que $V_{EF} = V_{AB} = 20 \, V$.

Usando a expressão $V = Ri$, podemos calcular a corrente i'' que passa por L_1 e L_3 .

Logo:

$$V_{EF} = R''_s i'' \Rightarrow i'' = \frac{V_{EF}}{R''_s} \Rightarrow i'' = \frac{20}{60} \Rightarrow i'' = 0,33 \, A$$

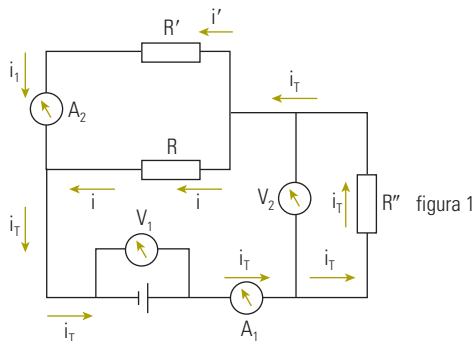
Uma lâmpada queima (ou pode queimar) se a corrente que a percorre for maior que o valor nominal, obtido da expressão $P = Vi$. Assim:

- para L_1 , temos:
 $10 = 20i_1 \Rightarrow i_1 = 0,5 \, A$
- para L_2 , temos:
 $20 = 20i_2 \Rightarrow i_2 = 1,0 \, A$
- para L_3 , temos:
 $5 = 10i_3 \Rightarrow i_3 = 0,5 \, A$
- para L_4 , temos:
 $10 = 10i_4 \Rightarrow i_4 = 1,0 \, A$

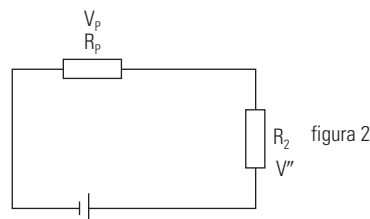
Como a intensidade da corrente que passa por L_1 e L_3 é $0,33 \, A$, nenhuma delas queima. Da mesma forma, não queimam L_2 e L_4 , pois a intensidade da corrente que passa por elas é $0,67 \, A$.

Resposta: alternativa a.

666. Veja a figura:



Nesse circuito R' e R estão associados em paralelo e ambos estão associados em série com R'' , o que permite simplificar o esquema.



O voltímetro V_1 mede a voltagem fornecida pela bateria ao circuito e V_2 mede a voltagem no resistor R'' (V''). É fácil ver que $V_1 = V'' + V_p$. Logo, temos:

$$12 = 9,0 + V_p \Rightarrow V_p = 3,0 \, V$$

Portanto, o resistor R está submetido a uma voltagem $V = 3,0 \, V$. O amperímetro A_1 mede a corrente total do circuito ($i_T = 600 \, mA = 0,6 \, A$) e A_2 mede a corrente que passa por R' ($i' = 450 \, mA = 0,45 \, A$).

Pelo Princípio da Conservação da Carga Elétrica, podemos escrever:

$$i_T = i' + i \Rightarrow 0,6 = 0,45 + i \Rightarrow i = 0,15 \, A$$

Podemos calcular o valor do resistor R , usando a definição de

resistência elétrica, $R = \frac{V}{i}$. Logo:

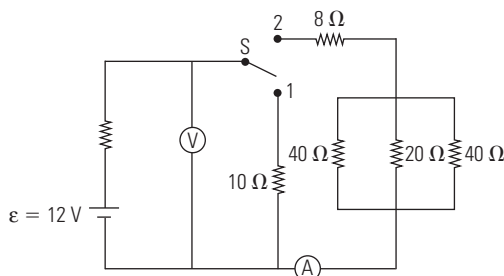
$$R = \frac{3,0}{0,15} \Rightarrow R = 20 \, \Omega$$

Resposta: alternativa d.

667. Nesse circuito há duas associações de resistores em série que podem ser substituídas pelo resistor equivalente R_s . Sendo, em cada associação, $R_1 = R_2 = 20 \, \Omega$, da expressão $R_s = R_1 + R_2$, temos:

$$R_s = 20 + 20 \Rightarrow R_s = 40 \, \Omega$$

Podemos então redesenhar o circuito como mostra a figura:



No circuito ainda há uma associação de resistores em paralelo, que pode ser substituída pelo resistor equivalente R_p . Sendo $R_1 = 40 \, \Omega$, $R_2 = 20 \, \Omega$ e $R_3 = 40 \, \Omega$, da expressão

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}, \text{ temos:}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{40} + \frac{1}{20} + \frac{1}{40} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1+2+1}{40} \Rightarrow$$

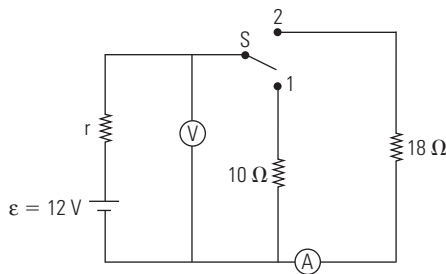
$$\Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{4}{40} \Rightarrow R_p = 10 \, \Omega$$

É fácil ver que o resistor equivalente R_p está ligado em série com o resistor de $8 \, \Omega$.

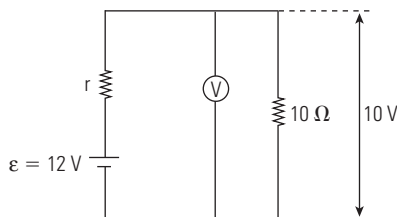
Essa associação pode ser substituída pelo resistor equivalente R'_s . Da expressão $R'_s = R_1 + R_2$, temos:

$$R'_s = R_s + 8 \Rightarrow R'_s = 10 + 8 \Rightarrow R'_s = 18 \, \Omega$$

Podemos então redesenhar o circuito como mostra a figura:



Com a chave **S** na posição 1, temos o seguinte circuito:



Sendo $R = 10 \, \Omega$ e $V = 10 \, \text{V}$, da expressão $V = Ri$, temos:

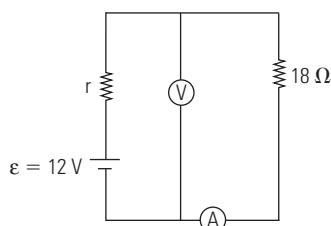
$$i = \frac{V}{R} \Rightarrow i = \frac{10}{10} \Rightarrow i = 1,0 \, \text{A}$$

O voltímetro mede a diferença de potencial à qual está submetido o resistor, que é a diferença de potencial fornecida pela bateria. Da equação do gerador, $V = \varepsilon - ri$, temos:

$$10 = 12 - r \cdot 1,0 \Rightarrow 10 = 12 - r \Rightarrow r = 2,0 \, \Omega$$

Logo, a alternativa **a** está correta.

Com a chave **S** na posição 2, temos o seguinte circuito:



A resistência equivalente do circuito é dada por:

$$R_s = 18 + r \Rightarrow R_s = 18 + 2 \Rightarrow R_s = 20 \, \Omega$$

Logo, a alternativa **b** está incorreta.

Da equação do circuito elétrico, $i = \frac{\Sigma \varepsilon - \Sigma \varepsilon'}{\Sigma (R + r + r')}$, temos:

$$i = \frac{12}{18 + 2} \Rightarrow i = \frac{12}{20} \Rightarrow i = 0,6 \, \text{A}$$

Logo, a alternativa **c** está correta.

Sendo $R = 18 \, \Omega$ e $i = 0,6 \, \text{A}$, da expressão $V = Ri$, temos:

$$V = 18 \cdot 0,6 \Rightarrow V = 10,8 \, \text{V}$$

Logo, a alternativa **d** está correta.

Da expressão $P_T = \varepsilon i$, temos:

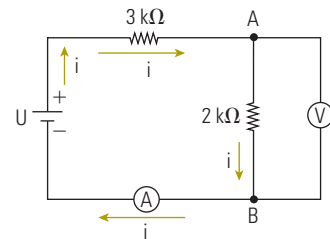
$$P_T = 12 \cdot 0,6 \Rightarrow P_T = 7,2 \, \text{W}$$

que será a potência total dissipada pelo circuito.

Logo, a alternativa **e** está incorreta.

Resposta: alternativas **a, c, d**.

- 668.** a) Para $U = +5 \, \text{V}$, o diodo está polarizado inversamente e, portanto, funciona como chave aberta. Logo, $R \rightarrow \infty$.
Para $U = -5 \, \text{V}$, o diodo está polarizado diretamente e, portanto, funciona como chave fechada. Logo, $R \rightarrow 0$.
b) Para $U = +5 \, \text{V}$, podemos redesenhar o circuito como mostra a figura:



Nesse circuito há uma associação de resistências em série, que pode ser substituída pelo resistor equivalente. Sendo $R_1 = 3 \, \text{k}\Omega$ e $R_2 = 2 \, \text{k}\Omega$, da expressão $R_s = R_1 + R_2$, temos:

$$R_s = 3 + 2 \Rightarrow R_s = 5 \, \text{k}\Omega \Rightarrow R_s = 5 \cdot 10^3 \, \Omega$$

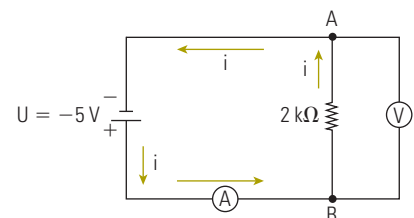
Da expressão $V = Ri$, podemos calcular a corrente que passa pelo circuito, que é a corrente medida pelo amperímetro. Logo:

$$U = R_s i \Rightarrow 5 = 5 \cdot 10^3 i \Rightarrow i = \frac{5}{5 \cdot 10^3} \Rightarrow i = 1 \cdot 10^{-3} \, \text{A}$$

O voltímetro mede a tensão na resistência de $2 \, \text{k}\Omega$. Da expressão $V = Ri$, temos:

$$V_{AB} = Ri \Rightarrow V_{AB} = 2 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \Rightarrow V_{AB} = 2 \, \text{V} \Rightarrow V_A - V_B = 2 \, \text{V}$$

Para $U = -5 \, \text{V}$, o diodo funciona como chave fechada e portanto não passará corrente pela resistência de $3 \, \text{k}\Omega$. Podemos redesenhar o circuito como mostra a figura.



Da expressão $V = Ri$, podemos calcular a corrente que passa pelo circuito:

$$U = Ri \Rightarrow 5 = 2 \cdot 10^3 i \Rightarrow i = \frac{5}{2 \cdot 10^3} \Rightarrow i = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

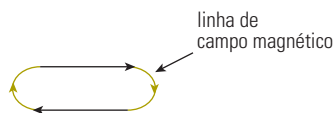
O voltímetro mede a tensão na resistência de $2 \text{ k}\Omega$. Da expressão $V = Ri$, temos:

$$V_{BA} = Ri \Rightarrow V_{BA} = 2 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \Rightarrow V_{BA} = 5 \text{ V} \Rightarrow V_B - V_A = 5 \text{ V}$$

669. Quando um ímã se quebra, dá origem a novos ímãs, cuja polaridade depende da forma como se partiram.

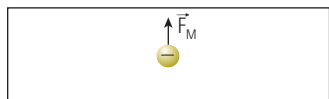
Resposta: alternativa c.

670. Polos de mesmo nome se repelem e polos opostos se atraem. Logo, a situação mais estável é a configuração da alternativa b. Pode-se dizer também que, nessa situação, as linhas do campo magnético das duas agulhas se concatenam.

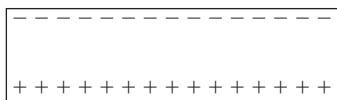


Resposta: alternativa b.

671. a) A direção e o sentido da força $\vec{F}$ podem ser obtidos a partir da regra da mão direita:



- b) Sob a ação da força magnética, os elétrons se deslocarão para a parte superior da placa:



672. A partícula eletrizada entra na região do campo magnético perpendicularmente às linhas de campo. Como a força é sempre perpendicular à velocidade $\vec{v}$, da Segunda Lei de Newton ($\vec{F} = m\vec{a}$), conclui-se que a aceleração da partícula vai ser sempre perpendicular à velocidade $\vec{v}$. Trata-se portanto de uma aceleração centrípeta, por isso a partícula descreve uma trajetória circular, com velocidade de módulo constante.

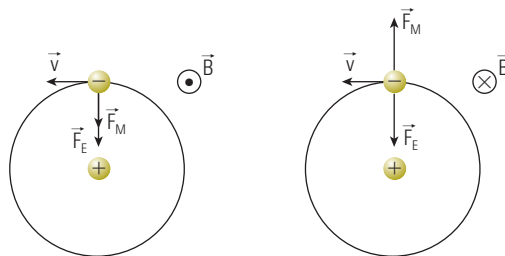
Resposta: alternativa a.

673. Como a carga descreve um movimento circular uniforme, concluímos que a força resultante ($\vec{F}$), sobre ela, está contida no plano da figura e aponta para o centro da circunferência. Como nessa região só existe o campo magnético, a força gerada por

ele é a força resultante. Esse campo magnético é simultaneamente perpendicular a $\vec{F}$ e a $\vec{v}$. Pela regra da mão direita, concluímos que $\vec{B}$ é perpendicular ao plano da figura e aponta para dentro da página.

Resposta: alternativa e.

674. a) A direção e o sentido da força magnética que atua sobre a partícula podem ser obtidos usando a regra da mão direita.



b) Situação 1:

Como a força é sempre perpendicular à velocidade $\vec{v}$, da Segunda Lei de Newton ($\vec{F} = m\vec{a}$), concluímos que a aceleração $\vec{a}$ da partícula vai ser sempre perpendicular à velocidade $\vec{v}$. Trata-se portanto de uma aceleração centrípeta, por isso a partícula descreve uma trajetória circular, com velocidade de módulo constante, ou seja, ela adquire um movimento circular uniforme.

Como o movimento é circular uniforme, concluímos que o módulo da força resultante ($\vec{F}_R$) é igual ao da força centrípeta ($\vec{F}_C$), cujo módulo é $F_C = M \cdot \frac{v^2}{R}$. Da figura, temos:

$$F_R = F_E + F_M$$

O módulo da força magnética é $F_M = qvB \cdot \sin \theta$. Sendo $\theta = 90^\circ$, a expressão do módulo da força magnética torna-se $F_M = qvB$. Como o módulo da força elétrica é N vezes o módulo da força magnética, temos $F_E = NqvB$. Logo, temos:

$$M \cdot \frac{v^2}{R} = NqvB + qvB \Rightarrow M \cdot \frac{v^2}{R} = (N + 1)qvB \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = R(N + 1) \cdot \frac{qvB}{M} \Rightarrow v = R(N + 1) \cdot \frac{qB}{M}$$

Situação 2:

Como o movimento é circular uniforme, concluímos que o módulo da força resultante ($\vec{F}_R$) é igual ao da força centrípeta ($\vec{F}_C$), cujo módulo é $F_C = M \cdot \frac{v^2}{R}$. Da figura, temos:

$$F_R = F_E - F_M$$

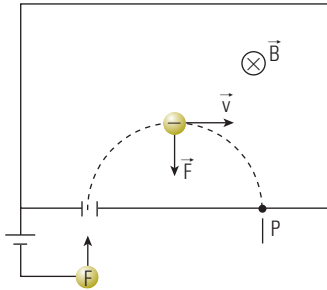
Logo:

$$M \cdot \frac{v^2}{R} = NqvB - qvB \Rightarrow M \cdot \frac{v^2}{R} = (N - 1)qvB \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = R(N - 1) \cdot \frac{qvB}{M} \Rightarrow v = R(N - 1) \cdot \frac{qB}{M}$$

675. a) Falsa

Como a carga descreve um movimento circular uniforme, concluímos que a força resultante ($\vec{F}$), sobre ela, aponta para o centro da circunferência. Como nessa região só existe o campo magnético, a força gerada por ele é a força resultante. Esse campo magnético é simultaneamente perpendicular a $\vec{F}$ e $\vec{v}$. Pela regra da mão direita, lembrando que a carga do elétron é negativa, concluímos que $\vec{B}$ é perpendicular ao plano da figura e aponta para dentro da página (veja a figura):



b) Falsa

O mesmo comentário anterior.

c) Verdadeira

Ao penetrar na região do campo magnético $\vec{B}$, o módulo da velocidade da partícula não varia, logo, $\Delta E_c = 0$.

d) Falsa

Se o movimento é circular uniforme, o módulo da força resultante ($\vec{F}_R$) é igual ao da força centrípeta ($\vec{F}_c$), cujo módulo é $F_c = m \cdot \frac{v^2}{R}$. Como nessa região só existe o campo magnético, a força gerada por ele é a força resultante, cujo módulo é $F = qvB \cdot \sin \theta$. Sendo $\theta = 90^\circ$, a expressão do módulo da força resultante torna-se $F_R = qvB$. Igualando $\vec{F}_R$ e $\vec{F}_c$, obtemos:

$$F_R = F_c \Rightarrow m \cdot \frac{v^2}{R} = qvB \Rightarrow \frac{mv}{R} = qB \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{qB}{mv} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$

Podemos ver na figura que $OP = 2R$, então $OP = \frac{2mv}{qB}$.

e) Verdadeira

Lembrando que a relação entre velocidade e período no MCU é dada pela expressão $v = \frac{2\pi r}{T}$, temos:

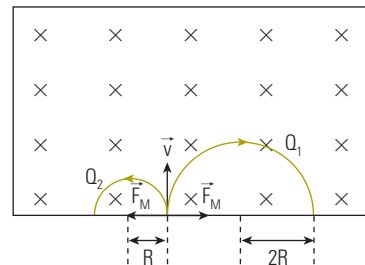
$$v = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow v = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{mv}{qB} \Rightarrow 1 = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{m}{qB} \Rightarrow \frac{qB}{2\pi m} = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi m}{qB}$$

Como a trajetória das partículas é a metade de uma circunferência, o tempo de permanência delas na região de $\vec{B}$ é:

$$\Delta t = \frac{T}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{\pi m}{qB}$$

Resposta: alternativas c, e.

676. a) Como a força $\vec{F}_M$ é sempre perpendicular à velocidade $\vec{v}$, da Segunda Lei de Newton ($\vec{F} = m\vec{a}$) concluímos que a aceleração $\vec{a}$ da partícula vai ser sempre perpendicular à velocidade $\vec{v}$. Trata-se portanto de uma aceleração centrípeta, por isso, a partícula descreve uma trajetória circular, com velocidade de módulo constante. Como v é constante, então $\Delta E_c = 0$. Sendo $\zeta = \Delta E_c$, vem $\zeta = 0$.



b) Usando a regra da mão direita, concluímos que Q_1 é negativa e Q_2 é positiva.

c) Se o movimento é circular uniforme, o módulo da força resultante ($\vec{F}_R$) é igual ao da força centrípeta ($\vec{F}_c$), cujo módulo é $F_c = \frac{mv^2}{r}$. Como nessa região só existe o campo magnético, a força gerada por ele é a força resultante, cujo módulo é $F = qvB \cdot \sin \theta$. Sendo $\theta = 90^\circ$, a expressão do módulo da força resultante torna-se $F_R = qvB$. Igualando $\vec{F}_R$ e $\vec{F}_c$, obtemos:

$$F_R = F_c \Rightarrow qvB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow qB = \frac{mv}{r} \quad (I)$$

Portanto, temos:

$$\bullet \text{ para a carga } Q_1: Q_1 B = \frac{mv}{2R} \quad (II)$$

$$\bullet \text{ para a carga } Q_2: Q_2 B = \frac{mv}{R} \quad (III)$$

Dividindo a expressão (II) pela expressão (III), temos:

$$\frac{Q_1 B}{Q_2 B} = \frac{\frac{mv}{2R}}{\frac{mv}{R}} \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{mv}{2R} \cdot \frac{R}{mv} \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{1}{2}$$

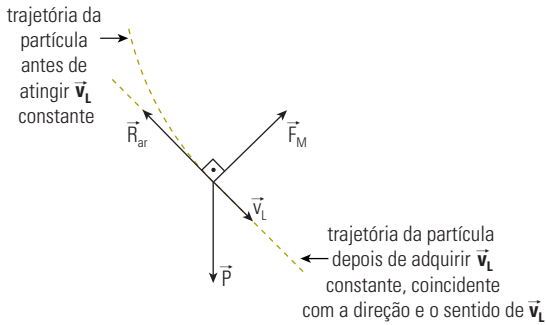
677. a) Antes de entrar na região do campo magnético, a partícula cai verticalmente com velocidade constante. Portanto, ela está em equilíbrio. As forças que nela atuam são o peso e a resistência do ar (veja a figura):



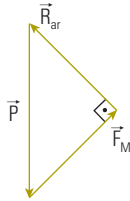
No equilíbrio, temos $F_R = 0$. Portanto, obtemos:

$$R_{ar} = P \Rightarrow kv_0 = mg \Rightarrow k = \frac{mg}{v_0}$$

- b) Ao penetrar na região onde há o campo magnético, aparece uma força magnética, horizontal para a direita (supondo a carga positiva). Isso faz a partícula curvar a sua trajetória. Mudando a trajetória, mudam os sentidos das forças de resistência $\vec{R}_{ar}$, do ar, que sempre se opõem ao sentido da velocidade da partícula, e da força magnética $\vec{F}_M$, sempre perpendicular ao sentido da velocidade. No instante em que a partícula adquire velocidade $\vec{v}_L$ constante, a resultante das forças que atuam sobre ela se anula. Temos então a situação descrita na figura:



- c) Podemos redesenhar os vetores como mostra a figura abaixo:



A condição de equilíbrio é $P^2 = R_{ar}^2 + F_M^2$.

Da expressão $F_M = qvB \cdot \sin \theta$, como $\theta = 90^\circ$, temos:

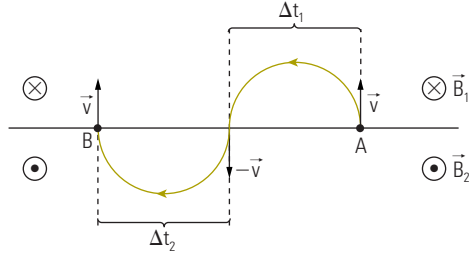
$$F_M = Qv_L B \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow F_M = Qv_L B$$

Portanto, temos:

$$m^2 g^2 = k^2 v_L^2 + Q^2 v_L^2 B^2 \Rightarrow m^2 g^2 = (k^2 + Q^2 B^2) v_L^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_L^2 = \frac{m^2 g^2}{k^2 + Q^2 B^2} \Rightarrow v_L = \frac{mg}{\sqrt{k^2 + Q^2 B^2}}$$

descreve uma trajetória circular, com velocidade de módulo constante (movimento circular uniforme). Para que o próton passe pelo ponto **B** com a mesma velocidade inicial $\vec{v}$, no menor tempo possível, ele deverá percorrer semicírculos sequenciais no sentido anti-horário no plano superior, e no sentido horário, no plano inferior. Veja a figura:



O menor valor do tempo será:

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$$

Consideremos o movimento do próton no plano superior. Se o movimento é circular uniforme, o módulo da força resultante ($\vec{F}_R$) é igual ao da força centrípeta ($\vec{F}_C$), cujo módulo é $F_C = \frac{mv^2}{r}$. Como nessa região só existe o campo magnético, a força gerada por ele é a força resultante, cujo módulo é $F_R = qvB_1 \cdot \sin \theta$. Sendo $\theta = 90^\circ$, a expressão do módulo da força resultante torna-se $F_R = qvB_1$. Igualando F_R e F_C , obtemos:

$$F_R = F_C \Rightarrow qvB_1 = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow qB_1 = \frac{mv}{r} \Rightarrow \frac{qB_1}{mv} = \frac{1}{r} \Rightarrow \Rightarrow r = \frac{mv}{qB_1}$$

Lembrando que a relação entre a velocidade e o período do MCU é dada pela expressão $v = \frac{2\pi r}{T}$, obtemos:

$$v = \frac{2\pi r}{T_1} \Rightarrow T_1 = \frac{2\pi r}{v} \Rightarrow T_1 = \frac{2\pi}{v} \cdot \frac{mv}{qB_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{2\pi m}{qB_1}$$

$$\text{Por analogia, temos } T_2 = \frac{2\pi m}{qB_2}.$$

Portanto:

$$\Delta t = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi m}{qB_1} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi m}{qB_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{m\pi}{qB_1} + \frac{m\pi}{qB_2} \Rightarrow \Delta t = \frac{m\pi}{q} \left(\frac{1}{B_1} + \frac{1}{B_2} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{m\pi}{q} \left(\frac{B_1 + B_2}{B_1 B_2} \right)$$

Resposta: alternativa **a**.

678. Como a força $\vec{F}$ é sempre perpendicular à velocidade $\vec{v}$, da Segunda Lei de Newton ($\vec{F} = m\vec{a}$) concluímos que a aceleração $\vec{a}$ do próton vai ser sempre perpendicular à velocidade $\vec{v}$. Trata-se portanto de uma aceleração centrípeta, por isso o próton

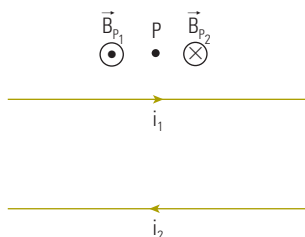
679. Aplicando a regra da mão direita, concluímos que:

- em **I**, $\vec{B}$ é paralelo ao eixo do solenoide, com sentido orientado para a direita;

- em II, $\vec{B}$ é perpendicular ao plano da figura, com sentido orientado para fora;
- em III, $\vec{B}$ é perpendicular ao plano da figura, com sentido orientado para dentro.

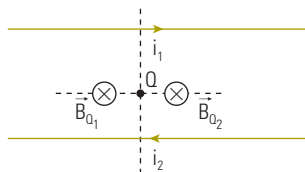
Resposta: alternativa a.

680. a) Aplicando a regra da mão direita, verificamos que os vetores $\vec{B}_{P_1}$, devido a i_1 , e $\vec{B}_{P_2}$, devido a i_2 , têm no ponto P mesma direção e sentidos contrários. Veja a figura:



Como $B_{P_1} = B_{P_2}$, o módulo do vetor campo magnético resultante é nulo.

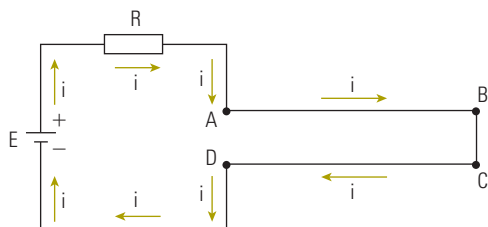
- b) Aplicando a regra da mão direita verificamos que os vetores $\vec{B}_{Q_1}$, devido a i_1 , e $\vec{B}_{Q_2}$, devido a i_2 , têm no ponto Q mesma direção e mesmo sentido. Veja a figura:



Logo, o vetor campo magnético resultante ($\vec{B}_Q$) é perpendicular ao plano da figura, com sentido orientado para dentro, e tem módulo:

$$B_Q = B_{Q_1} + B_{Q_2} \Rightarrow B_Q = 1,0 \cdot 10^{-4} + 3,0 \cdot 10^{-4} \Rightarrow B_Q = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

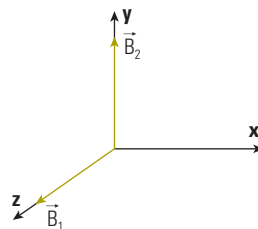
681. Inicialmente indicamos o sentido da corrente elétrica no circuito. Veja a figura abaixo:



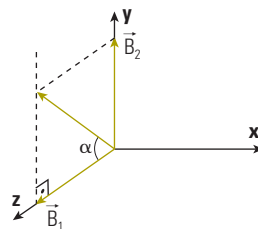
Podemos observar que as correntes nos segmentos de fio AB e CD têm sentidos opostos. Logo, os fios se repelem, devido às forças magnéticas que neles aparecem.

Resposta: alternativa b.

682. Usando a regra da mão direita podemos obter a direção e o sentido dos campos magnéticos gerados em O por i_1 e i_2 .



O vetor campo magnético resultante pode ser obtido usando a regra do paralelogramo:



Resposta: alternativa e.

683. a) Verdadeira

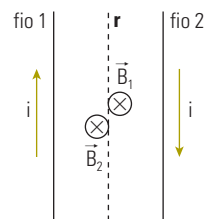
Como as correntes nos fios têm sentidos opostos, os fios se repelem. O módulo da força magnética entre os fios é

$$F = \frac{\mu_0 i_1 i_2 \ell}{2\pi d}. \text{ Sendo } i_1 = i_2 = i, \text{ temos } F = \frac{\mu i^2 \ell}{d}.$$

Logo, o módulo da força magnética é diretamente proporcional a i^2 e inversamente proporcional à distância d entre os fios.

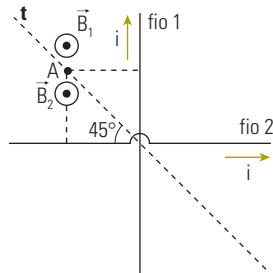
- b) Falsa

Aplicando a regra da mão direita, verificamos que os vetores $\vec{B}_1$, devido à corrente no fio 1, e $\vec{B}_2$, devido à corrente no fio 2, têm, nos pontos pertencentes à reta r , mesma direção e mesmo sentido (veja a figura). Logo, o campo magnético resultante não será nulo.



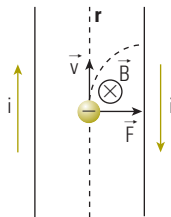
c) Falsa

Aplicando a regra da mão direita verificamos que os vetores $\vec{B}_1$, devido à corrente no fio 1, e $\vec{B}_2$, devido à corrente no fio 2, têm, no ponto **A** da reta **t**, mesma direção e mesmo sentido (veja a figura). Logo, o campo magnético resultante não será nulo.



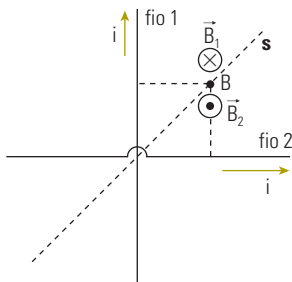
d) Falsa

Como em todos os pontos da reta **r** há um campo magnético, usando a regra da mão direita, concluímos que, ao ser arremessado na direção da reta **r**, o elétron ficará sob a ação de uma força magnética. Como a força $\vec{F}$ é sempre perpendicular à velocidade $\vec{v}$, da Segunda Lei de Newton ($F_R = m\vec{a}$) concluímos que a aceleração $\vec{a}$ da partícula vai ser sempre perpendicular à velocidade $\vec{v}$. Trata-se portanto de uma aceleração centrípeta, por isso a partícula descreve uma trajetória circular, com velocidade de módulo constante.



e) Verdadeira

Aplicando a regra da mão direita verificamos que os vetores $\vec{B}_1$, devido à corrente no fio 1, e $\vec{B}_2$, devido à corrente no fio 2, têm, no ponto **B** da reta **s**, mesma direção e sentidos contrários (veja a figura). Como a distância do fio 1 ao ponto **B** é a mesma distância do fio 2 ao ponto **B**, e as correntes que passam pelos fios têm o mesmo valor, da expressão $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$, concluímos que $B_1 = B_2$. Logo, o campo magnético resultante no ponto **B** será nulo.

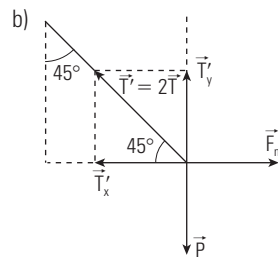
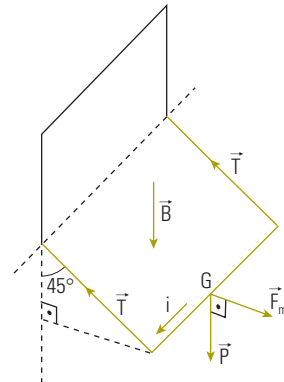


f) Falsa

Se invertermos o sentido das correntes em ambos os fios da configuração (I), essas correntes continuam tendo sentidos contrários. Logo, os fios se repelem.

Resposta: alternativas **a**, **e**.

684. a) Usando a regra da mão direita, podemos obter a direção e o sentido da força magnética que atua na barra.



Da figura, temos:

$$\begin{cases} T'_y = T' \cdot \sin 45^\circ \Rightarrow T'_y = 2T' \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow T'_y = T'\sqrt{2} \\ T'_x = T' \cdot \cos 45^\circ \Rightarrow T'_x = 2T' \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow T'_x = T'\sqrt{2} \end{cases}$$

Como a barra está em equilíbrio na situação acima, temos $F_R = 0$. Logo:

$$F_{R_y} = 0 \Rightarrow T'_y - P = 0 \Rightarrow T'_y = P \Rightarrow T'\sqrt{2} = mg \Rightarrow T'\sqrt{2} = 30 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \Rightarrow T' = \frac{0,30}{\sqrt{2}}$$

$$F_{R_x} = 0 \Rightarrow T'_x - F_m = 0 \Rightarrow T'_x = F_m \Rightarrow F_m = T'\sqrt{2} \Rightarrow F_m = \frac{0,30}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{2} \Rightarrow F_m = 0,30 \text{ N}$$

c) Sendo $\ell = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$ e $\theta = 90^\circ$, da expressão $F_m = Bi\ell \cdot \sin \theta$, temos:

$$0,3 = B \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow 0,3 = B \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot 1 \Rightarrow 0,3 = 0,2B \Rightarrow B = 1,5 \text{ T}$$

685. A oposição ao movimento é expressa pela Lei de Lenz, consequência do Princípio da Conservação da Energia; se há oposição ao movimento do ímã é preciso que uma força seja exercida para movimentá-lo na direção do movimento. Logo, é necessária a realização de trabalho.

Resposta: alternativa a.

686. Só ocorre indução de corrente elétrica na espira se houver variação do fluxo magnético. Há variação do fluxo magnético nas situações I e III.

Resposta: alternativa d.

687. **Resposta:** alternativa b.

688. a) Falsa

A corrente elétrica que chega às residências é alternada.

b) Verdadeira

c) Falsa

A corrente elétrica não varia ao longo de um fio e nem se altera ao passar por um resistor, mas há perda de energia quando da passagem por fios e resistores.

d) Falsa

Quilowatt-hora é unidade de energia.

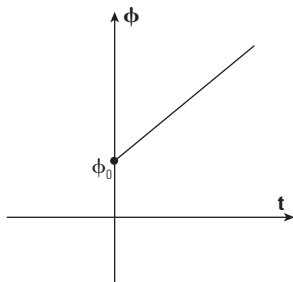
689. a) Da expressão $P = \frac{V^2}{R}$, temos $R = \frac{V^2}{P}$. Como a resistência do filamento da lâmpada é constante, podemos escrever:

$$\frac{V_1^2}{P_1} = \frac{V_2^2}{P_2} \Rightarrow \frac{12^2}{24} = \frac{6,0^2}{P_2} \Rightarrow \Rightarrow \frac{144}{24} = \frac{36}{P_2} \Rightarrow P_2 = 6,0 \text{ W}$$

b) Não. Como a bateria do automóvel tem força eletromotriz constante de 6,0 V, ela é um gerador de corrente contínua. A corrente contínua gera um campo magnético constante, por isso não é possível alterar a tensão fornecida pela bateria usando o transformador, pois este funciona devido à variação do fluxo magnético que atravessa seus enrolamentos.

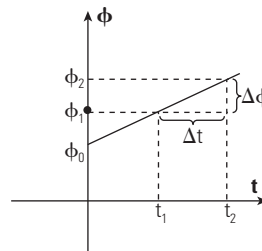
690. a) Verdadeiro

Como Φ é uma função do 1º grau em t , o gráfico $\Phi \times t$ é uma reta.



b) Falso

Como o gráfico $\Phi \times t$ é uma reta, podemos concluir que $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \text{constante}$. (Lembre-se que $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ é a inclinação da reta — veja figura.) Pela Lei de Faraday, a força eletromotriz induzida na espira é $\epsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Portanto, concluímos que ϵ é constante.



c) Verdadeiro

O sentido da corrente elétrica induzida é dado pela Lei de Lenz. Sendo o fluxo magnético $\Phi = 1,2 \cdot 10^{-3} + 3,5 \cdot 10^{-3} t$, concluímos que Φ aumenta no decorrer do tempo. A corrente induzida deve se opor ao aumento desse fluxo magnético, ou seja, deve gerar um campo magnético cujas linhas de força tenham a mesma direção e sentido contrário ao do campo que está aumentando. Por isso, pela regra da mão direita, a corrente induzida percorre o resistor da direita para a esquerda.

d) Falso

Da expressão $\Phi = 1,2 \cdot 10^{-3} + 3,5 \cdot 10^{-3} t$, e das considerações feitas no item b, temos:

$$\text{inclinação} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 3,5 \cdot 10^{-3}$$

Como a força eletromotriz induzida é $\epsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, obtemos $\epsilon = -3,5 \cdot 10^{-3} \text{ V}$.

Sendo $R = 3,5 \Omega$, da expressão $R = \frac{V}{i}$, temos:

$$i = \frac{V}{R} \Rightarrow i = \frac{\epsilon}{R} \Rightarrow i = \frac{3,5 \cdot 10^{-3}}{3,5} \Rightarrow \Rightarrow i = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ A} \Rightarrow i = 1,0 \text{ mA}$$

e) Verdadeiro

f) Verdadeiro

Resposta: alternativas a, c, e, f.

691. Quando a onda eletromagnética incide na partícula de carga q positiva em repouso, essa partícula sofre a ação de uma força elétrica devido ao campo elétrico. Essa força tem a mesma direção e sentido do vetor campo elétrico $\vec{E}$ e faz com que a partícula comece a se mover verticalmente para cima. Ao se mover, essa partícula fica também sujeita à ação de uma força magnética, devido ao campo magnético. Usando a regra da mão direita, concluímos que essa força terá direção horizontal com sentido orientado para a direita.

Resposta: alternativa b.

692. A corrente elétrica alternada cria um campo magnético oscilante, que se propaga em seu entorno, atravessando essas espiras. Nas espiras atravessadas por linhas de campo magnético variável aparece uma força eletromotriz induzida capaz de fornecer energia elétrica para acender lâmpadas, por exemplo. Nesse caso, as espiras funcionam como antenas que captam a energia elétrica que se propaga por ondas eletromagnéticas originárias da rede de alta tensão.

693. a) Da expressão $E = hf$, determinamos a energia do fóton:

$$E = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 1,6 \cdot 10^{15} \Rightarrow E = 1,06 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

Como $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, temos:

$$E = \frac{1,06 \cdot 10^{-18}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} \Rightarrow E = 6,6 \text{ eV}$$

Como a energia do fóton da luz incidente é maior que a função trabalho da prata, $\mathcal{C} = 4,74 \text{ eV}$, então o efeito fotoelétrico ocorre.

b) Como as partículas ejetadas pela placa **C** são elétrons, elas são desviadas para a placa **A**, numa trajetória parabólica.

694. Da expressão $v = \lambda f$, com $v = c$, temos:

$$c = \lambda f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \begin{cases} f_1 = \frac{c}{\lambda_1} \Rightarrow f_1 = \frac{c}{\frac{1}{4}\lambda_2} \\ \Rightarrow f_1 = \frac{4c}{\lambda_2} \\ f_2 = \frac{c}{\lambda_2} \end{cases}$$

Da expressão $E = hf$, temos:

$$E_1 = hf_1 \Rightarrow E_1 = h \cdot \frac{4c}{\lambda_2} \Rightarrow E_1 = \frac{4hc}{\lambda_2}$$

$$E_2 = hf_2 \Rightarrow E_2 = \frac{hc}{\lambda_2}$$

Logo, temos:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{4hc}{\lambda_2}}{\frac{hc}{\lambda_2}} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = 4 \Rightarrow E_1 = 4E_2$$

Resposta: alternativa **a**.

695. Como $t_{\text{André}} = 2t_{\text{Regina}}$, da expressão $\Delta t_{\text{André}} = \gamma \Delta t_{\text{Regina}}$, concluímos que $\gamma = 2$. Do gráfico, para $\gamma = 2$, temos:

$$\frac{v}{c} = 0,87 \Rightarrow v = 0,87c \Rightarrow v = \frac{87}{100}c$$

Resposta: alternativa **b**.

696. Da expressão $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, com $v = 0,5c$, temos:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{(0,5c)^2}{c^2}}} \Rightarrow m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - 0,25}} \Rightarrow m = \frac{1}{\sqrt{0,75}} m_0$$

Resposta: alternativa **a**.

697. a) Falsa

A velocidade da luz é sempre a mesma, qualquer que seja o sistema de referência considerado.

b) Verdadeira

O átomo de hidrogênio é formado por um próton e um elétron. Logo, a massa do átomo de hidrogênio será:

$$m_H = m_p + m_e \Rightarrow m_H = 1,67 \cdot 10^{-27} + 9,11 \cdot 10^{-31} \Rightarrow m_H = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Determinamos a energia de repouso (E_0) correspondente a $m_0 = m_H = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. Da expressão $E_0 = m_0 c^2$, temos:

$$E_0 = 1,67 \cdot 10^{-27} (3,0 \cdot 10^8)^2 \Rightarrow E_0 = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

c) Verdadeira

$$\Delta E = E_2 - E_1 \Rightarrow \Delta E = -5,43 \cdot 10^{-19} - (-21,73 \cdot 10^{-19}) \Rightarrow \Delta E = 16,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Como $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, temos:

$$\Delta E = \frac{16,3 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow \Delta E = 10 \text{ eV}$$

d) Verdadeira

Da expressão $E_{\text{final}} - E_{\text{inicial}} = hf$, temos:

$$E_2 - E_1 = hf \quad (\text{I})$$

Da expressão $v = \lambda f$, com $v = c$ (para uma onda eletromagnética), temos:

$$c = \lambda f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} \quad (\text{II})$$

Substituindo (II) em (I), temos:

$$E_2 - E_1 = h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda(E_2 - E_1) = hc \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_2 - E_1}$$

e) Verdadeira

A radiação eletromagnética, como a luz, tem um comportamento que pode ser descrito do ponto de vista ondulatório, na interferência e na difração. Pode também ser descrita do ponto de vista corpuscular, como fótons absorvidos nas transições de elétrons em saltos quânticos para níveis de menor para maior energia ou como fótons emitidos na transição de elétrons em saltos quânticos, de níveis de maior para menor energia.

Resposta: alternativas **b, c, d, e**.

698. Aplicando a relação dada, conhecida como Lei do Deslocamento de Wien, sendo $T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$ a temperatura da pele humana, temos:

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot 300 = 0,29 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \lambda_{\text{máx}} = 9,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Esse é o comprimento de onda em que a pele humana emite com intensidade máxima.

699. Da expressão $E_c = \frac{1}{2}mv^2$, temos:

$$E_{c_i} = \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$E_{c_f} = \frac{1}{2}mv_f^2$$

Como $E_{c_f} = 2E_{c_i}$, temos:

$$\frac{1}{2}mv_f^2 = 2 \cdot \frac{1}{2}mv_i^2 \Rightarrow v_f^2 = 2v_i^2 \Rightarrow v_f = \sqrt{2}v_i$$

Da relação de De Broglie, o comprimento de onda do elétron aqui chamado de função de onda é $\lambda = \frac{h}{mv}$. Temos, portanto:

$$\lambda_i = \frac{h}{mv_i} \Rightarrow \lambda_f = \frac{h}{m\sqrt{2} \cdot v_i} \Rightarrow \lambda_f = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{h}{mv_i} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda_f = \frac{\lambda_i}{\sqrt{2}}$$

Resposta: alternativa a.

700. a) Inicialmente determinamos a massa dos quatro átomos de hidrogênio:

$$m_{4H} = 4 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \Rightarrow m_{4H} = 6,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Podemos verificar que a soma da massa dos quatro átomos de hidrogênio é maior que a massa do átomo de hélio (formado por esses quatro átomos de hidrogênio). Logo, a energia produzida por essa reação é equivalente a essa diferença de massa, chamada de "defeito de massa".

b) Calculamos a diferença de massa Δm . Portanto, temos:

$$\Delta m = m_{4H} - m_{He} \Rightarrow \Delta m = 6,68 \cdot 10^{-27} - 6,65 \cdot 10^{-27} \Rightarrow \Rightarrow \Delta m = 0,03 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Como ocorrem 10^{38} reações a cada segundo, temos:

$$\Delta m' = 10^{38} \cdot 0,03 \cdot 10^{-27} \Rightarrow \Delta m' = 3,0 \cdot 10^9 \text{ kg}$$

Determinamos a energia de repouso (E_0) correspondente a $m_0 = 3,0 \cdot 10^9 \text{ kg}$. Da expressão $E_0 = m_0 c^2$, temos:

$$E_0 = 3,0 \cdot 10^9 (3,0 \cdot 10^8)^2 \Rightarrow E_0 = 2,7 \cdot 10^{26} \text{ J}$$