

# FÍSICA

## Dados:

Aceleração da gravidade:  $10 \text{ m/s}^2$

Densidade da água:  $1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$

Calor específico da água:  $1 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$

Carga do elétron =  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Massa do elétron =  $9 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Velocidade da luz no vácuo =  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

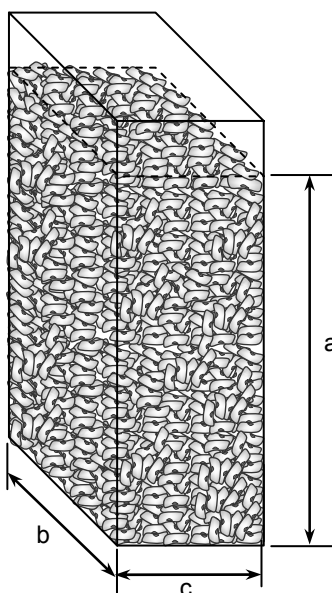
Constante de Planck =  $6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

$\text{sen } 37^\circ = 0,6$

$\text{cos } 37^\circ = 0,8$

01. Um estudante de Física aceita o desafio de determinar a ordem de grandeza do número de feijões em **5 kg** de feijão, sem utilizar qualquer instrumento de medição. Ele simplesmente despeja os feijões em um recipiente com um formato de paralelepípedo e conta quantos feijões há na aresta de menor comprimento **c**, como mostrado na figura. Ele verifica que a aresta **c** comporta **10 feijões**. Calcule a **potência** da ordem de grandeza do número de feijões no recipiente, sabendo-se que a relação entre os comprimentos das arestas é:  $a/4 = b/3 = c/1$ .

$c = 10 \text{ feijões}$

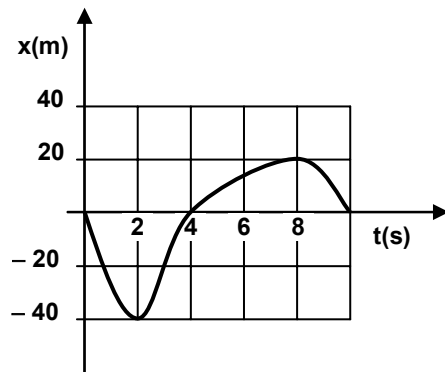


Resposta: 04

Justificativa:

O número total de feijões é dado pelo produto dos comprimentos das arestas medidas em número de feijões.  $N = abc = 12 c^3 = 12000 \text{ feijões} = 1,2 \times 10^4 \text{ feijões}$

02. O gráfico a seguir mostra a posição de uma partícula, que se move ao longo do eixo **x**, em função do tempo. Calcule a velocidade média da partícula no intervalo entre **t = 2 s** e **t = 8 s**, em **m/s**.



Resposta: 10

Justificativa:

A velocidade média é dada por  $v_m = (x_f - x_i)/(t_f - t_i) = (20 - (-40)) \text{ m}/(8 - 2) \text{ s} = 10 \text{ m/s}$ .

- 03.** Uma bola cai em queda livre a partir do repouso. Quando a distância percorrida for  $h$ , a velocidade será  $v_1$ . Quando a distância percorrida for  $16h$  a velocidade será  $v_2$ . Calcule a razão  $v_2/v_1$ . Considere desprezível a resistência do ar.

Resposta: 04

Justificativa:

Em um movimento uniformemente variado, a relação entre deslocamento e velocidade é dada por  $(v_y)^2 = (v_{0y})^2 + 2a\Delta y$ . Para o primeiro trecho de queda tem-se

$$(v_1)^2 = (0)^2 + 2gh \Rightarrow (v_1)^2 = 2gh. \text{ Para o segundo trecho de queda tem-se}$$

$$(v_2)^2 = (0)^2 + 2g16h \Rightarrow (v_2)^2 = 32gh \Rightarrow v_2/v_1 = 4.$$

- 04.** Uma bolinha de borracha, de massa  $m = 0,1 \text{ kg}$ , é liberada a partir do repouso de uma altura  $h_1 = 3,2 \text{ m}$ . Ela colide com o piso e sobe até uma altura  $h_2 = 0,8 \text{ m}$ . Considerando que a colisão durou  $\Delta t = 0,02 \text{ s}$ , calcule o módulo da força média que a bola exerceu no piso durante a colisão, em **newtons**. Despreze a resistência do ar e a ação da força peso durante a colisão.

Resposta: 60

Justificativa:

Em um movimento uniformemente variado, a relação entre deslocamento e velocidade é dada por  $(v_y)^2 = (v_{0y})^2 + 2a\Delta y$ . Para o trecho de descida, a velocidade de colisão com o piso, em módulo, é dada por

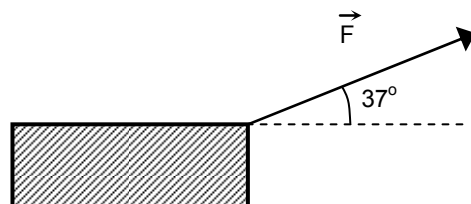
$$(v_1)^2 = (0)^2 - 2g(0 - h_1) \Rightarrow |v_1| = 8 \text{ m/s}.$$

Para o trecho de subida, a velocidade inicial logo após a colisão, em módulo, é dada por

$$(0)^2 = (v_2)^2 - 2g(h_2 - 0) \Rightarrow v_2 = 4 \text{ m/s}.$$

O módulo da força média é dado por  $F = |\Delta p/\Delta t| = |0,1 \text{ kg} \times (4 + 8) \text{ m/s} / 0,02 \text{ s}| = 60 \text{ N}$ .

05. Um bloco de massa  $2 \text{ kg}$  desliza, a partir do repouso, por uma distância  $d = 3 \text{ m}$ , sob a ação de uma força de módulo  $F = 10 \text{ N}$  (ver figura). No final do percurso, a velocidade do bloco é  $v = 3 \text{ m/s}$ . Calcule o módulo da energia dissipada no percurso, em **joules**.



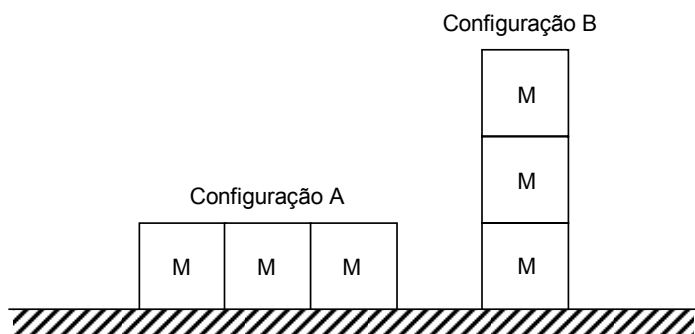
Resposta: 15

Justificativa:

O trabalho realizado pela força resultante é igual à variação da energia cinética. Ou seja,

$$W_R = \Delta E_C \Rightarrow W_F + W_{\text{Atrito}} = \Delta E_C \Rightarrow W_{\text{Atrito}} = \Delta E_C - W_F = mv^2/2 - Fd \cos(\theta) = 2 \text{ kg} \times (3 \text{ m/s})^2/2 - 10 \text{ N} \times 3 \text{ m} \times 0,8 = -15 \text{ J}.$$

06. Uma criança, que está brincando com blocos cúbicos idênticos, constroi as configurações compostas de três blocos mostradas na figura. Cada bloco tem aresta  $a = 10 \text{ cm}$  e massa  $M = 100 \text{ g}$ . A criança pode até perceber intuitivamente que a configuração **A** é mais estável do que a **B**, mas não consegue quantificar fisicamente essa estabilidade. Para tal, é necessário determinar a diferença de energia potencial gravitacional  $\Delta U = U_B - U_A$  entre as duas configurações. Qual é o valor de  $\Delta U$ , em **unidades de  $10^{-2}$  joules**?



Resposta: 30

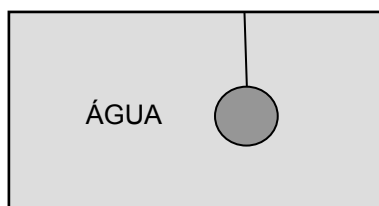
Justificativa:

Considerando o piso como nível de referência para a energia potencial gravitacional, as cotas do centro de massa das configurações A e B são, respectivamente,  $h_A = a/2$  e  $h_B = a + a/2 = 3a/2$ .

Em (A), a energia potencial gravitacional é dada por  $U_A = (3m)g(a/2)$  e, em (B), temos  $U_B = (3m)g(a+a/2) = 9mga/2$ . Portanto,

$$\Delta U = U_B - U_A = (3mga) = 3 \cdot 10^{-1} \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10^{-1} \text{ m} = 3 \times 10^{-1} \text{ J} = 30 \times 10^{-2} \text{ J}.$$

07. A figura mostra uma esfera de ferro, de densidade  $d = 7,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  e volume  $V = 10^{-3} \text{ m}^3$ , submersa em água. A esfera está pendurada por um fio fino e inextensível, que está preso à tampa do aquário. Determine a tensão no fio, em **newtons**.



Resposta: 68

Justificativa:

Da condição de equilíbrio temos para as forças que atuam na esfera

$$\text{Empuxo (E)} + \text{Tensão (T)} = \text{Peso (P)} \rightarrow T = P - E$$

Fazendo  $P = d_{\text{esfera}} V g$  e  $E = d_{\text{água}} V g$ , obtemos

$$T = (d_{\text{esfera}} - d_{\text{água}})Vg = (7,8 - 1,0) \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 68 \text{ N}$$

- 08.** Uma pessoa que deseja beber água fresca, mistura duas porções, de **150 ml** cada; uma, à temperatura de **5 °C**, e a outra à temperatura de **31 °C**. Após algum tempo, ela verifica que a temperatura da mistura é de **16 °C**. Determine o módulo da quantidade de calor que é cedido para o ambiente (sala mais copo). Expresse sua resposta em **unidades de 10<sup>2</sup> calorias**.

Resposta: 06

Justificativa:

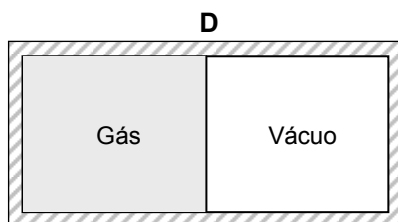
Como a troca de calor se dá entre as duas porções de água e o meio ambiente, podemos escrever:

$$Q_1 + Q_2 = -Q_{\text{amb}} = m_1 c \Delta T_1 + m_2 c \Delta T_2 = mc (\Delta T_1 + \Delta T_2)$$

$$Q_{\text{amb}} = -mc \{ (T_f - T_1) + (T_f - T_2) \} = -mc (2T_f - T_1 - T_2)$$

$$Q_{\text{amb}} = -0,15 \text{ kg} \cdot 1,0 \times 10^3 \text{ cal/kg } ^\circ\text{C} (2 \times 16 - 5 - 31) ^\circ\text{C} = 0,6 \times 10^3 \text{ cal} = 6 \times 10^2 \text{ cal.}$$

- 09.** Um recipiente, feito de um material isolante térmico, consiste de duas partições iguais separadas por uma divisória D (ver figura). No lado direito do recipiente, faz-se vácuo e, na partição da esquerda, se introduz um mol de um gás ideal. Quando a divisória é removida, o gás se expande livremente (isto é, sem realizar trabalho) e atinge um novo estado de equilíbrio termodinâmico. Determine a razão ( $p_{\text{antes}}/p_{\text{depois}}$ ) entre as pressões antes e depois da remoção da divisória.



Resposta: 02

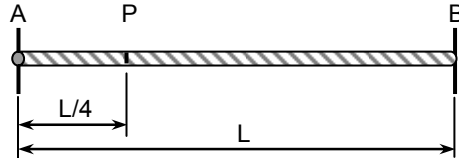
Justificativa:

Temos que a transformação ocorre à temperatura constante (isotérmica), pois não há variação da energia interna do gás ideal. Portanto, da equação de estado,

$$PV = RT = \text{constante} \rightarrow p_{\text{antes}} V_{\text{antes}} = p_{\text{depois}} V_{\text{depois}} \rightarrow p_{\text{antes}}/p_{\text{depois}} = V_{\text{depois}}/V_{\text{antes}}$$

$$= 2V/V = 2$$

10. A figura mostra uma corda **AB**, de comprimento **L**, de um instrumento musical com ambas as extremidades fixas. Mantendo-se a corda presa no ponto **P**, a uma distância **L/4** da extremidade **A**, a frequência fundamental da onda transversal produzida no trecho **AP** é igual a **294 Hz**. Para obter um som mais grave o instrumentista golpeia a corda no trecho maior **PB**. Qual é a frequência fundamental da onda neste caso, em **Hz**?



Resposta: 98

Justificativa:

A modo fundamental da onda no trecho AP tem comprimento de onda dado por  $\lambda/2 = L/4$ , enquanto que para a onda, no trecho PB, temos  $\lambda'/2 = 3L/4$ . Assim,  $\lambda' = 3\lambda$  ou  $f' = f/3$ . Fazendo  $f = 294$  Hz, obtendo  $f' = 98$  Hz.

11. Na praia, a luz do Sol fica, em geral, parcialmente polarizada devido às reflexões na areia e na água. Certo dia, no fim da tarde, a componente horizontal do vetor campo elétrico é **2** vezes maior que a componente vertical. Um banhista fica de pé e usa óculos com lentes polarizadoras que eliminam a componente horizontal. Determine a **porcentagem** da intensidade luminosa total que chega aos olhos do banhista.

Resposta: 20

Justificativa:

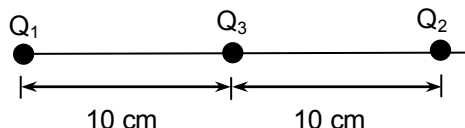
A intensidade de luz é proporcional ao quadrado do módulo do campo elétrico.

Portanto a intensidade incidente é  $I_0 \propto E_H^2 + E_V^2$ . A intensidade que chega aos

olhos do banhista é:  $I \propto E_V^2$ . Portanto  $\frac{I}{I_0} = \frac{E_V^2}{E_H^2 + E_V^2} = \frac{E_V^2}{5E_V^2} = \frac{1}{5} = 0,2$ . Ou

seja: 20%

12. Considerando que as três cargas da figura estão em equilíbrio, determine qual o valor da carga **Q<sub>1</sub>** em **unidades de 10<sup>-9</sup> C**. Considere **Q<sub>3</sub> = -3 x 10<sup>-9</sup> C**.



Resposta: 12

Justificativa:

A resultante das forças sobre a carga **Q<sub>2</sub>** é nula. Portanto:

$$K \frac{Q_1 Q_2}{(0,2 \text{ m})^2} = K \frac{(3 \times 10^{-9} \text{ C}) Q_2}{(0,1 \text{ m})^2} . \text{ Obtemos então: } Q_1 = 12 \times 10^{-9} \text{ C} .$$

13. Em uma solução iônica,  $N_{(+)} = 5,0 \times 10^{15}$  íons positivos, com carga individual  $Q_{(+)} = +2e$ , se deslocam para a direita a cada segundo. Por outro lado,  $N_{(-)} = 4,0 \times 10^{16}$  íons negativos, com carga individual igual a  $Q_{(-)} = -e$ , se movem em sentido contrário a cada segundo. Qual é a corrente elétrica, em **mA**, na solução?

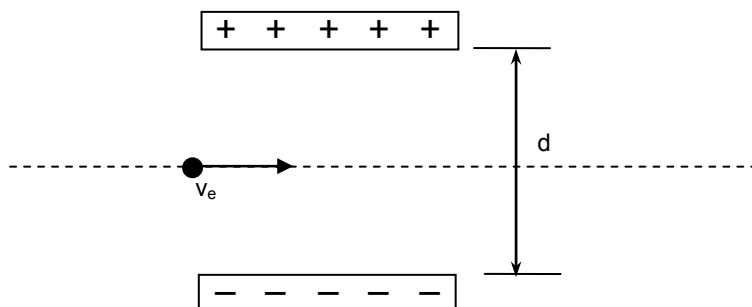
Resposta: 08

Justificativa:

A corrente é

$$I = N_{(+)}Q_{(+)} + N_{(-)}Q_{(-)} = 5,0 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} \times 2e + 4,0 \times 10^{16} \text{ s}^{-1} \times e = 50 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} = 80 \times 10^{-4} \text{ C.s}^{-1} = 8 \text{ mA}$$

14. Um elétron entra com velocidade  $v_e = 10 \times 10^6 \text{ m/s}$  entre duas placas paralelas carregadas eletricamente. As placas estão separadas pela distância  $d = 1,0 \text{ cm}$  e foram carregadas pela aplicação de uma diferença de potencial  $V = 200 \text{ volts}$ . Qual é o módulo do campo magnético, **B**, que permitirá ao elétron passar entre as placas sem ser desviado da trajetória tracejada? Expresse **B** em **unidades de  $10^{-3}$  tesla**.



Resposta: 02

Justificativa:

Igualando as forças elétrica e magnética, temos  $eE = ev_e B$ , onde  $E = \frac{V}{d}$  representa o campo elétrico entre as placas. Obtemos então:

$$B = \frac{V}{dv_e} = \frac{200 \text{ V}}{1,0 \times 10^{-2} \text{ m} \times 1 \times 10^7 \text{ m/s}} = 2 \times 10^{-3} \text{ T}$$

15. Um microscópio eletrônico pode ser usado para determinar o tamanho de um vírus que pode variar entre **0,01  $\mu\text{m}$**  a **0,3  $\mu\text{m}$** . Isto é possível porque o comprimento de onda de *deBroglie*,  $\lambda$ , associado aos elétrons, é controlado variando-se a diferença de potencial que permite acelerar o feixe eletrônico. Considerando que os elétrons são acelerados a partir do repouso sujeitos à diferença de potencial  **$V = 12,5 \times 10^3 \text{ volts}$** , determine o valor de  $\lambda$  quando os elétrons atingem a placa coletora onde é colocado o vírus. Expresse a resposta

em unidades de  $10^{-12}$  m.

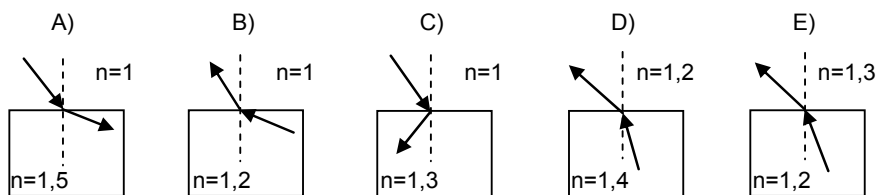
Resposta: 11

Justificativa:

A velocidade dos elétrons ao atingirem a placa é  $v_{\text{final}} = \sqrt{2aL}$ , onde a aceleração é dada por  $a = \frac{eV}{mL}$  ( $e$  e  $m$  representam a carga e a massa do elétron, respectivamente, e  $V$  é a diferença de potencial que acelera os elétrons ao longo da distância  $L$ ). De acordo com o postulado de *deBroglie* temos  $\lambda = \frac{h}{p}$ , onde  $p = m v_{\text{final}} = m\sqrt{2aL}$ .

$$\text{Portanto } \lambda = \frac{6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}}{\sqrt{2 \times (9 \times 10^{-31} \text{ kg}) \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 1,25 \times 10^4 \text{ V}}} = 110 \times 10^{-13} \text{ m}$$

16. As figuras ilustram trajetórias de raios de luz que penetram ou saem de blocos de materiais transparentes. Quais figuras mostram situações fisicamente possíveis quando consideramos os índices de refração que estão indicados?



- 0-0) Somente a situação A
- 1-1) As situações A e E
- 2-2) As situações B e C
- 3-3) Somente a situação D
- 4-4) As situações A e D

Resposta: FFFVF

Justificativa:

Usando a Lei de Snell, sabemos que a trajetória do raio deve formar um ângulo menor com a normal no meio de maior índice de refração. Portanto, apenas a situação D é possível.