

**LIVRO 1 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 1**

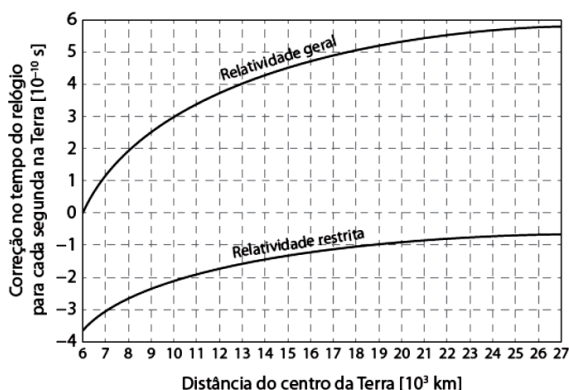
**1 Unicamp 2017**

Veja também em:

Física - Livro 3 - Frente 2 - Capítulo 10

O uso do sistema de localização GPS (*Global Positioning System*) cresceu bastante nos últimos tempos devido principalmente à existência do sensor GPS na maioria dos celulares disponíveis no mercado. Nesses celulares, o sinal de GPS tem sido usado para localização do aparelho em mapas, para obter sugestões de rotas e até em jogos. Considere que os satélites responsáveis por enviar o sinal GPS encontram-se a aproximadamente  $R_{GPS} = 27.000$  km do centro da Terra, seu período de rotação em torno do centro da Terra é  $T_{GPS} = 12$  horas e sua órbita é circular.

- Qual é a velocidade escalar média de um satélite do sistema GPS?
- Os satélites de GPS enviam continuamente as três coordenadas que determinam sua posição atual e o horário do envio da mensagem. Com as informações de 4 satélites, o receptor pode determinar a sua posição e o horário local. Para garantir a precisão dessas informações, efeitos relativísticos são considerados na determinação do horário enviado pelos satélites. Os relógios localizados nos satélites são afetados principalmente por efeitos da relatividade restrita, que atrasam os relógios, e da relatividade geral, que adiantam os relógios, conforme mostra a figura a seguir. Qual é a distância do centro da Terra  $R$  e o período  $T$  da órbita em que os efeitos da relatividade geral e da relatividade restrita se cancelam, ou seja, quando a soma dos dois efeitos é zero?



**Gabarito - LIVRO 1 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 1**

- a) A velocidade escalar média é dada por:

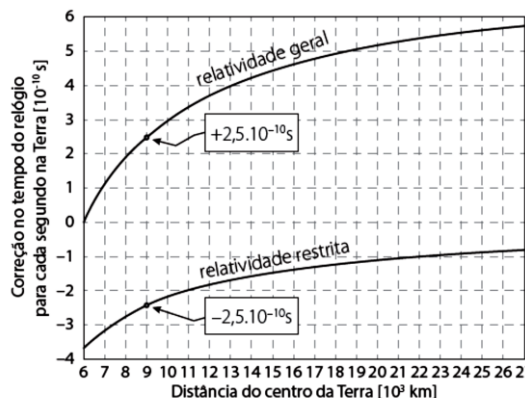
$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Para uma volta no movimento circular, tem-se:

$$v_m = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_{GPS}}{T_{GPS}} \rightarrow v_m = \frac{2 \cdot 3 \cdot 27 \cdot 10^3}{12} \rightarrow v_m = \frac{162 \cdot 10^3}{12} \rightarrow$$

$$\rightarrow v_m = 1,35 \cdot 10^4 \text{ km/hou } v_m = 3,75 \cdot 10^3 \text{ m/s.}$$

- b) Pelo gráfico, os efeitos da relatividade geral e da relatividade restrita se cancelam para uma distância do centro da Terra de:  **$R = 9 \cdot 10^3$  km.**



Usando a 3ª lei de Kepler:

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{T_{GPS}^2}{R_{GPS}^3} \rightarrow \frac{T^2}{(9 \cdot 10^3)^3} = \frac{12^2}{(27 \cdot 10^3)^3} \rightarrow T^2 = 12^2 \cdot \left( \frac{9 \cdot 10^3}{27 \cdot 10^3} \right)^3$$

$$\rightarrow T^2 = 12^2 \cdot \left( \frac{1}{3} \right)^3 \rightarrow T^2 = \frac{12^2}{3^2 \cdot 3} \rightarrow T = \frac{12}{3 \cdot \sqrt{3}} \rightarrow T = \frac{4}{3} \sqrt{3} \text{ h} \rightarrow$$

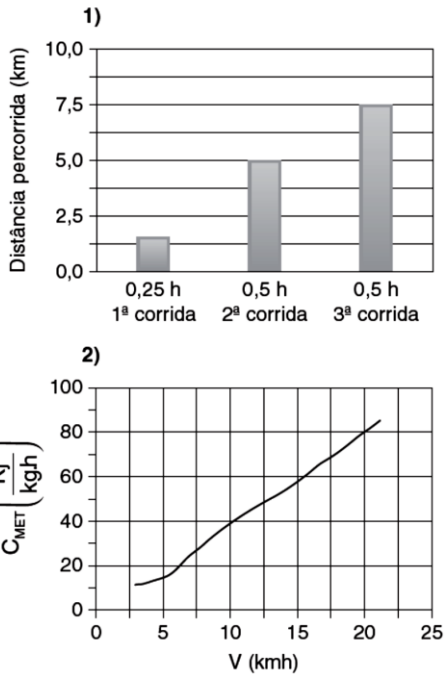
$$\rightarrow T \cong 2,3 \text{ h.}$$

**LIVRO 1 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 2**

- 4 Unicamp 2013** Alguns tênis esportivos modernos possuem um sensor na sola que permite o monitoramento do desempenho do usuário durante as corridas. O monitoramento pode ser feito através de relógios ou telefones celulares que recebem as informações do sensor durante os exercícios. Considere um atleta de massa  $m = 70$  kg que usa um tênis com sensor durante uma série de três corridas.

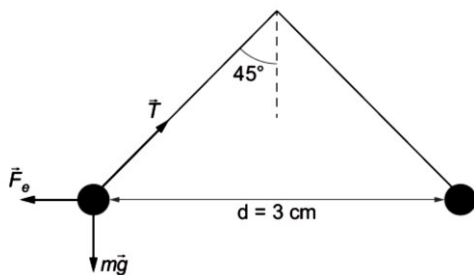
- O gráfico 1) a seguir mostra a distância percorrida pelo atleta e a duração em horas das três corridas realizadas em velocidades constantes distintas. Considere que, para essa série de corridas, o consumo de energia do corredor pode ser aproximado por  $E = C_{MET} mt$ , onde  $m$  é a massa do corredor,  $t$  é a duração da corrida e  $C_{MET}$  é uma constante que depende da velocidade do corredor e é expressa em unidade de  $\left( \frac{kJ}{kg \cdot h} \right)$ . Usando o gráfico 2) a seguir, que expressa  $C_{MET}$  em função da velocidade do corredor, calcule a quantidade de energia que o atleta gastou na terceira corrida.



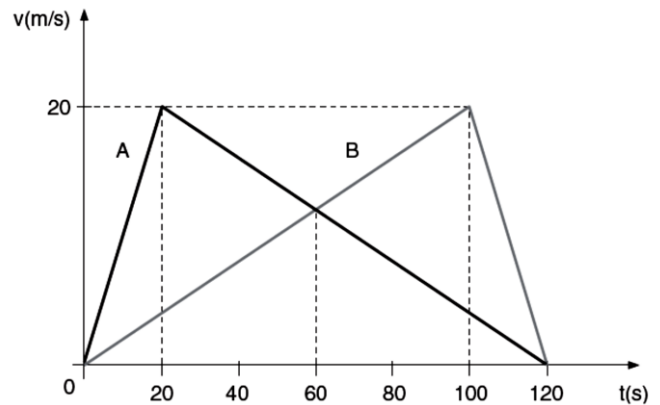
- b) O sensor detecta o contato da sola do tênis com o solo pela variação da pressão. Estime a área de contato entre o tênis e o solo e calcule a pressão aplicada no solo quando o atleta está em repouso e apoiado sobre um único pé.

**3 Unicamp 2013** Em 2012 foi comemorado o centenário da descoberta dos raios cósmicos, que são partículas provenientes do espaço.

- a) Os neutrinos são partículas que atingem a Terra, provenientes em sua maioria do Sol. Sabendo-se que a distância do Sol à Terra é igual a  $1,5 \times 10^{11}$  m, e considerando a velocidade dos neutrinos igual a  $3,0 \times 10^8$  m/s, calcule o tempo de viagem de um neutrino solar até a Terra.
- b) As partículas ionizam o ar e um instrumento usado para medir esta ionização é o eletroscópio. Ele consiste em duas hastes metálicas que se repelem quando carregadas. De forma simplificada, as hastes podem ser tratadas como dois pêndulos simples de mesma massa  $m$  e mesma carga  $q$  localizadas nas suas extremidades. O módulo da força elétrica entre as cargas é dado por  $F_e = k \frac{q^2}{d^2}$ , sendo  $k = 9 \times 10^9$  N · m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>. Para a situação ilustrada na figura a seguir, qual é a carga  $q$ , se  $m = 0,004$  g?



**4 Unifesp 2016** Dois veículos, A e B, partem simultaneamente de uma mesma posição e movem-se no mesmo sentido ao longo de uma rodovia plana e retilínea durante 120 s. As curvas do gráfico representam, nesse intervalo de tempo, como variam suas velocidades escalares em função do tempo.



Calcule:

- a) o módulo das velocidades escalares médias de A e de B, em m/s, durante os 120 s.
- b) a distância entre os veículos, em metros, no instante  $t = 60$  s.

**3 Fuvest 2016** Em janeiro de 2006, a nave espacial New Horizons foi lançada da Terra com destino a Plutão, astro descoberto em 1930. Em julho de 2015, após uma jornada de aproximadamente 9,5 anos e 5 bilhões de km, a nave atinge a distância de 12,5 mil km da superfície de Plutão, a mais próxima do astro, e começa a enviar informações para a Terra, por ondas de rádio. Determine

- a) a velocidade média  $v$  da nave durante a viagem;
- b) o intervalo de tempo  $\Delta t$  que as informações enviadas pela nave, a 5 bilhões de km da Terra, na menor distância de aproximação entre a nave e Plutão, levaram para chegar em nosso planeta;
- c) o ano em que Plutão completará uma volta em torno do Sol, a partir de quando foi descoberto.

**Note e adote:**

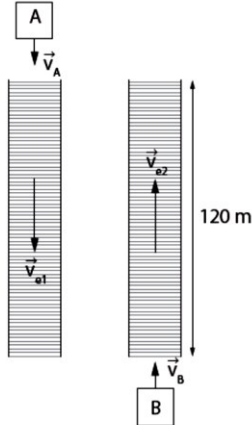
Velocidade da luz =  $3 \times 10^8$  m/s

Velocidade média de Plutão = 4,7 km/s

Perímetro da órbita elíptica de Plutão =  $35,4 \times 10^9$  km

1 ano =  $3 \times 10^7$  s

**2 Unicamp 2018** Esteiras rolantes horizontais são frequentemente instaladas em grandes aeroportos para facilitar o deslocamento das pessoas em longos corredores. A figura a seguir mostra duas esteiras rolantes que se deslocam em sentidos opostos com velocidades constantes em relação ao piso em repouso ( $\vec{V}_{e1}$  e  $\vec{V}_{e2}$ ) e de mesmo módulo, igual a 1,0 m/s. Em um mesmo instante, duas pessoas (representadas por A e B) que se deslocavam com velocidade constante de módulo igual a  $v_A = 1,5$  m/s e  $v_B = 0,5$  m/s em relação ao piso e em sentidos contrários entram nas esteiras e continuam caminhando como anteriormente, como mostra a figura. As esteiras rolantes têm comprimento total de 120 m.



- Calcule o tempo necessário para que a pessoa A chegue até a outra extremidade da esteira rolante.
- Quanto tempo depois de entrarem nas esteiras as pessoas A e B passam uma pela outra?

**Gabarito - LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 1 – Capítulo 2**

2013

- 2.100 kJ
  - $3,5 \cdot 10^4$  Pa

- $V_B = 0,5$  m/s
  - 12 m
  - $t_d/t_s = \frac{1}{2}$

2016

4. a) Temos que  $\Delta s \propto$  área, logo:

$$\text{Veículo A: } \Delta s = \frac{120(20)}{2} = 1.200 \text{ m}$$

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow V_{m_A} = \frac{(1.200 \text{ m})}{(120 \text{ s})} = 10 \text{ m/s}$$

$$\text{Veículo B: } \Delta s = \frac{120(20)}{2} = 1.200 \text{ m}$$

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow V_{m_B} = \frac{(1.200 \text{ m})}{(12 \text{ s})} = 10 \text{ m/s}$$

b) Função horária da velocidade do veículo B:

$$V = V_0 + at \Rightarrow V = 0 + \frac{20}{100}t, \text{ para } t = 60 \text{ s.}$$

$$V_A = V_B = 12 \text{ m/s. Então:}$$

$$\text{Veículo A: } \Delta s_A = \frac{20(20)}{2} + \frac{(20+12)40}{2} = 840 \text{ m}$$

$$\text{Veículo B: } \Delta s_B = \frac{60(12)}{2} = 360 \text{ m}$$

$$x = \Delta s_A - \Delta s_B$$

$$x = 480 \text{ m}$$

$$3. \text{ a) } v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$v_m = \frac{5 \cdot 10^{12}}{9,5 \cdot 3 \cdot 10^7}$$

$$v_m \cong 1,75 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$\text{b) } v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$3 \cdot 10^8 = \frac{5 \cdot 10^{12}}{\Delta t}$$

$$\therefore \Delta t \cong 1,7 \cdot 10^4 \text{ s}$$

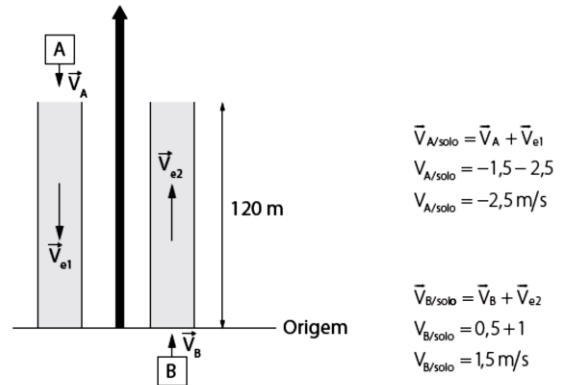
$$\text{c) } v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$4,7 \cdot 10^3 = \frac{35,4 \cdot 10^{12}}{\Delta t_{\text{Plutão}}}$$

$$\therefore \Delta t_{\text{Plutão}} = 7,53 \cdot 10^9 \text{ s} \approx 251 \text{ anos}$$

Assim, Plutão completará uma volta em torno do Sol, a partir de 1930, no ano de:  $1930 + 251 = 2181$ .

2. a)



$$\vec{V}_{A/\text{solo}} = \vec{V}_A + \vec{V}_{e1}$$

$$V_{A/\text{solo}} = -1,5 - 2,5$$

$$V_{A/\text{solo}} = -2,5 \text{ m/s}$$

$$\vec{V}_{B/\text{solo}} = \vec{V}_B + \vec{V}_{e2}$$

$$V_{B/\text{solo}} = 0,5 + 1$$

$$V_{B/\text{solo}} = 1,5 \text{ m/s}$$

$$V_{A/\text{solo}} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow -2,5 = \frac{0 - 120}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 48 \text{ s}$$

$$\text{b) } S_A = S_{0A} + V_{A/\text{solo}} \cdot t_A \Rightarrow S_A = 120 - 2,5t_A$$

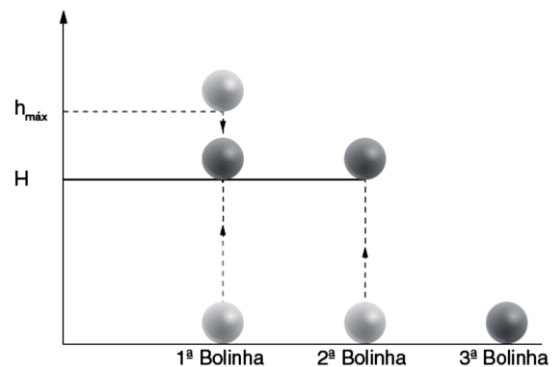
$$S_B = S_{0B} + V_{B/\text{solo}} \cdot t_B \Rightarrow S_B = 0 + 1,5t_B$$

Para o instante do encontro temos  $t_A = t_B = t_E$  e  $S_A = S_B$ ; dessa forma, temos, então:

$$120 - 2,5t_E = 0 + 1,5t_E \Rightarrow t_E = 30 \text{ s.}$$

**LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 1 – Capítulo 3**

**7 Unifesp 2011** Três bolinhas idênticas são lançadas na vertical, lado a lado e em sequência, a partir do solo horizontal, com a mesma velocidade inicial, de módulo igual a 15 m/s para cima. Um segundo após o lançamento da primeira, a segunda bolinha é lançada. A terceira bolinha é lançada no instante em que a primeira, ao retornar, toca o solo.



Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , e que os efeitos da resistência do ar ao movimento podem ser desprezados, determine:

- a altura máxima ( $h_{\text{máx}}$ ) atingida pela primeira bolinha e o instante de lançamento da terceira bolinha.
- o instante e a altura  $H$ , indicada na figura, em que a primeira e a segunda bolinha se cruzam.

**6 Unicamp 2015** A Agência Espacial Brasileira está desenvolvendo um veículo lançador de satélites (VLS) com a finalidade de colocar satélites em órbita ao redor da Terra. A agência pretende lançar o VLS em 2016, a partir do Centro de Lançamento de Alcântara, no Maranhão.

- Considere que, durante um lançamento, o VLS percorre uma distância de 1200 km em 800 s. Qual é a velocidade média do VLS nesse trecho?
- Suponha que no primeiro estágio do lançamento o VLS suba a partir do repouso com aceleração resultante constante de módulo  $a_R$ . Considerando que o primeiro estágio dura 80 s, e que o VLS percorre uma distância de 32 km, calcule  $a_R$ .

**7 Unicamp 2014**

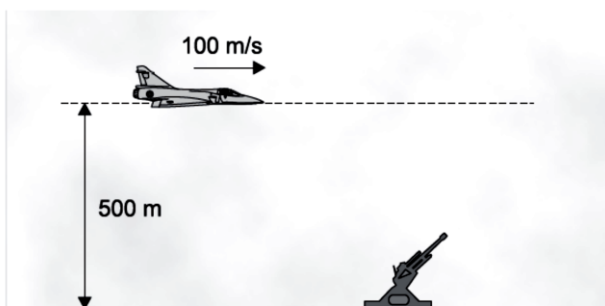
Veja também em:

Física - Livro 1 - Frente 1 - Capítulo 2

Correr uma maratona requer preparo físico e determinação. A uma pessoa comum se recomenda, para o treino de um dia, repetir 8 vezes a seguinte sequência: correr a distância de 1 km à velocidade de 10,8 km/h e, posteriormente, andar rápido a 7,2 km/h durante dois minutos.

- Qual será a distância total percorrida pelo atleta ao terminar o treino?
- Para atingir a velocidade de 10,8 km/h, partindo do repouso, o atleta percorre 3 m com aceleração constante. Calcule o módulo da aceleração a do corredor neste trecho.

**5 Unifesp 2018** Um avião bombardeiro sobrevoa uma superfície plana e horizontal, mantendo constantes uma altitude de 500 m e uma velocidade de 100 m/s. Fixo no solo, um canhão antiaéreo será disparado com a intenção de acertar o avião. Considere que o avião e o canhão estejam contidos em um mesmo plano vertical, despreze a resistência do ar e adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



- Quantos metros antes da vertical que passa pelo canhão o piloto do avião deve abandonar uma bomba para acertá-lo no solo?
- Considere que o canhão não tenha sido atingido pela bomba e que, na tentativa de acertar o avião, um artilheiro dispare desse canhão um projétil com velocidade inicial  $v_0$ , exatamente no momento em que o avião passa verticalmente sobre ele. Desprezando as dimensões do avião e considerando que o avião não altere sua velocidade, qual o mínimo valor de  $v_0$  para que o artilheiro tenha sucesso?

**Gabarito - LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 1 – Capítulo 3**

7. a)  $h_{\text{máx}} = 11,25 \text{ m}$   
 $t_{\text{total}} = 3 \text{ s}$   
 b)  $t = 2 \text{ s}$   
 $H = 10 \text{ m}$

6. a) A velocidade escalar média é dada por:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1,2 \cdot 10^6 \text{ m}}{8 \cdot 10^2 \text{ s}} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

b) Para o Movimento Uniformemente Variado, temos:

$$\Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a_R}{2} \cdot t^2 ; t_0 = 0$$

$$3,2 \cdot 10^4 = \frac{a_R}{2} \cdot (8 \cdot 10^1)^2 \therefore a_R = 10 \text{ m/s}^2$$

7. a) Para uma sequência, temos:

$$d_1 = 1,00 \text{ km}; d_2 = v_2 \cdot \Delta t_2 = 7,2 \text{ km/h} \cdot \frac{2}{60} \text{ h} = 0,24 \text{ km}$$

$$\text{Portanto: } d = d_1 + d_2 = 1,00 \text{ km} + 0,24 \text{ km} = 1,24 \text{ km}$$

Para o treino, temos:

$$d_T = 8 \cdot d = 8 \cdot 1,24 \text{ km} \therefore d_T = 9,92 \text{ km}$$

b)  $v = 10,80 \text{ km/h} = 3,00 \text{ m/s}$

Portanto:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$$

$$\therefore (3,0)^2 = (0,00) + 2 \cdot a \cdot (3,00) \therefore a = 1,50 \text{ m/s}^2$$

5. a) Tempo de queda:  $h = \frac{g}{2} t^2 \therefore (500) = \frac{(10)}{2} t^2$   
 $t = 10 \text{ s}$

$$\text{Alcance: } d = V_x \cdot t \Rightarrow d = (100) \cdot (10)$$

$$d = 1.000 \text{ m}$$

b) Projetando a velocidade  $V_0$ , obtém-se:

$$V_x = V_0 \cdot \cos \alpha \text{ e } V_y = V_0 \cdot \sin \alpha$$

Para o projétil atingir o avião:  $V_0 \cdot \cos \alpha \geq 100 \text{ m/s}$

$$\text{Eixo y: } h = h_0 + V_{0y} \cdot t + \frac{g}{2} \cdot t^2 \Rightarrow 500 = 0 + V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - 5 \cdot t^2$$

$$\text{Eixo x: } x = V_x \cdot t \Rightarrow x = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = 100 \cdot t, \text{ logo:}$$

$$500 = (V_0 \cdot \sin \alpha) \cdot \left( \frac{x}{V_0 \cdot \cos \alpha} \right) - 5t^2 \Rightarrow 500 = (\text{tg} \alpha) \cdot 100 \cdot t - 5 \cdot t^2$$

$$t^2 - (20 \cdot \text{tg} \alpha) \cdot t - 100 = 0 \quad \Delta = 400 \cdot (\text{tg}^2 \alpha - 1) \therefore \Delta = 0$$

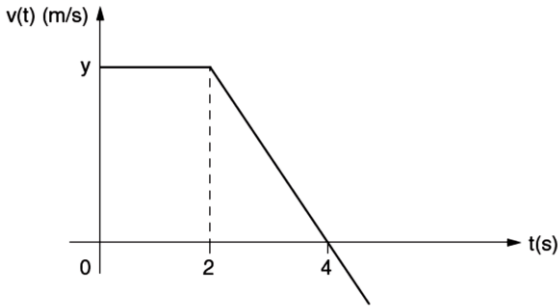
$$\text{tg}^2 \alpha = 1 \therefore \text{tg} \alpha = 1 \text{ ou } \text{tg} \alpha = -1 (\text{não convém})$$

$$\alpha = 45^\circ \rightarrow V_0 \cdot \cos 45^\circ \geq 100 \quad V_0 \geq 100\sqrt{2} \text{ m/s}$$

$$\text{Portanto: } V_{0\text{min}} = 100\sqrt{2} \text{ m/s}$$

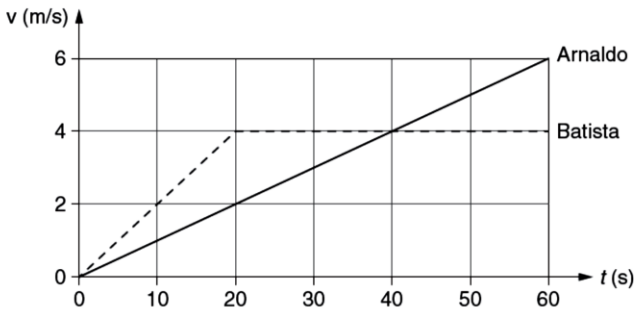
**LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 1 – Capítulo 4**

**11 Unifesp 2012** Em uma manhã de calma, um Veículo Lançador de Satélite (VLS) é lançado verticalmente do solo e, após um período de aceleração, ao atingir a altura de 100 m, sua velocidade linear é constante e de módulo igual a 20,0 m/s. Alguns segundos após atingir essa altura, um de seus conjuntos de instrumentos desprende-se e move-se livremente sob ação da força gravitacional. A figura fornece o gráfico da velocidade vertical, em m/s, do conjunto de instrumentos desprendido como função do tempo, em segundos, medido no intervalo entre o momento em que ele atinge a altura de 100 m até o instante em que, ao retornar, toca o solo.



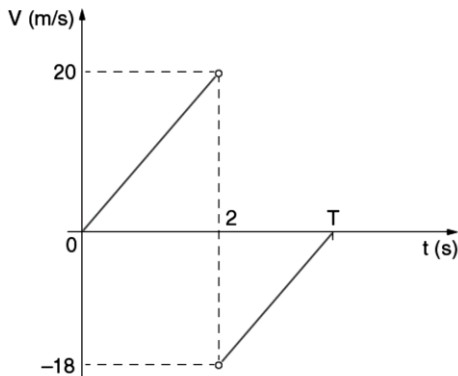
- Determine a ordenada  $y$  do gráfico no instante  $t = 0$  s, e a altura em que o conjunto de instrumentos se desprende do VLS.
- Calcule, através dos dados fornecidos pelo gráfico, a aceleração gravitacional do local e, considerando  $\sqrt{2} = 1,4$ , determine o instante no qual o conjunto de instrumentos toca o solo ao retornar.

**10 Fuvest 2014** Arnaldo e Batista disputam uma corrida de longa distância. O gráfico das velocidades dos dois atletas, no primeiro minuto da corrida, é mostrado na página de respostas. Determine



- a aceleração  $a_B$  de Batista em  $t = 10$  s;
- as distâncias  $d_A$  e  $d_B$  percorridas por Arnaldo e Batista, respectivamente, até  $t = 50$  s;
- a velocidade média  $v_A$  de Arnaldo no intervalo de tempo entre 0 e 50 s.

**9 Unesp 2015** Uma esfera de borracha de tamanho desprezível é abandonada, de determinada altura, no instante  $t = 0$ , cai verticalmente e, depois de 2 s, choca-se contra o solo, plano e horizontal. Após a colisão, volta a subir verticalmente, parando novamente, no instante  $T$ , em uma posição mais baixa do que aquela de onde partiu. O gráfico representa a velocidade da esfera em função do tempo, considerando desprezível o tempo de contato entre a esfera e o solo.



Desprezando a resistência do ar e adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , calcule a perda percentual de energia mecânica, em J, ocorrida nessa colisão e a distância total percorrida pela esfera, em m, desde o instante  $t = 0$  até o instante  $T$ .

**Gabarito - LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 1 – Capítulo 4**

- 20 m/s  
 $H = 140 \text{ m}$
  - $a = 10 \text{ m/s}^2$   
 $T = 9,6 \text{ s}$

**10.** a) A aceleração de Batista em  $t = 10$  s é igual à aceleração média entre 0 e 20 s:  
 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4}{20} = 0,2 \text{ m/s}^2$

b) As distâncias percorridas podem ser calculadas pelas áreas entre as curvas e o eixo das abscissas num gráfico  $v \times t$ .

Para Arnaldo (área de um triângulo):

$$\text{Em } t = 50 \text{ s: } v_A(50) = 50 \cdot \frac{6}{60} = 5 \text{ m/s}$$

Logo:

$$d_A = \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot 5 = 125 \text{ m}$$

Para Batista (área de um trapézio):

$$d_B = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 4 + 30 \cdot 4 = 160 \text{ m}$$

c) Velocidade média é a distância percorrida dividida pelo intervalo de tempo, independentemente da forma do movimento. Logo:

$$v_A = \frac{d_A}{\Delta t} = \frac{125}{50} = 2,5 \text{ m/s}$$

**9.** Do gráfico, temos: 0

- Altura de Queda (H)

$$H = N \text{ Área}(b, h/2)$$

$$H = \frac{2 \times 20}{2} = 20 \text{ m}$$

Cálculo de

- $T: (a = g \Rightarrow \text{Aceleração Escalar é a mesma})$

$$a = g = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$10 = \frac{(0 - (-18))}{T - 2} \Rightarrow T = 3,8 \text{ s}$$

- Altura máxima alcançada na subida após a colisão (h):

$$H = N \text{ Área}(b, h/2)$$

$$H = \frac{(3,8 - 2) \cdot 18}{2}$$

$$\boxed{H = 16,2 \text{ m}}$$

Cálculo da Energia Mecânica Perdida:

$$Em' = |\Delta E_{pot}| = |E_{pot_f} - E_{pot_i}|$$

$$\boxed{Em' = m \cdot g(H - h)}$$

Perda da Energia Mecânica Percentual: ( $Em_p$ ):

$$Em_p = \frac{Em'}{Em} = \frac{mg(H - h)}{mgH} = \frac{H - h}{H}$$

$$Em_p = \frac{20 - 16,2}{20} = 0,19$$

$$\boxed{Em_p = 19\%}$$

- Cálculo da distância total (d) percorrida:  
 $d = H + h$   
 $d = 20 + 16,2$   
 $d = 36,2 \text{ m}$   
 Respostas:  
 19%  
 36,2 m

**LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 1 – Capítulo 5**

- 13 Fuvest 2013** Um DJ, ao preparar seu equipamento, esquece uma caixa de fósforos sobre o disco de vinil, em um toca-discos desligado. A caixa se encontra a 10 cm do centro do disco. Quando o toca-discos é ligado, no instante  $t = 0$ , ele passa a girar com aceleração angular constante  $\alpha = 1,1 \text{ rad/s}^2$ , até que o disco atinja a frequência final  $f = 33 \text{ rpm}$  que permanece constante. O coeficiente de atrito estático entre a caixa de fósforos e o disco é  $\mu_e = 0,09$ . Determine:
- a velocidade angular final do disco,  $\omega_f$ , em  $\text{rad/s}$ ;
  - o instante  $t_f$  em que o disco atinge a velocidade angular  $\omega_f$ ;
  - a velocidade angular  $\omega_f$  do disco no instante  $t_c$  em que a caixa de fósforos passa a se deslocar em relação ao mesmo;
  - o ângulo total  $\Delta\theta$  percorrido pela caixa de fósforos desde o instante  $t = 0$  até o instante  $t = t_c$ .

Note e adote:  
 Aceleração da gravidade local  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .  
 $\pi = 3$

**12 Fuvest 2015**

Veja também em:

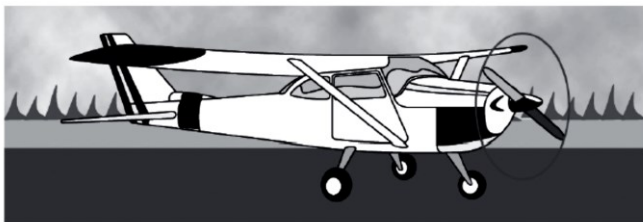
Física • Livro 2 • Frente 1 • Capítulo 6

Uma criança com uma bola nas mãos está sentada em um "gira-gira" que roda com velocidade angular constante e frequência  $f = 0,25 \text{ Hz}$ .

- Considerando que a distância da bola ao centro do "gira-gira" é 2 m, determine os módulos da velocidade  $\vec{V}_T$  e da aceleração  $\vec{a}$  da bola, em relação ao chão.  
 Num certo instante, a criança arremessa a bola horizontalmente em direção ao centro do "gira-gira", com velocidade  $\vec{V}_R$  de módulo 4 m/s, em relação a si.  
 Determine, para um instante imediatamente após o lançamento,
- o módulo da velocidade  $\vec{U}$  da bola em relação ao chão;
- o ângulo  $\theta$  entre as direções das velocidades  $\vec{U}$  e  $\vec{V}_R$  da bola.

Note e adote:  
 $\pi = 3$

- 10 Unifesp 2017** Um avião, logo após a aterrissagem, está em movimento retilíneo sobre a pista horizontal, com sua hélice girando com uma frequência constante de 4 Hz.



Considere que em um determinado intervalo de tempo a velocidade escalar desse avião em relação ao solo é constante e igual a 2 m/s, que cada pá da hélice tem 1 m de comprimento e que  $\pi = 3$ . Calcule:

- a distância, em metros, percorrida pelo avião enquanto sua hélice dá 12 voltas completas.
- o módulo da velocidade vetorial instantânea, em m/s, de um ponto da extremidade de uma das pás da hélice do avião, em relação ao solo, em determinado instante desse intervalo.

**Gabarito - LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 1 – Capítulo 5**

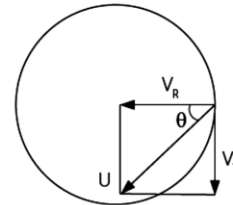
- 3,3 rad/s
  - 3 s
  - 3 rad/s
  - 4,1 rad

12. a)  $V_T = \frac{\Delta s}{\Delta t} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot f \therefore V_T = 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 0,25f \therefore \boxed{V_T = 3 \text{ m/s}}$

$a = \frac{V_T^2}{r} \therefore a = \frac{3^2}{2} \therefore \boxed{a = 4,5 \text{ m/s}^2}$

b) A velocidade  $\vec{V}$  é dada por:  $\vec{U} = \vec{V}_T + \vec{V}_R$ . Como  $\vec{V}_T$  e  $\vec{V}_R$  são perpendiculares,  $U^2 = V_T^2 + V_R^2$ . Assim:  $U^2 = 3^2 + 4^2 \therefore U^2 = 25 \therefore \boxed{U = 5 \text{ m/s}}$

c) A representação das velocidades e do ângulo  $\theta$  é:



Logo:  $\cos\theta = \frac{V_R}{U} \therefore \theta = \arccos\left(\frac{4}{5}\right) \therefore \boxed{\theta = \arccos 0,8}$

10. a) Tem-se que:  $T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{(4)} = 0,25 \text{ s}$

$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ volta} \Rightarrow 0,25 \text{ s} \\ 12 \text{ voltas} \Rightarrow \Delta t \end{array} \right.$

$\Delta t = 3 \text{ s}$

Logo:

$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

$2 = \frac{\Delta s}{3}$

$\Delta s = 6 \text{ m}$

b)  $v = \omega \cdot R$ , em que  $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$v = \frac{2\pi}{T} \cdot R$

$v = \frac{2(3)}{(0,25)} \cdot (1)$

$v = 24 \text{ m/s}$

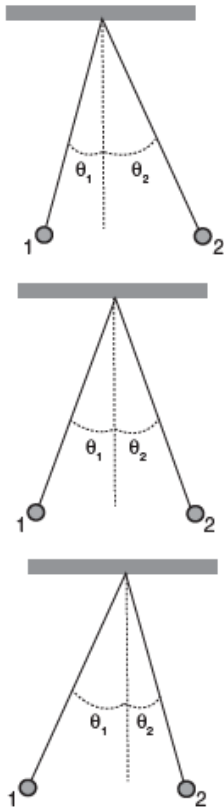
Logo:

$v_R = \sqrt{(24)^2 + (2)^2}$

$v_R = 24,1 \text{ m/s}$

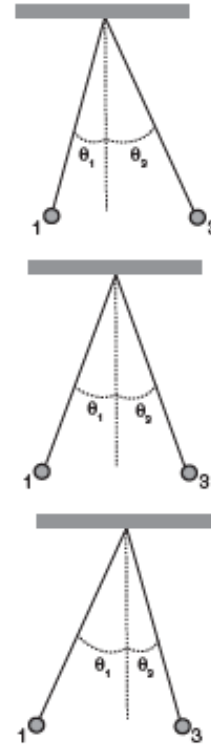
**15 UFMG 2013** Gustavo dispõe de três esferas metálicas, 1, 2 e 3, de raios iguais e muito pequenos, com as quais realiza experimentos de eletrostática. As esferas 1 e 2 têm massas iguais,  $m$ , e a esfera 3 tem uma massa maior,  $M$ . As três esferas foram eletricamente carregadas, sendo que as cargas nas esferas 1 e 3 são iguais,  $Q$ , e na esfera 2 a carga é menor,  $q$ .

Em um primeiro experimento, Gustavo pendura as esferas 1 e 2 por fios isolantes longos, de mesmo comprimento, e presos no mesmo ponto. Nas figuras, são apresentadas três alternativas de configurações para as posições de equilíbrio dessas duas esferas;  $\theta_1$  e  $\theta_2$  são, respectivamente, os ângulos que os fios de sustentação das esferas 1 e 2 fazem com a vertical.



- a) Assinale com um X a opção que apresenta a relação correta entre os ângulos na configuração de equilíbrio. Justifique sua resposta.
- $\theta_1 < \theta_2$
- $\theta_1 = \theta_2$
- $\theta_1 > \theta_2$

Em um segundo experimento, Gustavo suspende as esferas 1 e 3 de maneira semelhante à anterior.



- b) Assinale com um X a opção que apresenta a relação correta entre os ângulos na configuração de equilíbrio. Justifique sua resposta.
- $\theta_1 < \theta_3$         $\theta_1 = \theta_3$         $\theta_1 > \theta_3$
- c) Finalmente, Gustavo, usando luvas isolantes, força um contato elétrico simultâneo das três esferas. Assinale com um X a opção que dá a relação correta entre os novos valores das cargas  $q_1$ ,  $q_2$  e  $q_3$  nas esferas 1, 2 e 3, respectivamente. Justifique sua resposta.
- $q_1 < q_2 = q_3$         $q_1 = q_2 = q_3$         $q_1 = q_2 < q_3$

**16 Fuvest 2016** Duas pequenas esferas,  $E_1$  e  $E_2$ , feitas de materiais isolantes diferentes, inicialmente neutras, são atritadas uma na outra durante 5 s e ficam eletrizadas. Em seguida, as esferas são afastadas e mantidas a uma distância de 30 cm, muito maior que seus raios.

- A esfera  $E_1$  ficou com carga elétrica positiva de 0,8 nC. Determine
- a diferença  $N$  entre o número de prótons e o de elétrons da esfera  $E_1$ , após o atrito;
  - o sinal e o valor da carga elétrica  $Q$  de  $E_2$ , após o atrito;
  - a corrente elétrica média  $I$  entre as esferas durante o atrito;
  - o módulo da força elétrica  $F$  que atua entre as esferas depois de afastadas.

Note e adote:  $1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$

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

Constante eletrostática:  $K_0 = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

Não há troca de cargas entre cada esfera e o ambiente.

**2013**

15. a) As forças elétricas trocadas entre as esferas 1 e 2 são de mesma intensidade, pois formam um par ação-reação e elas têm mesmo peso, assim os ângulos são iguais, ou seja,  $\theta_1 = \theta_2$ .
- b) As forças elétricas trocadas entre as esferas 1 e 3 são de mesma intensidade, pois formam um par ação-reação; como a esfera 3 tem maior peso,  $\theta_1 > \theta_3$ .
- c) Como as esferas são condutoras e de mesmo raio, o excesso de carga é dividido igualmente entre elas, ou seja,  $q_1 = q_2 = q_3$ .

**2016**

16. a)  $Q = n \cdot e$   
 $0,8 \cdot 10^{-9} = N \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$   
 $\therefore N = 5 \cdot 10^9$

Assim, a quantidade de prótons da esfera  $E_1$  excede em  $5 \cdot 10^9$  a quantidade de elétrons.

- b) Após o processo de eletrização, as esferas neutras irão adquirir cargas elétricas de mesmo módulo, mas de sinais opostos. Como a esfera  $E_1$  tem carga elétrica positiva, deduz-se que a esfera  $E_2$  terá carga elétrica negativa:  $Q_2 = -0,8 \text{ nC}$ .

c)  $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$   
 $I = \frac{0,8 \cdot 10^{-9}}{5}$   
 $\therefore I = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ A}$

d) Pela Lei de Coulomb, temos:

$$F = \frac{k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot |0,8 \cdot 10^{-9}| \cdot |0,8 \cdot 10^{-9}|}{(3 \cdot 10^{-1})^2}$$

$$\therefore F = 6,4 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$

17. a) Na formação do próton, temos que:

$$x \cdot q_{up} + y \cdot q_{down} = q_{próton} \Rightarrow x \cdot \left(\frac{2}{3} e\right) + y \cdot \left(-\frac{1}{3} e\right) = +1 \cdot e$$

$$\Rightarrow x \cdot \left(\frac{2}{3}\right) + y \cdot \left(-\frac{1}{3}\right) = +1 \Rightarrow y = 2 \cdot x - 3$$

Atribuindo valores a essa função, se  $x = 1, y = -1$ , que não é um valor possível; se  $x = 2, y = 1$ , que, além de ser um valor possível, substituindo na equação inicial, confere com a carga do próton.

Na formação do nêutron, temos que:

$$x \cdot q_{up} + y \cdot q_{down} = q_{nêutron} \Rightarrow x \cdot \left(\frac{2}{3} e\right) + y \cdot \left(-\frac{1}{3} e\right) = 0 \cdot e$$

$$\Rightarrow x \cdot \left(\frac{2}{3}\right) + y \cdot \left(-\frac{1}{3}\right) = 0 \Rightarrow y = 2 \cdot x$$

Atribuindo valores a essa função, se  $x = 1, y = 2$ , que é um valor possível e que, substituído na equação inicial, confere com a carga do nêutron.

Então, temos que um próton é formado por 2 *quarks up* e 1 *quark down* e um nêutron é formado por 1 *quark up* e 2 *quarks down*.

b) Calculando a força elétrica, temos:

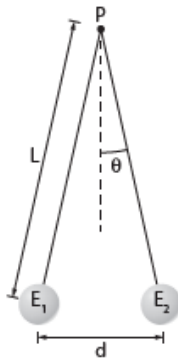
$$F_{elc} = \frac{k \cdot |q_{up}| \cdot |q_{down}|}{d^2} \Rightarrow F_{elc} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2}{3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{(2 \cdot 10^{-16})^2}$$

$$\therefore F_{elc} = 1,28 \cdot 10^7 \text{ N}$$

**17 Unicamp 2016** Sabe-se atualmente que os prótons e nêutrons não são partículas elementares, mas sim partículas formadas por três *quarks*. Uma das propriedades importantes do *quark* é o sabor, que pode assumir seis tipos diferentes: *top*, *bottom*, *charm*, *strange*, *up* e *down*. Apenas os *quarks up* e *down* estão presentes nos prótons e nos nêutrons. Os *quarks* possuem carga elétrica fracionária. Por exemplo, o *quark up* tem carga elétrica igual a  $q_{up} = +2/3 e$  e o *quark down*  $q_{down} = -1/3 e$ , onde  $e$  é o módulo da carga elementar do elétron.

- a) Quais são os três *quarks* que formam os prótons e os nêutrons?  
 b) Calcule o módulo da força de atração eletrostática entre um *quark up* e um *quark down* separados por uma distância  $d = 0,2 \times 10^{-15} \text{ m}$ . Caso necessário, use  $K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$  e  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

**12 Fuvest 2018** Um grupo de alunos, em uma aula de laboratório, eletriza um canudo de refrigerante por atrito, com um lenço de papel. Em seguida, com o canudo, eles eletrizam uma pequena esfera condutora, de massa 9 g, inicialmente neutra, pendurada em um fio de seda isolante, de comprimento  $L$ , preso em um ponto fixo  $P$ . No final do processo, a esfera e o canudo estão com cargas de sinais opostos.



- a) Descreva as etapas do processo de eletrização da esfera. Em seguida, os alunos colocam a esfera eletrizada ( $E_1$ ) em contato com outra esfera ( $E_2$ ), idêntica à primeira, eletricamente neutra e presa na extremidade de outro fio de seda isolante, também de comprimento  $L$ , fixo no ponto  $P$ . O sistema adquire a configuração ilustrada na figura, sendo  $d = 8 \text{ cm}$ .

Para o sistema em equilíbrio nessa configuração final, determine

- b) o módulo da tensão  $\vec{T}$  em um dos fios isolantes;  
 c) o módulo da carga  $q_2$  da esfera  $E_2$ ;  
 d) a diferença  $N$  entre o número de elétrons e de prótons na esfera  $E_2$  após a eletrização.

**Note e adote:**

Para a situação descrita, utilize:  $\cos\theta = 1$  e  $\sin\theta = 0,1$ .

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

Força elétrica entre duas cargas puntiformes  $Q_1$  e  $Q_2$ , distantes  $r$  uma da outra:

$$K Q_1 Q_2 / r^2$$

$$K = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$$

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

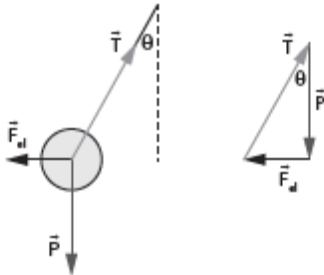
Ignore a massa dos fios.



2018

12. a) A esfera foi eletrizada por indução eletrostática. Quando o canudo eletricamente carregado é aproximado da esfera, esta se polariza, passando a apresentar as duas cargas (positiva e negativa) em quantidades aproximadamente iguais à quantidade de carga do canudo. Quando a esfera é aterrada, a carga que possui mesmo sinal que a carga do canudo é neutralizada. Com o final do aterramento, a carga de sinal oposto à do canudo permanece na esfera, pois esta continua pendurada em um fio isolante.

b) Como as esferas  $E_1$  e  $E_2$  são idênticas e são postas em contato, a carga da esfera  $E_1$  é compartilhada com a esfera  $E_2$ , inicialmente neutra, de modo que ambas passam a apresentar cargas elétricas de mesmo sinal e na mesma quantidade (igual à metade da carga original da esfera  $E_1$ ). Na situação mostrada, em que as esferas estão em equilíbrio dinâmico, as forças que agem em cada esfera estão representadas a seguir:



Assim, é possível escrever:

$$\cos\theta = \frac{P}{T} \rightarrow T = m \cdot g \cdot \cos\theta \rightarrow T = 9 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 1 \rightarrow T = 9 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

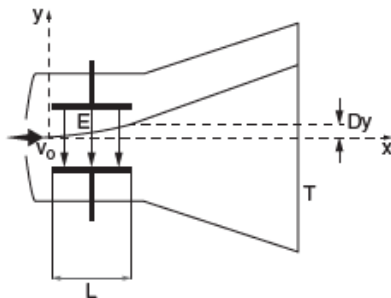
c) Tem-se também que:

$$\sin\theta = \frac{F_e}{T} \rightarrow T \cdot \sin\theta = \frac{k \cdot Q_1 \cdot Q_2}{d^2} \rightarrow Q_2 = \frac{T \cdot \sin\theta \cdot d^2}{k} \rightarrow Q^2 = \frac{9 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 \cdot (8 \cdot 10^{-2})^2}{9 \cdot 10^9} \rightarrow Q^2 = 64 \cdot 10^{-14} \rightarrow Q = 8 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

d) A quantidade de carga elétrica manifestada por cada esfera pode ser obtida por:  
 $Q = N \cdot e \rightarrow 8 \cdot 10^{-6} = N \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \rightarrow N = 5 \cdot 10^{13}$  partículas

**LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 2 – Capítulo 2**

- 16 Fuvest 2013 Um equipamento, como o esquematizado na figura abaixo, foi utilizado por J.J. Thomson, no final do século XIX, para o estudo de raios catódicos em vácuo. Um feixe fino de elétrons (cada elétron tem massa  $m$  e carga  $e$ ) com velocidade de módulo  $v_0$ , na direção horizontal  $x$ , atravessa a região entre um par de placas paralelas, horizontais, de comprimento  $L$ . Entre as placas, há um campo elétrico de módulo constante  $E$  na direção vertical  $y$ . Após saírem da região entre as placas, os elétrons descrevem uma trajetória retilínea até a tela fluorescente  $T$ .



Determine:

- o módulo  $a$  da aceleração dos elétrons enquanto estão entre as placas.
- o intervalo de tempo  $\Delta t$  que os elétrons permanecem entre as placas.
- o desvio  $\Delta y$  na trajetória dos elétrons, na direção vertical, ao final de seu movimento entre as placas.
- a componente vertical  $v_y$  da velocidade dos elétrons ao saírem da região entre as placas.

Note e adote:  
 Ignore os efeitos de borda no campo elétrico.  
 Ignore efeitos gravitacionais.

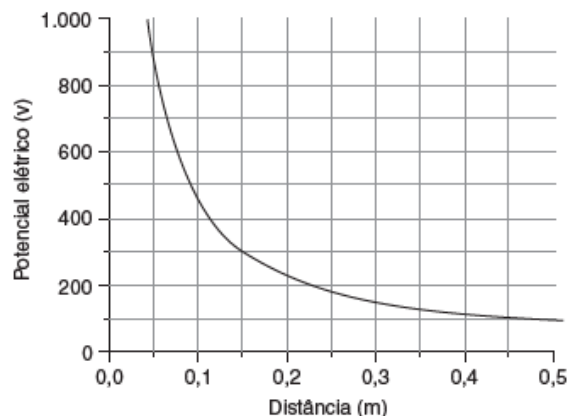
**Gabarito - LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 2 – Capítulo 2**

2013

- $a = \frac{|q|E}{m}$
- $t = \frac{L}{v_0}$
- $\Delta y = \frac{|q|Et^2}{2m}$
- $v_y = \frac{|q|EL}{mv_0}$

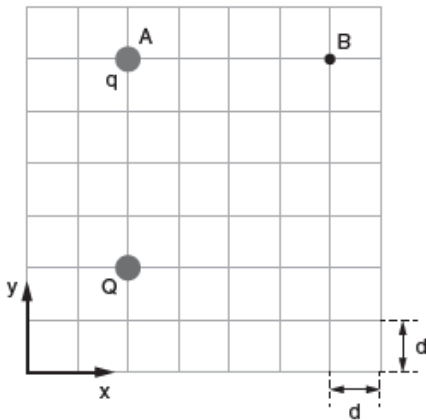
**LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 2 – Capítulo 3**

- 20 UFPE 2012 O gráfico mostra a dependência do potencial elétrico criado por uma carga pontual, no vácuo, em função da distância à carga. Determine o valor da carga elétrica. Dê a sua resposta em unidades de  $10^{-9}$  C.



Dado: constante eletrostática  $k_0 = 1/4\pi\epsilon_0 = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ .

**19 Unifesp 2015** Uma carga elétrica puntiforme  $Q > 0$  está fixa em uma região do espaço e cria um campo elétrico ao seu redor. Outra carga elétrica puntiforme  $q$ , também positiva, é colocada em determinada posição desse campo elétrico, podendo mover-se dentro dele. A malha quadriculada representada na figura está contida em um plano  $xy$ , que também contém as cargas.



Quando na posição A,  $q$  fica sujeita a uma força eletrostática de módulo  $F$  exercida por  $Q$ .

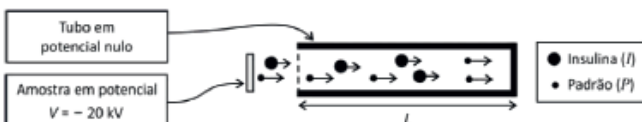
- Calcule o módulo da força eletrostática entre  $Q$  e  $q$ , em função apenas de  $F$ , quando  $q$  estiver na posição B.
- Adotando  $\sqrt{2} = 1,4$  e sendo  $K$  a constante eletrostática do meio onde se encontram as cargas, calcule o trabalho realizado pela força elétrica quando a carga  $q$  é transportada de A para B.

**19 Fuvest 2017**

Veja também em:

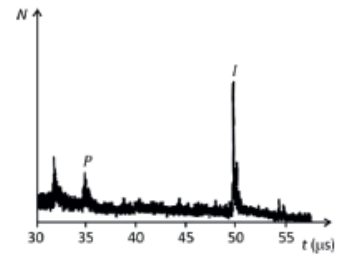
Química - Livro 1 - Frente 3 - Capítulo 1

A determinação da massa da molécula de insulina é parte do estudo de sua estrutura. Para medir essa massa, as moléculas de insulina são previamente ionizadas, adquirindo, cada molécula, a carga de um elétron. Esses íons ( $I$ ) são liberados com velocidade inicial nula a partir de uma amostra submetida a um potencial  $V = -20$  kV. Os íons são acelerados devido à diferença de potencial entre a amostra e um tubo metálico, em potencial nulo, no qual passam a se mover com velocidade constante. Para a calibração da medida, adiciona-se à amostra um material padrão cujas moléculas também são ionizadas, adquirindo, cada uma, a carga de um elétron; esses íons ( $P$ ) têm massa conhecida igual a 2846 u. A situação está esquematizada na figura.



- Determine a energia cinética  $E$  dos íons, quando estão dentro do tubo.

O gráfico abaixo mostra o número  $N$  de íons em função do tempo  $t$  despendido para percorrerem o comprimento  $L$  do tubo. Determine:



- a partir dos tempos indicados no gráfico, a razão  $R_v = \frac{v_I}{v_P}$  entre os módulos das velocidades  $v_I$ , de um íon de insulina, e  $v_P$ , de um íon  $P$ , em movimento dentro do tubo;
- a razão  $R_m = \frac{m_I}{m_P}$  entre as massas  $m_I$  e  $m_P$ , respectivamente, de um íon de insulina e de um íon  $P$ .
- a massa  $m_I$  de um íon de insulina, em unidades de massa atômica (u).

Note e adote:

A amostra e o tubo estão em vácuo.

$\mu =$  unidade de massa atômica.

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

$1 \mu\text{s} = 10^{-6}$  s

**Gabarito - LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 2 – Capítulo 3**

**2012**

20. 5

**2015**

- Quando  $q$  está na posição A, a força entre as cargas vale

$$F = \frac{KQq}{(4d)^2} \Rightarrow F = \frac{KQq}{16d^2}$$

Quando  $q$  está na posição B, a distância entre as cargas vale  $D$ , em que  $D^2 = (4d)^2 + (4d)^2 \Rightarrow D = 4\sqrt{2}d$ .

A força valerá, então,  $F' = \frac{KQq}{D^2} \Rightarrow F' = \frac{KQq}{(4\sqrt{2} \cdot d)^2} \Rightarrow F' = \frac{KQq}{32 \cdot d^2}$ , ou seja,

$$\boxed{F' = \frac{F}{2}}$$

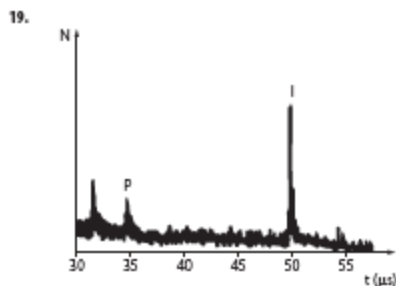
- O trabalho para deslocar  $q$  de A para B será dado por:

$$\tau_{AB} = q \cdot U_{AB} \Rightarrow \tau_{AB} = q \cdot (V_A - V_B) \Rightarrow \tau_{AB} = q \cdot \left( \frac{KQ}{4d} - \frac{KQ}{4\sqrt{2}d} \right) \Rightarrow$$

$$\tau_{AB} = \frac{KQq}{d} \cdot \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{4\sqrt{2}} \right) \Rightarrow \tau_{AB} = \frac{KQq}{d} \cdot \left( \frac{2 - \sqrt{2}}{8} \right)$$

$$\text{Sendo } \sqrt{2} = 1,4, \text{ então: } \tau_{AB} = \frac{KQq}{d} \left( \frac{0,6}{8} \right) \Rightarrow \tau_{AB} = 7,5 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{KQq}{d}$$

2017



a) Considerando a força eletrostática como resultado sobre os íons:

$$\tau_f = \Delta E_c = q \cdot \Delta V$$

$$\Delta E_c = q \cdot \Delta V = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (-20) \cdot 10^2$$

$$\Delta E_c = 3,2 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

b) No interior do tubo, a velocidade dos íons é constante:  $v = \frac{L}{\Delta t}$ . Assim:

$$R_v = \frac{L / \Delta t_i}{L / \Delta t_p} = \frac{\Delta t_p}{\Delta t_i} = \frac{35}{50} = 0,7$$

c) As energias cinéticas dos íons são iguais. Logo:

$$E_{ci} = E_{cp} \rightarrow \frac{m_i v_i^2}{2} = \frac{m_p v_p^2}{2} \rightarrow \frac{m_i}{m_p} = \left( \frac{v_p}{v_i} \right)^2$$

$$R_m = \frac{m_i}{m_p} = \left( \frac{1}{0,7} \right)^2 = \frac{1}{0,49} \approx 2$$

d) Como  $m_p = 2,486 \mu$ :

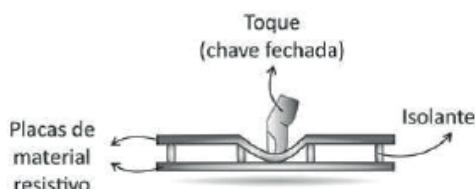
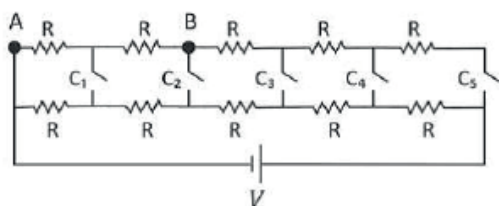
$$R_m = \frac{m_i}{m_p} \approx 2 \rightarrow \frac{m_i}{2,486} \approx 2 \rightarrow m_i \approx 5,692 \mu$$

$$\text{ou } \frac{m_i}{m_p} = \frac{1}{0,49} \rightarrow \frac{m_i}{2,486} = \frac{1}{0,49} \rightarrow m_i \approx 5,808 \mu$$

**LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 2 – Capítulo 4**

**22** Fuvest 2017 Telas sensíveis ao toque são utilizadas em diversos dispositivos. Certos tipos de tela são constituídos, essencialmente, por duas camadas de material resistivo, separadas por espaçadores isolantes. Uma leve pressão com o dedo, em algum ponto da tela, coloca as placas em contato nesse ponto, alterando o circuito elétrico do dispositivo. As figuras mostram um esquema elétrico do circuito equivalente à tela e uma ilustração da mesma. Um toque na tela corresponde ao fechamento de uma das chaves  $C_n$ , alterando a resistência equivalente do circuito.

A bateria fornece uma tensão  $V = 6 \text{ V}$  e cada resistor tem  $0,5 \text{ k}\Omega$  de resistência. Determine, para a situação em que apenas a chave  $C_2$  está fechada, o valor da



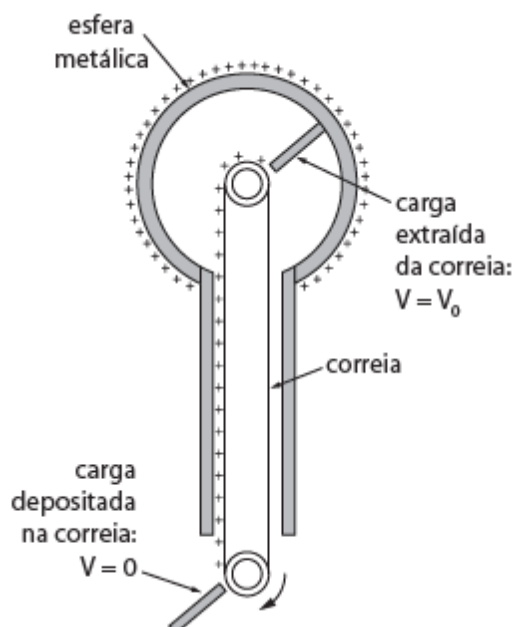
- resistência equivalente  $R_E$  do circuito;
- tensão  $V_{AB}$  entre os pontos A e B;
- corrente  $i$  através da chave fechada  $C_2$ ;
- potência  $P$  dissipada no circuito.

Note e adote:

Ignore a resistência interna da bateria e dos fios de ligação.

**17** Unicamp 2018 Geradores de Van de Graaff têm a finalidade de produzir altas diferenças de potencial. Consistem em uma esfera metálica onde é acumulada a carga proveniente de uma correia em movimento. A carga é inicialmente depositada na parte inferior da correia, que está aterrada (potencial  $V = 0$ , ver figura), e é extraída da correia quando atinge a parte superior, que está no potencial  $V_0$ , fluindo para a esfera metálica. O movimento da correia é mantido por um pequeno motor.

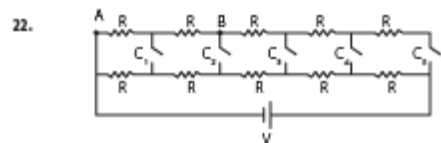
- Em um gerador em operação, a carga transportada por unidade de comprimento da correia é igual a  $\lambda = 1,25 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}$ . Se a taxa com que essa carga é transferida para a esfera metálica é dada por  $i = 5,0 \cdot 10^{-9} \text{ C/s}$ , qual é a velocidade da correia?



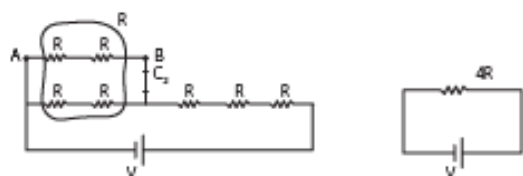
- Um fenômeno muito atraente que ocorre em pequenos geradores usados em feiras de ciências é a produção de faísca, decorrente de uma descarga elétrica, quando um bastão metálico aterrado é aproximado da esfera carregada do gerador. A descarga elétrica ocorre quando o módulo do campo elétrico na região entre a esfera e o bastão torna-se maior que a rigidez dielétrica do ar, que vale  $E_{id} = 3,0 \cdot 10^6 \text{ V/m}$ . Para simplificar, considere que a esfera de um gerador e a extremidade do bastão equivalem a duas placas metálicas paralelas com uma diferença de potencial de  $V = 7,5 \cdot 10^4 \text{ V}$ . Calcule a distância entre elas para que a descarga ocorra.

**Gabarito - LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 2 – Capítulo 4**

**2017**



a) Com  $C_2$  sendo a única chave ligada no circuito, pode-se representá-lo de forma simplificada:



Dessa forma, ele é reduzido finalmente ao circuito equivalente ao lado.

Assim:

$$R_E = 4 \cdot R \rightarrow R_E = 2k\Omega \text{ ou } 2 \cdot 10^3 \Omega$$

b) A tensão entre os pontos A e B é igual à tensão nos terminais dos três outros resistores a partir do ponto B (ligados em série). Assim:

$$V_{AB} = \frac{V}{4} \rightarrow V_{AB} = 1,5 \text{ V}$$

c) A corrente elétrica através da chave  $C_2$  é a mesma que se estabelece ao longo do resistor  $2R$  entre os pontos A e B da figura, na parte superior.

Logo:

$$V_{AB} = 2R \cdot i \rightarrow 1,5 = 10^3 \cdot i \rightarrow i = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ A ou } 1,5 \text{ mA}$$

d) Potência total dissipada no circuito:

$$P = \frac{V^2}{R_E} \rightarrow P = \frac{6^2}{2 \cdot 10^3} \rightarrow P = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ W ou } 18 \text{ mW}$$

**2018**

17. a) Conforme o enunciado temos que para cada um segundo  $5 \cdot 10^{-9}$  C são transferidos para a esfera metálica e ainda que cada metro da correa é carregado por  $1,25 \cdot 10^{-7}$  C. Assim sendo, podemos montar a relação:

$$1,25 \cdot 10^{-7} \rightarrow 1 \text{ m}$$

$$5,00 \cdot 10^{-9} \rightarrow x$$

para a qual temos  $x = 4 \cdot 10^{-2}$  m, que é o deslocamento de um ponto da correa em 1 s; portanto:

$$V = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m/s.}$$

b)  $U = E \cdot d \rightarrow 7,5 \cdot 10^4 - 0 = 3 \cdot 10^4 \cdot d \rightarrow d = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

**LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 3 – Capítulo 2**

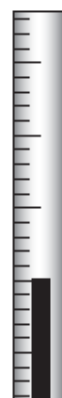
**19** Unicamp 2018

Veja também em:

Física - Livro 1 - Frente 3 - Capítulo 5

Termômetros clínicos convencionais, de uso doméstico, normalmente baseiam-se na expansão térmica de uma coluna de mercúrio ou de álcool, ao qual se adiciona um corante. Com a expansão, o líquido ocupa uma parte maior de uma coluna graduada, na qual se lê a temperatura.

- a) O volume de álcool em um termômetro é  $V_0 = 20 \text{ mm}^3$  a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , e corresponde à figura (a). Quando colocado em contato com água aquecida, o termômetro apresenta a leitura mostrada na figura (b). A escala está em milímetros, a área da seção reta da coluna é  $A = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2$ . O aumento do volume,  $\Delta V$ , produzido pelo acréscimo de temperatura  $\Delta T$ , é dado por  $\frac{\Delta V}{V_0} = \gamma \Delta T$ . Se para o álcool  $\gamma = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , qual é a temperatura  $T$  da água aquecida?
- b) Os termômetros de infravermelho realizam a medida da temperatura em poucos segundos, facilitando seu uso em crianças. Seu funcionamento baseia-se na coleta da radiação infravermelha emitida por parte do corpo do paciente. A potência líquida radiada por unidade de área do corpo humano é dada por  $\Phi = 4 \sigma T_0^3 \Delta T$ , sendo  $\sigma \sim 6 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$  a constante de Stefan-Boltzmann,  $T_0 = 300 \text{ K}$  a temperatura ambiente e  $\Delta T = T_{\text{corpo}} - T_0$  a diferença entre a temperatura do corpo, que deve ser medida, e a temperatura ambiente. Sabendo que em certa medida de temperatura  $\Phi = 64,8 \text{ W/m}^2$ , encontre a temperatura do paciente em  $^\circ\text{C}$ . Lembre-se que  $\theta \text{ (}^\circ\text{C)} \sim T \text{ (K)} - 273$ .



25  $^\circ\text{C}$

(a)



$T = ?$

(b)

**2018**

19. a) A coluna subiu 13 pontos, como a escala está em mm, temos uma variação de altura de  $\Delta h = 13 \text{ mm}$ .

A variação de volume é dada por:

$$\Delta V = A \cdot \Delta h \Rightarrow \Delta V = 5 \cdot 10^{-2} \cdot 13 \Rightarrow \Delta V = 0,65 \text{ mm}^3.$$

Pela equação do enunciado:

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \gamma \cdot \Delta T \Rightarrow \frac{0,65}{20} = 1,25 \cdot 10^{-3} (T_{\text{corpo}} - T_0)$$

$$\frac{0,65}{20 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3}} = (T_{\text{corpo}} - 25) \Rightarrow 26 = T_{\text{corpo}} - 25$$

$$T_{\text{corpo}} = 51^\circ\text{C}.$$

b) Usando a equação do enunciado:  $\Phi = 4 \cdot \sigma \cdot T_0^3 \cdot \Delta T$ , temos:

$$64,8 = 4 \cdot 6 \cdot 10^{-8} \cdot 300^3 \cdot \Delta T$$

$$64,8 = 6,48 \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = 10 \text{ K}$$

$$\Delta T = T_{\text{corpo}} - T_0$$

$$10 = T_{\text{corpo}} - 300$$

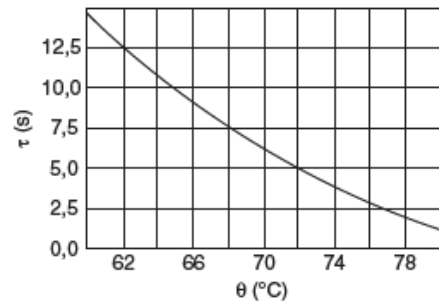
$$T_{\text{corpo}} = 310 \text{ K}$$

$$\theta(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273 \Rightarrow \theta = 310 - 273$$

$$\theta = 37^\circ\text{C}.$$

27 Unicamp 2012 Em 2015, estima-se que o câncer será responsável por uma dezena de milhões de mortes em todo o mundo, sendo o tabagismo a principal causa evitável da doença. Além das inúmeras substâncias tóxicas e cancerígenas contidas no cigarro, a cada tragada, o fumante aspira fumaça a altas temperaturas, o que leva à morte células da boca e da garganta, aumentando ainda mais o risco de câncer.

a) Para avaliar o efeito nocivo da fumaça,  $N_0 = 9,0 \times 10^4$  células humanas foram expostas, em laboratório, à fumaça de cigarro à temperatura de  $72^\circ\text{C}$ , valor típico para a fumaça tragada pelos fumantes. Nos primeiros instantes, o número de células que permanecem vivas em função do tempo  $t$  é dado por  $N(t) = N_0 \left(1 - \frac{2t}{\tau}\right)$ , onde  $\tau$  é o tempo necessário para que 90% das células morram. O gráfico a seguir mostra como  $\tau$  varia com a temperatura  $\theta$ . Quantas células morrem por segundo nos instantes iniciais?



28 Unifesp 2012 Um calorímetro de capacidade térmica  $10 \text{ cal}/^\circ\text{C}$ , contendo  $500 \text{ g}$  de água a  $20^\circ\text{C}$ , é utilizado para determinação do calor específico de uma barra de liga metálica de  $200 \text{ g}$ , a ser utilizada como fundo de panelas para cozimento. A barra é inicialmente aquecida a  $80^\circ\text{C}$  e imediatamente colocada dentro do calorímetro, isolado termicamente. Considerando o calor específico da água  $1,0 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$  e que a temperatura de equilíbrio térmico atingida no calorímetro foi  $30^\circ\text{C}$ , determine:

- a quantidade de calor absorvido pelo calorímetro e a quantidade de calor absorvido pela água.
- a temperatura final e o calor específico da barra.

26 Unicamp 2013 A boa ventilação em ambientes fechados é um fator importante para o conforto térmico em regiões de clima quente. Uma chaminé solar pode ser usada para aumentar a ventilação de um edifício. Ela faz uso da energia solar para aquecer o ar de sua parte superior, tornando-o menos denso e fazendo com que ele suba, aspirando assim o ar dos ambientes e substituindo-o por ar vindo do exterior.

- A intensidade da radiação solar absorvida por uma placa usada para aquecer o ar é igual a  $400 \text{ W}/\text{m}^2$ . A energia absorvida durante  $1,0 \text{ min}$  por uma placa de  $2 \text{ m}^2$  é usada para aquecer  $6,0 \text{ kg}$  de ar. O calor específico do ar é  $c = 1.000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ . Qual é a variação de temperatura do ar nesse período?
- A densidade do ar a  $290 \text{ K}$  é  $\rho = 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$ . Adotando-se um número fixo de moles de ar mantido a pressão constante, calcule a sua densidade para a temperatura de  $300 \text{ K}$ . Considere o ar como um gás ideal.

**25 Fuvest 2015**

Veja também em:

Física • Livro 1 • Frente 3 • Capítulo 6

Um recipiente hermeticamente fechado e termicamente isolado, com volume de 750 ℓ, contém ar inicialmente à pressão atmosférica de 1 atm e à temperatura de 27 °C. No interior do recipiente, foi colocada uma pequena vela acesa, de 2,5 g. Sabendo-se que a massa da vela é consumida a uma taxa de 0,1 g/min e que a queima da vela produz energia à razão de  $3,6 \times 10^4$  J/g, determine

- a potência  $W$  da vela acesa;
- a quantidade de energia  $E$  produzida pela queima completa da vela;
- o aumento  $\Delta T$  da temperatura do ar no interior do recipiente, durante a queima da vela;
- a pressão  $P$  do ar no interior do recipiente, logo após a queima da vela.

Note e adote:

O ar deve ser tratado como gás ideal.

O volume de 1 mol de gás ideal à pressão atmosférica de 1 atm e à temperatura de 27 °C é 25 ℓ.

Calor molar do ar a volume constante:  $C_v = 30$  J/(mol K).

Constante universal dos gases:  $R = 0,08$  atm ℓ/(mol K).

0 °C = 273 K.

Devem ser desconsideradas a capacidade térmica do recipiente e a variação da massa de gás no seu interior devido à queima da vela.

**28 Unicamp 2016** O Parque Güell em Barcelona é um dos mais impressionantes parques públicos do mundo e representa uma das obras mais marcantes do arquiteto Antoni Gaudí. Em sua obra, Gaudí utilizou um número imenso de azulejos coloridos.

- Considere que, no Parque Güell, existe um número  $N = 2 \times 10^6$  de azulejos cujas faces estão perfeitamente perpendiculares à direção da radiação solar quando o sol está a pino na cidade de Barcelona. Nessa situação, a intensidade da radiação solar no local é  $I = 1200$  W/m<sup>2</sup>. Estime a área de um azulejo tipicamente presente em casas e, a partir da área total dos  $N$  azulejos, calcule a energia solar que incide sobre esses azulejos durante um tempo  $t = 60$  s.
- Uma das esculturas mais emblemáticas do parque Güell tem a forma de um réptil multicolorido conhecido como *El Drac*, que se converteu em um dos símbolos da cidade de Barcelona. Considere que a escultura absorva, em um dia ensolarado, uma quantidade de calor  $Q = 3500$  kJ. Considerando que

a massa da escultura é  $m = 500$  kg e seu calor específico é  $c = 700$  J/(kg.K), calcule a variação de temperatura sofrida pela escultura, desprezando as perdas de calor para o ambiente.

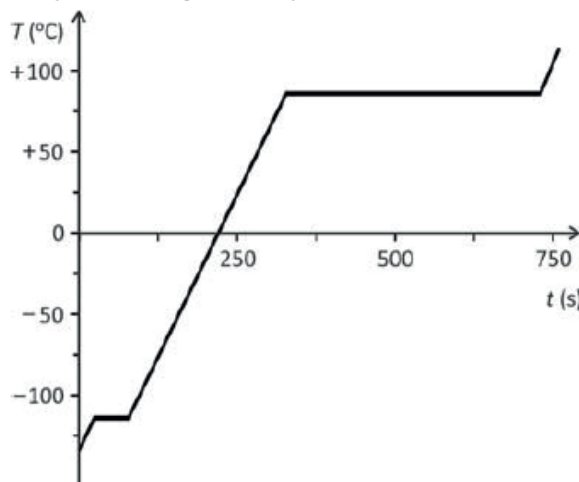
**29 Unifesp 2016** Considere um copo de vidro de 100 g contendo 200 g de água líquida, ambos inicialmente em equilíbrio térmico a 20 °C. O copo e a água líquida foram aquecidos até o equilíbrio térmico a 50 °C, em um ambiente fechado por paredes adiabáticas, com vapor de água inicialmente a 120 °C. A tabela apresenta valores de calores específicos e latentes das substâncias envolvidas nesse processo.

calor específico da água líquida	1 cal/(g · °C)
calor específico do vapor de água	0,5 cal/(g · °C)
calor específico do vidro	0,2 cal/(g · °C)
calor latente de liquefação do vapor de água	- 540 cal/g

Considerando os dados da tabela, que todo o calor perdido pelo vapor tenha sido absorvido pelo copo com água líquida e que o processo tenha ocorrido ao nível do mar, calcule:

- a quantidade de calor, em cal, necessária para elevar a temperatura do copo com água líquida de 20 °C para 50 °C.
- a massa de vapor de água, em gramas, necessária para elevar a temperatura do copo com água líquida até atingir o equilíbrio térmico a 50 °C.

**25 Fuvest 2017** Um cilindro termicamente isolado tem uma de suas extremidades fechadas por um pistão móvel, também isolado, que mantém a pressão constante no interior do cilindro. O cilindro contém uma certa quantidade de um material sólido à temperatura  $T_i = -134$  °C. Um aquecedor transfere continuamente 3000 W de potência para o sistema, levando-o à temperatura final  $T_f = 114$  °C. O gráfico e a tabela apresentam os diversos processos pelos quais o sistema passa em função do tempo.



Processo	Intervalo de tempo (s)	$\Delta T$ (°C)
I	0 – 24	20
II	24 – 78	0
III	78 – 328	200
IV	328 – 730	0
V	730 – 760	28

- Determine a energia total,  $E$ , fornecida pelo aquecedor desde  $T_i = -134$  °C até  $T_f = 114$  °C.
- Identifique, para esse material, qual dos processos (I, II, III, IV ou V) corresponde à mudança do estado sólido para o estado líquido.

- c) Sabendo que a quantidade de energia fornecida pelo aquecedor durante a vaporização é  $1,2 \times 10^6$  J, determine a massa,  $M$ , do material.
- d) Determine o calor específico a pressão constante,  $c_p$ , desse material no estado líquido.

Note e adote:

Calor latente de vaporização do material = 800 J/g.

Desconsidere as capacidades térmicas do cilindro e do pistão.

**26 Unicamp 2017**

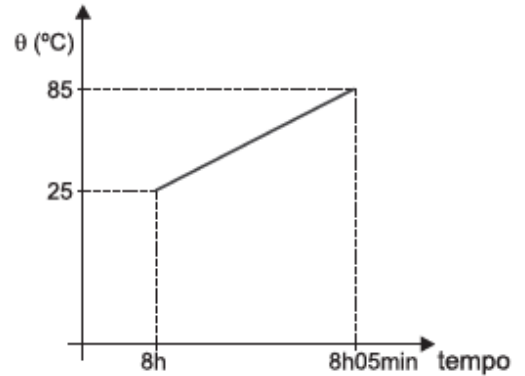
Veja também em:

Física - Livro 2 - Frente 2 - Capítulo 5

O controle da temperatura da água e de ambientes tem oferecido à sociedade uma grande gama de confortos muito bem-vindos. Como exemplo podemos citar o controle da temperatura de ambientes fechados e o aquecimento da água usada para o banho.

- a) O sistema de refrigeração usado em grandes instalações, como centros comerciais, retira o calor do ambiente por meio da evaporação da água. Os instrumentos que executam esse processo são usualmente grandes torres de refrigeração vazadas, por onde circula água, e que têm um grande ventilador no topo. A água é pulverizada na frente do fluxo de ar gerado pelo ventilador. Nesse processo, parte da água é evaporada, sem alterar a sua temperatura, absorvendo calor da parcela da água que permaneceu líquida. Considere que 110 litros de água a  $30^\circ\text{C}$  circulem por uma torre de refrigeração e que, desse volume, 2 litros sejam evaporados. Sabendo que o calor latente de vaporização da água é  $L = 540$  cal/g e que seu calor específico é  $c = 1,0$  cal/g $\cdot^\circ\text{C}$ , qual é a temperatura final da parcela da água que não evaporou?
- b) A maioria dos chuveiros no Brasil aquece a água do banho por meio de uma resistência elétrica. Usualmente a resistência é constituída de um fio feito de uma liga de níquel e cromo de resistividade  $\rho = 1,1 \times 10^{-6}$   $\Omega\cdot\text{m}$ . Considere um chuveiro que funciona com tensão de  $U = 220$  V e potência  $P = 5500$  W. Se a área da seção transversal do fio da liga for  $A = 2,5 \times 10^{-7}$  m $^2$ , qual é o comprimento do fio da resistência?

- 20 Unifesp 2018** Para a preparação de um café, 1 L de água é aquecido de  $25^\circ\text{C}$  até  $85^\circ\text{C}$  em uma panela sobre a chama de um fogão que fornece calor a uma taxa constante. O gráfico representa a temperatura ( $\theta$ ) da água em função do tempo, considerando que todo o calor fornecido pela chama tenha sido absorvido pela água.



Após um certo período de tempo, foram misturados 200 mL de leite a  $20^\circ\text{C}$  a 100 mL do café preparado, agora a  $80^\circ\text{C}$ , em uma caneca de porcelana de capacidade térmica 100 cal/ $^\circ\text{C}$ , inicialmente a  $20^\circ\text{C}$ . Considerando os calores específicos da água, do café e do leite iguais a 1 cal/(g  $\cdot^\circ\text{C}$ ), as densidades da água, do café e do leite iguais a 1 kg/L, que 1 cal/s = 4 W e desprezando todas as perdas de calor para o ambiente, calcule:

- a) a potência, em W, da chama utilizada para aquecer a água para fazer o café.
- b) a temperatura, em  $^\circ\text{C}$ , em que o café com leite foi ingerido, supondo que o consumidor tenha aguardado que a caneca e seu conteúdo entrassem em equilíbrio térmico.

**Gabarito - LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 3 – Capítulo 3**

**2012**

27. a)  $3,6 \cdot 10^4$  células/s  
b) 1,4 J
28. a)  $Q_{\text{cal}} = 100$  cal  
 $Q_{\text{vapor}} = 5.000$  cal  
b)  $T_f = 30^\circ\text{C}$   
 $c = 0,51$  cal/g $\cdot^\circ\text{C}$

**2013**

26. a)  $8^\circ\text{C}$   
b) 1,15 kg/m $^3$

**2015**

25. a) A potência pode ser calculada como:  
 $W = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 10^4 \therefore \boxed{W = 36 \cdot 10^2 \text{ J/min}}$
- b) A energia pela queima completa:  
 $E = 2,5 \cdot 3,6 \cdot 10^4 \therefore \boxed{E = 9 \cdot 10^4 \text{ J}}$
- c) Sendo o processo isocórico:  
 $Q = m \cdot c_v \cdot \Delta T = n \cdot C_v \cdot \Delta T \therefore 9 \cdot 10^4 = \frac{750}{25} \cdot 30 \cdot \Delta T \therefore \boxed{\Delta T = 100\text{K}}$
- d) Para o processo isocórico:  
 $\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_f}{T_f} \therefore \frac{1}{300} = \frac{P_f}{400} \therefore \boxed{P_f = 1,33 \text{ atm}}$

**2016**

28. a) Estimando a área de um azulejo tipicamente presente em casas, temos:

$$A = (15 \text{ cm} \cdot 15 \text{ cm}) \Rightarrow A = 15 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 15 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\ \Rightarrow A = 225 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

A intensidade de radiação é dada por  $I = \frac{\text{Pot}}{\text{Área}}$ , e a energia incidente por  $\Delta E = \text{Pot} \cdot \Delta t$ ; então, para N azulejos:

$$\Delta E = I \cdot N \cdot A \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta E = 1200 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 225 \cdot 10^{-4} \cdot 60 \\ \therefore \Delta E = 3,24 \cdot 10^9 \text{ J}$$

b) A variação de temperatura é obtida por:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{m \cdot c} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{3500 \cdot 10^3 \text{ J}}{500 \text{ kg} \cdot 700 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} \\ \therefore \Delta\theta = 10 \text{ K} = 10^\circ \text{C}$$

29. a)  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

$$Q_{\text{copo}} = 100 \cdot 0,2 \cdot (50 - 20)$$

$$\therefore Q_{\text{copo}} = 600 \text{ cal}$$

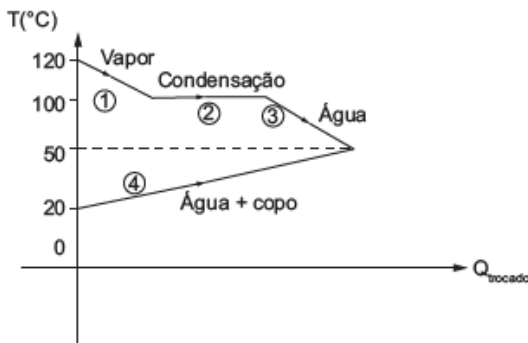
$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q_{\text{água}} = 200 \cdot 1 \cdot (50 - 20)$$

$$\therefore Q_{\text{água}} = 6.000 \text{ cal}$$

A quantidade de calor necessária será  $600 + 6.000 = 6.600 \text{ cal}$ .

b) Fazendo-se a curva de aquecimento/resfriamento do exercício, temos:



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$$

$$m \cdot 0,5 (100 - 120) + m(-540) + m \cdot 1 \cdot (50 - 100) + 6.600 = 0$$

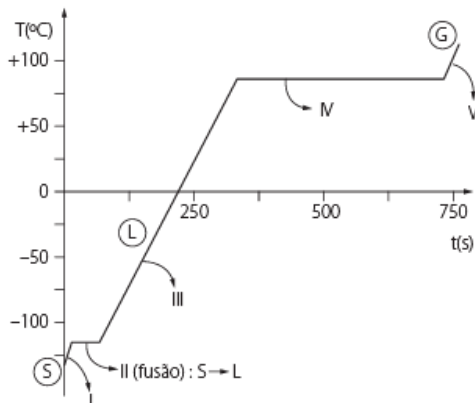
$$600 m = 6.600$$

$$\therefore m = 11 \text{ g}$$

**2017**

25.  $T_f = -134^\circ \text{C}$

$T_f = +114^\circ \text{C}$



a)  $E = P \cdot \Delta T \Rightarrow E = 3.000 \cdot 760 \Rightarrow E = 2,28 \cdot 10^6 \text{ J}$

b) Sólido  $\Rightarrow$  líquido: fusão. Considerando a substância inicialmente sólida, no gráfico essa transformação corresponde à etapa II.

c) Vaporização (etapa IV)

$$E_V = m \cdot L \rightarrow 1,2 \cdot 10^6 = m \cdot 8 \cdot 10^2 \rightarrow m = 1,5 \cdot 10^3 \text{ g ou } m = 1,5 \text{ kg}$$

d)  $c_p$  do líquido (aquecimento: etapa III)

$$E_{III} = m \cdot c_p \cdot \Delta T \rightarrow P \cdot \Delta t = m \cdot c_p \cdot \Delta T \rightarrow 3.000 \cdot (328 - 78) = 1.500 \cdot c_p \cdot 200$$

$$\rightarrow c_p = 2,5 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ \text{C}}$$

26. a) Do balanço térmico:

$$Q_{\text{vaporização}} + Q_{\text{resfriamento}} = 0 \therefore (m \cdot L_{\text{vaporização}}) + (m \cdot c \cdot \Delta T) = 0$$

Sendo  $d = \frac{m}{V}$  a densidade da água, pode-se escrever:

$$(d \cdot V \cdot L_{\text{vaporização}}) + (d \cdot V \cdot c \cdot \Delta T) = 0 \Leftrightarrow (2 \text{ L}) \cdot \left( 540 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \right) + (108 \text{ L}) \cdot \left( 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ \text{C}} \right) \cdot \Delta T = 0 \therefore \Delta T = -10^\circ \text{C}$$

Desse modo, a temperatura final será:

$$T_{\text{final}} = T_{\text{inicial}} + \Delta T = 30^\circ \text{C} + (-10^\circ \text{C}) \therefore T_{\text{final}} = 20^\circ \text{C}$$

b) A resistência elétrica do resistor utilizado no chuveiro é tal que:

$$P = \frac{U^2}{R} \Leftrightarrow R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{5.500} \therefore R = 8,8 \Omega$$

Pela 2ª Lei de Ohm:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Leftrightarrow L = \frac{R \cdot A}{\rho} = \frac{8,8 \cdot 2,5 \cdot 10^{-7}}{1,1 \cdot 10^{-6}} \therefore L = 2,0 \text{ m}$$

**2018**

20. a)  $m = d \cdot v$

$$m = 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \cdot 1 \text{ L}$$

$$m = 1 \text{ kg} = 1.000 \text{ g}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$P \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$P \cdot 300 = 1.000 \cdot 1 \cdot 60$$

$$P = 200 \frac{\text{cal}}{\text{s}} = 800 \text{ W}$$

Do gráfico:

$$\Delta t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

$$\Delta\theta = 60^\circ \text{C}$$

b) As perdas de calor para o ambiente podem ser desprezadas, portanto o sistema é termicamente isolado.

$$Q_{\text{calê}} + Q_{\text{leita}} + Q_{\text{canaca}} = 0$$

$$100 \cdot 1 \cdot (\theta_f - 80) + 200 \cdot 1 \cdot (\theta_f - 20) + 100 \cdot (\theta_f - 20) = 0$$

$$4 \cdot \theta_f = 140$$

$$\theta_f = 35^\circ \text{C}$$



**LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 3 – Capítulo 4**

**31** Fuvest 2011 Um forno solar simples foi construído com uma caixa de isopor, forrada internamente com papel alumínio e fechada com uma tampa de vidro de 40 cm x 50 cm. Dentro desse forno, foi colocada uma pequena panela contendo 1 xícara de arroz e 300 ml de água à temperatura ambiente de 25 °C. Suponha que os raios solares incidam perpendicularmente à tampa de vidro e que toda a energia incidente na tampa do forno a atravessa e seja absorvida pela água. Para essas condições, calcule:

- A potência solar total  $P$  absorvida pela água.
- A energia  $E$  necessária para aquecer o conteúdo da panela até 100 °C.
- O tempo total  $T$  necessário para aquecer o conteúdo da panela até 100 °C e evaporar 1/3 da água nessa temperatura (cozer o arroz).

Note e adote:

Potência solar incidente na superfície da Terra: 1 kW/m<sup>2</sup>

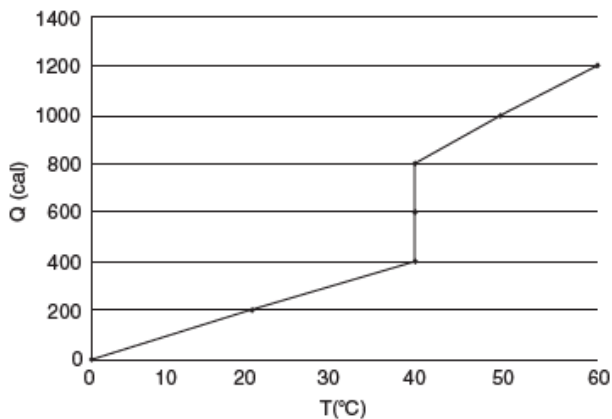
Densidade da água: 1 g/cm<sup>3</sup>

Calor específico da água: 4 J/(g °C)

Calor latente de evaporação da água: 2200 J/g

Desconsidere as capacidades caloríficas do arroz e da panela.

**30** Unifesp 2013 O gráfico representa o processo de aquecimento e mudança de fase de um corpo inicialmente na fase sólida, de massa igual a 100 g.



Sendo  $Q$  a quantidade de calor absorvida pelo corpo, em calorias, e  $T$  a temperatura do corpo, em graus Celsius, determine:

- o calor específico do corpo, em cal/(g °C), na fase sólida e na fase líquida.
- a temperatura de fusão, em °C, e o calor latente de fusão, em calorias, do corpo.

**Gabarito - LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 3 – Capítulo 4**

**2011**

**31.** a) Considere que toda a energia incidente na tampa do forno a atravessa e é absorvida pela água, e que a potência solar incidente na superfície da Terra, irradiação ou insolação, é dada por  $J = 1 \text{ kW/m}^2$ .

A tampa do forno tem área:  $A = 40 \cdot 50 = 2.000 \text{ cm}^2 \Rightarrow A = 0,2 \text{ m}^2$

A potência solar total absorvida pela água é:

$$P = J \cdot A$$

Logo:

$$P = \frac{1 \text{ kW}}{\text{m}^2} \cdot 0,2 \text{ m}^2 \Rightarrow \boxed{P = 0,2 \text{ kW}}$$

b) A quantidade de calor, ou energia  $E$ , que deve ser fornecida a um sistema para elevar sua temperatura de  $T_1$  a  $T_2$  é dada pela relação:

$$E = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Seja:

$$m = d \cdot V = 1 \cdot 300 \Rightarrow m = 300 \text{ g}$$

$$c = 4 \text{ J/(g °C)} \text{ e}$$

$$\Delta T = 100 - 25 = 75 \text{ °C}$$

Desconsiderando as capacidades caloríficas do arroz e da panela, para a quantidade de 300 mL de água, temos:

$$E = 300 \cdot 4 \cdot (100 - 25) \Rightarrow \boxed{E = 9 \cdot 10^4 \text{ J}} \text{ ou } \boxed{E = 90 \text{ kJ}}$$

c) Para se aquecer o conteúdo da panela e evaporar parte da água, ou seja, o sistema tem sua temperatura elevada de  $T_1$  a  $T_2$  e ainda sofre mudança de estado, a energia total fornecida ao sistema deve ser:

$$E_{\text{total}} = E + QV$$

Considerando que o calor que atua diretamente na mudança de estado físico de um corpo é o calor latente ( $L$ ), a quantidade de calor fornecida ao sistema para que ocorra mudança de estado é dada por:

$$QV = m \cdot L$$

Para se evaporar 1/3 da água (100 g), temos:

$$QV = 100 \cdot 2.200 \Rightarrow QV = 2,2 \cdot 10^5 \text{ J ou } QV = 220 \text{ kJ}$$

Desse modo:

$$E_{\text{total}} = 90 \text{ kJ} + 220 \text{ kJ} = 310 \text{ kJ}$$

Considerando que a potência solar total absorvida pela água é de 0,2 kW, seja:

$$P_{\text{total}} = \frac{E_{\text{total}}}{T} \Rightarrow T = \frac{E_{\text{total}}}{P_{\text{total}}} = \frac{310 \text{ kJ}}{0,2 \text{ kJ/s}} \Rightarrow \boxed{T = 1550 \text{ s}}$$

**2013**

**30.** a) Na fase sólida: 0,1 cal/g °C

Na fase líquida: 0,2 cal/g °C

b)  $T_f = 40 \text{ °C}$

$L_f = 4 \text{ cal/g}$

Observação: A unidade correta do calor latente de fusão é cal/g, e não calorias, como citado no item b.

**LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 3 – Capítulo 5**

**33** Fuvest 2014 Um contêiner com equipamentos científicos é mantido em uma estação de pesquisa na Antártida. Ele é feito com material de boa isolamento térmica e é possível, com um pequeno aquecedor elétrico, manter sua temperatura interna constante,  $T_i = 20 \text{ °C}$ , quando a temperatura externa é  $T_e = -40 \text{ °C}$ . As paredes, o piso e o teto do contêiner têm a mesma espessura,  $\epsilon = 26 \text{ cm}$ , e são de um mesmo material, de condutividade térmica  $k = 0,05 \text{ J/(s.m.°C)}$ . Suas dimensões internas são  $2 \times 3 \times 4 \text{ m}^3$ . Para essas condições, determine

- a área  $A$  da superfície interna total do contêiner;
- a potência  $P$  do aquecedor, considerando ser ele a única fonte de calor;
- a energia  $E$ , em kWh, consumida pelo aquecedor em um dia.

Note e adote:

A quantidade de calor por unidade de tempo ( $\Phi$ ) que flui através de um material de área  $A$ , espessura  $\epsilon$  e condutividade térmica  $k$ , com diferença de temperatura  $\Delta T$  entre as faces do material, é dada por:  $\Phi = kA\Delta T/\epsilon$ .

**Gabarito - LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 3 – Capítulo 5**

**2014**

33. a) O contêiner tem a forma de um paralelepípedo, portanto, a área  $A$  da superfície é dada pela soma das áreas das 6 faces. Assim:

$$A = 2 \cdot (2 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 3 \cdot 4) \Rightarrow A = 52 \text{ m}^2$$

b) A potência  $P$  pode ser calculada com a equação de Fourier. Sendo as paredes de mesmo material e com a mesma espessura, temos:

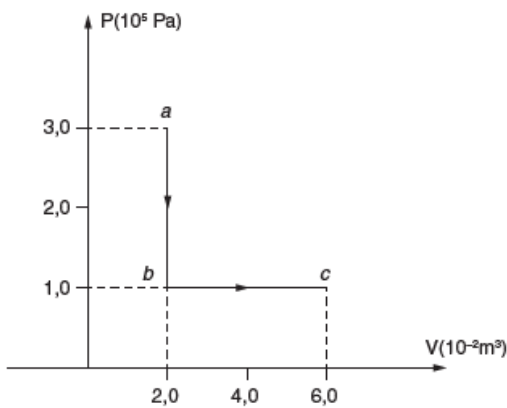
$$P = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{e} \Rightarrow P = \frac{0,05 \cdot 52 \cdot (20 - (-40))}{0,26} = 600 \text{ W}$$

c) A energia  $E$ , em kWh, é dada por:

$$E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = 600 \cdot 24 = 14,4 \text{ kWh}$$

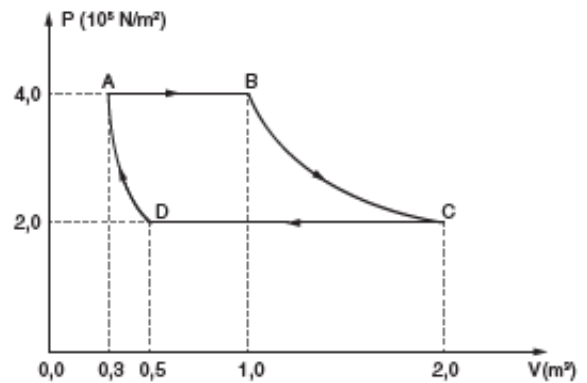
**LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 3 – Capítulo 6**

38. Unifesp 2011 Em um trocador de calor fechado por paredes diatérmicas, inicialmente o gás monoatômico ideal é resfriado por um processo isocórico e depois tem seu volume expandido por um processo isobárico, como mostra o diagrama pressão versus volume.



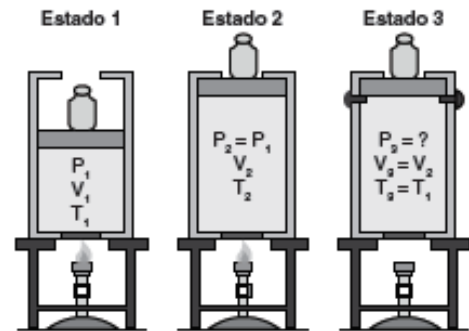
- Indique a variação da pressão e do volume no processo isocórico e no processo isobárico, e determine a relação entre a temperatura inicial, no estado termodinâmico  $a$ , e final, no estado termodinâmico  $c$ , do gás monoatômico ideal.
- Calcule a quantidade total de calor trocada em todo o processo termodinâmico  $abc$ .

37. Unesp 2013 Determinada massa de gás ideal sofre a transformação cíclica ABCDA mostrada no gráfico. As transformações AB e CD são isobáricas, BC é isotérmica e DA é adiabática. Considere que, na transformação AB, 400 kJ de calor tenham sido fornecidos ao gás e que, na transformação CD, ele tenha perdido 440 kJ de calor para o meio externo.



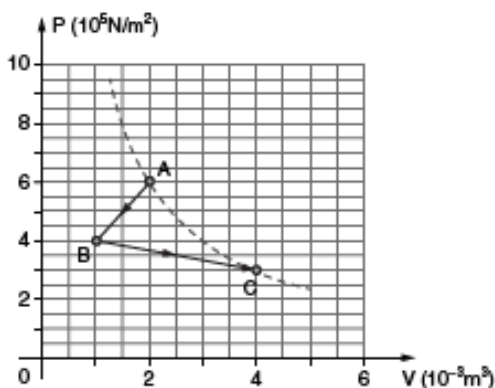
Calcule o trabalho realizado pelas forças de pressão do gás na expansão AB e a variação de energia interna sofrida pelo gás na transformação adiabática DA.

35. Unesp 2014 A figura representa um cilindro contendo um gás ideal em três estados, 1, 2 e 3, respectivamente.



No estado 1, o gás está submetido à pressão  $P_1 = 1,2 \times 10^5$  Pa e ocupa um volume  $V_1 = 0,008 \text{ m}^3$  à temperatura  $T_1$ . Acende-se uma chama de potência constante sob o cilindro, de maneira que ao receber 500 J de calor o gás sofre uma expansão lenta e isobárica até o estado 2, quando o êmbolo atinge o topo do cilindro e é impedido de continuar a se mover. Nesse estado, o gás passa a ocupar um volume  $V_2 = 0,012 \text{ m}^3$  à temperatura  $T_2$ . Nesse momento, o êmbolo é travado de maneira que não possa mais descer e a chama é apagada. O gás é, então, resfriado até o estado 3, quando a temperatura volta ao valor inicial  $T_1$  e o gás fica submetido a uma nova pressão  $P_3$ . Considerando que o cilindro tenha capacidade térmica desprezível, calcule a variação de energia interna sofrida pelo gás quando ele é levado do estado 1 ao estado 2 e o valor da pressão final  $P_3$ .

**36 Unifesp 2014** Um gás ideal passa pelo processo termodinâmico representado pelo diagrama  $P \times V$ . O gás, que se encontrava à temperatura de  $57^\circ\text{C}$  no estado inicial A, comprime-se até o estado B, pela perda de  $800\text{ J}$  de calor nessa etapa. Em seguida, é levado ao estado final C, quando retorna à temperatura inicial. A linha tracejada representa uma isoterma.



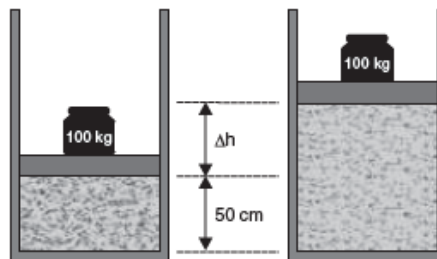
Considerando os valores indicados no gráfico e que a massa do gás tenha permanecido constante durante todo o processo, calcule:

- a temperatura do gás, em graus Celsius, no estado B.
- o calor, em Joules, recebido pelo gás de uma fonte externa, quando foi levado do estado B para o estado final C.

**34 Unicamp 2015** Alguns experimentos muito importantes em física, tais como os realizados em grandes aceleradores de partículas, necessitam de um ambiente com uma atmosfera extremamente rarefeita, comumente denominada de ultra-alto-vácuo. Em tais ambientes a pressão é menor ou igual a  $10^{-6}\text{ Pa}$ .

- Supondo que as moléculas que compõem uma atmosfera de ultra-alto-vácuo estão distribuídas uniformemente no espaço e se comportam como um gás ideal, qual é o número de moléculas por unidade de volume em uma atmosfera cuja pressão seja  $P = 3,2 \times 10^{-8}\text{ Pa}$ , à temperatura ambiente  $T = 300\text{ K}$ ? Se necessário, use: Número de Avogrado  $N_A = 6 \times 10^{23}$  e a Constante universal dos gases Ideais  $R = 8\text{ J/molK}$ .
- Sabe-se que a pressão atmosférica diminui com a altitude, de tal forma que, a centenas de quilômetros de altitude, ela se aproxima do vácuo absoluto. Por outro lado, pressões acima da encontrada na superfície terrestre podem ser atingidas facilmente em uma submersão aquática. Calcule a razão  $P_{\text{sub}}/P_{\text{nave}}$  entre as pressões que devem suportar a carcaça de uma nave espacial ( $P_{\text{nave}}$ ) a centenas de quilômetros de altitude e a de um submarino ( $P_{\text{sub}}$ ) a  $100\text{ m}$  de profundidade, supondo que o interior de ambos os veículos se encontra à pressão de  $1\text{ atm}$ . Considere a densidade da água como  $\rho = 1.000\text{ kg/m}^3$ .

**38 Unesp 2016** Determinada massa de nitrogênio é armazenada a  $27^\circ\text{C}$  dentro de um cilindro fechado em sua parte superior por um êmbolo de massa desprezível, sobre o qual está apoiado um corpo de  $100\text{ kg}$ . Nessa situação, o êmbolo permanece em repouso a  $50\text{ cm}$  de altura em relação à base do cilindro. O gás é, então, aquecido isobaricamente até atingir a temperatura de  $67^\circ\text{C}$ , de modo que o êmbolo sofre um deslocamento vertical  $\Delta h$ , em movimento uniforme, devido à expansão do gás.



Desprezando o atrito, adotando  $g = 10\text{ m/s}^2$  e sabendo que a área do êmbolo é igual a  $100\text{ cm}^2$ , que a pressão atmosférica local vale  $10^5\text{ N/m}^2$  e considerando o nitrogênio como um gás ideal, calcule o módulo, em N, da força vertical que o gás exerce sobre o êmbolo nesse deslocamento e o trabalho realizado por essa força, em J, nessa transformação.

**39 Unicamp 2016** Os reguladores de pressão são acessórios de segurança fundamentais para reduzir a pressão de gases no interior dos cilindros até que se atinja sua pressão de utilização. Cada tipo de gás possui um regulador específico.

- Tipicamente, gases podem ser armazenados em cilindros a uma pressão interna de  $P_0 = 2,0 \times 10^7\text{ Pa}$  e ser utilizados com uma pressão de saída do regulador de  $P_1 = 1,6 \times 10^7\text{ Pa}$ . Considere um gás ideal mantido em recipiente fechado a uma temperatura inicial de  $T_0 = 300\text{ K}$ . Calcule a temperatura final  $T_1$  do gás se ele for submetido isovolumetricamente à variação de pressão dada acima.
- Quando os gases saem dos reguladores para o circuito de utilização, é comum que o fluxo do gás (definido como sendo o volume do gás que atravessa a tubulação por unidade de tempo) seja monitorado através de um instrumento denominado fluxômetro. Considere um tanque cilíndrico com a área da base igual a  $A = 2,0\text{ m}^2$  que se encontra inicialmente vazio e que será preenchido com gás nitrogênio. Durante o preenchimento, o fluxo de gás que entra no tanque é medido pela posição da esfera sólida preta do fluxômetro, como ilustra a figura abaixo. A escala do fluxômetro é dada em **litros/minuto**. A medida do fluxo de nitrogênio e sua densidade  $d = 1,0\text{ kg/m}^3$  permaneceram constantes durante todo o processo de preenchimento, que durou um intervalo de tempo  $\Delta t = 12\text{ h}$ . Após este intervalo de tempo, a válvula do tanque é fechada com certa quantidade de gás nitrogênio em repouso no seu interior. Calcule a pressão exercida pelo gás na base do tanque. Caso necessário, use  $g = 10\text{ m/s}^2$ .

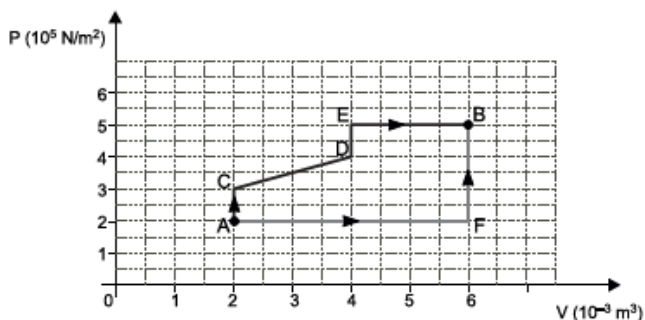
**35 Unesp 2017** Um bloco de gelo de massa 200 g, inicialmente à temperatura de  $-10\text{ }^\circ\text{C}$ , foi mergulhado em um recipiente de capacidade térmica  $200\text{ cal}/^\circ\text{C}$  contendo água líquida a  $24\text{ }^\circ\text{C}$ . Após determinado intervalo de tempo, esse sistema entrou em equilíbrio térmico à temperatura de  $4\text{ }^\circ\text{C}$ .

O gráfico mostra como variou a temperatura apenas do gelo, desde sua imersão no recipiente até ser atingido o equilíbrio térmico.



Considerando as informações contidas no gráfico e na tabela, que o experimento foi realizado ao nível do mar e desprezando as perdas de calor para o ambiente, calcule a quantidade de calor absorvido pelo bloco de gelo, em calorias, desde que foi imerso na água até ser atingido o equilíbrio térmico, e calcule a massa de água líquida contida no recipiente, em gramas, antes da imersão do bloco de gelo.

**36 Unifesp 2017** Uma massa constante de gás ideal pode ser levada de um estado inicial A a um estado final B por dois processos diferentes, indicados no diagrama  $P \times V$ .

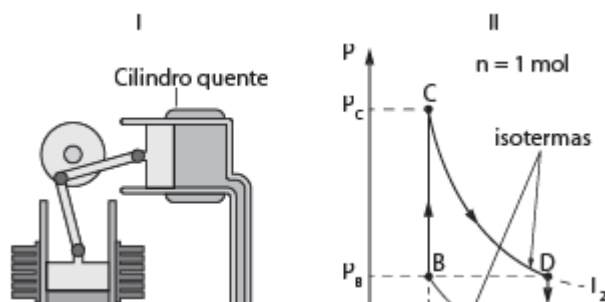


Para ocorrer, a transformação ACDEB exige uma quantidade  $Q_1$  de calor e a transformação AFB exige uma quantidade  $Q_2$  de calor. Sendo  $T_A$  e  $T_B$  as temperaturas absolutas do gás nos estados A e B, respectivamente, calcule:

- o valor da razão  $\frac{T_B}{T_A}$ .
- o valor da diferença  $Q_1 - Q_2$ , em joules.

**27 Fuvest 2018** O motor Stirling, uma máquina térmica de alto rendimento, é considerado um motor ecológico, pois pode funcionar com diversas fontes energéticas. A figura I mostra esquematicamente um motor Stirling com dois cilindros. O ciclo termodinâmico de Stirling, mostrado na figura II, representa o processo em que o combustível é queimado externamente para aquecer um dos dois cilindros do motor, sendo que uma quantidade fixa de gás inerte se move entre eles, expandindo-se e contraindo-se.

Nessa figura está representado um ciclo de Stirling no diagrama  $P \times V$  para um mol de gás ideal monoatômico. No estado A, a pressão é  $P_A = 4\text{ atm}$ , a temperatura é  $T_1 = 27\text{ }^\circ\text{C}$  e o volume é  $V_A$ . A partir do estado A, o gás é comprimido isotermicamente até um terço do volume inicial, atingindo o estado B. Na isoterma  $T_1$ , a quantidade de calor trocada é  $Q_1 = 2.640\text{ J}$ , e, na isoterma  $T_2$ , é  $Q_2 = 7.910\text{ J}$ .



Determine

- o volume  $V_A$ , em litros;
- a pressão  $P_D$ , em atm, no estado D;
- a temperatura  $T_2$ .

Considerando apenas as transformações em que o gás recebe calor, determine

- a quantidade total de calor recebido em um ciclo,  $Q_R$ , em J.

**Note e adote:**

Calor específico a volume constante:  $C_V = 3 R/2$

Constante universal dos gases:  $R = 8\text{ J}/(\text{mol K}) = 0,08\text{ atm } \ell / (\text{mol K})$

$0\text{ }^\circ\text{C} = 273\text{ K}$

$1\text{ atm} = 10^5\text{ Pa}$

$1\text{ m}^3 = 1.000\text{ } \ell$

**28 Fuvest 2018** Em navios porta-aviões, é comum o uso de catapultas para lançar os aviões das curtas pistas de decolagem. Um dos possíveis mecanismos de funcionamento dessas catapultas utiliza vapor de água aquecido a 500 K para pressurizar um pistão cilíndrico de 60 cm de diâmetro e 3 m de comprimento, cujo êmbolo é ligado à aeronave.

Após a pressão do pistão atingir o valor necessário, o êmbolo é solto de sua posição inicial e o gás expande rapidamente até sua pressão se igualar à pressão atmosférica (1 atm). Nesse processo, o êmbolo é empurrado, e o comprimento do cilindro é expandido para 90 m, impulsionando a aeronave a ele acoplada. Esse processo dura menos de 2 segundos, permitindo que a temperatura seja considerada constante durante a expansão.

- Calcule qual é a pressão inicial do vapor de água utilizado nesse lançamento.
- Caso o vapor de água fosse substituído por igual massa de nitrogênio, nas mesmas condições, o lançamento seria bem-sucedido? Justifique.

**Note e adote:**

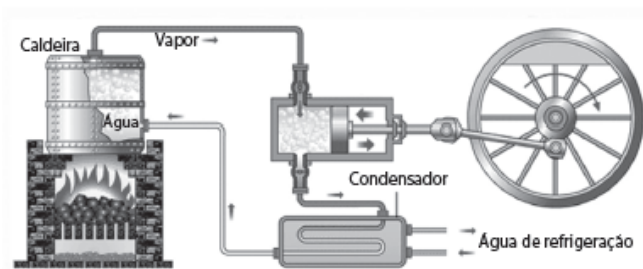
Constante universal dos gases:  $R = 8 \times 10^{-5} \text{ atm} \cdot \text{m}^3 \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ ;  $\pi = 3$ ;

Massas molares:

$\text{H}_2\text{O}$  — 18 g/mol

$\text{N}_2$  — 28 g/mol

**29 Unesp 2018** A figura mostra uma máquina térmica em que a caldeira funciona como a fonte quente e o condensador como a fonte fria.



(<http://elcalor.wordpress.com>. Adaptado.)

- Considerando que, a cada minuto, a caldeira fornece, por meio do vapor, uma quantidade de calor igual a  $1,6 \times 10^9 \text{ J}$  e que o condensador recebe uma quantidade de calor igual a  $1,2 \times 10^9 \text{ J}$ , calcule o rendimento dessa máquina térmica.
- Considerando que  $6,0 \times 10^3 \text{ kg}$  de água de refrigeração fluem pelo condensador a cada minuto, que essa água sai do condensador com temperatura  $20^\circ\text{C}$  acima da temperatura de entrada e que o calor específico da água é igual a  $4,0 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ , calcule a razão entre a quantidade de calor retirada pela água de refrigeração e a quantidade de calor recebida pelo condensador.

**Gabarito - LIVRO 1 – Questões Dissertativas**  
**Física – Frente 3– Capítulo 6**

**2011**

38. a) Trecho a  $\rightarrow$  b  
 $\Delta V = 0$   
 $\Delta P = -2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$   
 Trecho b  $\rightarrow$  c  
 $\Delta P = 0$   
 $\Delta V = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$   
 $\frac{T_b}{T_c} = 1$
- b) 4.000 J

**2013**

37.  $\tau_{AB} = 2,8 \cdot 10^5 \text{ J}$   
 $\Delta U_{CA} = 2 \cdot 10^4 \text{ J}$

**2014**

35. A pressão  $p_2$  é dada por:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 8,0 \cdot 10^{-3}}{T_1} = \frac{p_2 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{T_2}$$

$$p_2 = 8,0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Como a transformação do estado 1 para o estado 2 é isobárica, tem-se:

$$\tau = P \cdot \Delta V$$

$$\tau = 1,2 \cdot 10^5 (12 \cdot 10^{-3} - 8,0 \cdot 10^{-3}) \text{ (J)}$$

$$\tau = 4,8 \cdot 10^2 \text{ J}$$

A variação de energia interna do gás  $\Delta U$  entre os estados 1 e 2, pela Primeira Lei da Termodinâmica, é dada por:

$$Q = \tau + \Delta U$$

$$500 = 48 + \Delta U$$

$$\Delta U = 20 \text{ J}$$

Observação:

A variação de energia interna obtida é incompatível com a de um gás perfeito monoatômico ( $\Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V$ ) ou diatômico ( $\Delta U = \frac{5}{2} p \Delta V$ ).

36. a) Como a massa do gás permanece constante durante todo o processo, temos:
- $$\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_B V_B}{T_B}$$
- $$\frac{6 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{(57 + 273)} = \frac{4 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-2}}{T_B}$$
- $$T_B = 110 \text{ K}$$
- $$\therefore T_B = -163^\circ\text{C}$$

b)  $\tau_{\Delta}$  área

$$\tau_{AB} = \frac{(6 \cdot 10^5 + 4 \cdot 10^5) \cdot 1 \cdot 10^{-2}}{2}$$

$$\tau_{AB} = -500 \text{ J}$$

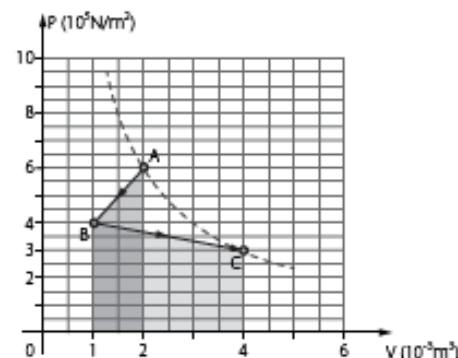
compressão

$\tau_{\Delta}$  área

$$\tau_{BC} = \frac{(4 \cdot 10^5 + 3 \cdot 10^5) \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{2}$$

$$\tau_{BC} = +1050 \text{ J}$$

expansão



Pela 1ª Lei da Termodinâmica, temos:

$$\Delta U_{AC} = Q_{AC} - \tau_{AC}$$

Como a energia interna é função de estado, sua variação depende apenas do estado final C e do estado inicial A. Como A e C estão sobre uma isoterma, temos que  $\Delta U_{AC} = 0$ .

$$0 = [Q_{AB} + Q_{BC}] - [\tau_{AB} + \tau_{BC}]$$

$$0 = [-800 + Q_{BC}] - [(-500) + 1050] \therefore \boxed{Q_{BC} = 1350 \text{ J}}$$

## 2015

34. a) Pela Equação de Clapeyron, temos:

$$P \cdot V = nRT; \text{ com } n = \frac{N}{N_A} \therefore PV = \frac{N}{N_A} \cdot R \cdot T$$

$$\text{Assim, } \frac{N}{V} = \frac{P \cdot N_A}{R \cdot T} = \frac{(3,2 \cdot 10^5) \cdot (6 \cdot 10^{23})}{(8) \cdot (3 \cdot 10^2)} \therefore \frac{N}{V} = 8 \cdot 10^{12} \frac{\text{moléculas}}{\text{m}^3}$$

b) Para o submarino, temos:

- Pressão interna:  $P_1 = 1 \text{ atm}$

- Pressão externa:  $P_2 = P_0 + \rho \cdot g \cdot h = (10^5) + (10^3 \cdot 10 \cdot 10^2) \therefore$

$$\therefore P_2 = 11 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 11 \text{ atm}$$

- Pressão resultante:  $P_{\text{res}} = 10 \text{ atm}$

Para a nave, temos:

- Pressão interna:  $P_1 = 1 \text{ atm}$

- Pressão externa:  $P_2 = 0$

- Pressão resultante:  $P_{\text{res}} = 1 \text{ atm}$

Portanto, a razão é dada por:  $\frac{P_{\text{sub}}}{P_{\text{nave}}} = 10$

## 2016

38. a)  $T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$

$$T_2 = 67 + 273 = 340 \text{ K}$$

$$A_{\text{êmbolo}} = 100 \text{ cm}^2 = 100 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 10^{-2} \text{ m}^2$$

- Cálculo da pressão do corpo:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{m \cdot g}{A} \Rightarrow P = \frac{100 \cdot 10}{152} \therefore P_{\text{corpo}} = 1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

- Cálculo da pressão do gás. Como o êmbolo está em equilíbrio, temos que:

$$P_{\text{gás}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{corpo}}$$

$$P_{\text{gás}} = 1 \cdot 10^5 + 1 \cdot 10^5$$

$$P_{\text{gás}} = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

- Cálculo da força que o gás exerce sobre o êmbolo:

$$P_{\text{gás}} = \frac{F_{\text{gás}}}{A} \Rightarrow 2 \cdot 10^5 = \frac{F_{\text{gás}}}{10^{-2}} \therefore F_{\text{gás}} = 2 \cdot 10^3 \text{ N}$$

b) - Cálculo de altura final do êmbolo (transformação isobárica):

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{A \cdot h_1}{T_1} = \frac{A \cdot h_2}{T_2} \Rightarrow \frac{0,5}{300} = \frac{h_2}{340} \therefore h_2 = \frac{17}{30} \text{ m}$$

- Cálculo do trabalho da força que o gás aplica:

$$\tau_f = P \cdot \Delta V \Rightarrow \tau_f = 2 \cdot 10^5 \left( \frac{17}{30} \cdot 10^{-2} - 0,5 \cdot 10^{-2} \right) \therefore \boxed{\tau_f = \frac{400}{3} \text{ J}}$$

39. a) Para o gás ideal:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_0 \cdot V_0}{T_0}$$

Em uma transformação isovolumétrica:

$$\frac{1,6 \cdot 10^7}{T_1} = \frac{2 \cdot 10^7}{300} \therefore \boxed{T_1 = 240 \text{ K}}$$

b) Na figura do fluxômetro vemos que  $\phi = 25 \frac{\text{litros}}{\text{minuto}}$

$$1 \text{ litro} = 10^{-3} \text{ m}^3, \text{ logo } \phi = 25 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{minuto}}$$

Dos dados,  $\Delta t = 12 \text{ h} = 720 \text{ minutos}$ , assim:

$$\phi = \frac{\text{vol}}{\Delta t} \Rightarrow \text{vol} = \phi \cdot \Delta t \Rightarrow \text{vol} = 25 \cdot 10^{-3} \cdot 720 \Rightarrow \text{vol} = 18 \text{ m}^3$$

Se  $d = \frac{m}{\text{vol}}$ , então:

$$m = d \cdot \text{vol} \Rightarrow m = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 18 \text{ m}^3 \Rightarrow m = 18 \text{ kg}$$

$$\text{Pressão} = \frac{\text{força}}{\text{área}} \Rightarrow P = \frac{\text{peso}}{\text{área}} \Rightarrow P = \frac{m \cdot g}{A} \Rightarrow P = \frac{18 \cdot 10}{2}$$

$$\therefore \boxed{P = 90 \text{ Pa}}$$

## 2017

35. O gelo aquece ( $-10^\circ\text{C}$  a  $0^\circ\text{C}$ ), derrete e aquece novamente ( $0^\circ\text{C}$  a  $4^\circ\text{C}$ ). Assim, o calor total absorvido por ele é dado por:

$$Q_{\text{gelo}} = m \cdot c \cdot \Delta\theta_1 + m \cdot L + m \cdot c \cdot \Delta\theta_2 \rightarrow Q_{\text{gelo}} = m \cdot [0,5 \cdot 40 + 80 + 1 \cdot 4] \rightarrow$$

$$\boxed{Q_{\text{gelo}} = 17.800 \text{ cal}}$$

Considerando que a água e o recipiente estavam inicialmente em equilíbrio térmico, ambos cederam calor para ao gelo. Sendo o sistema termicamente isolado, pode-se escrever:

$$Q_{\text{gelo}} + Q_{\text{recip}} + Q_{\text{água}} = 0 \rightarrow Q_{\text{gelo}} + C \cdot \Delta\theta_{\text{rec}} + m \cdot c \cdot \Delta\theta_2 = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow 17.800 + 200 \cdot (4 - 24) + m_{\text{água}} \cdot 1 \cdot (4 - 24) = 0 \rightarrow$$

$$\boxed{m_{\text{água}} = 690 \text{ g}}$$

36. a) Como o gás está confinado, tem-se:

$$\frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_B \cdot V_B}{T_B}$$

$$\frac{2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{T_A} = \frac{5 \cdot 10^5 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{T_B}$$

Portanto,  $\boxed{\frac{T_A}{T_B} = 7,5}$

b) Como nas transformações ACDEB e AFB os estados inicial e final são os mesmos, tem-se que a variação da energia interna, nas duas transformações, também serão iguais:

$$\Delta U_{ACDEB} = \Delta U_{AFB}$$

$$Q_1 - \tau_{ACDEB} = Q_2 - \tau_{AFB}$$

$$Q_1 - Q_2 = \tau_{ACDEB} - \tau_{AFB}$$

Como o trabalho é numericamente igual à área, tem-se:

$$Q_1 - Q_2 = \left[ + \frac{(4 \cdot 10^5 + 3 \cdot 10^5) \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{2} + 5 \cdot 10^5 (2 \cdot 10^{-3}) \right] - [2 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}]$$

$$Q_1 - Q_2 = 1.700 - 800$$

Portanto,  $\boxed{Q_1 - Q_2 = 900 \text{ J}}$

## 2018

27. a) Tem-se que, no estado A, o número de mol é  $n = 1$ ; a pressão,  $P_A = 4 \text{ atm}$ ; e a temperatura,  $T_1 = 27^\circ \text{C}$ . Assim, pode-se relacioná-los através da equação de Clapeyron,  $P_A V_A = nRT_1$ ; logo, tem-se  $4V_A = 1 \cdot 0,08 \cdot (27 + 273)$  e, finalmente,  $V_A = 6,0 \text{ L}$ .

b) De acordo com o texto,  $V_B = \frac{1}{3} V_A$ ; assim, conforme a relação

$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_B V_B}{T_B}, \text{ tem-se } \frac{4V_A}{T_A} = \frac{P_B \cdot \frac{1}{3} V_A}{T_B} \text{ e, finalmente, } P_B = 12 \text{ atm.}$$

c) Pelo gráfico, tem-se que  $VA = VD$  e que  $PB = PD$ . Assim:

$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_D V_D}{T_D} \rightarrow \frac{4V_A}{27 + 273} = \frac{12V_A}{T_D} \rightarrow T_D = 900 \text{ K}$$

d) Para a transformação AB (isotérmica):

$$Q_{AB} = \tau_{AB} + \Delta U_{AB}$$

Como se trata de uma compressão, tem-se que:

$$\tau_{AB} < 0 \text{ logo } Q_{AB} < 0 \text{ (calor cedido)}$$

Para a transformação BC (isovolumétrica):

$$Q_{BC} = \tau_{BC} + \Delta U_{BC}$$

Como há aumento de temperatura, tem-se:

$\Delta U_{BC} > 0$ , logo  $Q_{BC} > 0$  (calor recebido), podendo ser usada a relação

$$Q_{BC} = nC_V \Delta T_{BC}, \text{ em que } Q_{BC} = \frac{3}{2} \cdot 8 \cdot (900 - 300) \rightarrow Q_{BC} = 7.200 \text{ J}$$

Para a transformação CD (isotérmica):

$$Q_{CD} = \tau_{CD} + \Delta U_{CD}$$

Como se trata de uma expansão, tem-se que:

$\tau_{CD} > 0$ ; logo,  $Q_{CD} > 0$  (calor recebido), que, conforme o texto, equivale a  $Q_2 = 7.910 \text{ J}$

Para a transformação DA (isovolumétrica):

$$Q_{DA} = \tau_{DA} + \Delta U_{DA}$$

Como há diminuição de temperatura:

$$\Delta U_{DA} < 0, \text{ logo } Q_{DA} < 0 \text{ (calor cedido)}$$

Assim, o calor recebido será:

$$Q_R = Q_{BC} + Q_{CD} \rightarrow Q_R = 7.200 + 7.910 \rightarrow Q_R = 15.110 \text{ J}$$

28. A questão foi elaborada de modo que o candidato pudesse escolher diferentes modos de resolução, pois o assunto permitia a utilização de conhecimentos tanto da Química como da Física.

O estudo dos gases foi abordado de forma clássica, estimulando o raciocínio lógico a partir da visualização do fenômeno descrito.

a)  $V_i$ : volume inicial do cilindro

$d$ : diâmetro do cilindro

$l_i$ : comprimento inicial do cilindro  $\Rightarrow l_i = 3 \text{ m}$

$$V_i = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times l_i$$

$V_f$ : volume final do cilindro (após a expansão do gás)

$d$ : diâmetro do cilindro

$l_f$ : comprimento final do cilindro (após a expansão do gás)  $\Rightarrow$

$\Rightarrow l_f = 90 \text{ m}$

$$V_f = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times l_f$$

$P_i$ : pressão inicial do cilindro  $\Rightarrow P_i = ?$

$P_f$ : pressão final do cilindro  $\Rightarrow P_f = 1 \text{ atm}$

A temperatura constante de  $500 \text{ K}$ :

$$P_i \times V_i = P_f \times V_f$$

$$P_i \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times l_i = P_f \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times l_f$$

$$P_i \times l_i = P_f \times l_f$$

$$P_i \times 0,6 \text{ m} = 1 \text{ atm} \times 90 \text{ m}$$

$$P_i = 30 \text{ atm}$$

b) Relação entre o número de mols:

$$\frac{n_{(N_2)}}{n_{(H_2O)}} = \frac{28}{18} = 0,64$$

$$n_{(N_2)} = 0,64 \times n_{(H_2O)} \Rightarrow P_{(N_2)} = 0,64 \times P_{(H_2O)}$$

$$P_{(N_2)} = 0,64 \times 30$$

$$P_{(N_2)} = 19,2 \text{ atm}$$

$19,2 \text{ atm} < 30 \text{ atm} \Rightarrow$  A pressão necessária para o lançamento a  $90 \text{ m}$  não seria atingida.

Portanto, o lançamento não seria bem-sucedido.

29. a) Para o rendimento ( $\eta$ ) de uma máquina térmica, tem-se:

$$\eta = \frac{\tau}{Q_c} = 1 - \frac{Q_f}{Q_c}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_c = 1,6 \cdot 10^9 \text{ J} \\ Q_f = 1,2 \cdot 10^9 \text{ J} \end{array} \right\} \eta = 1 - \frac{1,2 \cdot 10^9}{1,6 \cdot 10^9} \Rightarrow \eta = 25\%$$

b) A água de refrigeração retira do condensador uma quantidade de calor ( $Q$ ), a cada minuto, dada por:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta = 6 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 20 = 4,8 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Assim, a razão solicitada será

$$\frac{Q}{Q_c} = \frac{4,8 \cdot 10^9}{1,2 \cdot 10^9} \Rightarrow \frac{Q}{Q_c} = 0,4$$

**LIVRO 2 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 3**

**40** Unicamp 2014

Veja também em:

Física - Livro 1 - Frente 1 - Capítulo 2

Correr uma maratona requer preparo físico e determinação. A uma pessoa comum se recomenda, para o treino de um dia, repetir 8 vezes a seguinte sequência: correr a distância de 1 km à velocidade de 10,8 km/h e, posteriormente, andar rápido a 7,2 km/h durante dois minutos.

- Qual será a distância total percorrida pelo atleta ao terminar o treino?
- Para atingir a velocidade de 10,8 km/h, partindo do repouso, o atleta percorre 3 m com aceleração constante. Calcule o módulo da aceleração a do corredor neste trecho.

**Gabarito - LIVRO 2 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 3**

**2014**

**40.** a) Para uma sequência, temos:

$$d_1 = 1,00 \text{ km}; d_2 = v_2 \cdot \Delta t_2 = 7,2 \text{ km/h} \cdot \frac{2}{60} \text{ h} = 0,24 \text{ km}$$

$$\text{Portanto: } d = d_1 + d_2 = 1,00 \text{ km} + 0,24 \text{ km} = 1,24 \text{ km}$$

Para o treino, temos:

$$d_T = 8 \cdot d = 8 \cdot 1,24 \text{ km} \therefore \boxed{d_T = 9,92 \text{ km}}$$

**LIVRO 2 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 6**

**42** Unifesp 2013 O atleta húngaro Krisztian Pars conquistou medalha de ouro na olimpíada de Londres no lançamento de martelo. Após girar sobre si próprio, o atleta lança a bola a 0,50 m acima do solo, com velocidade linear inicial que forma um ângulo de 45° com a horizontal. A bola toca o solo após percorrer a distância horizontal de 80 m.



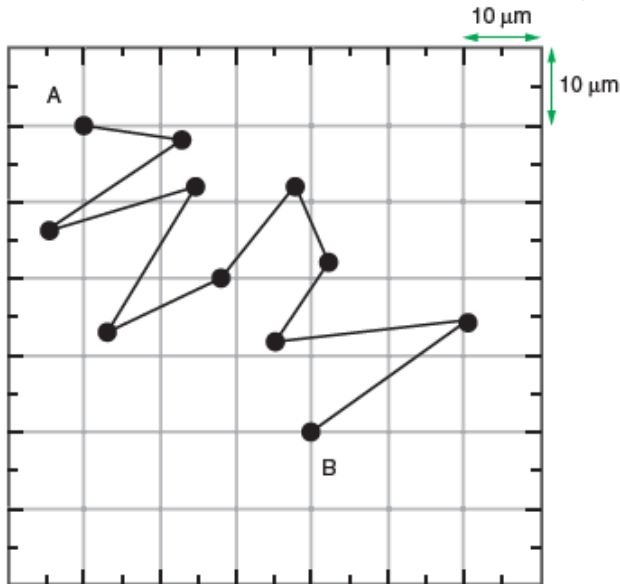
Nas condições descritas do movimento parabólico da bola, considerando a aceleração da gravidade no local igual a  $10 \text{ m/s}^2$ ,  $\sqrt{2}$  igual a 1,4 e desprezando-se as perdas de energia mecânica durante o voo da bola, determine, aproximadamente:

- o módulo da velocidade de lançamento da bola, em m/s.
- a altura máxima, em metros, atingida pela bola.

**41** Unicamp 2015 Movimento browniano é o deslocamento aleatório de partículas microscópicas suspensas em um fluido, devido às colisões com moléculas do fluido em agitação térmica.

- A figura abaixo mostra a trajetória de uma partícula em movimento browniano em um líquido após várias colisões. Sabendo-se que os pontos negros correspondem a posições da partícula a cada 30 s, qual é o módulo da velocidade média desta partícula entre as posições A e B?
- Em um de seus famosos trabalhos, Einstein propôs uma teoria microscópica para explicar o movimento de partículas sujeitas ao movimento browniano. Segundo essa teoria, o valor eficaz do deslocamento de uma partícula em uma dimensão é dado por  $l = \sqrt{2Dt}$ , onde  $t$  é o tempo em segundos e  $D = kT/r$  é o coeficiente de difusão de uma partícula em um determinado fluido, em que  $K = 3 \times 10^{-18} \text{ m}^3/\text{sK}$ ,  $T$  é a temperatura absoluta e  $r$  é o raio da partícula em suspensão. Qual é o deslocamento eficaz de uma partícula de raio  $r = 3 \text{ }\mu\text{m}$  neste fluido a  $T = 300 \text{ K}$  após 10 minutos?





**Gabarito - LIVRO 2 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 6**

**2013**

42. a) 28,57 m/s  
b) 20 m

**2015**

41. a) Para o módulo do deslocamento vetorial da partícula, temos:

$$|\Delta r| = \sqrt{(30 \cdot 10^{-6})^2 + (40 \cdot 10^{-6})^2} = \sqrt{2500 \cdot 10^{-12}} \therefore |\Delta r| = 50 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Segundo o enunciado,  $\Delta t = 300 \text{ s} = 3 \cdot 10^2 \text{ s}$ ; portanto, o módulo da velocidade vetorial média é dado por:

$$|v_m| = \frac{|\Delta r|}{\Delta t} = \frac{50 \cdot 10^{-6} \text{ m}}{3 \cdot 10^2 \text{ s}} = \frac{5}{3} \cdot 10^{-7} \text{ m/s} = \frac{1}{6} \mu\text{m/s}$$

b) Para o coeficiente de difusão, temos:

$$D = \frac{K \cdot T}{r} = \frac{(3 \cdot 10^{-18}) \cdot (3 \cdot 10^2)}{(3 \cdot 10^{-6})} = 3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Para o deslocamento eficaz, temos:

$$\ell = \sqrt{2 \cdot D \cdot t} = \sqrt{2 \cdot (3 \cdot 10^{-10}) \cdot (6 \cdot 10^2)} = \sqrt{(36 \cdot 10^{-8})} \therefore \ell = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

**LIVRO 2 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 7**

- 44 UFPR 2011 Na cobrança de uma falta durante uma partida de futebol, a bola, antes do chute, está a uma distância horizontal de 27 m da linha do gol. Após o chute, ao cruzar a linha do gol, a bola passou a uma altura de 1,35 m do chão quando estava em movimento descendente e levou 0,9 s neste movimento. Despreze a resistência do ar e considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .
- Calcule o módulo da velocidade na direção vertical no instante em que a bola foi chutada.
  - Calcule o ângulo, em relação ao chão, da força que o jogador imprimiu sobre a bola pelo seu chute.
  - Calcule a altura máxima atingida pela bola em relação ao solo.

**Gabarito - LIVRO 2 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 7**

**2011**

44. a) 6 m/s  
b)  $\theta = \text{arc tg } 0,2$   
c) 1,8 m

**LIVRO 2 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 8**

- 47 UFPR 2011 Com o objetivo de analisar a deformação de uma mola, solta-se, a partir do repouso e de certa altura, uma esfera de massa  $m = 0,1 \text{ kg}$  sobre essa mola, de constante elástica  $k = 200 \text{ N/m}$ , posicionada em pé sobre uma superfície. A deformação máxima causada na mola pela queda da esfera foi 10 cm. Considere a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$  e despreze a massa da mola e o atrito com o ar.
- Determine o módulo e a orientação das forças que atuam sobre a esfera no instante de máxima deformação da mola.
  - Determine o módulo e a orientação da força resultante sobre a esfera no instante de máxima deformação da mola.
  - Determine o módulo e o sentido da máxima aceleração sofrida pela esfera.
  - Determine a força normal exercida pelo solo sobre a mola no instante de sua máxima deformação.

**46 Unicamp 2013** Em agosto de 2012, a NASA anunciou o pouso da sonda *Curiosity* na superfície de Marte. A sonda, de massa  $m = 1.000$  kg, entrou na atmosfera marciana a uma velocidade  $V_0 = 6.000$  m/s.

- A sonda atingiu o repouso, na superfície de Marte, 7 minutos após a sua entrada na atmosfera. Calcule o módulo da força resultante média de desaceleração da sonda durante sua descida.
- Considere que, após a entrada na atmosfera a uma altitude  $h_0 = 125$  km, a força de atrito reduziu a velocidade da sonda para  $v = 4.000$  m/s quando a altitude atingiu  $h = 100$  km. A partir da variação da energia mecânica, calcule o trabalho realizado pela força de atrito neste trecho. Considere a aceleração da gravidade de Marte, neste trecho, constante e igual a  $g_{\text{Marte}} = 4$  m/s<sup>2</sup>.

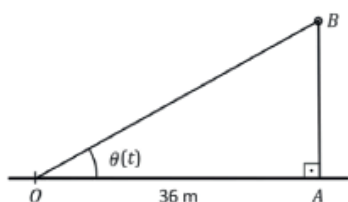
**47 Fuvest 2017**

Veja também em:

Física - Livro 4 - Frente 2 - Capítulo 12

Um balão *B* sobe verticalmente com aceleração constante de  $2$  m/s<sup>2</sup> a partir de um ponto *A* localizado no solo a  $36$  m de um observador *O*, que permanece em repouso no solo. A medida em radianos do ângulo de elevação do balão em relação ao observador no instante  $t$  é denotada por  $\theta(t)$ .

Sabe-se que a massa do balão é de  $90$  kg.



- Supondo que as forças que determinam o movimento do balão sejam o seu peso e o empuxo, calcule o volume do balão.
- Suponha que, no instante  $t_0 = 0$ , o balão se encontre no ponto *A* e que sua velocidade seja nula. Determine a velocidade média do balão entre o instante  $t_1$ , em que  $\theta(t_1) = \frac{\pi}{4}$  e o instante  $t_2$ , em que  $\theta(t_2) = \frac{\pi}{3}$ .

Note e adote:

Aceleração da gravidade:  $10$  m/s<sup>2</sup>

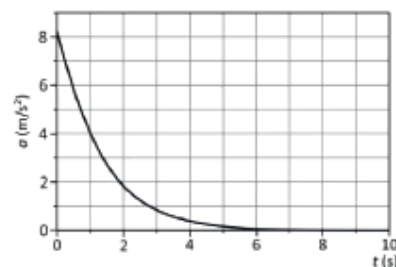
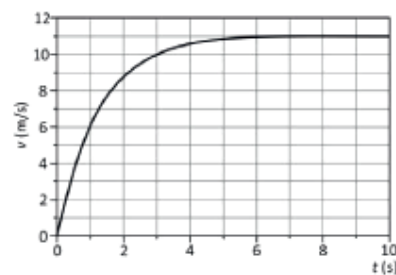
Densidade do ar:  $1,2$  kg/m<sup>3</sup>

**48 Fuvest 2017**

Veja também em:

Física - Livro 3 - Frente 1 - Capítulo 10

Um atleta de peso  $700$  N corre  $100$  metros rasos em  $10$  segundos. Os gráficos dos módulos da sua velocidade horizontal,  $v$ , e da sua aceleração horizontal,  $a$ , ambas em função do tempo  $t$ , estão representados abaixo.



**49 Fuvest 2017**

Veja também em:

Física - Livro 4 - Frente 1 - Capítulo 11

Os primeiros astronautas a pousar na Lua observaram a existência de finas camadas de poeira pairando acima da superfície lunar. Como não há vento na Lua, foi entendido que esse fenômeno estava ligado ao efeito fotoelétrico causado pela luz solar: elétrons são extraídos dos grãos de poeira do solo lunar ao receberem energia da radiação eletromagnética proveniente do Sol e, assim, os grãos tornam-se positivamente carregados. O mesmo processo também arranca elétrons da superfície lunar, contribuindo para a carga positiva do lado iluminado da superfície da Lua. A altura de equilíbrio acima da superfície lunar dessas camadas depende da massa e da carga dos grãos. A partir dessas informações, determine

- o módulo  $F_e$  da força eletrostática que age sobre cada grão em equilíbrio da camada, sabendo que um grão de poeira tem massa  $m = 1,2 \times 10^{-14}$  kg e que a aceleração da gravidade nas proximidades da superfície da Lua é  $g_L = 1,6$  m/s<sup>2</sup>;
- o módulo  $E$  do campo elétrico na posição dessa camada de poeira, sabendo que a carga adquirida por um grão é  $Q = 1,9 \times 10^{-15}$  C. Uma característica do efeito fotoelétrico é a necessidade de os fótons da luz incidente terem uma energia mínima, abaixo da qual nenhum elétron é arrancado do material. Essa energia mínima está relacionada à estrutura do material e, no caso dos grãos de poeira da superfície lunar, é igual a  $8 \times 10^{-19}$  J.
- Determine a frequência mínima  $f$  dos fótons da luz solar capazes de extrair elétrons dos grãos de poeira. Na superfície da Lua,  $5 \times 10^5$  é o número de fótons por segundo incidindo sobre cada grão de poeira e produzindo emissão de elétrons.
- Determine a carga  $q$  emitida em  $2$  s por um grão de poeira, devido ao efeito fotoelétrico, considerando que cada fóton arranque apenas um elétron do grão.

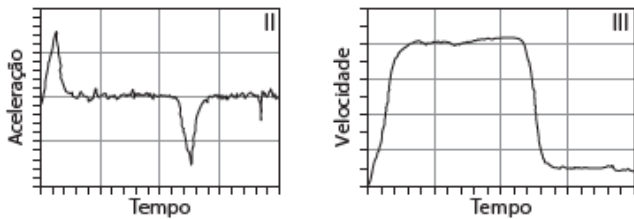
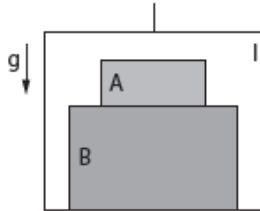
Note e adote:

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

Energia do fóton:  $E = hf$ ;  $f$  é a frequência e  $h \approx 6 \times 10^{-34}$  J · s é a constante de Planck.

Desconsidere as interações entre os grãos e a influência eletrostática dos elétrons liberados.

**38 Fuvest 2018** Duas caixas, A e B, de massas  $m_A$  e  $m_B$ , respectivamente, precisam ser entregues no 40º andar de um edifício. O entregador resolve subir com as duas caixas em uma única viagem de elevador e a figura I ilustra como as caixas foram empilhadas. Um sistema constituído por motor e freios é responsável pela movimentação do elevador; as figuras II e III ilustram o comportamento da aceleração e da velocidade do elevador. O elevador é acelerado ou desacelerado durante curtos intervalos de tempo, após o que ele adquire velocidade constante.



Analise a situação sob o ponto de vista de um observador parado no solo. Os itens a, b e c, referem-se ao instante de tempo em que o elevador está subindo com o valor máximo da aceleração, cujo módulo é  $a = 1 \text{ m/s}^2$ .

- Obtenha o módulo da força resultante,  $F_A$ , que atua sobre a caixa A.
- As figuras a seguir representam esquematicamente as duas caixas e o chão do elevador. Faça, nas figuras correspondentes, os diagramas de forças indicando as que agem na caixa A e na caixa B.

Forças agindo na caixa A

Forças agindo na caixa B



- Obtenha o módulo,  $F_C$ , da força de contato exercida pela caixa A sobre a caixa B.
- Como o cliente recusou a entrega, o entregador voltou com as caixas. Considere agora um instante em que o elevador está descendo com aceleração para baixo de módulo  $a = 1 \text{ m/s}^2$ . Obtenha o módulo,  $F_D$ , da força de contato exercida pela caixa A sobre a caixa B.

**Note e adote:**

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

**Gabarito - LIVRO 2 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 8**

**2011**

- $P = 1 \text{ N}$  (vertical, para baixo)  
 $F_{el} = 20 \text{ N}$  (vertical, para cima)
  - $F_{res} = 19 \text{ N}$  (vertical, para cima)
  - $a_{max} = 190 \text{ m/s}^2$  (vertical, para cima)
  - $N = 20 \text{ N}$

**2013**

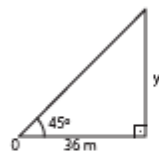
- $\approx 1,4 \cdot 10^4 \text{ N}$
  - $-1,01 \cdot 10^{10} \text{ J}$

**2017**

- Pela 2ª lei de Newton:  $\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$   
 $(E - P) = m \cdot a \rightarrow E - (900) = (90)(2)$   
 $E = 1.080 \text{ N}$ , mas  $E = d \cdot V \cdot g$

Logo:  $(1.080) = (1,2) \cdot V \cdot (10) \therefore V = 90 \text{ m}^3$

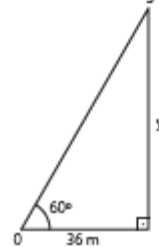
- No instante  $t_1$ :  $\theta(t_1) = \frac{\pi}{4} \text{ rad}(45^\circ)$



$$\begin{cases} \text{tg } 45^\circ = \frac{y_1}{36} = 1 \\ y_1 = 36 \text{ m} \end{cases} \quad \Delta S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$(36) = \frac{(2)}{2} t_1^2 \Rightarrow t_1 = 6 \text{ s}$$

- No instante  $t_2$ :  $\theta(t_2) = \frac{\pi}{3} \text{ rad}(60^\circ)$



$$\begin{cases} \text{tg } 60^\circ = \frac{y_2}{36} = \sqrt{3} \\ y_2 = 36\sqrt{3} \text{ m} \end{cases} \quad \Delta S' = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

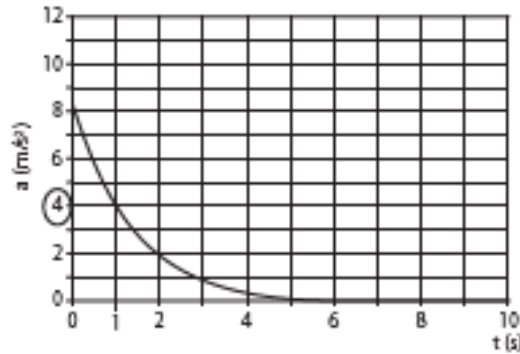
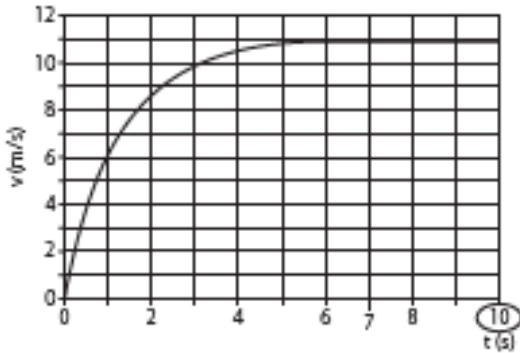
$$(36\sqrt{3}) = \frac{(2)}{2} t_2^2 \Rightarrow t_2 = 6\sqrt{3} \text{ s}$$

Logo:  $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1}$

$$v_m = \frac{36\sqrt{3} - 36}{6\sqrt{3} - 6}$$

$$v_m = 6(\sqrt{3} + 1) \text{ m/s}$$

48.



a) Entre 7 s e 10 s:  $v = \text{const.} = 11 \text{ m/s}$

$$\Delta s = v \cdot \Delta t = 33 \text{ m}$$

Logo, de 0 a 7 s  $\rightarrow \Delta s = 100 - 33 = \boxed{67 \text{ m}}$

b)  $t_1 = 1 \text{ s} \rightarrow a_1 = 4 \text{ m/s}^2$

Logo:  $F_1 = m \cdot a_1 \rightarrow F_1 = 70 \cdot 4 = \boxed{280 \text{ N}}$

c)  $E_c = \frac{mV^2}{2} \rightarrow E_c = \frac{70 \cdot (11)^2}{2} = \boxed{4.235 \text{ J}}$

$t = 10 \text{ s} \rightarrow V = 11 \text{ m/s}$

d) Duas interpretações:

(I) Na fase de aceleração

$$P_I = \frac{\Delta E_c}{\Delta t} = \frac{4.235}{7}$$

$$\boxed{P_I = 605 \text{ W}}$$

(II) Durante a corrida

$$P_{II} = \frac{\Delta E_c}{\Delta t} = \frac{4.235}{10}$$

$$\boxed{P_{II} = 423,5 \text{ W}}$$

49. a) No equilíbrio:  $F_e = P$

$$F_e = mg \rightarrow F_e = (1,2 \cdot 10^{-14})(1,6)$$

$$\boxed{F_e = 1,92 \cdot 10^{-14} \text{ N}}$$

b) Tem-se que:  $F_e = QE$

$$E = \frac{1,92 \cdot 10^{-14}}{1,9 \cdot 10^{-18}}$$

$$\boxed{E = 10 \text{ N/C}}$$

c) Sabendo que:  $E_{\text{fóton}} = hf \Rightarrow f = \frac{(8 \cdot 10^{-19})}{(6 \cdot 10^{-34})}$

$$\boxed{f \approx 13 \cdot 10^{15} \text{ Hz}}$$

d) Número de fótons incidindo sobre cada grão de poeira:

$$5 \cdot 10^5 \rightarrow 1 \text{ segundo. Logo, em 2 segundos, teremos } N = 10^6 \text{ fótons.}$$

$$\text{Finalmente: } q = N \cdot e \Rightarrow q = (10^6)(-1,6 \cdot 10^{-19})$$

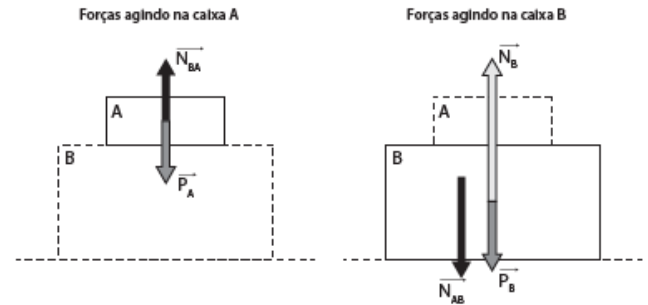
$$\boxed{q = -1,6 \cdot 10^{-13} \text{ C}}$$

2018

38. a) A força resultante sobre o corpo A será escrita como:

$$F_A = m_A \cdot a \rightarrow F_A = m_A \cdot 1 \rightarrow F_A = m_A \text{ (unidades SI)}$$

b) Observe os diagramas a seguir:



c) A força mencionada ( $F_s$ ) é a força normal aplicada por A em B. Assim, pode-se escrever:

$$F_s = N_{AB} = N_{BA} \text{ (ação/reacção)}$$

Logo, como as caixas apresentam movimento acelerado ascendente:

$$N_{BA} - P_A = F_A \rightarrow F_s - m_A \cdot g = m_A \cdot a \rightarrow F_s = 11 m_A \text{ (unidades SI)}$$

d) A força mencionada ( $F_D$ ) é a força normal aplicada por A em B. Assim:

$$F_D = N_{AB} = N_{BA} \text{ (ação/reacção)}$$

Como, agora, as caixas estão em movimento acelerado descendente:

$$P_A - N_{BA} = m_A \cdot a \rightarrow m_A \cdot g - F_D = m_A \cdot a \rightarrow F_D = 9 m_A \text{ (unidades SI)}$$

**LIVRO 2 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 10**

**49 Fuvest 2015** A energia necessária para o funcionamento adequado do corpo humano é obtida a partir de reações químicas de oxidação de substâncias provenientes da alimentação, que produzem aproximadamente 5 kcal por litro de  $O_2$  consumido. Durante uma corrida, um atleta consumiu 3 litros de  $O_2$  por minuto.

Determine

- a potência  $P$  gerada pelo consumo de oxigênio durante a corrida;
- a quantidade de energia  $E$  gerada pelo consumo de oxigênio durante 20 minutos da corrida;
- o volume  $V$  de oxigênio consumido por minuto se o atleta estivesse em repouso, considerando que a sua taxa de metabolismo basal é 100 W.

Note e adote:  
1 cal = 4 J

**Gabarito - LIVRO 2 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 10**

**2015**

49. a) A potência gerada é dada por:  
 $P = 5 \cdot 3 \therefore P = 15 \text{ kcal/min}$
- b) Sabendo-se que:  
 $\epsilon = P \cdot \Delta t \therefore \epsilon = 15 \cdot 20 \therefore \boxed{\epsilon = 300 \text{ kcal}}$
- c) A potência de metabolismo basal é  $P = 100 \text{ W} = 25 \text{ cal}$ .  
Assim, retomando a relação entre a potência e o consumo de  $O_2$ :  
 $P = 5 \cdot \frac{V}{\Delta t} \therefore 25 = 5 \cdot 10^3 \cdot \frac{V}{60} \therefore \boxed{V = 0,3 \ell}$

**LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

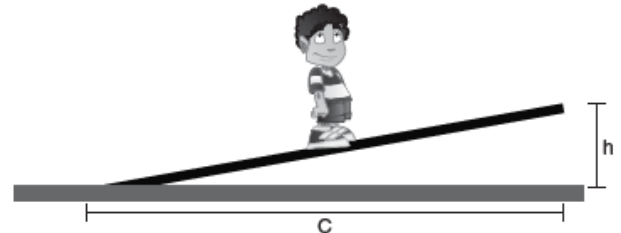
**Física – Frente 1 – Capítulo 9**

**101 UFSC 2011** No urbanismo e na arquitetura, a questão da acessibilidade tem recebido grande atenção nas últimas décadas, preocupação que pode ser verificada pela elaboração de normas para regulamentar a acessibilidade.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da norma NBR 9050 elaborada no Comitê Brasileiro de Acessibilidade, define:

- **Acessibilidade:** Possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos.
- **Rampa:** Inclinação da superfície de piso, longitudinal ao sentido de caminhada. Consideram-se rampas aquelas com declividade igual ou superior a 5%.

A figura apresenta uma rampa com 5% de inclinação, sobre a qual se encontra uma pessoa em pé e parada. Para facilitar a visualização, o desenho não está apresentado em escala.



A inclinação das rampas deve ser calculada segundo a seguinte equação:

$$i = \frac{h \times 100}{c}, \text{ na qual: } \begin{cases} i \text{ é a inclinação, em porcentagem;} \\ h \text{ é a altura do desnível;} \\ c \text{ é o comprimento da projeção horizontal da rampa.} \end{cases}$$

Considerando as informações acima apresentadas:

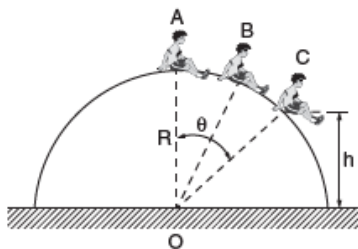
- Desenhe e identifique as forças que atuam sobre a pessoa.
- Identifique o tipo de atrito que existe entre a pessoa e a rampa para que ela possa caminhar com segurança sobre esta.
- Determine o coeficiente de atrito mínimo para que a pessoa não deslize ao caminhar nesta rampa. Mostre explicitamente o raciocínio matemático utilizado, que deve ser fundamentado em princípios físicos.

**99 Fuvest 2012** Nina e José estão sentados em cadeiras, diametralmente opostas, de uma roda-gigante que gira com velocidade angular constante. Num certo momento, Nina se encontra no ponto mais alto do percurso e José, no mais baixo; após 15 s, antes de a roda completar uma volta, suas posições estão invertidas. A roda-gigante tem raio  $R = 20 \text{ m}$  e as massas de Nina e José são, respectivamente,  $M_N = 60 \text{ kg}$  e  $M_J = 70 \text{ kg}$ . Calcule:

- o módulo  $v$  da velocidade linear das cadeiras da roda-gigante.
- o módulo  $a_R$  da aceleração radial de Nina e de José.
- os módulos  $N_N$  e  $N_J$  das forças normais que as cadeiras exercem, respectivamente, sobre Nina e sobre José, no instante em que Nina se encontra no ponto mais alto do percurso e José, no mais baixo.

Note e adote:  
 $\pi = 3$   
Aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$

**100 UFJF 2012** A figura a seguir mostra um escorregador na forma de um semicírculo de raio  $R = 5,0$  m. Um garoto escorrega do topo (ponto A) até uma altura  $h$  (ponto C) abaixo do topo, onde perde o contato com o escorregador. Nessa posição, a reta que passa pelo ponto C e pelo centro O do círculo faz um ângulo  $\theta$  com a reta normal à base do semicírculo. A figura mostra também um ponto B que está entre o ponto A e o ponto C.



Dado: aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Desprezando os atritos ou quaisquer perdas de energia, responda ao que se pede.

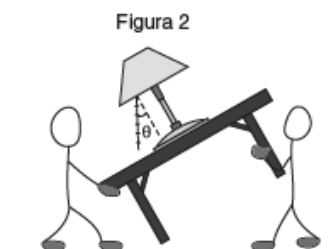
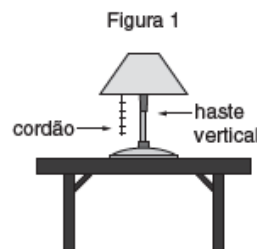
- Faça o diagrama das forças que atuam sobre o garoto no ponto B e identifique cada uma das forças.
- Calcule a altura  $h$  no momento em que o garoto perde o contato com o escorregador.
- Calcule o valor da velocidade tangencial na situação do item (b).

**98 Unicamp 2013** As nuvens são formadas por gotículas de água que são facilmente arrastadas pelo vento. Em determinadas situações, várias gotículas se juntam para formar uma gota maior, que cai, produzindo a chuva. De forma simplificada, a queda da gota ocorre quando a força gravitacional que age sobre ela fica maior que a força do vento ascendente. A densidade da água é  $\rho_{\text{água}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

- O módulo da força, que é vertical e para cima, que certo vento aplica sobre uma gota esférica de raio  $r$  pode ser aproximado por  $F_{\text{vento}} = br$ , com  $b = 1,6 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ . Calcule o raio mínimo da gota para que ela comece a cair.
- O volume de chuva e a velocidade com que as gotas atingem o solo são fatores importantes na erosão. O volume é usualmente expresso pelo índice pluviométrico, que corresponde à altura do nível da água da chuva acumulada em um recipiente aberto e disposto horizontalmente. Calcule o impulso transferido pelas gotas da chuva para cada metro quadrado de solo horizontal, se a velocidade média das gotas ao chegar ao solo é de  $2,5 \text{ m/s}$  e o índice pluviométrico é igual a  $20 \text{ mm}$ . Considere a colisão como perfeitamente inelástica.

**97 Unifesp 2015** Um abajur está apoiado sobre a superfície plana e horizontal de uma mesa em repouso em relação ao solo. Ele é acionado por meio de um cordão que pende verticalmente, paralelo à haste do abajur, conforme a figura 1.

Para mudar a mesa de posição, duas pessoas a transportam inclinada, em movimento retilíneo e uniforme na direção horizontal, de modo que o cordão mantém-se vertical, agora inclinado de um ângulo  $\theta = 30^\circ$ , constante em relação à haste do abajur, de acordo com a figura 2. Nessa situação, o abajur continua apoiado sobre a mesa, mas na iminência de escorregar em relação a ela, ou seja, qualquer pequena inclinação a mais da mesa provocaria o deslizamento do abajur.



Calcule:

- o valor da relação  $\frac{N_1}{N_2}$  sendo  $N_1$  o módulo da força normal que a mesa exerce sobre o abajur na situação da figura 1 e  $N_2$  o módulo da mesma força na situação da figura 2.
- o valor do coeficiente de atrito estático entre a base do abajur e a superfície da mesa.

**97 Fuvest 2016** Um sistema é formado por um disco com um trilho na direção radial e um bloco que pode se mover livremente ao longo do trilho. O bloco, de massa  $1 \text{ kg}$ , está ligado a uma mola de constante elástica  $300 \text{ N/m}$ . A outra extremidade da mola está fixa em um eixo vertical, perpendicular ao disco, passando pelo seu centro. Com o sistema em repouso, o bloco está na posição de equilíbrio, a uma distância de  $20 \text{ cm}$  do eixo. Um motor de potência  $0,3 \text{ W}$  acoplado ao eixo é ligado no instante  $t = 0$ , fazendo com que todo o conjunto passe a girar e o bloco, lentamente, se afaste do centro do disco. Para o instante em que a distância do bloco ao centro é de  $30 \text{ cm}$ , determine

- o módulo da força  $F$  na mola;
- a velocidade angular  $\omega$  do bloco;
- a energia mecânica  $E$  armazenada no sistema massa-mola;
- o intervalo de tempo  $\Delta t$  decorrido desde o início do movimento.

Note e adote:

Desconsidere a pequena velocidade do bloco na direção radial, as massas do disco, do trilho e da mola e os efeitos dissipativos.

**88 Fuvest 2017** De férias em Macapá, cidade brasileira situada na linha do equador e a  $51^\circ$  de longitude oeste, Maria faz um *selfie* em frente ao monumento do marco zero do equador. Ela envia a foto a seu namorado, que trabalha em um navio ancorado próximo à costa da Groenlândia, a  $60^\circ$  de latitude norte e no mesmo meridiano em que ela está. Considerando apenas os efeitos da rotação da Terra em torno de seu eixo, determine, para essa situação,

- a velocidade escalar  $v_M$  de Maria;
- o módulo  $a_M$  da aceleração de Maria;
- a velocidade escalar  $v_n$  do namorado de Maria;
- a medida do ângulo  $\alpha$  entre as direções das acelerações de Maria e de seu namorado.

Note e adote:

Maria e seu namorado estão parados em relação à superfície da Terra. As velocidades e acelerações devem ser determinadas em relação ao centro da Terra.

Considere a Terra uma esfera com raio  $6 \times 10^6 \text{ m}$ .

Duração do dia  $\approx 80.000 \text{ s}$

$\pi \approx 3$

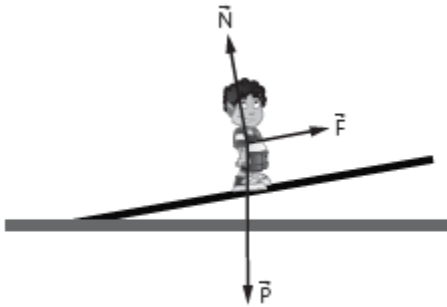
Ignore os efeitos da translação da Terra em torno do Sol.

$\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = 0,5$

$\sin 60^\circ = \cos 30^\circ \approx 0,9$

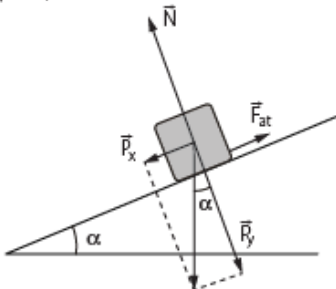
2011

101. a)



b) Atrito estático.

c)  $\mu = 0,05$ .



$$\begin{cases} N = P_y = m g \cos \alpha \\ P_x = m g \sin \alpha \end{cases}$$

A componente de atrito deve equilibrar a componente tangencial do peso.

$$F = P_x \Rightarrow \mu N = m g \sin \alpha \Rightarrow \mu m g \cos \alpha = m g \sin \alpha \Rightarrow \mu = \tan \alpha \Rightarrow \mu = \frac{h}{c}$$

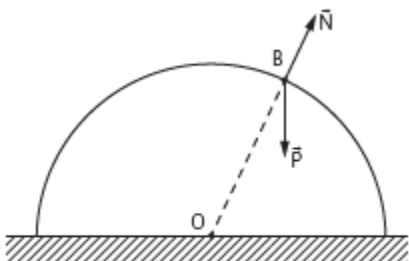
2012

99. a) 4 m/s

b) 0,8 m/s<sup>2</sup>

c)  $N_N = 552 \text{ N}; N_J = 756 \text{ N}$

100. a)



b)  $h \cong 3,3 \text{ m}$

c)  $V_c \cong 5,83 \text{ m/s}$

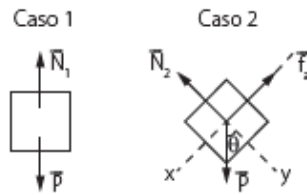
2013

98. a)  $2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

b)  $|| = 50 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

2015

97. a) O diagrama de forças em cada caso é dado por:



Assim, para equilíbrio, temos:

$$N_1 = P \text{ e } N_2 = P \cdot \cos \theta$$

Logo:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{P}{P \cos \theta} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{\cos \theta} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{2}{\sqrt{3}} \Rightarrow \boxed{\frac{N_1}{N_2} = \frac{2\sqrt{3}}{3}}$$

b) Na iminência de escorregar,  $F_{at} = \mu_e \cdot N_2$

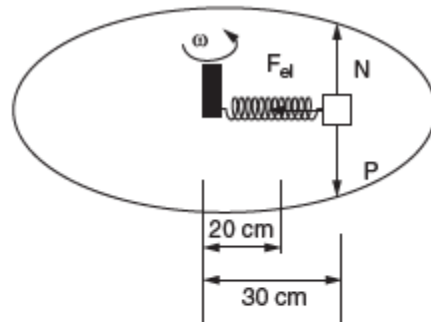
Assim:

$$F_{at} = P \cdot \sin \theta \Rightarrow \mu_e \cdot N_2 = P \cdot \sin \theta \Rightarrow \mu_e \cdot P \cdot \cos \theta = P \cdot \sin \theta \Rightarrow \mu_e = \tan \theta$$

Como  $\theta = 30^\circ$ , temos:  $\boxed{\mu_e = \frac{\sqrt{3}}{3}}$

2016

97.



a)  $F_{el} = kx$

$$F_{el} = 300 (0,3 - 0,2)$$

$$\therefore \boxed{F_{el} = 30 \text{ N}}$$

b) Pelo princípio fundamental da dinâmica, temos:

$$F_R = m \cdot a$$

$$F_{el} = m \cdot \omega^2 r$$

$$30 = 1 \cdot \omega^2 \cdot 0,3$$

$$\therefore \boxed{\omega = 10 \text{ rad/s}}$$

c) A energia mecânica armazenada no sistema é devida à energia potencial elástica e à energia cinética de rotação:

$$E_{\text{mec}}^{\text{sistema}} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \text{ sendo } v = \omega r$$

$$E_{\text{mec}}^{\text{sistema}} = \frac{300 \cdot (0,3 - 0,2)^2}{2} + \frac{1 \cdot (10 \cdot 0,3)^2}{2}$$

$$\therefore \boxed{E_{\text{mec}}^{\text{sistema}} = 6 \text{ J}}$$

d)  $P = \frac{E}{\Delta t}$

$$0,3 = \frac{6}{\Delta t}$$

$$\therefore \boxed{\Delta t = 20 \text{ s}}$$

2017

88. a) Tem-se que:

$$V_M = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow V_M = \frac{2\pi R}{T}$$

$$V_M = \frac{2(3)(6 \cdot 10^6)}{(8 \cdot 10^4)}$$

$$V_M = 450 \text{ m/s}$$

b) Maria está submetida à aceleração centrípeta:

$$a_M = \frac{V^2}{R} \rightarrow a_M = \frac{(450)^2}{(6 \cdot 10^6)}$$

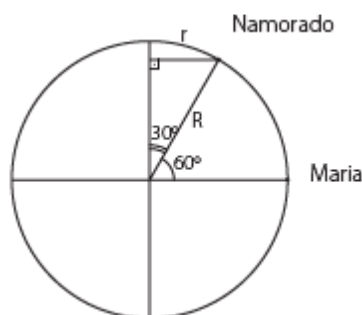
$$a_M = 0,03375 \text{ m/s}^2$$

c) Pela figura abaixo mostrada:

$$\text{sen}30^\circ = \frac{r}{R} \rightarrow r = 3 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$V_N = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2(3)(3 \cdot 10^6)}{(8 \cdot 10^4)}$$

$$V_N = 225 \text{ m/s}$$



d) As acelerações de Maria ( $a_M$ ) e de seu namorado ( $a_N$ ) são centrípetas e perpendiculares ao eixo de rotação da Terra. Sendo assim, tais acelerações são paralelas entre si, e, obviamente, o ângulo formado entre elas é nulo.

**LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 10**

**110 Fuvest 2011** Um automóvel consome, em média, um litro de gasolina para percorrer, em região urbana, uma distância de 10 km. Esse automóvel é do tipo conhecido como *flex*, ou seja, pode utilizar, como combustível, gasolina e/ou álcool, com as propriedades fornecidas na tabela a seguir. Com base nas informações dadas, determine:

- Os valores das energias  $E_G$  e  $E_A$  liberadas pela combustão de um litro de gasolina e de um litro de álcool, respectivamente.
- A distância  $d_A$  percorrida, em média, pelo automóvel com 1 litro de álcool.
- O preço máximo  $P_m$  de um litro de álcool, acima do qual não seria conveniente, do ponto de vista financeiro, utilizar esse combustível, caso o litro de gasolina custasse R\$ 2,40.
- O gasto médio  $G$  com combustível, por quilômetro rodado pelo automóvel, em região urbana, usando exclusivamente álcool, se o litro desse combustível custar R\$ 1,60.

Note e adote:

	poder calorífico (kcal/kg)	densidade (g/cm <sup>3</sup> )
gasolina	$1,0 \times 10^4$	0,7
álcool	$7,0 \times 10^3$	0,8

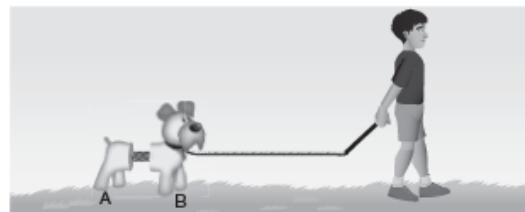
A distância percorrida pelo automóvel é diretamente proporcional à energia liberada pelo combustível consumido.

**111 Fuvest 2011**

Veja também em:

Física • Livro 2 • Frente 1 • Capítulo 8

Um menino puxa, com uma corda, na direção horizontal, um cachorro de brinquedo formado por duas partes, A e B, ligadas entre si por uma mola, como ilustra a figura a seguir. As partes A e B têm, respectivamente, massas  $m_A = 0,5 \text{ kg}$  e  $m_B = 1 \text{ kg}$ , sendo  $\mu = 0,3$  o coeficiente de atrito cinético entre cada parte e o piso. A constante elástica da mola é  $k = 10 \text{ N/m}$  e, na posição relaxada, seu comprimento é  $x_0 = 10 \text{ cm}$ . O conjunto se move com *velocidade constante*  $v = 0,1 \text{ m/s}$ . Nessas condições, determine:



- O módulo  $T$  da força exercida pelo menino sobre a parte B.
- O trabalho  $W$  realizado pela força que o menino faz para puxar o brinquedo por 2 minutos.
- O módulo  $F$  da força exercida pela mola sobre a parte A.
- O comprimento  $x$  da mola, com o brinquedo em movimento.

Note e adote:

Aceleração da gravidade no local:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

Despreze a massa da mola.



**112 Fuvest 2011** Trens de alta velocidade, chamados trens-bala, deverão estar em funcionamento no Brasil nos próximos anos. Características típicas desses trens são: velocidade máxima de 300 km/h, massa total (incluindo 500 passageiros) de 500 t e potência máxima dos motores elétricos igual a 8 MW. Nesses trens, as máquinas elétricas que atuam como motores também podem ser usadas como geradores, freando o movimento (freios regenerativos). Nas ferrovias, as curvas têm raio de curvatura de, no mínimo, 5 km. Considerando um trem e uma ferrovia com essas características, determine:

- O tempo necessário para o trem atingir a velocidade de 288 km/h, a partir do repouso, supondo que os motores forneçam a potência máxima o tempo todo.
- A força máxima na direção horizontal, entre cada roda e o trilho, numa curva horizontal percorrida a 288 km/h, supondo que o trem tenha 80 rodas e que as forças entre cada uma delas e o trilho tenham a mesma intensidade.
- A aceleração do trem quando, na velocidade de 288 km/h, as máquinas elétricas são acionadas como geradores de 8 MW de potência, freando o movimento.

Note e adote:

1 t = 1000 kg

Desconsidere o fato de que, ao partir, os motores demoram alguns segundos para atingir sua potência máxima.

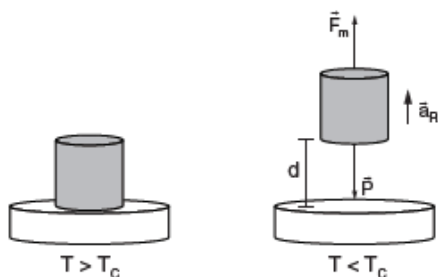
**113 Unicamp 2011**

Veja também em:

Física - Livro 2 - Frente 2 - Capítulo 8

Em 2011 comemoram-se os 100 anos da descoberta da supercondutividade. Fios supercondutores, que têm resistência elétrica nula, são empregados na construção de bobinas para obtenção de campos magnéticos intensos. Esses campos dependem das características da bobina e da corrente que circula por ela.

- O módulo do campo magnético  $B$  no interior de uma bobina pode ser calculado pela expressão  $B = \mu_0 ni$ , na qual  $i$  é a corrente que circula na bobina,  $n$  é o número de espiras por unidade de comprimento e  $\mu_0 = 1,3 \times 10^{-6} \frac{Tm}{A}$ . Calcule  $B$  no interior de uma bobina de 25000 espiras, com comprimento  $L = 0,65$  m, pela qual circula uma corrente  $i = 80$  A.
- Os supercondutores também apresentam potencial de aplicação em levitação magnética. Considere um ímã de massa  $m = 200$  g em repouso sobre um material que se torna supercondutor para temperaturas menores que uma dada temperatura crítica  $T_c$ . Quando o material é resfriado até uma temperatura  $T < T_c$ , surge sobre o ímã uma força magnética  $\vec{F}_m$ . Suponha que  $\vec{F}_m$  tem a mesma direção e sentido oposto ao da força peso  $\vec{P}$  do ímã, e que, inicialmente, o ímã sobe com aceleração constante de módulo  $a_R = 0,5$  m/s<sup>2</sup>, por uma distância  $d = 2,0$  mm, como ilustrado na figura a seguir. Calcule o trabalho realizado por  $\vec{F}_m$  ao longo do deslocamento  $d$  do ímã.



**114 Unesp 2011** A montagem de um experimento utiliza uma pequena rampa AB para estudar colisões entre corpos. Na primeira etapa da experiência, a bolinha I é solta do ponto A, descrevendo a trajetória AB, escorregando sem sofrer atrito e com velocidade vertical nula no ponto B (figura 1).

Com o auxílio de uma folha carbono, é possível marcar o ponto exato C onde a bolinha I tocou o chão e, com isto, conhecer a distância horizontal por ela percorrida (do ponto B' até o ponto C de queda no chão), finalizando a trajetória ABC.

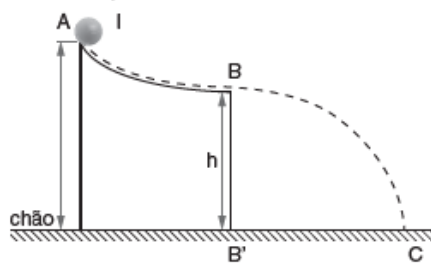


figura 1

Na segunda etapa da experiência, a bolinha I é solta da mesma forma que na primeira etapa e colide com a bolinha II, idêntica e de mesma massa, em repouso no ponto B da rampa (figura 2).

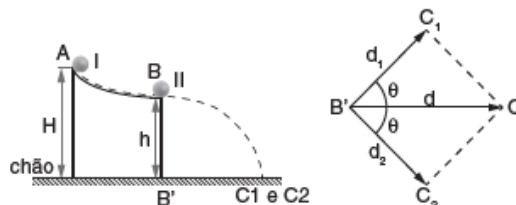


figura 2

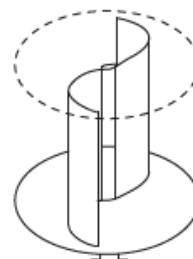
figura 3

Admita que as bolinhas I e II chegam ao solo nos pontos  $C_1$  e  $C_2$ , percorrendo distâncias horizontais de mesmo valor ( $d_1 = d_2$ ), conforme a figura 3.

Sabendo que  $H = 1$  m;  $h = 0,6$  m e  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, determine as velocidades horizontais da bolinha I ao chegar ao chão na primeira e na segunda etapa da experiência.

**107 Fuvest 2012** Um pequeno cata-vento do tipo *Savonius*, como o esquematizado na figura, acoplado a uma bomba-d'água, é utilizado em uma propriedade rural. A potência útil  $P$  (W) desse sistema para bombeamento de água pode ser obtida pela expressão  $P = 0,1 \times A \times v^3$ , em que  $A$  (m<sup>2</sup>) é a área total das pás do cata-vento e  $v$  (m/s), a velocidade do vento. Considerando um cata-vento com área total das pás de 2 m<sup>2</sup>, velocidade do vento de 5 m/s e a água sendo elevada de 7,5 m na vertical, calcule:

- a potência útil  $P$  do sistema.
- a energia  $E$  necessária para elevar 1 L de água.
- o volume  $V_1$  de água bombeado por segundo.
- o volume  $V_2$  de água, bombeado por segundo, se a velocidade do vento cair pela metade.

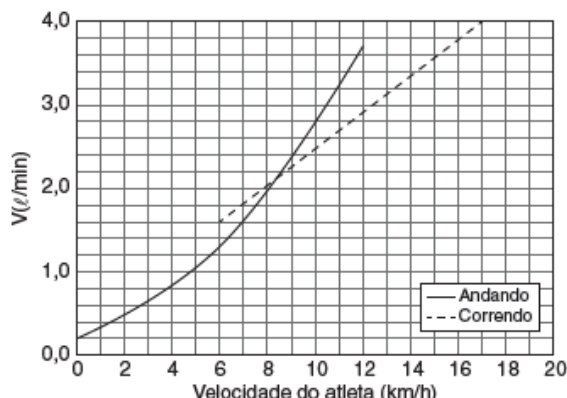


Note e adote:

Densidade da água = 1 g/cm<sup>3</sup>

Aceleração da gravidade  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>

**108 Fuvest 2012** A energia que um atleta gasta pode ser determinada pelo volume de oxigênio por ele consumido na respiração. A seguir está apresentado o gráfico do volume  $V$  de oxigênio, em litros por minuto, consumido por um atleta de massa corporal de 70 kg, em função de sua velocidade, quando ele anda ou corre.



Considerando que para cada litro de oxigênio consumido são gastas 5 kcal, e usando as informações do gráfico, determine, para esse atleta:

- a velocidade a partir da qual ele passa a gastar menos energia correndo do que andando.
- a quantidade de energia por ele gasta durante 12 horas de repouso (parado).
- a potência dissipada, em watts, quando ele corre a 15 km/h.
- quantos minutos ele deve andar, a 7 km/h, para gastar a quantidade de energia armazenada com a ingestão de uma barra de chocolate de 100 g, cujo conteúdo energético é 560 kcal.

Note e adote:  
1 cal = 4 J

**109 Unicamp 2012**

Veja também em:  
Física - Livro 1 - Frente 1 - Capítulo 1

Em 2011 o Atlantis realizou a última missão dos ônibus espaciais, levando quatro astronautas à Estação Espacial Internacional.

- A Estação Espacial Internacional gira em torno da Terra numa órbita aproximadamente circular de raio  $R = 6.800$  km e completa 16 voltas por dia. Qual é a velocidade escalar média da Estação Espacial Internacional?
- Próximo da reentrada na atmosfera, na viagem de volta, o ônibus espacial tem velocidade de cerca de  $8.000$  m/s, e sua massa é de aproximadamente 90 toneladas. Qual é a sua energia cinética?

**104 Fuvest 2014** Uma pessoa faz, diariamente, uma caminhada de 6 km em uma pista horizontal, consumindo 80 cal a cada metro. Num certo dia, ela fez sua caminhada habitual e, além disso, subiu um morro de 300 m de altura. Essa pessoa faz uma alimentação diária de 2000 kcal, com a qual manteria seu peso, se não fizesse exercícios.

Com base nessas informações, determine

- a percentagem  $P$  da energia química proveniente dos alimentos ingeridos em um dia por essa pessoa, equivalente à energia consumida na caminhada de 6 km;
- a quantidade  $C$  de calorias equivalente à variação de energia potencial dessa pessoa entre a base e o topo do morro, se sua massa for 80 kg;
- o número  $N$  de caminhadas de 6 km que essa pessoa precisa fazer para perder 2,4 kg de gordura, se mantiver a dieta diária de 2000 kcal.

Note e adote:

A aceleração da gravidade local é igual a  $10$  m/s<sup>2</sup>.

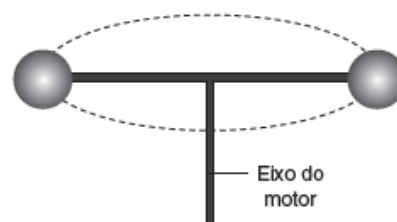
1 cal = 4 J.

9 kcal são produzidas com a queima de 1 g de gordura.

**105 Fuvest 2014**

Veja também em:  
Física - Livro 3 - Frente 1 - Capítulo 9

Dois pequenas esferas, cada uma com massa de 0,2 kg, estão presas nas extremidades de uma haste rígida, de 10 cm de comprimento, cujo ponto médio está fixo no eixo de um motor que fornece 4 W de potência mecânica. A figura ilustra o sistema. No instante  $t = 0$ , o motor é ligado e o sistema, inicialmente em repouso, passa a girar em torno do eixo. Determine



- a energia cinética total  $E$  das esferas em  $t = 5$  s;
- a velocidade angular  $\omega$  de cada esfera em  $t = 5$  s;
- a intensidade  $F$  da força entre cada esfera e a haste, em  $t = 5$  s;
- a aceleração angular média  $\alpha$  de cada esfera, entre  $t = 0$  e  $t = 5$  s.

Note e adote:

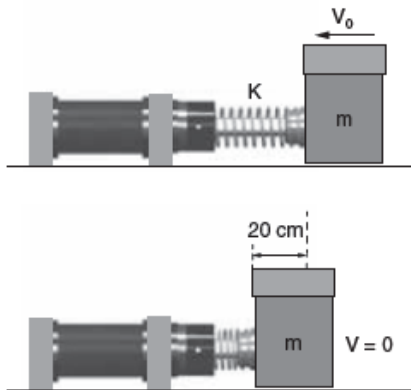
As massas da haste e do eixo do motor devem ser ignoradas.

Não atuam forças dissipativas no sistema.

Sabendo que o coeficiente de atrito entre as superfícies da caixa e da bancada é 0,4, que a compressão máxima sofrida pela mola quando a caixa para é de 20 cm e adotando  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, calcule:

- o trabalho, em joules, realizado pela força de atrito que atua sobre a caixa desde o instante em que ela toca o amortecedor até o instante em que ela para.
- o módulo da velocidade  $V_0$  da caixa, em m/s, no instante em que ela toca o amortecedor.

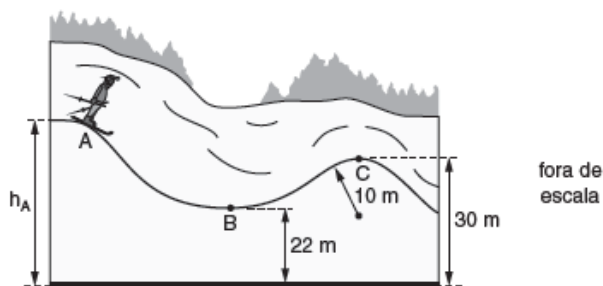
**106 Unifesp 2014** Em uma bancada horizontal da linha de produção de uma indústria, um amortecedor fixo na bancada tem a função de reduzir a zero a velocidade de uma caixa, para que um trabalhador possa pegá-la. Esse amortecedor contém uma mola horizontal de constante elástica  $K = 180 \text{ N/m}$  e um pino acoplado a ela, tendo esse conjunto massa desprezível. A caixa tem massa  $m = 3 \text{ kg}$  e escorrega em linha reta sobre a bancada, quando toca o pino do amortecedor com velocidade  $V_0$ .



**103 Unifesp 2015**

Veja também em:  
Física - Livro 4 - Frente 1 - Capítulo 10

Uma pista de esqui para treinamento de principiantes foi projetada de modo que, durante o trajeto, os esquiadores não ficassem sujeitos a grandes acelerações nem perdessem contato com nenhum ponto da pista. A figura representa o perfil de um trecho dessa pista, no qual o ponto C é o ponto mais alto de um pequeno trecho circular de raio de curvatura igual a  $10 \text{ m}$ .

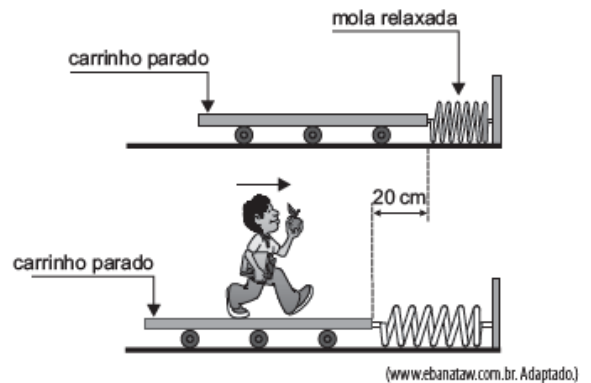


Os esquiadores partem do repouso no ponto A e percorrem a pista sem receber nenhum empurrão, nem usam os bastões para alterar sua velocidade. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e despreze o atrito e a resistência do ar.

- Se um esquiador passar pelo ponto B da pista com velocidade  $10\sqrt{2} \text{ m/s}$ , com que velocidade ele passará pelo ponto C?
- Qual a maior altura  $h_A$  do ponto A, indicada na figura, para que um esquiador não perca contato com a pista em nenhum ponto de seu percurso?

**103 Unesp 2016** Um rapaz de  $50 \text{ kg}$  está inicialmente parado sobre a extremidade esquerda da plataforma plana de um carrinho em repouso, em relação ao solo plano e horizontal. A extremidade direita da plataforma do carrinho está ligada a uma parede rígida, por meio de uma mola ideal, de massa desprezível e de constante elástica  $25 \text{ N/m}$ , inicialmente relaxada.

O rapaz começa a caminhar para a direita, no sentido da parede, e o carrinho move-se para a esquerda, distendendo a mola. Para manter a mola distendida de  $20 \text{ cm}$  e o carrinho em repouso, sem deslizar sobre o solo, o rapaz mantém-se em movimento uniformemente acelerado.



Considerando o referencial de energia na situação da mola relaxada, determine o valor da energia potencial elástica armazenada na mola distendida de  $20 \text{ cm}$  e o módulo da aceleração do rapaz nessa situação.

**104 Unicamp 2016** Recentemente, a sonda New Horizons tornou-se a primeira espaçonave a sobrevoar Plutão, proporcionando imagens espetaculares desse astro distante.

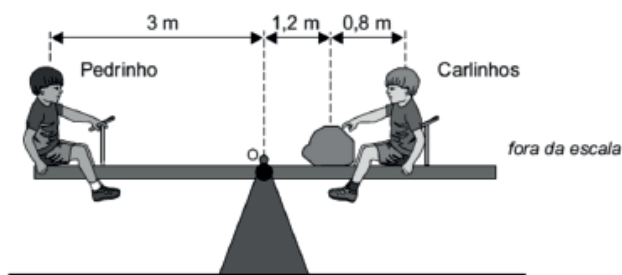
- A sonda saiu da Terra em janeiro de 2006 e chegou a Plutão em julho de 2015. Considere que a sonda percorreu uma distância de 4,5 bilhões de quilômetros nesse percurso e que 1 ano é aproximadamente  $3 \times 10^7 \text{ s}$ . Calcule a velocidade escalar média da sonda nesse percurso.
- A sonda New Horizons foi lançada da Terra pelo veículo espacial Atlas V 511, a partir do Cabo Canaveral. O veículo, com massa total  $m = 6 \times 10^5 \text{ kg}$ , foi o objeto mais rápido a ser lançado da Terra para o espaço até o momento. O trabalho realizado pela força resultante para levá-lo do repouso à sua velocidade máxima foi de  $\tau = 768 \times 10^{11} \text{ J}$ . Considerando que a massa total do veículo não variou durante o lançamento, calcule sua velocidade máxima.

**95 Unesp 2017**

Veja também em:  
Física - Livro 2 - Frente 1 - Capítulo 8

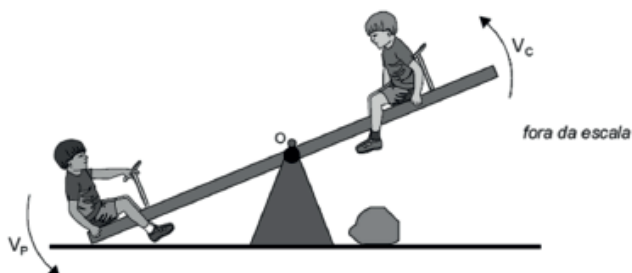
Pedrinho e Carlinhos são garotos de massas iguais a  $48 \text{ kg}$  cada um e estão inicialmente sentados, em repouso, sobre uma gangorra constituída de uma tábua homogênea articulada em seu ponto médio, no ponto O. Próxima a Carlinhos, há uma pedra de massa  $M$  que mantém a gangorra em equilíbrio na horizontal, como representado na figura 1.

FIGURA 1 (posição inicial)



Quando Carlinhos empurra a pedra para o chão, a gangorra gira e permanece em equilíbrio na posição final, representada na figura 2, com as crianças em repouso nas mesmas posições em que estavam inicialmente.

FIGURA 2 (posição final)



Calcule o valor da relação  $V_p / V_c$ , sendo  $V_p$  e  $V_c$  os módulos das velocidades escalares médias de Pedrinho e de Carlinhos, respectivamente, em seus movimentos entre as posições inicial e final. Em seguida, calcule o valor da massa  $M$ , em kg.

**96 Unicamp 2017**

Veja também em:

Física - Livro 3 - Frente 1 - Capítulo 9

Os brinquedos de parques de diversões utilizam-se de princípios da Mecânica para criar movimentos aos quais não estamos habituados, gerando novas sensações. Por isso um parque de diversões é um ótimo local para ilustrar princípios básicos da Mecânica.

- Considere uma montanha russa em que um carrinho desce por uma rampa de altura  $H = 5$  m e, ao final da rampa, passa por um trecho circular de raio  $R = 2$  m, conforme mostra a figura a) abaixo. Calcule o módulo da aceleração no ponto mais baixo do circuito, considerando que o carrinho partiu do repouso.
- Outro brinquedo comum em parques de diversões é o chapéu mexicano, em que cadeiras são penduradas com correntes na borda de uma estrutura circular que gira com seu eixo de rotação perpendicular ao solo. Considere um chapéu mexicano com estrutura circular de raio  $R = 6,3$  m e correntes de comprimento  $L = 2$  m. Ao girar, as cadeiras se elevam 40 cm, afastando-se 1,2 m do eixo de rotação, conforme mostra a figura b) abaixo. Calcule a velocidade angular de rotação do brinquedo.

**97 Unicamp 2017** A energia solar é a única fonte de energia do avião Solar Impulse 2, desenvolvido na École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suíça.

- Para aproveitar a energia obtida dos raios solares e poder voar tanto à noite quanto de dia, o Solar Impulse 2, de massa aproximada  $m = 2000$  kg, voava em alta altitude e velocidade  $v_{\text{dia}} = 90$  km/h durante o dia, armazenando energia solar para a noite. Ao anoitecer, o avião descia para altitudes menores e voava a uma velocidade aproximada de  $v_{\text{noite}} = 57,6$  km/h. Qual é a variação da energia cinética do avião entre o dia e a noite?
- As asas e a fuselagem do Solar Impulse 2 são cobertas por 270  $\text{m}^2$  de células solares, cuja eficiência em converter energia solar em energia elétrica é de aproximadamente 25%. O avião tem um conjunto de motores cuja potência total vale  $P = 50,0$  kW e baterias que podem armazenar até  $E = 164$  kWh de energia total. Suponha que o avião está voando com seus motores a 80% da sua potência máxima e que as baterias estão totalmente descarregadas. Considerando que a intensidade de energia solar que chega até as células solares é de  $1,2$  kW/ $\text{m}^2$ , quanto tempo é necessário para carregar totalmente as baterias?

**98 Unicamp 2017**

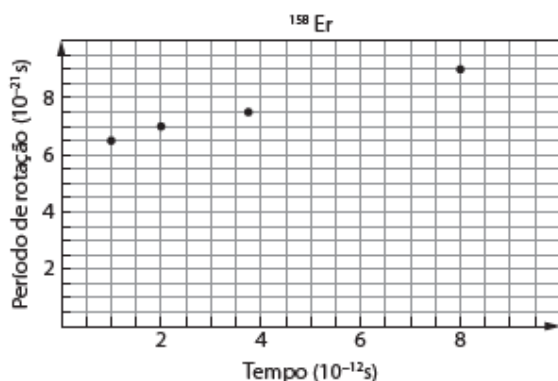
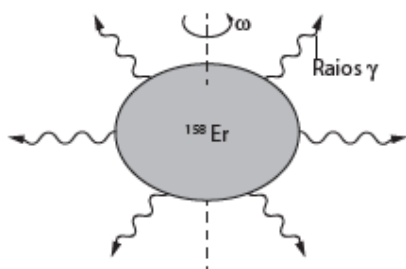
Veja também em:

Física - Livro 1 - Frente 3 - Capítulo 3

Um instrumento importante no estudo de sistemas nanométricos é o microscópio eletrônico. Nos microscópios ópticos, a luz é usada para visualizar a amostra em estudo. Nos microscópios eletrônicos, um feixe de elétrons é usado para estudar a amostra.

- A vantagem em se usar elétrons é que é possível acelerá-los até energias em que o seu comprimento de onda é menor que o da luz visível, permitindo uma melhor resolução. O comprimento de onda do elétron é dado por  $\lambda = h / (2m_e E_c)^{1/2}$ , em que  $E_c$  é a energia cinética do elétron,  $m_e \sim 9 \times 10^{-31}$  kg é a massa do elétron e  $h \sim 6,6 \times 10^{-34}$  N·m·s é a constante de Planck. Qual é o comprimento de onda do elétron em um microscópio eletrônico em que os elétrons são acelerados, a partir do repouso, por uma diferença de potencial de  $U = 50$  kV? Caso necessário, use a carga do elétron  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  C.
- Uma forma usada para gerar elétrons em um microscópio eletrônico é aquecer um filamento, processo denominado efeito termiônico. A densidade de corrente gerada é dada por  $J = AT^2 e^{-(\Phi/k_B T)}$ , em que  $A$  é a constante de Richardson,  $T$  é a temperatura em kelvin,  $k_B = 1,4 \times 10^{-23}$  J/K é a constante de Boltzmann e  $\Phi$ , denominado função trabalho, é a energia necessária para remover um elétron do filamento. A expressão para  $J$  pode ser reescrita como  $\ln(J/T^2) = \ln(A) - (\Phi/k_B)(1/T)$ , que é uma equação de uma reta de  $\ln(J/T^2)$  versus  $(1/T)$ , em que  $\ln(A)$  é o coeficiente linear e  $(\Phi/k_B)$  é o coeficiente angular da reta. O gráfico da figura abaixo apresenta dados obtidos do efeito termiônico em um filamento de tungstênio. Qual é a função trabalho do tungstênio medida neste experimento?

**75 Fuvest 2018** Núcleos atômicos podem girar rapidamente e emitir raios  $\gamma$ . Nesse processo, o núcleo perde energia, passando sucessivamente por estados de energia cada vez mais baixos, até chegar ao estado fundamental, que é o estado de menor energia desse sistema. Nos laboratórios onde esses núcleos são estudados, detectores registram dados dos pulsos da radiação  $\gamma$  emitida, obtendo informações sobre o período de rotação nuclear. A perda de energia devido à emissão de radiação eletromagnética altera o período de rotação nuclear. O gráfico mostra quatro valores do período de rotação de um dos isótopos do núcleo de érbio ( $^{158}\text{Er}$ ) durante um certo intervalo de tempo, obtidos a partir de dados experimentais.



Obtenha o valor da

- velocidade angular de rotação,  $\omega$ , do núcleo no instante  $t = 8 \times 10^{-12}\text{ s}$ , em  $\text{rad/s}$ ;
- aceleração angular média,  $\alpha$ , do núcleo entre os instantes  $t = 2 \times 10^{-12}\text{ s}$  e  $t = 8 \times 10^{-12}\text{ s}$ , em  $\text{rad/s}^2$ ;
- aceleração centrípeta,  $a_c$ , de uma porção de matéria nuclear localizada a uma distância  $R = 6 \times 10^{-15}\text{ m}$  do eixo de rotação nuclear para o instante  $t = 8 \times 10^{-12}\text{ s}$ ;
- energia,  $E$ , emitida pelo  $^{158}\text{Er}$  sob a forma de radiação eletromagnética entre os instantes  $t = 2 \times 10^{-12}\text{ s}$  e  $t = 8 \times 10^{-12}\text{ s}$ .

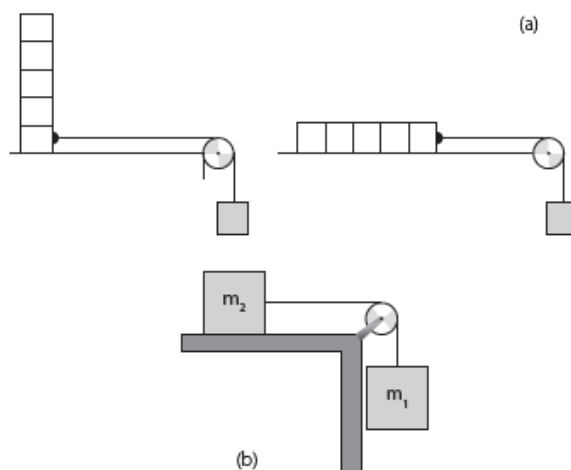
**Note e adote:**

Radiação  $\gamma$ : radiação eletromagnética de frequência muito alta.

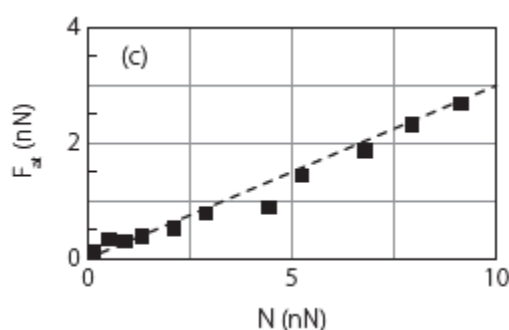
Energia rotacional do núcleo  $E_R = (1/2) I \omega^2$ , onde  $I = 12 \times 10^{-55}\text{ J s}^2$  é constante.

$\pi = 3$

**76 Unicamp 2018** Importantes estudos sobre o atrito foram feitos por Leonardo da Vinci (1452-1519) e por Guillaume Amontons (1663-1705). A figura (a) é uma ilustração feita por Leonardo da Vinci do estudo sobre a influência da área de contato na força de atrito.



- Dois blocos de massas  $m_1 = 1,0\text{ kg}$  e  $m_2 = 0,5\text{ kg}$  são ligados por uma corda e dispostos como mostra a figura (b). A polia e a corda têm massas desprezíveis, e o atrito nas polias também deve ser desconsiderado. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco de massa  $m_2$  e a superfície da mesa é  $\mu_c = 0,8$ . Qual deve ser a distância de deslocamento do conjunto para que os blocos, que partiram do repouso, atinjam a velocidade  $v = 2,0\text{ m/s}$ ?
- Em certos casos, a lei de Amontons da proporcionalidade entre a força de atrito cinético e a força normal continua válida nas escalas micrométrica e nanométrica. A figura (c) mostra um gráfico do módulo da força de atrito cinético,  $F_{at}$ , em função do módulo da força normal,  $N$ , entre duas monocamadas moleculares de certa substância, depositadas em substratos de vidro. Considerando  $N = 5,0\text{ nN}$ , qual será o módulo do trabalho da força de atrito se uma das monocamadas se deslocar de uma distância  $d = 2,0\text{ }\mu\text{m}$  sobre a outra que se mantém fixa?



**2011**

110. a) Energia liberada = poder calorífico x densidade x volume

$$\text{gasolina: } E_G = \frac{10^4 \text{ kcal}}{\text{kg}} \cdot \frac{0,7 \text{ g}}{\text{cm}^3} \cdot 1 \text{ L} = 7.000 \text{ kcal}$$

$$\text{álcool: } E_A = \frac{7 \cdot 10^3 \text{ kcal}}{\text{kg}} \cdot \frac{0,8 \text{ g}}{\text{cm}^3} \cdot 1 \text{ L} = 5.600 \text{ kcal}$$

- b) 1 L gasolina - 7.000 kcal - 10 km  
1 L álcool - 5.600 kcal -  $d_A$  km

$$d_A = 10 \text{ km} \cdot \frac{5.600}{7.000} = 8 \text{ km}$$

c) Para a análise financeira, devemos calcular:

$$\frac{\text{preço}}{\text{distância}} = \frac{\text{preço}}{\text{volume}} \cdot \frac{\text{volume}}{\text{km}}$$

$$\text{gasolina: } \frac{\text{preço}}{\text{distância}} = \frac{R\$ 2,40}{L} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10 \text{ km}} = R\$ 0,24/\text{km}$$

Para a equivalência financeira:

$$\text{álcool: } R\$ 0,24/\text{km} = P_m \cdot \frac{1 \text{ L}}{8 \text{ km}} \Rightarrow P_m = R\$ 1,92/\text{L}$$

$$\text{d) } \frac{\text{preço}}{\text{distância}} = \frac{R\$ 1,60}{L} \cdot \frac{1 \text{ L}}{8 \text{ km}} = R\$ 0,20/\text{km}$$

111. a) Como o conjunto se move com velocidade constante, então, no eixo horizontal:

$$R = 0 \Rightarrow T = f_{at} = \mu \cdot N = \mu \cdot (m_A + m_B) \cdot g = 0,3 \cdot 1,5 \cdot 10 = 4,5 \text{ N}$$

$$\text{b) } W = P \cdot \Delta t = F \cdot v \cdot \Delta t = 4,5 \cdot 0,1 \cdot 120 = 54 \text{ J}$$

$$\text{c) } F_{at} = F_A = f_{atA} = \mu \cdot m_A \cdot g = 0,3 \cdot 0,5 \cdot 10 = 1,5 \text{ N}$$

$$\text{d) } F_{at} = k \cdot \Delta x \Rightarrow 1,5 = 10 \cdot \Delta x \Rightarrow \Delta x = 0,15 \text{ m} = 15 \text{ cm}$$

Mas:

$$x = x_0 + \Delta x \Rightarrow x = 10 + 15 = 25 \text{ cm}$$

112. a) Sabemos que

$$W_{\text{mec}} = \Delta E_C = E_{C_f} - E_{C_i}$$

Como a potência é máxima o tempo todo, portanto, constante, e considerando desprezível a resistência do ar, então:

$$W_{\text{mec}} = P_{\text{máx}} \cdot \Delta t$$

Assim, para atingir 288 km/h = 80 m/s:

$$P_{\text{máx}} \cdot \Delta t = E_{C_f} - E_{C_i} = \frac{1}{2} m \cdot v_f^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_i^2 \Rightarrow$$

$$8 \cdot 10^6 \cdot \Delta t = \frac{1}{2} \cdot 500 \cdot 10^3 \cdot 80^2 - 0 \Rightarrow \Delta t = 200 \text{ s}$$

b) Se a curva é realizada a velocidade constante, o trilho realiza uma força sobre cada roda que pode ser decomposta em normal e força de atrito. A força de atrito é horizontal e é a responsável por manter o trem em trajetória curva. Logo:

$$R_{\text{esp}} = m \cdot a_{\text{cp}} \Rightarrow \text{fat} = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

A força de atrito é máxima para o raio de curvatura mínimo:

$$\text{fat}_{\text{máx}} = 500 \cdot 10^3 \cdot \frac{80^2}{5.000} = 640.000 \text{ N}$$

Como cada roda realiza a mesma força, a força horizontal entre cada roda e o trilho é:

$$F = \frac{640.000}{80} \Rightarrow F = 8.000 \text{ N}$$

c) No instante em que a velocidade do trem é de 80 m/s e as máquinas elétricas são acionadas com 8 MW de potência:

$$P = F \cdot v = m \cdot a \cdot v \Rightarrow 8 \cdot 10^6 = 500 \cdot 10^3 \cdot a \cdot 80 \Rightarrow a = 0,2 \text{ m/s}^2$$

$$\text{113. a) } n = \frac{N}{L} = \frac{25.000}{0,65}$$

$$B = \mu_0 n i = 1,3 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{2,5 \cdot 10^3}{0,65} \cdot 80 = 4,0 \text{ T}$$

b) A força resultante no sistema é dada por:

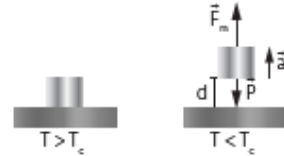
$$F_R = F_m - P = m \cdot a$$

A força magnética é dada por:

$$F_m = m \cdot a + P \Rightarrow F_m = 0,2 \cdot 0,5 + 0,2 \cdot 10 = 2,1 \text{ N}$$

$$\text{Assim, } \tau_{\text{fm}} = F_m \cdot d = 2,1 \cdot 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\tau_{\text{fm}} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$



$$\text{114. 1ª etapa: } v_{C,X} = 2\sqrt{2} \text{ m/s}$$

$$\text{2ª etapa: } v = \frac{\sqrt{2}}{\cos \theta} \text{ m/s}$$

Se a colisão fosse elástica, teríamos:  $v = 2 \text{ m/s}$

**2012**

$$\text{107. a) } 25 \text{ W}$$

$$\text{b) } 75 \text{ J}$$

$$\text{c) } V_1 = \frac{1}{3} L$$

$$\text{d) } V_2 = \frac{1}{24} L$$

$$\text{108. a) } 8,5 \text{ km/h}$$

$$\text{b) } 720 \text{ kcal} = 2.880 \text{ kJ}$$

$$\text{c) } 1.200 \text{ W}$$

$$\text{d) } 70 \text{ min}$$

$$\text{109. a) } 27.200 \text{ km/h}$$

$$\text{b) } 2,88 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

**2014**

104. a) Em uma caminhada de 6 km, ela consome  $6000 \cdot 80 \text{ cal} = 480 \text{ kcal}$ , que correspondem a  $\frac{480}{2000} = 24\%$  da energia química proveniente dos alimentos.

b) A variação de energia potencial é dada por:

$$\Delta E_p = mg\Delta h = 80 \cdot 10 \cdot 300 = 240000 \text{ J} \text{ o que corresponde a}$$

$$C = \frac{240000}{5} = 60000 \text{ cal} = 60 \text{ kcal} \text{ pelos dados do problema.}$$

c) Utilizando as informações dadas, 2,4 kg de gordura equivalem a  $2400 \cdot 9 = 21600 \text{ kcal}$ . Com a dieta de 2000 kcal, a pessoa manteria o peso caso não fizesse exercícios.

$$\text{Logo, para perder } 21600 \text{ kcal, ela precisa fazer } N = \frac{21600}{480} = 45 \text{ caminhadas.}$$

105. a) Assumindo potência constante do motor e ausência de forças dissipativas, a energia após 5 s é dada por:

$$E = P \cdot \Delta t = 4 \cdot 5 \Rightarrow E = 20 \text{ J}$$

b) A energia do sistema é dada por:

$$E = 2 \cdot \frac{1}{2} m v^2 = m \omega^2 R^2$$

Em  $t = 5$  s:

$$20 = 0,2 \cdot \omega^2 \cdot 0,05^2 \Rightarrow \omega^2 = 40000 \Rightarrow \omega = 200 \text{ rad/s}$$

c) A haste aplica uma força sobre a esfera, que pode ser decomposta em três direções:

- central:

Como cada esfera descreve uma trajetória circular:

$$R_{cp} = m a_{cp} = m \omega^2 R = 0,2 \cdot 40000 \cdot 0,05 \Rightarrow R_{cp} = 400 \text{ N}$$

A resultante centrípeta é a força central que a haste faz sobre a esfera.

Logo,  $F_c = 400 \text{ N}$ .

- vertical:

A força vertical da haste sobre a esfera equilibra a força gravitacional.

Supondo a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , temos:

$$F_v = mg = 0,2 \cdot 10 \Rightarrow F_v = 2 \text{ N}$$

- tangencial:

Como a potência é constante, a força tangencial da haste sobre a esfera pode ser calculada por:

$$P = F_t v = F_t \omega R \Rightarrow \frac{4}{2} = F_t \cdot 200 \cdot 0,05 \Rightarrow F_t = 0,2 \text{ N}$$

Portanto, o módulo da força da haste sobre a esfera será dado por:

$$F = \sqrt{F_c^2 + F_v^2 + F_t^2} = \sqrt{400^2 + 2^2 + 0,2^2} \text{ N} \Rightarrow F \cong 400 \text{ N}$$

d) Temos que:

$$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{200 - 0}{5 - 0} \Rightarrow \alpha = 40 \text{ rad/s}^2$$

106. a) O trabalho da força de atrito é dado por:

$$\begin{aligned} \tau_{\text{at}} &= \text{fat} \cdot d \cdot \cos 180^\circ \Rightarrow \tau_{\text{at}} = \mu mgd(-1) \Rightarrow \\ &\Rightarrow \tau_{\text{at}} = -(0,4) \cdot (0,3) \cdot (10) \cdot (0,2) \Rightarrow \tau_{\text{at}} = -2,4 \text{ J} \end{aligned}$$

b) Pelo Teorema da Energia Cinética, temos que:

$$\begin{aligned} \tau_R &= \Delta E_c \Rightarrow \tau_{\text{at}} + \tau_{\text{el}} = \frac{-m v_0^2}{2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow -2,4 - \frac{kx^2}{2} = \frac{-3v_0^2}{2} \Rightarrow -2,4 - 3,6 = \frac{-3v_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = 2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

## 2015

103. a) Por conservação de energia mecânica, temos:

$$E_{\text{MEC B}} = E_{\text{MEC C}} \therefore \frac{m v_B^2}{2} = mgh_C + \frac{m v_C^2}{2} \therefore v_C^2 = v_B^2 - 2gh_C$$

Com  $v_B = 10\sqrt{2} \text{ m/s}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $h_C = 8 \text{ m}$ , temos:

$$v_C^2 = 200 - 2 \cdot 10 \cdot 8 \therefore v_C^2 = 40 \therefore v_C = 2\sqrt{10} \text{ m/s}$$

b) No ponto C, temos o seguinte diagrama de forças:



$$R_C = P - N \therefore \frac{m v_C^2}{R} = mg - N$$

Porém, nas condições do enunciado a força normal é nula (situação limite de perda de contato). Assim:

$$\frac{v_C^2}{R} = g \therefore v_C^2 = R \cdot g \therefore v_C^2 = 10 \cdot 10 \therefore v_C^2 = 100$$

Aplicando conservação de energia entre A e C:

$$E_{\text{MEC A}} = E_{\text{MEC C}} \therefore mgh_A = mgh_C + \frac{m v_C^2}{2} \therefore h_A = h_C + \frac{v_C^2}{2g}$$

Com  $h_C = 30 \text{ m}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $v_C^2 = 100$ , temos:

$$h_A = 30 + \frac{100}{2 \cdot 10} \therefore h_A = 35 \text{ m}$$

## 2016

103. A energia potencial elástica é dada por:

$$E = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

Logo:

$$E = \frac{(25)(0,2)^2}{2}$$

$$E = 0,50 \text{ J}$$

Para a situação apresentada:

$$F_R = m \cdot a$$

$$kx = m \cdot a$$

$$a = \frac{k \cdot x}{m}$$

$$a = \frac{(25)(0,2)}{50}$$

$$a = 0,10 \text{ m/s}^2$$

104. a) Considerando que 1 ano tem aproximadamente  $3 \cdot 10^7$  segundos e que a sonda percorreu a trajetória em  $\Delta t = 9,5$  anos, temos, no total,  $\Delta t = 2,85 \cdot 10^8$  segundos.

Assim:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{4,5 \cdot 10^{12} \text{ m}}{2,85 \cdot 10^8 \text{ s}}$$

$$\therefore v_m = 1,58 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) Pelo teorema da energia cinética, temos que  $\tau = \Delta E_c$ , assim:

$$\tau = \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2} \Rightarrow \text{como } v_0 = 0, \tau = \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow$$

$$768 \cdot 10^{11} = \frac{6 \cdot 10^5 \cdot v^2}{2}, \therefore v = 1,6 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

## 2017

95. A velocidade angular média dos garotos é igual; sendo assim:

$WP = WC$ , mas  $V = WR$ . Logo:

$$\frac{V_P}{R_P} = \frac{V_C}{R_C} \Rightarrow \frac{V_P}{V_C} = \frac{R_P}{R_C} = \frac{3}{2}$$

No equilíbrio:  $\sum \vec{M}_O = 0$ , então:

$$m_P(3) = m_C(1,2 + 0,8) + M(1,2)$$

$$48(3) = 48(2) + M(1,2)$$

$$M = 40 \text{ kg}$$

96. a) Pela conservação da energia mecânica:

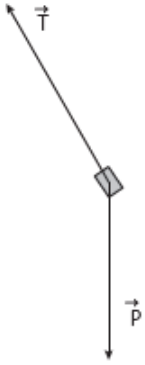
$$E_{M_{inicial}} = E_{M_{final}} \rightarrow E_{P_{inicial}} = E_{C_{final}} \rightarrow m \cdot g \cdot H = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$m \cdot 10 \cdot 5 = \frac{m \cdot v^2}{2} \rightarrow 50 \frac{v^2}{2} \rightarrow v^2 = 100$$

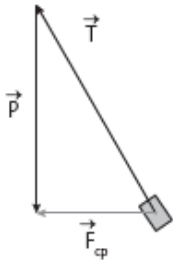
No ponto mais baixo, a aceleração do carrinho é dada pela aceleração centrípeta:

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R} \rightarrow a_{cp} = \frac{100}{2} \rightarrow \boxed{a_{cp} = 50 \text{ m/s}^2}$$

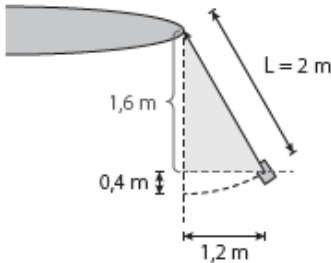
b) As forças que atuam na cadeira são peso (P) e tração (T).



Pela soma vetorial das forças, tem-se a força resultante centrípeta ( $F_{cp}$ ):



Por semelhança de triângulos com a figura do quadro de respostas, tem-se:



$$\frac{F_{cp}}{P} = \frac{1,2}{1,6} = \frac{3}{4} \rightarrow \frac{m \cdot \omega^2 \cdot R}{m \cdot g} = \frac{3}{4} \rightarrow \frac{\omega^2 \cdot 7,5}{10} = \frac{3}{4} \rightarrow \omega^2 = 1 \rightarrow \boxed{\omega = 1 \text{ rad/s}}$$

97. a) A variação da energia cinética entre o dia e a noite é dada por:

$$\Delta E_C = E_{\text{noite}} - E_{\text{dia}} = \frac{m \cdot v_{\text{noite}}^2}{2} - \frac{m \cdot v_{\text{dia}}^2}{2}$$

Além disso,  $\left\{ \begin{array}{l} v_{\text{dia}} = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ v_{\text{noite}} = 57,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 16 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{array} \right.$

Então:

$$\Delta E_C = \frac{2.000 \cdot 16^2}{2} - \frac{2.000 \cdot 25^2}{2} = -369.000 \text{ J} \therefore \boxed{|\Delta E_C| = 369 \text{ kJ}}$$

b) A potência fornecida pela radiação solar é:

$$I = \frac{P}{A} \Leftrightarrow P = I \cdot A = \left( 1,2 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right) \cdot 270 \text{ m}^2 \therefore P_{\text{rad}} = 324 \text{ kW}$$

Como a eficiência das células solares é de 25%, a potência aproveitada para o avião é:

$$P_{\text{útil}} = 25\% \cdot P_{\text{rad}} = 0,25 \cdot 324 \text{ kW} \therefore P_{\text{útil}} = 81 \text{ kW}$$

No caso em que os motores do avião operam com 80% da sua potência, tem-se:

$$P_{\text{motores}} = 80\% \cdot P_{\text{total}} = 0,80 \cdot 50 \text{ kW} \therefore P_{\text{motores}} = 40 \text{ kW}$$

Sendo assim, para o carregamento da bateria:

$$P_{\text{bateria}} = P_{\text{útil}} - P_{\text{motores}} = 81 \text{ kW} - 40 \text{ kW} \therefore P_{\text{bateria}} = 41 \text{ kW}$$

Com isso:

$$P_{\text{bateria}} = \frac{E_{\text{bateria}}}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{E_{\text{bateria}}}{P_{\text{bateria}}} = \frac{164 \text{ kWh}}{41 \text{ kW}} \therefore \boxed{\Delta t = 4 \text{ h}}$$

98. a)  $\tau_{\text{rel}} = E_c \rightarrow e \cdot U = E_{c(\text{final})} - E_{c(\text{inicial})} \rightarrow e \cdot U = E_c - 0$

$$1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 50 \cdot 10^3 = E_c \rightarrow E_c = 8 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

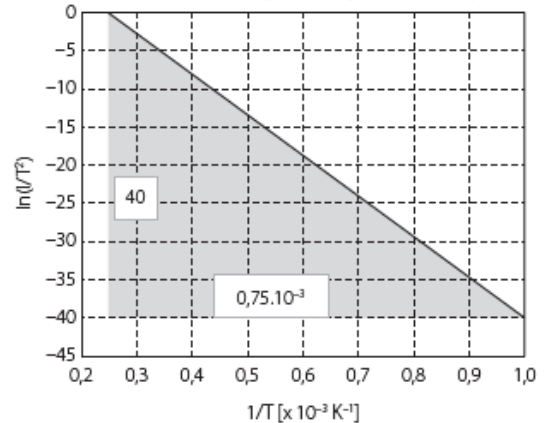
Do enunciado, tem-se:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m_e \cdot E_c}} \rightarrow \lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 9 \cdot 10^{-31} \cdot 8 \cdot 10^{-15}}} \rightarrow \lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{144 \cdot 10^{-46}}}$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{12 \cdot 10^{-23}} \rightarrow \boxed{\lambda = 5,5 \cdot 10^{-12} \text{ m}}$$

b) Segundo o enunciado, o coeficiente angular é dado por:  $\frac{\phi}{k_B}$

É possível obter o coeficiente angular pelo gráfico do espaço de respostas:



$$\frac{\phi}{k_B} = \frac{40}{0,75 \cdot 10^{-3}} \rightarrow \frac{\phi}{1,4 \cdot 10^{-23}} = \frac{40}{0,75 \cdot 10^{-3}} \rightarrow \phi = \frac{40 \cdot 1,4 \cdot 10^{-23}}{0,75 \cdot 10^{-3}} \rightarrow \boxed{\phi \cong 7,5 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$$

## 2018

75. a) Do gráfico, tem-se que, para  $t = 8 \cdot 10^{21} \text{ s} \rightarrow T = 9 \cdot 10^{21} \text{ s}$ .

Assim, a velocidade angular nesse instante pode ser obtida por:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \omega = \frac{2 \cdot 3}{9 \cdot 10^{21}} \rightarrow \omega = \frac{2}{3} \cdot 10^{-21} \text{ rad/s} \rightarrow \omega \cong 6,7 \cdot 10^{20} \text{ rad/s}$$

b) A aceleração angular média no intervalo considerado ( $2 \cdot 10^{12} \text{ s}$  a  $8 \cdot 10^{12} \text{ s}$ ) pode ser obtida por:

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \rightarrow \alpha = \frac{2\pi}{\Delta t} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \rightarrow \alpha = \frac{2 \cdot 3}{6 \cdot 10^{12}} \cdot \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{7} \right) \cdot 10^{21}$$

$$\rightarrow \alpha = \frac{-2}{63} \cdot 10^{33} \text{ rad/s}^2 \rightarrow \alpha \cong -3,2 \cdot 10^{30} \text{ rad/s}^2$$

c) A aceleração centrípeta para o instante e raio considerados tem valor dado por:

$$a_c = \omega^2 \cdot r \rightarrow a_c = \left( \frac{2}{3} \cdot 10^{21} \right)^2 \cdot 6 \cdot 10^{15} \rightarrow a_c = \frac{8}{3} \cdot 10^{27}$$

$$\rightarrow a_c \cong 2,7 \cdot 10^{27} \text{ m/s}^2$$



d) A energia cinética de rotação é dada pela equação fornecida:

$$E_r = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2$$

Assim, a perda de energia associada ao intervalo considerado ( $2 \cdot 10^{-12}$  s a  $8 \cdot 10^{-12}$  s) pode ser obtida por:

$$\Delta E = \frac{1}{2} \cdot I \cdot (\omega^2 - \omega_0^2) \rightarrow \Delta E = \frac{1}{2} \cdot I \cdot (2\pi)^2 \cdot \left( \frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2} \right) \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta E = \frac{12 \cdot 10^{-55}}{2} \cdot 36 \cdot \left( \frac{1}{81} - \frac{1}{49} \right) \cdot (10^{21})^2 \rightarrow \boxed{\Delta E \cong -1,7 \cdot 10^{-13} \text{ J}}$$

Obs.: O sinal negativo indica a energia perdida pelo núcleo atômico na forma de radiação eletromagnética.

**LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

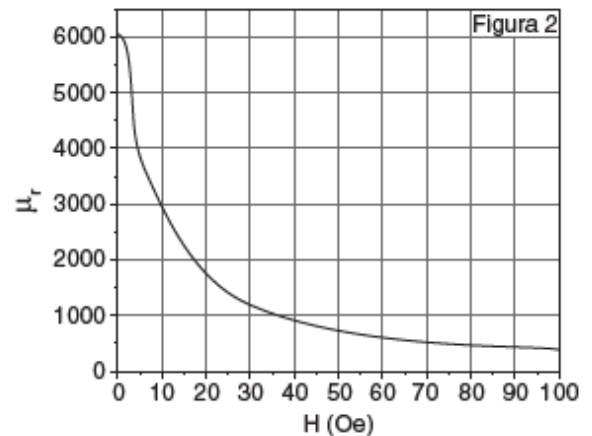
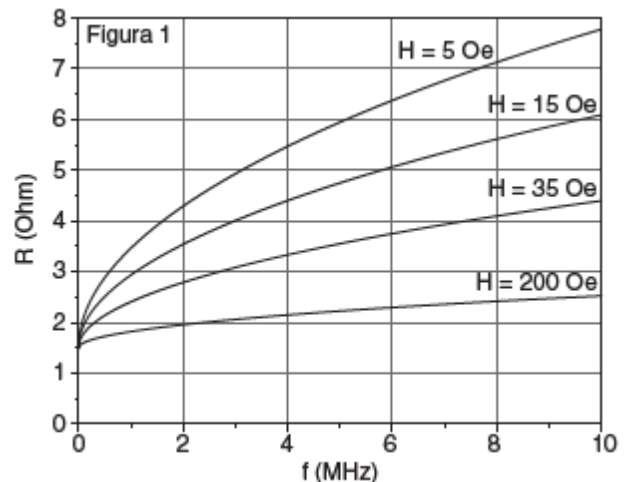
**Física – Frente 2 – Capítulo 7**

**120** Unicamp 2014

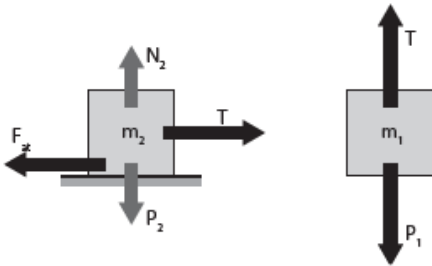
Veja também em:  
Física - Livro 2 - Frente 2 - Capítulo 5

No fenômeno de "Magneto impedância gigante", a resistência elétrica de determinado material pelo qual circula uma corrente alternada de frequência  $f$  varia com a aplicação de um campo magnético  $H$ . O gráfico da figura 1 mostra a resistência elétrica de determinado fio de resistividade elétrica  $\rho = 64,8 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$  em função da frequência  $f$  da corrente elétrica alternada que circula por esse fio, para diferentes valores de  $H$ .

- Como podemos ver na figura 1, o valor da resistência elétrica do fio para  $f = 0$  Hz é  $R = 1,5 \Omega$ . Calcule o comprimento  $L$  desse fio, cuja área de seção transversal vale  $A = 1,296 \times 10^{-8} \text{ m}^2$ .
- Para altas frequências, a corrente elétrica alternada não está uniformemente distribuída na seção reta do fio, mas sim confinada em uma região próxima a sua superfície. Esta região é determinada pelo comprimento de penetração, que é dado por  $\delta = k \sqrt{\frac{\rho}{\mu_r f}}$ , em que  $\rho$  é a resistividade do fio,  $f$  é a frequência da corrente elétrica alternada,  $\mu_r$  é a permeabilidade magnética relativa do fio e  $k = 500 \sqrt{\frac{\text{mHz}}{\Omega}}$ . Sabendo que  $\mu_r$  varia com o campo magnético aplicado  $H$ , como mostra a figura 2, e que, para o particular valor de  $f = 8 \text{ MHz}$  temos  $R \approx 4 \Omega$ , calcule o valor de  $\delta$  para essa situação.



76. a)



Aplicando o princípio fundamental da dinâmica  $\vec{R} = m \cdot \vec{a}$  para cada um dos corpos, temos:

$$T - F_x = m_2 \cdot a \text{ e } P_1 - T = m_1 \cdot a$$

Somando-se as duas equações chega-se a:

$$P_1 - F_x = (m_1 + m_2) \cdot a \Rightarrow m_1 g - m_2 \cdot g \cdot \mu_c = (m_1 + m_2) \cdot a, \text{ e, substituindo os valores, temos:}$$

$$1 \cdot 10 - 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8 = (1 + 0,5) \cdot a \Rightarrow a = 4 \text{ m/s}^2.$$

Finalmente, utilizando a equação de Torricelli:

$$V^2 = V_0^2 + 2a\Delta s \Rightarrow 2^2 = 0 + 2 \cdot 4 \cdot \Delta s$$

$$\Delta s = 0,5 \text{ m.}$$

b) Temos  $F_x = N \cdot \mu$  e, pelos dados do gráfico,  $3 = 10 \cdot \mu \Rightarrow \mu = 0,3$ .

Pela definição de trabalho de uma força constante, temos, para uma força na direção do deslocamento, a relação:

$$|t| = |F| \cdot |\Delta r| \Rightarrow |t| = N \cdot \mu \cdot \Delta r \Rightarrow |t| = 5 \cdot 10^{-9} \cdot 0,3 \cdot 2 \cdot 10^{-6}$$

$$|t| = 3 \cdot 10^{-13} \text{ J.}$$

**Gabarito - LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 2 – Capítulo 7**

**2014**

120. a) O comprimento do fio é dado pela 2ª Lei de Ohm:  $R = \frac{\rho \cdot \ell}{A}$

- Sendo:  $R =$  resistência elétrica ( $\Omega$ )  
 $\rho =$  constante de resistividade elétrica ( $\Omega \cdot m$ )  
 $\ell =$  comprimento (m)  
 $A =$  área da seção transversal ( $m^2$ )

Portanto:

$$R = \frac{\rho \cdot \ell}{A} \therefore \ell = \frac{R \cdot A}{\rho} = \frac{(1,5 \Omega) \cdot (1,296 \cdot 10^{-8} m^2)}{(64,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m)}$$

$$\therefore \ell = 3,0 \cdot 10^{-2} m = 3,0 \text{ cm}$$

b) De acordo com o texto, o comprimento de penetração ( $\sigma$ ) é dado por:

$$\sigma = k \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\mu_r \cdot f}}$$

Para  $f = 8 \text{ MHz}$ , temos  $R \cong 4 \Omega$ . Conforme a figura 1, para  $R \cong 4 \Omega$  temos  $H = 35 \text{ Oe}$ . Para esse valor ( $H = 35 \text{ Oe}$ ), de acordo com a figura 2, obtemos  $\mu_r = 1000 = 10^3$ .

$$\text{Portanto: } \sigma = 500 \cdot \sqrt{\frac{(64,8 \cdot 10^{-8})}{(10^3) \cdot (8) \cdot 10^6}} \text{ (m)}$$

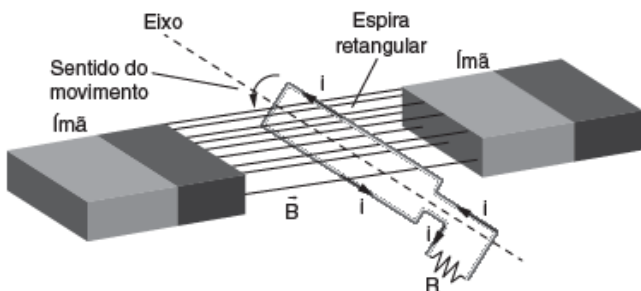
$$\sigma = 5 \cdot 10^{-2} \cdot (9 \cdot 10^{-9}) \text{ (m)}$$

$$\sigma = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

**LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 2 – Capítulo 9**

123 Unesp 2011 Um gerador eletromagnético é constituído por uma espira com seção reta e área  $S$ , que gira com velocidade angular  $\omega$  no interior de um campo magnético uniforme de intensidade  $B$ . À medida que a espira gira, o fluxo magnético  $\phi$  que a atravessa varia segundo a expressão  $\phi(t) = B \cdot S \cdot \cos \omega t$  onde  $t$  é o tempo, produzindo uma força eletromotriz nos terminais do gerador eletromagnético, cujo sentido inverte-se em função do giro da espira. Assim, a corrente no resistor  $R$ , cujo sentido inverte a cada meia-volta, é denominada corrente alternada.



Considere a espira com seção reta de  $10 \text{ cm}^2$ , girando à razão de 20 voltas por segundo, no interior de um campo magnético de intensidade igual a  $2 \times 10^{-5} \text{ T}$ .

Trace o gráfico do fluxo magnético  $\phi(t)$  que atravessa a espira em função do tempo, durante um período ( $T$ ) indicando os valores do fluxo magnético nos instantes  $\frac{T}{4}$ ,  $\frac{T}{2}$ ,  $\frac{3T}{4}$  e  $T$ .

**121 Fuvest 2012**

Veja também em:

Física - Livro 1 - Frente 1 - Capítulo 5

Um ciclista pedala sua bicicleta, cujas rodas completam uma volta a cada 0,5 segundo. Em contato com a lateral do pneu dianteiro da bicicleta, está o eixo de um dínamo que alimenta uma lâmpada, conforme a figura a seguir. Os raios da roda dianteira da bicicleta e do eixo do dínamo são, respectivamente,  $R = 50 \text{ cm}$  e  $r = 0,8 \text{ cm}$ . Determine:



- os módulos das velocidades angulares  $\omega_R$  da roda dianteira da bicicleta e  $\omega_D$  do eixo do dínamo, em rad/s.
- o tempo  $T$  que o eixo do dínamo leva para completar uma volta.
- a força eletromotriz  $\mathcal{E}$  que alimenta a lâmpada quando ela está operando em sua potência máxima.

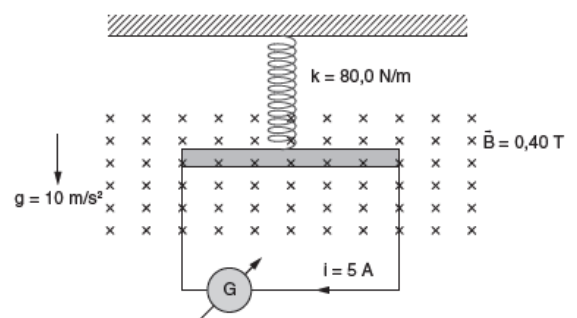
Note e adote:

$$\pi = 3$$

O filamento da lâmpada tem resistência elétrica de  $6 \Omega$  quando ela está operando em sua potência máxima de  $24 \text{ W}$ .

Considere que o contato do eixo do dínamo com o pneu se dá em  $R = 50 \text{ cm}$ .

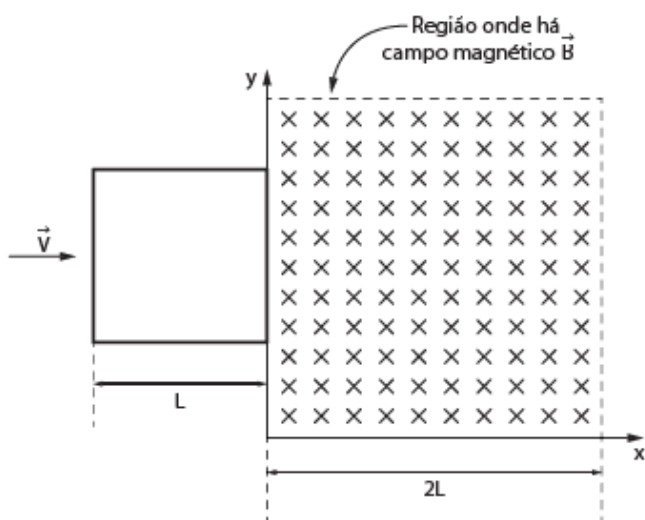
122 Unifesp 2012 Uma mola de massa desprezível, presa ao teto de uma sala, tem sua outra extremidade atada ao centro de uma barra metálica homogênea e na horizontal, com  $50 \text{ cm}$  de comprimento e  $500 \text{ g}$  de massa. A barra metálica, que pode movimentar-se num plano vertical, apresenta resistência ôhmica de  $5 \Omega$  e está ligada por fios condutores de massas desprezíveis a um gerador  $G$  de corrente contínua, de resistência ôhmica interna de  $5 \Omega$ , apoiado sobre uma mesa horizontal. O sistema barra-mola está em um plano perpendicular a um campo magnético  $\vec{B}$  horizontal, cujas linhas de campo penetram nesse plano, conforme mostra a figura.



Determine:

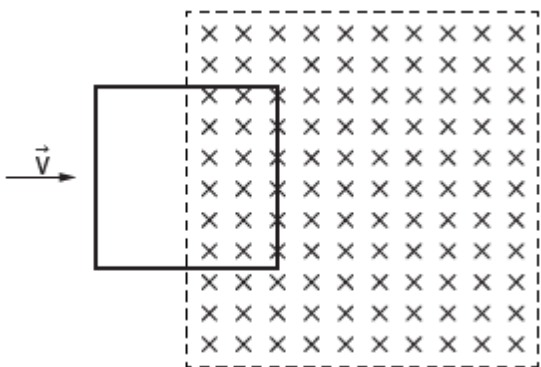
- a força eletromotriz, em volts, produzida pelo gerador e a potência elétrica dissipada pela barra metálica, em watts.
- a deformação, em metros, sofrida pela mola para manter o sistema barra-mola em equilíbrio mecânico. Suponha que os fios elétricos não fiquem sujeitos a tensão mecânica, isto é, esticados.

**88 Fuvest 2018** Uma espira quadrada, de lado  $L$ , constituída por barras rígidas de material condutor, de resistência elétrica total  $R$ , se desloca no plano  $xy$  com velocidade  $\vec{v}$  constante, na direção do eixo  $x$ . No instante  $t = 0$ , representado na figura, a espira começa a entrar em uma região do espaço, de seção reta quadrada, de lado  $2L$ , onde há um campo magnético  $\vec{B}$  perpendicular a  $\vec{v}$ ; a velocidade da espira é mantida constante por meio da ação de um agente externo. O campo  $\vec{B}$  é uniforme, constante e tem a direção do eixo  $z$ , entrando no plano  $xy$ .



Determine

- A figura a seguir representa a situação para o instante  $t_1 = L/(2v)$ . Indique nessa figura o sentido da corrente elétrica  $i_1$  que circula pela espira e determine o seu valor.



- Determine a corrente  $i_2$  na espira para o instante  $t_2 = (3L)/(2v)$ .
- Determine a força eletromagnética  $\vec{F}$  (módulo, direção e sentido) que atua na espira no instante  $t_3 = (5L)/(2v)$ .

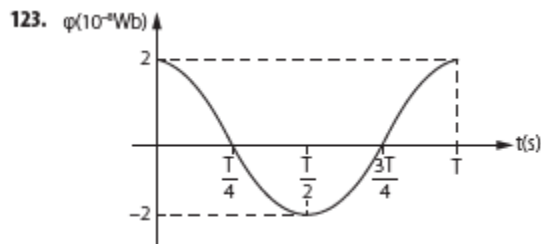
**Note e adote:**

Força eletromotriz na espira parcialmente imersa no campo magnético:  $\varepsilon = LBv$

**Gabarito - LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 2 – Capítulo 9**

**2011**



**2012**

- a)  $\omega_r = 12 \text{ rad/s}$   
 $\omega_b = 750 \text{ rad/s}$   
b) 0,008 s  
c) 12 V
- a)  $\varepsilon = 50 \text{ V}$   
 $P = 125 \text{ W}$   
b) 0,05 m

**2018:**

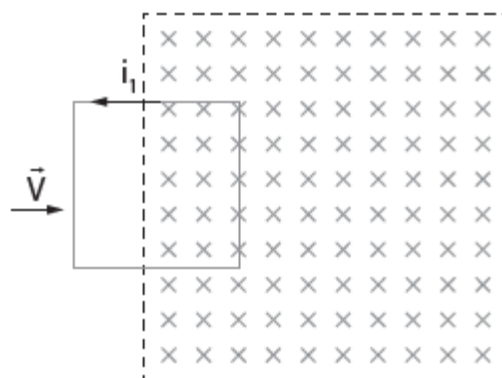
- a) A velocidade da espira pode ser definida como:

$$v = \frac{d}{t_1} \rightarrow d = v \cdot t_1 \rightarrow d = v \cdot \frac{L}{2v} \rightarrow d = \frac{L}{2}$$

Assim, entre  $t = 0$  e o instante  $t_1$ , a espira entra na região do campo magnético  $B$ , aumentando o fluxo magnético que atravessa a espira na direção  $z$  e entrando no plano  $xy$ , o que, pela lei de Lenz, gera um campo magnético induzido cuja origem é a corrente elétrica  $i_1$ , que possui sentido ANTI-HORÁRIO e que pode ser determinada pela regra da mão direita.

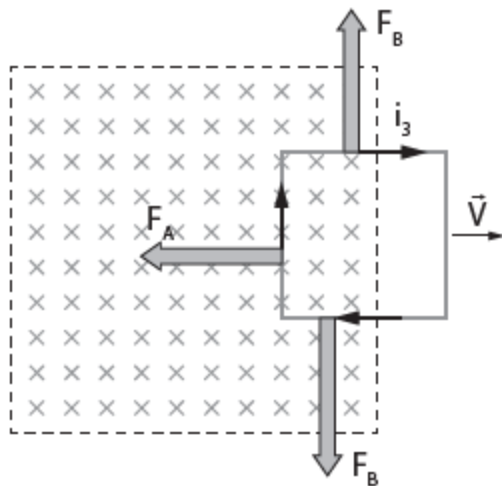
O valor da corrente pode ser determinado pela relação:

$$\varepsilon = R \cdot i_1 \rightarrow B \cdot L \cdot v = R \cdot i_1 \rightarrow i_1 = \frac{B \cdot L \cdot v}{R}$$



- Em  $t_2 = \frac{3L}{2v}$ , tem-se  $d = v \cdot t_2 \rightarrow d = v \cdot \frac{3L}{2v} \rightarrow d = 1,5L$ , o que prova que, para o instante  $t_2$ , a espira já está totalmente dentro da região de campo magnético. Assim sendo, não há variação do fluxo magnético, logo  $i_2 = 0$ .

c) No instante  $t_3 = \frac{5L}{2v}$ , tem-se  $d = v \cdot t_3 \rightarrow d = v \cdot \frac{5L}{2v} \rightarrow d = 2,5L$ , o que determina que, para o instante  $t_3$ , a espira já está saindo da região de campo magnético. Assim sendo, tem-se a situação simétrica oposta à do item a, portanto o fluxo do campo magnético que passa pela espira está diminuindo, o que, pela lei de Lenz, gera um campo magnético induzido cuja origem é a corrente elétrica  $i_3$ , que possui sentido HORÁRIO e que pode ser determinada pela regra da mão direita.



As forças de módulo  $F_B$  possuem sentidos opostos e se anulam. Assim, tem-se apenas  $F_A$  de sentido conforme o desenho apresentado e cujo módulo pode ser calculado pela relação:

$$F_A = B \cdot L \cdot i_3$$

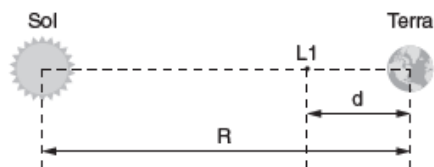
E, como  $i_3 = \frac{\mathcal{E}}{R} \rightarrow i_3 = \frac{B \cdot L \cdot v}{R}$ , vem:

$$F_A = \frac{B^2 \cdot L^2 \cdot v}{R}$$

**LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 2 – Capítulo 10**

**126 Fuvest 2014** Há um ponto no segmento de reta unindo o Sol à Terra, denominado "Ponto de Lagrange L1". Um satélite artificial colocado nesse ponto, em órbita ao redor do Sol, permanecerá sempre na mesma posição relativa entre o Sol e a Terra. Nessa situação, ilustrada na figura, a velocidade angular orbital  $\omega_A$  do satélite em torno do Sol será igual à da Terra,  $\omega_T$ . Para essa condição, determine



- $\omega_T$  em função da constante gravitacional  $G$ , da massa  $M_S$  do Sol e da distância  $R$  entre a Terra e o Sol;
- o valor de  $\omega_A$  em rad/s;
- a expressão do módulo  $F_r$  da força gravitacional resultante que age sobre o satélite, em função de  $G$ ,  $M_S$ ,  $M_T$ ,  $m$ ,  $R$  e  $d$ , sendo  $M_T$  e  $m$ , respectivamente, as massas da Terra e do satélite.

Note e adote:

$$1 \text{ ano} \approx 3,14 \times 10^7 \text{ s.}$$

O módulo da força gravitacional  $F$  entre dois corpos de massas  $M_1$  e  $M_2$ , sendo  $r$  a distância entre eles, é dado por  $F = G M_1 M_2 / r^2$ .

Considere as órbitas circulares.

**127 Unicamp 2014** "As denúncias de violação de telefonemas e transmissão de dados de empresas e cidadãos brasileiros serviram para reforçar a tese das Forças Armadas da necessidade de o Brasil dispor de seu próprio satélite geoestacionário de comunicação militar" (*O Estado de São Paulo*, 15/07/2013). Uma órbita geoestacionária é caracterizada por estar no plano equatorial terrestre, sendo que o satélite que a executa está sempre acima do mesmo ponto no equador da superfície terrestre. Considere que a órbita geoestacionária tem um raio  $r = 42000$  km.

- Calcule a aceleração centrípeta de um satélite em órbita circular geoestacionária.
- A energia mecânica de um satélite de massa  $m$  em órbita circular em torno da Terra é dada por  $E = -\frac{GMm}{2r}$ , em que  $r$  é o raio da órbita,  $M = 6 \times 10^{24}$  kg é a massa da Terra e  $G = 6,7 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$ .

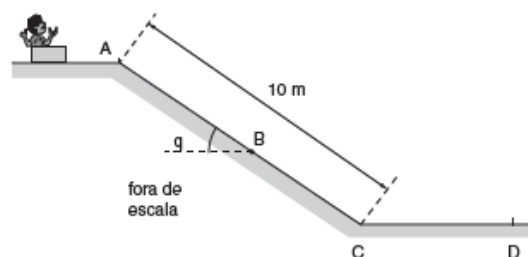
O raio de órbita de satélites comuns de observação (não geoestacionários) é tipicamente de 7000 km. Calcule a energia adicional necessária para colocar um satélite de 200 kg de massa em uma órbita geoestacionária, em comparação a colocá-lo em uma órbita comum de observação.

**90 Unicamp 2016** Plutão é considerado um planeta anão, com massa  $M_p = 1 \times 10^{22}$  kg, bem menor que a massa da Terra. O módulo da força gravitacional entre duas massas  $m_1$  e  $m_2$  é dado por  $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ ,

em que  $r$  é a distância entre as massas e  $G$  é a constante gravitacional. Em situações que envolvem distâncias astronômicas, a unidade de comprimento comumente utilizada é a Unidade Astronômica (UA).

- Considere que, durante a sua aproximação a Plutão, a sonda se encontra em uma posição que está  $d_p = 0,15$  UA distante do centro de Plutão e  $d_T = 30$  UA distante do centro da Terra. Calcule a razão  $\left(\frac{F_{gT}}{F_{gP}}\right)$  entre o módulo da força gravitacional com que a Terra atrai a sonda e o módulo da força gravitacional com que Plutão atrai a sonda. Caso necessário, use a massa da Terra  $M_T = 6 \times 10^{24}$  kg.
- Suponha que a sonda New Horizons estabeleça uma órbita circular com velocidade escalar orbital constante em torno de Plutão com um raio de  $r_p = 1 \times 10^{-4}$  UA. Obtenha o módulo da velocidade orbital nesse caso. Se necessário, use a constante gravitacional  $G = 6 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ . Caso necessário, use 1 UA (Unidade astronômica) =  $1,5 \times 10^8$  km.

**91 Unifesp 2016** Um garoto de 40 kg está sentado, em repouso, dentro de uma caixa de papelão de massa desprezível, no alto de uma rampa de 10 m de comprimento, conforme a figura.



Para que ele desça a rampa, um amigo o empurra, imprimindo-lhe uma velocidade de 1 m/s no ponto A, com direção paralela à rampa, a partir de onde ele escorrega, parando ao atingir o ponto D. Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre a caixa e a superfície, em todo o percurso AD, é igual a 0,25, que  $\sin \theta = 0,6$ ,  $\cos \theta = 0,8$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e que a resistência do ar ao movimento pode ser desprezada, calcule:

- o módulo da força de atrito, em N, entre a caixa e a rampa no ponto B.
- a distância percorrida pelo garoto, em metros, desde o ponto A até o ponto D.

**111 Fuvest 2017** Foram identificados, até agora, aproximadamente 4.000 planetas fora do Sistema Solar, dos quais cerca de 10 são provavelmente rochosos e estão na chamada região habitável, isto é, orbitam sua estrela a uma distância compatível com a existência de água líquida, tendo talvez condições adequadas à vida da espécie humana. Um deles, descoberto em 2016, orbita *Proxima Centauri*, a estrela mais próxima da Terra. A massa,  $M_p$ , e o raio,  $R_p$ , desse planeta são diferentes da massa,  $M_T$ , e do raio,  $R_T$ , do planeta Terra, por fatores  $\alpha$  e  $\beta$ :  $M_p = \alpha M_T$  e  $R_p = \beta R_T$ .

- Qual seria a relação entre  $\alpha$  e  $\beta$  se ambos os planetas tivessem a mesma densidade?

Imagine que você participe da equipe encarregada de projetar o robô C-1PO, que será enviado em uma missão não tripulada a esse planeta. Características do desempenho do robô, quando estiver no planeta, podem ser avaliadas a partir de dados relativos entre o planeta e a Terra.

Nas condições do item a), obtenha, em função de  $\beta$ ,

- a razão  $r_g = \frac{g_p}{g_T}$  entre o valor da aceleração da gravidade,  $g_p$

que será sentida por C-1PO na superfície do planeta e o valor da aceleração da gravidade,  $g_T$ , na superfície da Terra;

- a razão  $r_t = \frac{t_p}{t_T}$  entre o intervalo de tempo,  $t_p$ , necessário para

que C-1PO dê um passo no planeta e o intervalo de tempo,  $t_T$ , do passo que ele dá aqui na Terra (considere que cada perna do robô, de comprimento  $L$ , faça um movimento como o de um pêndulo simples de mesmo comprimento);

- a razão  $r_v = \frac{v_p}{v_T}$  entre os módulos das velocidades do robô no planeta,  $v_p$ , e na Terra,  $v_T$ .

Note e adote:

A Terra e o planeta são esféricos.

O módulo da força gravitacional  $F$  entre dois corpos de massas  $M_1$  e  $M_2$ , separados por uma distância  $r$ , é dado por  $F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$ , em que  $G$  é a constante de gravitação universal.

O período de um pêndulo simples de comprimento  $L$  é dado por  $T = 2\pi \left( \frac{L}{g} \right)^{1/2}$ , em que  $g$  é a aceleração local da gravidade.

Os passos do robô têm o mesmo tamanho na Terra e no planeta.

**Gabarito - LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 2 – Capítulo 10**

**2014**

126. a) Sobre a Terra, temos:

$$R_{cp} = M_T a_{cp} = M_T \omega_T^2 R$$

A força gravitacional é a própria resultante centrípeta, logo:

$$R_{cp} = \frac{GM_S M_T}{R^2} \Rightarrow \frac{GM_S M_T}{R^2} = M_T \omega_T^2 R \Rightarrow \omega_T = \sqrt{\frac{GM_S}{R^3}}$$

- b) A velocidade angular orbital é dada por:

$$\omega_A = \omega_T = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \cdot 3,14}{3,14 \cdot 10^7} \Rightarrow \omega_A = 2 \cdot 10^{-7} \text{ rad/s}$$

- c) Sobre o satélite, agem duas forças gravitacionais: do Sol e da Terra.

Assim:

$$F_i = F_{Sol} - F_{Terra} = \frac{GM_S m}{(R-d)^2} - \frac{GM_T m}{d^2} \Rightarrow F_i = Gm \left[ \frac{M_S}{(R-d)^2} - \frac{M_T}{d^2} \right]$$

127. a) Para a órbita circular geoestacionária, temos:

$$a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r = \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 \cdot r \therefore a = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r}{T^2}$$

Portanto:

$$a = \frac{4 \cdot (3)^2 \cdot (4,2 \cdot 10^7 \text{ m})}{(24 \cdot 3,6 \cdot 10^3 \text{ s})^2} = \boxed{a = 0,20 \text{ m/s}^2}$$

- b) Para satélites em órbita comum:  $r_1 = 7000 \text{ km} = 7 \cdot 10^6 \text{ m}$

Para satélites em órbita geoestacionária:  $r_2 = 42000 \text{ km} = 4,2 \cdot 10^7 \text{ m}$

De acordo com o texto, a energia é dada por:

$$E = -\frac{GMm}{2r}$$

A energia adicional é dada por:

$$E_A = E_2 - E_1 = -\frac{GMm}{2} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$E_A = \frac{(6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2) \cdot (6 \cdot 10^{24} \text{ kg}) \cdot (2 \cdot 10^3 \text{ kg})}{2} \cdot \left( \frac{1}{(7 \cdot 10^6 \text{ m})} - \frac{1}{(4,2 \cdot 10^7 \text{ m})} \right)$$

$$\text{Portanto: } \boxed{E_A = 4,78 \cdot 10^9 \text{ J}}$$

**2016**

90. a) Para a sonda entre a Terra e Plutão:

$$\left( \frac{F_{gT}}{F_{gp}} \right) = \frac{G \cdot M_T \cdot M_{sonda}}{d_T^2} = \frac{G \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot M_{sonda}}{(30 \text{ UA})^2} \Rightarrow \left( \frac{F_{gT}}{F_{gp}} \right) = \frac{G \cdot 1 \cdot 10^{22} \cdot M_{sonda}}{(0,15 \text{ UA})^2}$$

$$\therefore \left( \frac{F_{gT}}{F_{gp}} \right) = 1,5 \cdot 10^{-2}$$

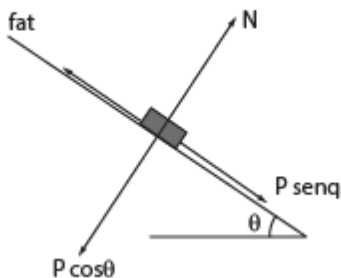
- b) Em uma órbita circular, da sonda ao redor de Plutão, tem-se que:

$$F_{g_p} = F_g \Rightarrow \frac{M_{sonda} \cdot v^2}{r} = \frac{G \cdot M_{sonda} \cdot M_p}{r^2} \Rightarrow v_{orb} = \sqrt{\frac{G \cdot M_p}{r}}$$

Como  $1 \text{ UA} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$ , logo  $r_p = 1 \cdot 10^{-4} \text{ UA} = 1 \cdot 10^{-4} \cdot 1,5 \cdot 10^8 \cdot 10^3 \Rightarrow r_p = 1,5 \cdot 10^7 \text{ metros}$ . Assim:

$$v_{orb} = \sqrt{\frac{6 \cdot 10^{-11} \cdot 1 \cdot 10^{22}}{1,5 \cdot 10^7}} \therefore v_{orb} = 2 \cdot 10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

91. a) Isolando o sistema:



Na direção perpendicular à rampa:  $N = P \cos \theta$

Porém:

$$fat = \mu N$$

$$fat = \frac{1}{4}(400)(0,8)$$

$$fat = 80 \text{ N}$$

$$b) \tau_{Total} = \Delta E_c$$

$$\tau_p + \tau_{fat} + \tau_N = E_c - E_{c0}$$

$$mg h + (-\mu mg \cos \theta d_{cc} - \mu mg d_{cc}) + 0 = 0 - \frac{mv_A^2}{2}$$

$$10(6) - 0,25(10)(0,8)(10) - 0,25(10)d_{cc} = -\frac{(1)^2}{2}$$

$$d_{cc} = 16,2 \text{ m}$$

$$\text{Log } \alpha d_{AD} = 10 + 16,2$$

$$d_{AD} = 26,2 \text{ m}$$

**2017**

111. a) Condição:  $D_p = D_r \Rightarrow \frac{M_p}{V_p} = \frac{M_r}{V_r}$   
 $\frac{(\alpha \cdot M_r)}{\left(\frac{4}{3}\pi R_p^3\right)} = \frac{M_r}{\left(\frac{4}{3}\pi R_r^3\right)} \Rightarrow \alpha = \left(\frac{R_p}{R_r}\right)^3$ , mas  $R_p = \beta \cdot R_r$

$$\alpha = \left(\frac{\beta \cdot R_r}{R_r}\right)^3 \rightarrow \boxed{\alpha = \beta^3}$$

b) O módulo da aceleração da gravidade na superfície de um planeta é dado

por:

$$g = \frac{GM}{R^2}, \text{ então: } g_r = \frac{GM_r}{R_r^2} \text{ e } g_p = \frac{GM_p}{R_p^2}$$

$$r_g = \frac{g_p}{g_r} \rightarrow r_g = \frac{g_p}{g_r} = \frac{\left(\frac{GM_p}{R_p^2}\right)}{\left(\frac{GM_r}{R_r^2}\right)} \rightarrow r_g = \frac{(\alpha \cdot M_r) \cdot R_r^2}{(\beta \cdot R_r)^2 \cdot M_r}$$

$$r_g = \frac{\alpha}{\beta^2} = \frac{(\beta^3)}{\beta^2}$$

$$\boxed{r_g = \beta}$$

c) O tempo é dado por:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$$r_t = \frac{t_p}{t_r} \rightarrow r_t = \frac{(2\pi \sqrt{\frac{L}{g_p}})}{(2\pi \sqrt{\frac{L}{g_r}})} \rightarrow r_t = \sqrt{\frac{g_r}{g_p}}$$

$$\boxed{r_t = \sqrt{\frac{1}{\beta}}}$$

d) Sabe-se que:  $V = \frac{L}{t}$

$$r_v = \frac{V_p}{V_r} \rightarrow r_v = \frac{\left(\frac{L}{t_p}\right)}{\left(\frac{L}{t_r}\right)}$$

$$r_v = \frac{t_r}{t_p} \rightarrow \boxed{r_v = \sqrt{\beta}}$$

**LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 3 – Capítulo 10**

**128** Unifesp 2012 Um paciente, que já apresentava problemas de miopia e astigmatismo, retornou ao oftalmologista para o ajuste das lentes de seus óculos. A figura a seguir retrata a nova receita emitida pelo médico.

Nome: Jorge Frederico de Azeredo

	Grau	Esférico	Cilíndrico	Eixo	D. P.
Para longe	OD	-3,00	-0,75	150°	62,0 mm
	OE	-3,00	-0,75	150°	
Para perto	OD	+1,00	-0,75		68,0 mm
	OE	+1,00	-0,75		

Obs.: Óculos para longe e perto separados. Ao pegar seus óculos é conveniente trazê-los para conferir.

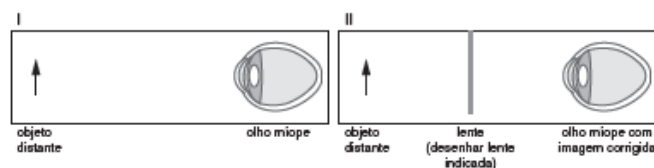
Próxima Consulta: \_\_\_\_ .08.2012.

São Paulo, 30.08.2011.

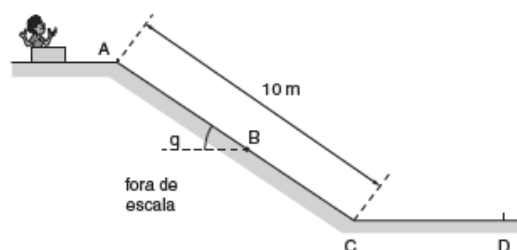
Carlos Figueiredo

CRM nº: 000 00

- Caracterize a lente indicada para correção de miopia, identificando a vergência, em dioptrias, e a distância focal, em metros.
- No diagrama I, esboce a formação da imagem para um paciente portador de miopia e, no diagrama II, a sua correção, utilizando-se a lente apropriada.



**124** Unifesp 2016 Um garoto de 40 kg está sentado, em repouso, dentro de uma caixa de papelão de massa desprezível, no alto de uma rampa de 10 m de comprimento, conforme a figura.



Para que ele desça a rampa, um amigo o empurra, imprimindo-lhe uma velocidade de 1 m/s no ponto A, com direção paralela à rampa, a partir de onde ele escorrega, parando ao atingir o ponto D. Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre a caixa e a superfície, em todo o percurso AD, é igual a 0,25, que  $\sin \theta = 0,6$ ,  $\cos \theta = 0,8$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e que a resistência do ar ao movimento pode ser desprezada, calcule:

- o módulo da força de atrito, em N, entre a caixa e a rampa no ponto B.
- a distância percorrida pelo garoto, em metros, desde o ponto A até o ponto D.

**Gabarito - LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

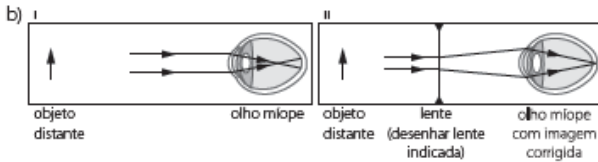
**Física – Frente 3 – Capítulo 10**

**2012**

128. a) Lente divergente.

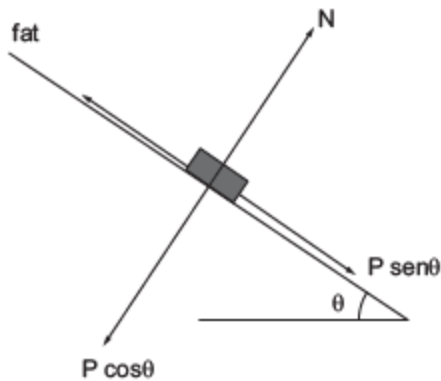
$$V = -3 \text{ di}$$

$$f = -\frac{1}{3} \text{ m}$$



**2016**

124. a) Isolando o sistema:



Na direção perpendicular à rampa:  $N = P \cos \theta$

Porém:

$$\text{fat} = \mu N$$

$$\text{fat} = \frac{1}{4} (400) (0,8)$$

$$\boxed{\text{fat} = 80 \text{ N}}$$

$$\text{b) } \tau_{\text{Total}} = \Delta E_c$$

$$\tau_f + \tau_{\text{frc}} + \tau_N = E_c - E_{c_0}$$

$$mg h + (-\mu mg \cos \theta d_{kc} - \mu mg d_{cd}) + 0 = 0 - \frac{mv_A^2}{2}$$

$$10(6) - 0,25(10)(0,8)(10) - 0,25(10)d_{cd} = -\frac{(1)^2}{2}$$

$$d_{cd} = 16,2 \text{ m}$$

$$\text{Logo: } d_{AD} = 10 + 16,2$$

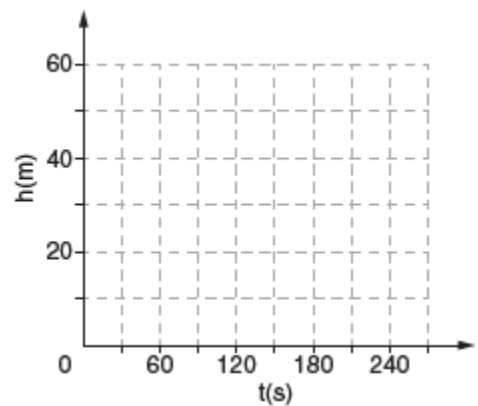
$$\boxed{d_{AD} = 26,2 \text{ m}}$$

**LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

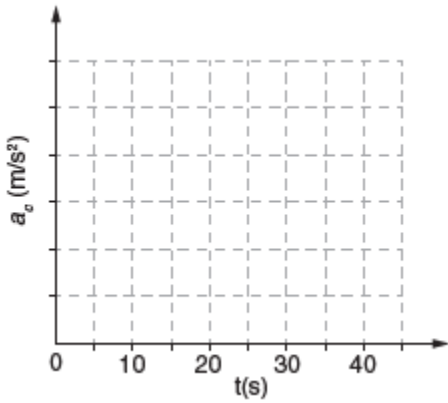
**Física – Frente 3 – Capítulo 11**

132 Unicamp 2011 Várias leis da Física são facilmente verificadas em brinquedos encontrados em parques de diversões. Suponha que em certo parque de diversões uma criança está brincando em uma roda gigante e outra em um carrossel.

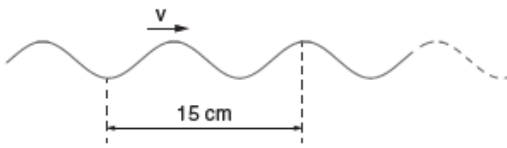
- A roda gigante de raio  $R = 20 \text{ m}$  gira com velocidade angular constante e executa uma volta completa em  $T = 240 \text{ s}$ . No gráfico a seguir, marque claramente com um ponto a altura  $h$  da criança em relação à base da roda gigante nos instantes  $t = 60 \text{ s}$ ,  $t = 120 \text{ s}$ ,  $t = 180 \text{ s}$  e  $t = 240 \text{ s}$ , e, em seguida, esboce o comportamento de  $h$  em função tempo. Considere que, para  $t = 0$ , a criança se encontra na base da roda gigante, onde  $h = 0$ .



- No carrossel, a criança se mantém a uma distância  $r = 4 \text{ m}$  do centro do carrossel e gira com velocidade angular constante  $\omega_0$ . Baseado em sua experiência cotidiana, estime o valor de  $\omega_0$  para o carrossel e, a partir dele, calcule o módulo da aceleração centrípeta  $a_c$  da criança nos instantes  $t = 10 \text{ s}$ ,  $t = 20 \text{ s}$ ,  $t = 30 \text{ s}$  e  $t = 40 \text{ s}$ . Em seguida, esboce o comportamento de  $a_c$  em função do tempo no gráfico abaixo, marcando claramente com um ponto os valores de  $a_c$  para cada um dos instantes acima. Considere que, para  $t = 0$ , o carrossel já se encontra em movimento.



**131 UFPE 2012** Na figura a seguir, mostra-se uma onda mecânica se propagando em um elástico submetido a uma certa tensão, na horizontal. A frequência da onda é  $f = 740$  Hz. Calcule a velocidade de propagação da onda, em m/s.

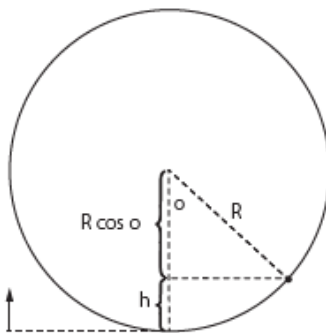
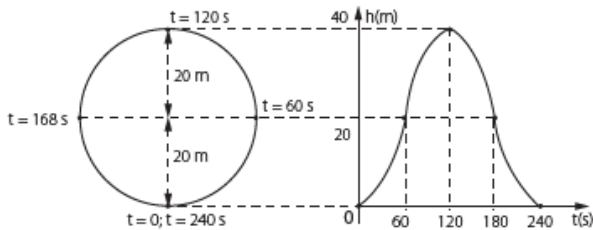


**Gabarito - LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 3 – Capítulo 11**

**2011**

**132. a)** Se  $T = 240$  s, a cada 60 s a criança percorre  $\frac{\pi}{2}$  rad. Tomando o sentido de rotação anti-horário:



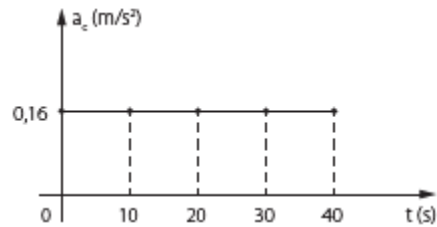
A curva que liga os pontos é calculada da seguinte forma:  
 $h = R - R \cos \theta = R (1 - \cos \theta) = R [1 - \cos(\omega t)]$   
 $h = 20 \left[ 1 - \cos\left(\frac{\pi}{120} \cdot t\right) \right]$

**b)** Podemos estimar o período de rotação do carrossel como sendo de 30 s:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \cdot 3}{30} \Rightarrow \omega_0 = 0,2 \text{ rad/s}$$

O módulo da aceleração centrípeta é constante:

$$a_c = \omega_0^2 \cdot R = 0,2^2 \cdot 4 \Rightarrow a_c = 0,16 \text{ m/s}^2$$



**2012**

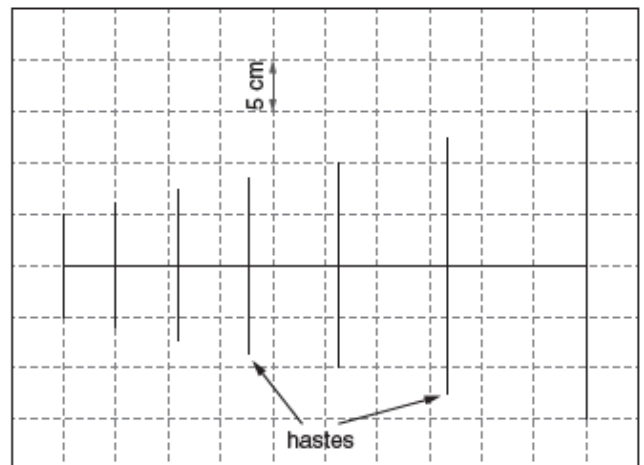
**131.** 74 m/s

**LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 3 – Capítulo 12**

**134 Unicamp 2012** Nos últimos anos, o Brasil vem implantando em diversas cidades o sinal de televisão digital. O sinal de televisão é transmitido através de antenas e cabos, por ondas eletromagnéticas cuja velocidade no ar é aproximadamente igual à da luz no vácuo.

- Um tipo de antena usada na recepção do sinal é a log-periódica, representada na figura a seguir, na qual o comprimento das hastes metálicas de uma extremidade à outra,  $L$ , é variável. A maior eficiência de recepção é obtida quando  $L$  é cerca de meio comprimento de onda da onda eletromagnética que transmite o sinal no ar ( $L \sim \lambda/2$ ). Encontre a menor frequência que a antena ilustrada na figura consegue sintonizar de forma eficiente, e marque na figura a haste correspondente.
- Cabos coaxiais são constituídos por dois condutores separados por um isolante de índice de refração  $n$  e constante dielétrica  $K$ , relacionados por  $K = n^2$ . A velocidade de uma onda eletromagnética no interior do cabo é dada por  $v = c/n$ . Qual é o comprimento de onda de uma onda de frequência  $f = 400$  MHz que se propaga num cabo cujo isolante é o polietileno ( $K = 2,25$ )?



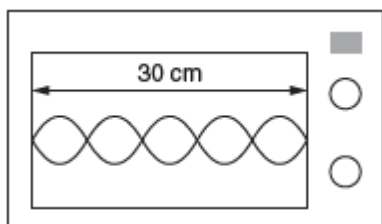


**133** Unicamp 2014

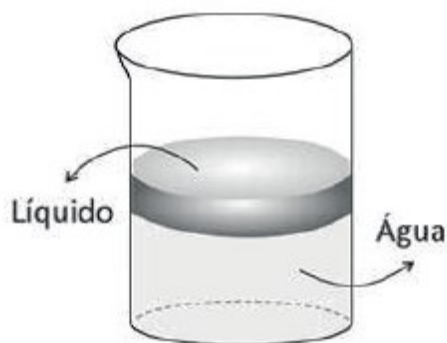
Veja também em:

Física - Livro 1 - Frente 3 - Capítulo 3

- a) Segundo as especificações de um fabricante, um forno de micro-ondas necessita, para funcionar, de uma potência de entrada de  $P = 1400 \text{ W}$ , dos quais 50% são totalmente utilizados no aquecimento dos alimentos. Calcule o tempo necessário para elevar em  $\Delta\theta = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  a temperatura de  $m = 100 \text{ g}$  de água. O calor específico da água é  $c_a = 4,2 \text{ J/g }^\circ\text{C}$ .
- b) A figura abaixo mostra o esquema de um forno de micro-ondas, com 30 cm de distância entre duas de suas paredes internas paralelas, assim como uma representação simplificada de certo padrão de ondas estacionárias em seu interior. Considere a velocidade das ondas no interior do forno como  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  e calcule a frequência  $f$  das ondas que formam o padrão representado na figura.



- 117** Fuvest 2017 Um grupo de estudantes, pretendendo estudar fenômeno análogo ao das cores comumente observadas em manchas de óleo, fez o seguinte experimento: depositou uma gota de um líquido, com índice de refração  $n = 2,5$ , sobre a água contida em um recipiente cilíndrico de raio 10 cm. O líquido se espalha com espessura homogênea sobre toda a superfície da água, como esquematizado na figura.



- a) Se o volume da gota do líquido for  $0,0045 \text{ cm}^3$ , qual será a espessura  $E$  da camada do líquido sobre a água?
- b) Um feixe de luz propaga-se no ar, incide perpendicularmente na superfície do líquido e sofre reflexão nas superfícies do líquido e da água. Quando a espessura  $E$  da camada do líquido for igual a  $\frac{\lambda}{2n}$ , sendo  $\lambda$  o comprimento de onda da luz incidente, ocorre interferência destrutiva entre a luz refletida no líquido e a luz refletida na água. Determine o valor de  $\lambda$ , para essa condição.
- c) Determine o volume da gota do líquido que deveria ser depositada sobre a água para que não se observe luz refletida quando luz verde de um laser, com frequência  $0,6 \times 10^{15} \text{ Hz}$ , incidir perpendicularmente na superfície do líquido.

Note e adote:

O líquido não se mistura com a água.

O recipiente é um cilindro circular reto.

Velocidade da luz  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

$\pi \approx 3$ .

**Gabarito - LIVRO 3 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 3 – Capítulo 12**

**2012**

- 134.** a)  $5,0 \cdot 10^8 \text{ Hz}$   
b)  $0,50 \text{ m}$

**2014**

- 133.** a) De acordo com o texto, o rendimento ( $\eta$ ) do forno é de 50%, assim:

$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{total}}} \therefore P_{\text{útil}} = \eta \cdot P_{\text{total}} = 0,5 \cdot (1400\text{W}) = 700\text{W}$$

Como  $P = \frac{Q_s}{\Delta t}$ , temos:

$$\Delta t = \frac{Q_s}{P} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\theta}{P} = \frac{(100\text{g}) \cdot (4,2\text{J/g }^\circ\text{C}) \cdot (20^\circ\text{C})}{(700\text{W})} = \frac{(100\text{g}) \cdot (4,2\text{J/g }^\circ\text{C}) \cdot (20^\circ\text{C})}{(700\text{W})} \therefore \Delta T = 12\text{s}$$

- b) A frequência ( $f$ ) das ondas é dada por:

$$v = \lambda \cdot f \therefore f = \frac{c}{\lambda}$$

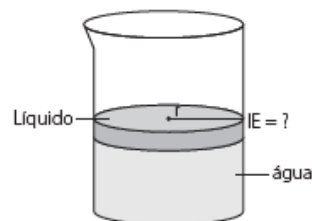
De acordo com a figura, temos:

$$(2,5) \cdot \lambda = 30 \text{ cm} \therefore \lambda = \frac{30}{2,5} \text{ cm} = 12 \text{ cm}$$

Portanto:  $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{(3 \cdot 10^8 \text{ m/s})}{(12 \cdot 10^{-2} \text{ m})} \therefore f = 2,5 \cdot 10^9 \text{ Hz}$

**2017**

**117.**



- a) A gota acomoda-se em forma cilíndrica de tal maneira que seu volume pode ser calculado por:  $V = A \cdot h$

Assim, a espessura da gota é dada por:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot E \rightarrow 4,5 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 10^{-2} \cdot E \rightarrow E = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$$

b) De acordo com o enunciado:  $E = \frac{\lambda}{2 \cdot n}$

Logo:

$$\lambda = 2 \cdot n \cdot E \rightarrow \lambda = 2 \cdot 2,5 \cdot 1,5 \cdot 10^{-5} \rightarrow \boxed{\lambda = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ cm}}$$

c) (I)

$$v = \lambda \cdot f \rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda v \cdot 0,6 \cdot 10^{15} \rightarrow \lambda v = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m ou } 5 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$$

(II)

$$E = \frac{\lambda}{2 \cdot n} \rightarrow E = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 2,5} \rightarrow E = 1 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$$

(III)

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot E \rightarrow V = 3 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 10^{-5} \rightarrow \boxed{V = 3 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3 \text{ ou } V = 0,0030 \text{ cm}^3}$$

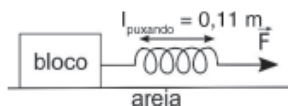
**LIVRO 4 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 9**

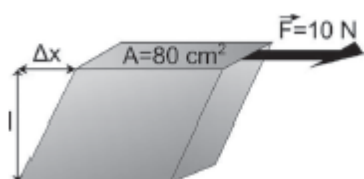
**133 Unicamp 2016** Um estudo publicado em 2014 na renomada revista científica *Physical Review Letters* (<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.112.175502>) descreve como a antiga civilização egípcia reduzia o atrito entre a areia e os trenós que levavam pedras de até algumas toneladas para o local de construção das pirâmides. O artigo demonstrou que a areia na frente do trenó era molhada com a quantidade certa de água para que ficasse mais rígida, diminuindo a força necessária para puxar o trenó.

Caso necessário, use  $g = 10 \text{ m/s}^2$  para resolver as questões abaixo.

a) Considere que, no experimento realizado pelo estudo citado acima, um bloco de massa  $m = 2 \text{ kg}$  foi colocado sobre uma superfície de areia úmida e puxado por uma mola de massa desprezível e constante elástica  $k = 840 \text{ N/m}$ , com velocidade constante, como indica a figura ao lado. Se a mola em repouso tinha comprimento  $l_{\text{repouso}} = 0,10 \text{ m}$ , qual é o coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco e a areia?



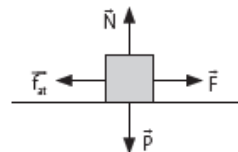
b) Neste experimento, o menor valor de coeficiente de atrito entre a areia e o trenó é obtido com a quantidade de água que torna a areia rígida ao cisalhamento. Esta rigidez pode ser caracterizada pelo seu módulo de cisalhamento, dado por  $G = F/A\Delta x$ , em que  $F$  é o módulo da força aplicada tangencialmente a uma superfície de área  $A$  de um material de espessura  $l$ , e que a deforma por uma distância  $\Delta x$ , como indica a figura ao lado. Considere que a figura representa o experimento realizado para medir  $G$  da areia e também o coeficiente de atrito dinâmico entre a areia e o bloco, ambos em função da quantidade de água na areia. O resultado do experimento é mostrado no gráfico apresentado no espaço de resolução abaixo. Com base no experimento descrito, qual é o valor da razão  $l/\Delta x$  da medida que resultou no menor coeficiente de atrito dinâmico?



**Gabarito - LIVRO 4 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 9**

133. a) Sabendo que a velocidade do bloco é constante, temos que:



$$F_R = 0 \Rightarrow f_{at} = F_a \Rightarrow \mu \cdot N = k \cdot \Delta x \Rightarrow \mu \cdot m \cdot g = k \cdot (L - L_0) \\ \Rightarrow \mu = \frac{840 \cdot (0,11 - 0,10)}{2 \cdot 10} \therefore \boxed{\mu = 0,42}$$

b) Observando o gráfico dado na questão, o menor coeficiente de atrito dinâmico ocorre quando a abscissa vale 5. Para essa mesma abscissa, encontramos o valor do módulo de cisalhamento, cujos valores são dados na ordenada da direita, que é  $G = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

$$\text{Como } G = \frac{F \cdot l}{A \cdot \Delta x}, \text{ temos que } \frac{l}{\Delta x} = \frac{G \cdot A}{F} \Rightarrow$$

$$\frac{l}{\Delta x} = \frac{5 \cdot 10^5 \cdot 80 \cdot 10^{-4}}{10} \therefore \boxed{\frac{l}{\Delta x} = 400}$$

**LIVRO 4 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 1 – Capítulo 11**

**145 Unicamp 2011** A importância e a obrigatoriedade do uso do cinto de segurança nos bancos dianteiros e traseiros dos veículos têm sido bastante divulgadas pelos meios de comunicação. Há grande negligência especialmente quanto ao uso dos cintos traseiros. No entanto, existem registros de acidentes em que os sobreviventes foram apenas os passageiros da frente, que estavam utilizando o cinto de segurança.

- a) Considere um carro com velocidade  $v = 72 \text{ km/h}$  que, ao colidir com um obstáculo, é freado com desaceleração constante até parar completamente após  $\Delta t = 0,1 \text{ s}$ . Calcule o módulo da força que o cinto de segurança exerce sobre um passageiro com massa  $m = 70 \text{ kg}$  durante a colisão para mantê-lo preso no banco até a parada completa do veículo.
- b) Um passageiro sem o cinto de segurança pode sofrer um impacto equivalente ao causado por uma queda de um edifício de vários andares. Considere que, para uma colisão como a descrita acima, a energia mecânica associada ao impacto vale  $E = 12 \text{ kJ}$ . Calcule a altura de queda de uma pessoa de massa  $m = 60 \text{ kg}$ , inicialmente em repouso, que tem essa mesma quantidade de energia em forma de energia cinética no momento da colisão com o solo.

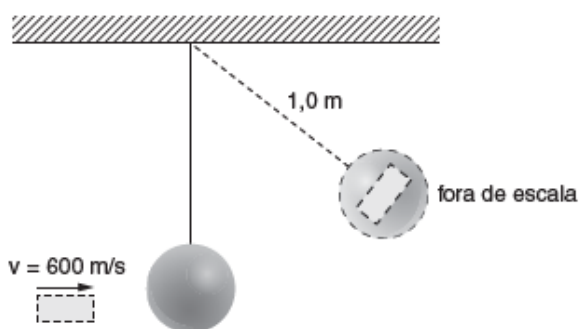
**146 Unicamp 2011** Em 1905 Albert Einstein propôs que a luz é formada por partículas denominadas fótons. Cada fóton de luz transporta uma quantidade de energia  $E = hv$  e possui momento linear  $p = \frac{h}{\lambda}$ , em que  $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ Js}$  é a constante de Planck e  $v$  e  $\lambda$  são, respectivamente, a frequência e o comprimento de onda da luz.

- a) A aurora boreal é um fenômeno natural que acontece no Polo Norte, no qual efeitos luminosos são produzidos por colisões entre partículas carregadas e os átomos dos gases da alta atmosfera terrestre. De modo geral, o efeito luminoso é dominado pelas colorações verde e vermelha, por causa das colisões das partículas carregadas com átomos de oxigênio e nitrogênio, respectivamente.

Calcule a razão  $R = \frac{E_{\text{verde}}}{E_{\text{vermelho}}}$  em que  $E_{\text{verde}}$  é a energia transportada por um fóton de luz verde com  $\lambda_{\text{verde}} = 500 \text{ nm}$ , e  $E_{\text{vermelho}}$  é a energia transportada por um fóton de luz vermelha com  $\lambda_{\text{vermelho}} = 650 \text{ nm}$ .

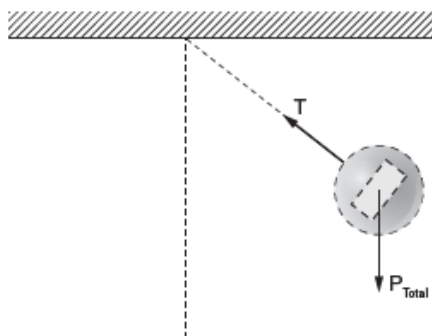
- b) Os átomos dos gases da alta atmosfera estão constantemente absorvendo e emitindo fótons em várias frequências. Um átomo, ao absorver um fóton, sofre uma mudança em seu momento linear, que é igual, em módulo, direção e sentido, ao momento linear do fóton absorvido. Calcule o módulo da variação de velocidade de um átomo de massa  $m = 5,0 \times 10^{-26} \text{ kg}$  que absorve um fóton de comprimento de onda  $\lambda = 660 \text{ nm}$ .

- 147 Unifesp 2011** Uma pequena pedra de 10 g é lançada por um dispositivo com velocidade horizontal de módulo igual a 600 m/s, incide sobre um pêndulo em repouso e nele se engasta, caracterizando uma colisão totalmente inelástica. O pêndulo tem 6,0 kg de massa e está pendurado por uma corda de massa desprezível e inextensível, de 1,0 m de comprimento. Ele pode girar sem atrito no plano vertical, em torno da extremidade fixa da corda, de modo que a energia mecânica seja conservada após a colisão.

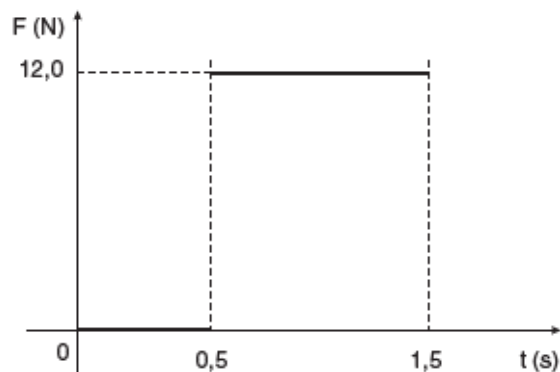


Considerando  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ , calcule:

- a velocidade do pêndulo com a pedra engastada, imediatamente após a colisão.
- a altura máxima atingida pelo pêndulo com a pedra engastada e a tensão  $T$  na corda neste instante.



- 148 Uerj 2011** Um corpo de massa igual a 6,0 kg move-se com velocidade constante de 0,4 m/s, no intervalo de 0 s a 0,5 s. Considere que, a partir de 0,5 s, esse corpo é impulsionado por uma força de módulo constante e de mesmo sentido que a velocidade, durante 1,0 s. O gráfico a seguir ilustra o comportamento da força em função do tempo.

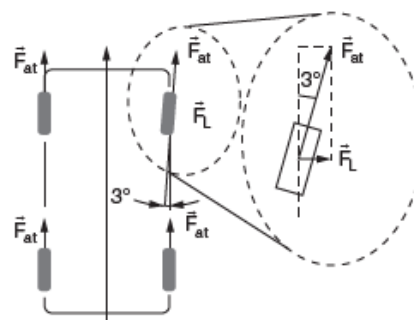


Calcule a velocidade do corpo no instante  $t = 1,5 \text{ s}$ .

- 142 Unicamp 2012**

Veja também em:  
Física - Livro 3 - Frente 1 - Capítulo 9

O tempo de viagem de qualquer entrada da Unicamp até a região central do *campus* é de apenas alguns minutos. Assim, a economia de tempo obtida, desrespeitando-se o limite de velocidade, é muito pequena, enquanto o risco de acidentes aumenta significativamente.



- Considere que um ônibus de massa  $M = 9.000 \text{ kg}$ , viajando a 80 km/h, colide na traseira de um carro de massa  $m_o = 1.000 \text{ kg}$  que se encontrava parado. A colisão é inelástica, ou seja, carro e ônibus seguem grudados após a batida. Calcule a velocidade do conjunto logo após a colisão.
- Além do excesso de velocidade, a falta de manutenção do veículo pode causar acidentes. Por exemplo, o desalinhamento das rodas faz com que o carro sofra a ação de uma força lateral. Considere um carro com um pneu dianteiro desalinhado de  $3^\circ$ , conforme a figura acima, gerando uma componente lateral da força de atrito  $\vec{F}_L$  em uma das rodas. Para um carro de massa  $m_b = 1.600 \text{ kg}$ , calcule o módulo da aceleração lateral do carro, sabendo que o módulo da força de atrito em cada roda vale  $F_{\text{at}} = 8.000 \text{ N}$ .

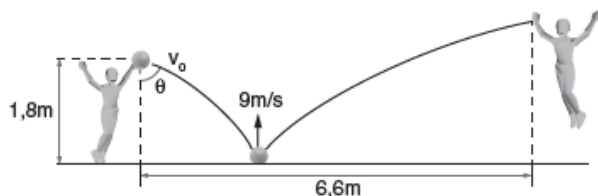
Dados:  $\sin 3^\circ = 0,05$  e  $\cos 3^\circ = 0,99$ .

**143 Unesp 2012**

Veja também em:

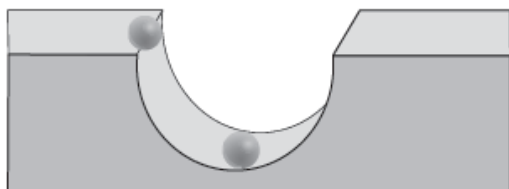
Física - Livro 3 - Frente 1 - Capítulo 10

Em um jogo de basquete, um jogador passa a bola para outro lançando-a de 1,8 m de altura contra o solo, com uma velocidade inicial  $V_0 = 10$  m/s, fazendo um ângulo  $\theta$  com a vertical ( $\sin \theta = 0,6$  e  $\cos \theta = 0,8$ ). Ao tocar o solo, a bola, de 600 g, permanece em contato com ele por um décimo de segundo e volta a subir de modo que, imediatamente após a colisão, a componente vertical de sua velocidade tenha módulo 9 m/s. A bola é apanhada pelo outro jogador a 6,6 m de distância do primeiro.



Desprezando a resistência do ar, a rotação da bola e uma possível perda de energia da bola durante a colisão com o solo, calcule o intervalo de tempo entre a bola ser lançada pelo primeiro jogador e ser apanhada pelo segundo. Determine a intensidade da força média, em newtons, exercida pelo solo sobre a bola durante a colisão, considerando que, nesse processo, a força peso que atua na bola tem intensidade desprezível diante da força de reação do solo sobre a bola. Considere  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

**144 Unifesp 2012** Um corpo esférico, pequeno e de massa 0,1 kg, sujeito a aceleração gravitacional de 10 m/s<sup>2</sup>, é solto na borda de uma pista que tem a forma de uma depressão hemisférica, de atrito desprezível e de raio 20 cm, conforme apresentado na figura. Na parte mais baixa da pista, o corpo sofre uma colisão frontal com outro corpo, idêntico e em repouso.



Considerando que a colisão relatada seja totalmente inelástica, determine:

- O módulo da velocidade dos corpos, em m/s, imediatamente após a colisão.
- A intensidade da força de reação, em newtons, que a pista exerce sobre os corpos unidos no instante em que, após a colisão, atingem a altura máxima.

**140 Fuvest 2013** Uma das hipóteses para explicar a extinção dos dinossauros, ocorrida há cerca de 60 milhões de anos, foi a colisão de um grande meteoro com a Terra. Estimativas indicam que o meteoro tinha massa igual a 1016 kg e velocidade de 30 km/s, imediatamente antes da colisão. Supondo que esse meteoro estivesse se aproximando da Terra, numa direção radial em relação à órbita desse planeta em torno do Sol, para uma colisão frontal, determine:

- a quantidade de movimento  $P_i$  do meteoro imediatamente antes da colisão;
- a energia cinética  $E_c$  do meteoro imediatamente antes da colisão;
- a componente radial da velocidade da Terra,  $V_p$ , pouco depois da colisão;
- a energia  $E_d$ , em megatons, dissipada na colisão.

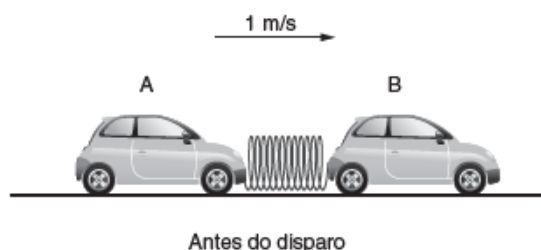
Note e adote:

A órbita da Terra é circular.

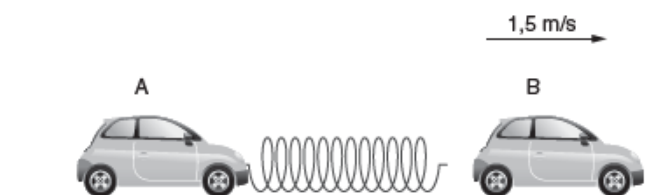
Massa da Terra:  $6 \times 10^{24}$  kg.

1 megaton =  $4 \times 10^{15}$  J é a energia liberada pela explosão de um milhão de toneladas de trinitrotolueno.

**141 Unesp 2013** Um brinquedo é constituído por dois carrinhos idênticos, A e B, de massas iguais a 3 kg e por uma mola de massa desprezível, comprimida entre eles e presa apenas ao carrinho A. Um pequeno dispositivo, também de massa desprezível, controla um gatilho que, quando acionado, permite que a mola se distenda.



Antes do disparo



Depois do disparo

Antes de o gatilho ser acionado, os carrinhos e a mola moviam-se juntos, sobre uma superfície plana horizontal sem atrito, com energia mecânica de 3,75 J e velocidade de 1 m/s, em relação à superfície. Após o disparo do gatilho, e no instante em que a mola está totalmente distendida, o carrinho B perde contato com ela e sua velocidade passa a ser de 1,5 m/s, também em relação a essa mesma superfície.

Nas condições descritas, calcule a energia potencial elástica inicialmente armazenada na mola antes de o gatilho ser disparado e a velocidade do carrinho A, em relação à superfície, assim que B perde contato com a mola, depois de o gatilho ser disparado.

**138** Unicamp 2014

Veja também em:

Física • Livro 1 • Frente 3 • Capítulo 6

Existem inúmeros tipos de extintores de incêndio que devem ser utilizados de acordo com a classe do fogo a se extinguir. No caso de incêndio envolvendo líquidos inflamáveis, classe B, os extintores à base de pó químico ou de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) são recomendados, enquanto extintores de água devem ser evitados, pois podem espalhar o fogo.

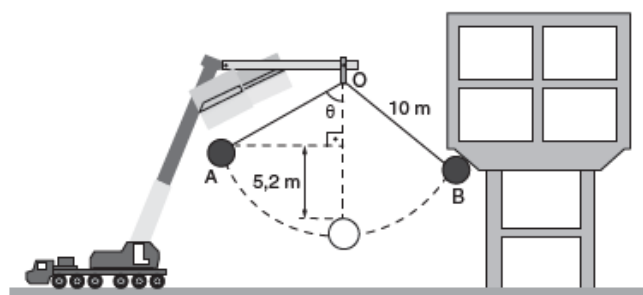
- a) Considere um extintor de  $\text{CO}_2$  cilíndrico de volume interno  $V = 1800 \text{ cm}^3$  que contém uma massa de  $\text{CO}_2$   $m = 6 \text{ kg}$ . Tratando o  $\text{CO}_2$  como um gás ideal, calcule a pressão no interior do extintor para uma temperatura  $T = 300 \text{ K}$ .  
Dados:  $R = 8,3 \text{ J/mol K}$  e a massa molar do  $\text{CO}_2$   $M = 44 \text{ g/mol}$ .
- b) Suponha que um extintor de  $\text{CO}_2$  (similar ao do item a), completamente carregado, isolado e inicialmente em repouso, lance um jato de  $\text{CO}_2$  de massa  $m = 50 \text{ g}$  com velocidade  $v = 20 \text{ m/s}$ . Estime a massa total do extintor  $M_{\text{ext}}$  e calcule a sua velocidade de recuo provocada pelo lançamento do gás. Despreze a variação da massa total do cilindro decorrente do lançamento do jato.

**139** Unifesp 2014

Veja também em:

Física • Livro 3 • Frente 1 • Capítulo 9

Uma empresa de demolição utiliza um guindaste, extremamente massivo, que se mantém em repouso e em equilíbrio estável no solo durante todo o processo. Ao braço superior fixo da treliça do guindaste, ponto O, prende-se um cabo, de massa desprezível e inextensível, de  $10 \text{ m}$  de comprimento. A outra extremidade do cabo é presa a uma bola de  $300 \text{ kg}$  que parte do repouso, com o cabo esticado, do ponto A.



Sabe-se que a trajetória da bola, contida em um plano vertical, do ponto A até o ponto B, é um arco de circunferência com centro no ponto O; que o módulo da velocidade da bola no ponto B, imediatamente antes de atingir a estrutura do prédio, é de  $2 \text{ m/s}$ ; que o choque frontal da bola com o prédio dura  $0,02 \text{ s}$ ; e que depois desse intervalo de tempo a bola para instantaneamente. Desprezando a resistência do ar e adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , calcule, em newtons:

- a) o módulo da força resultante média que atua na bola no intervalo de tempo de duração do choque.
- b) o módulo da força de tração no cabo no instante em que a bola é abandonada do repouso no ponto A.

**137** Fuvest 2015

Veja também em:

Física • Livro 1 • Frente 1 • Capítulo 9

Uma criança de  $30 \text{ kg}$  está em repouso no topo de um escorregador plano de  $2,5 \text{ m}$  de altura, inclinado  $30^\circ$  em relação ao chão horizontal. Num certo instante, ela começa a deslizar e percorre todo o escorregador. Determine

- a) a energia cinética  $E$  e o módulo  $Q$  da quantidade de movimento da criança, na metade do percurso;
- b) o módulo  $F$  da força de contato entre a criança e o escorregador;
- c) o módulo  $a$  da aceleração da criança.

Note e adote:

Forças dissipativas devem ser ignoradas.

A aceleração local da gravidade é  $10 \text{ m/s}^2$ .

$\text{sen } 30^\circ = \text{cos } 60^\circ = 0,5$

$\text{sen } 60^\circ = \text{cos } 30^\circ = 0,9$

**121** Unicamp 2017

Veja também em:

Biologia • Livro 3 • Frente 2 • Capítulo 17

Lótus é uma planta conhecida por uma característica muito interessante: apesar de crescer em regiões de lodo, suas folhas estão sempre secas e limpas. Isto decorre de sua propriedade hidrofóbica. Gotas de água na folha de lótus tomam forma aproximadamente esférica e se deslocam quase sem atrito até caírem da folha. Ao se moverem pela folha, as gotas de água capturam e carregam consigo a sujeira para fora da folha.

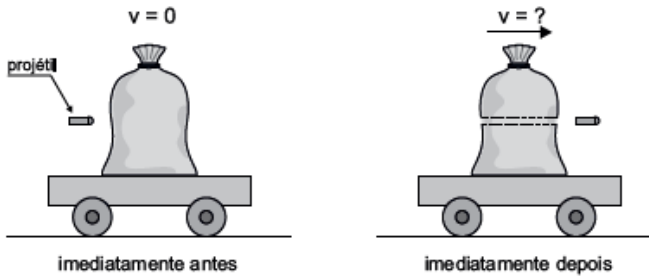
- a) Quando uma gota de água cai sobre uma folha de lótus, ela quica como se fosse uma bola de borracha batendo no chão. Considere uma gota, inicialmente em repouso, caindo sobre uma folha de lótus plana e na horizontal, a partir de uma altura  $h_i = 50 \text{ cm}$  acima da folha. Qual é o coeficiente de restituição da colisão se a gota sobe até uma altura de  $h_f = 2 \text{ cm}$  após quicar a primeira vez na folha?
- b) Considere uma gota de água com velocidade inicial  $v_i = 3 \text{ mm/s}$  deslocando-se e limpando a superfície de uma folha de lótus plana e na horizontal. Antes de cair da folha, essa gota captura o lodo de uma área de  $2 \text{ cm}^2$ . Suponha que a densidade superficial média de lodo na folha é de  $2,5 \times 10^{-3} \text{ gramas/cm}^2$ . Estime a massa da gota de água e calcule sua velocidade no instante em que ela deixa a folha.

**122** Unifesp 2017

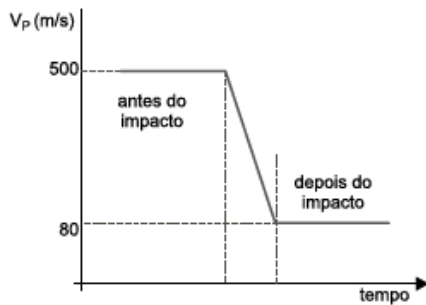
Veja também em:

Física • Livro 3 • Frente 1 • Capítulo 10

Em um teste realizado na investigação de um crime, um projétil de massa  $20 \text{ g}$  é disparado horizontalmente contra um saco de areia apoiado, em repouso, sobre um carrinho que, também em repouso, está apoiado sobre uma superfície horizontal na qual pode mover-se livre de atrito. O projétil atravessa o saco perpendicularmente aos eixos das rodas do carrinho, e sai com velocidade menor que a inicial, enquanto o sistema formado pelo saco de areia e pelo carrinho, que totaliza  $100 \text{ kg}$ , sai do repouso com velocidade de módulo  $v$ .



O gráfico representa a variação da velocidade escalar do projétil,  $v_p$ , em função do tempo, nesse teste.



Calcule:

- o módulo da velocidade  $v$ , em m/s, adquirida pelo sistema formado pelo saco de areia e pelo carrinho imediatamente após o saco ter sido atravessado pelo projétil.
- o trabalho, em joules, realizado pela resultante das forças que atuaram sobre o projétil no intervalo de tempo em que ele atravessou o saco de areia.

**123 Unifesp 2017**

Veja também em:

Física - Livro 1 - Frente 3 - Capítulo 3

O gasto calórico no exercício da atividade física de corrida é uma função de diversas variáveis, porém, a fórmula simplificada pode dar uma estimativa desse gasto.

$$\text{Gasto calórico (em calorias por hora)} = \text{velocidade da corrida (em km/h)} \times \text{massa do indivíduo (em kg)}$$

Considere que, no exercício da corrida, o consumo de oxigênio, que em repouso é de 3,5 mL por quilograma de massa corporal por minuto, seja multiplicado pela velocidade (em km/h) do corredor.

- Turíbio tem massa de 72 kg e pratica 25 minutos de corrida por dia com velocidade constante de 8 km/h. Calcule o gasto calórico diário de Turíbio com a prática dessa atividade.
- Seja  $c$  o consumo de litros de oxigênio em uma hora de corrida de um indivíduo de massa  $m$  (em kg) em velocidade constante  $v$  (em km/h). Calcule o valor da constante  $\frac{c}{m \cdot v}$  na prática de uma hora de corrida desse indivíduo.

**2011**

145. a) A desaceleração média é dada por:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{0,1} = 200 \text{ m/s}^2$$

A força média do cinto é dada por:

$$F_m = m \cdot a_m = 70 \cdot 200 \Rightarrow F_m = 14.000 \text{ N}$$

b) A energia potencial da pessoa no momento em que é solta deverá valer 12 kJ:

$$m \cdot g \cdot h = 12 \cdot 10^3 \Rightarrow 60 \cdot 10 \cdot h = 12 \cdot 10^3 \Rightarrow h = 20 \text{ m.}$$

146. a)  $R = \frac{E_{\text{verde}}}{E_{\text{vermelho}}} = \frac{\lambda v_{\text{verde}}}{\lambda v_{\text{vermelho}}}$

Seja  $v = \frac{c}{\lambda}$ ,

$$R = \frac{f(\lambda / \lambda_{\text{verde}})}{f(\lambda / \lambda_{\text{vermelho}})} \Rightarrow R = \frac{1}{\lambda_{\text{verde}}} \cdot \frac{\lambda_{\text{vermelho}}}{1} = \frac{650 \cdot 10^{-9}}{500 \cdot 10^{-9}} \Rightarrow R = 1,3$$

b)  $\Delta p = m \Delta v \Rightarrow \frac{h}{\lambda} = m \Delta v$

$$\therefore \Delta v = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{5 \cdot 10^{-26} \cdot 6,6 \cdot 10^{-7}} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$$

147. a)  $v \approx 1 \text{ m/s}$

b)  $h = 5 \text{ cm}$

$T = 57$

148.  $v = 2,4 \text{ m/s}$

**2012**

142. a) 72 km/h

b) 0,25 m/s<sup>2</sup>

143.  $\Delta t = 0,94 \text{ s}$ ;  $F_m = 114,3 \text{ N}$

• A questão apresenta incoerências entre os dados e as informações fornecidas pelo texto.

144. a) 1 m/s

b) 1,5 N

**2013**

140. a)  $3 \cdot 1020 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

b)  $4,5 \cdot 10^{24} \text{ J}$

c)  $5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

d)  $4,5 \cdot 10^{24} \text{ J} = 11 \cdot 10^8 \text{ megatons.}$

141.  $E_p = 0,75 \text{ J}$

$v_A' = 0,5 \text{ m/s}$

**2014**

138. a) De acordo com o texto, temos:

$$V = 1,8 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad M = 44 \text{ g/mol} = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ kg/mol}$$

$$m = 6 \text{ kg} \quad R = 8,3 \text{ J/molK}$$

$$T = 300 \text{ K} = 3 \cdot 10^2 \text{ K}$$

Tratando o  $\text{CO}_2$  como um gás ideal, a pressão no interior do extintor é dada por:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad \therefore p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \quad \therefore p = \frac{m}{M} \cdot \frac{R \cdot T}{V}$$

Portanto:

$$p = \frac{(6 \text{ kg})}{(4,4 \cdot 10^{-2} \text{ kg/mol})} \cdot \frac{(8,3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}) \cdot (3 \cdot 10^2 \text{ K})}{(1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3)} \quad \therefore$$

$$\boxed{p = 1,88 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2 \approx 1,9 \cdot 10^8 \text{ Pa}}$$

b) Admitindo a Conservação do Momento Linear do sistema, temos:

$$|\vec{Q}_{\text{antes}}| = |\vec{Q}_{\text{após}}| \quad \therefore \vec{0} = \vec{Q}_{\text{ext}} + \vec{Q}_{\text{gás}} \quad \therefore M_{\text{ext}} \cdot v_{\text{ext}} = m \cdot v \quad \therefore v_{\text{ext}} = \frac{m \cdot v}{M_{\text{ext}}}$$

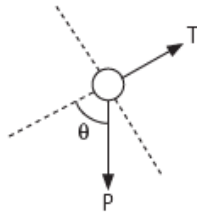
Estimando a massa do extintor em 10 kg, temos:

$$v_{\text{ext}} = \frac{(50 \cdot 10^{-3} \text{ kg}) \cdot (20 \text{ m/s})}{(10 \text{ kg})} \quad \therefore \boxed{v_{\text{ext}} = 0,1 \text{ m/s} = 10^{-1} \text{ m/s}}$$

139. a) Do Teorema do Impulso, temos:

$$\vec{I}_R = \Delta \vec{Q} \Rightarrow \vec{F}_R \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \Rightarrow F_R \cdot 0,02 = 300 \cdot 2 \Rightarrow F_R = 30\,000 \text{ N}$$

b) No ponto A, como a velocidade é nula, não existe resultante centrípeta nesse instante.



$$T = P \cdot \cos \theta \Rightarrow T = 3000 \cdot \left(\frac{4,8}{10}\right) \Rightarrow \boxed{T = 1440 \text{ N}}$$

**2015**

137. a) Pelo princípio de conservação de energia, tem-se:

$$\epsilon_{rA} = \epsilon_{rB} \quad \therefore m \cdot g \cdot h = \epsilon \quad \therefore \epsilon = 30 \cdot 10 \cdot \frac{2,5}{2} \quad \therefore \boxed{\epsilon = 375 \text{ J}}$$

No mesmo ponto, na metade do percurso, a velocidade da criança vale:

$$\epsilon = \frac{mv^2}{2} \quad \therefore 375 = \frac{30 \cdot v^2}{2} \quad \therefore v = 5 \text{ m/s.}$$

Assim, sua quantidade de movimento vale:

$$Q = m \cdot v \quad \therefore Q = 30 \cdot 5 \quad \therefore \boxed{Q = 150 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}$$

b) A força de contato, nesse caso, é a própria normal, pois não há atrito.

Como a criança está acelerada na direção do plano, então:

$$N = P \cdot \cos 30^\circ \quad \therefore N = 30 \cdot 10 \cdot 0,9 \quad \therefore N = 270 \text{ N} \quad \therefore \boxed{F = 270 \text{ N}}$$

c)  $F_R = m \cdot a \quad \therefore P \cdot \sin 30^\circ = m \cdot a \quad \therefore 30 \cdot 10 \cdot 0,5 = 30 \cdot a \quad \therefore \boxed{a = 5 \text{ m/s}^2}$

**2017**

121. a) O coeficiente de restituição é dado por:

$$e = \frac{\text{vel. relativa de afastamento}}{\text{vel. relativa de aproximação}}$$

Visto que, desprezando-se as forças dissipativas,  $v = \sqrt{2gh}$ , pode-se escrever:

$$e = \frac{\sqrt{2gh_{\text{subida}}}}{\sqrt{2gh_{\text{descida}}}} = \sqrt{\frac{h_{\text{subida}}}{h_{\text{descida}}}}$$

Substituindo:

$$e = \sqrt{\frac{2 \text{ cm}}{50 \text{ cm}}} \quad \therefore \boxed{e = \frac{1}{5}}$$

b) A densidade superficial de massa é dada por:  $\sigma = \frac{m}{A}$   
A quantidade de lodo capturada pela gota é, então:

$$2,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^2} = \frac{m}{2 \text{ cm}^2} \quad \therefore m = 5 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 5 \text{ mg}$$

A captura do lodo pela gota pode ser considerada como uma colisão perfeitamente inelástica. Sendo assim, há a conservação da quantidade de movimento. Logo:

$$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}} \Leftrightarrow m_{\text{gota}} \cdot v_{\text{gota}} = m_{\text{conjunto}} \cdot v_{\text{conjunto}}$$

Estimando a massa da gota em  $m_{\text{gota}} = 20 \text{ mg}$ , tem-se:

$$(20 \text{ mg}) \cdot \left(3 \frac{\text{mm}}{\text{s}}\right) = [(20 + 5) \text{ mg}] \cdot v_{\text{conjunto}} \quad \therefore \boxed{v_{\text{conjunto}} = 2,4 \text{ mm/s}}$$

122. a) Pelo gráfico:  $\begin{cases} v_p = 500 \text{ m/s (antes do impacto)} \\ v'_p = 80 \text{ m/s (depois do impacto)} \end{cases}$

Sistema isolado:  $\vec{Q}_{\text{antes}} = \vec{Q}_{\text{depois}}$

$$M_p v_p = M_p \cdot v'_p + M V$$

$$\frac{20}{1.000} \cdot (500) = \frac{20}{1.000} \cdot (80) + 100 \cdot V$$

$$\boxed{V = 0,084 \text{ m/s}}$$

b)  $\tau_{Fr} = \Delta E_c$

$$\tau_{Fr} = \frac{M_p}{2} \cdot v_p^2 - \frac{M_p}{2} \cdot v_p'^2 = \frac{M_p}{2} (v_p^2 - v_p'^2)$$

$$\tau_{Fr} = \left(\frac{20 \cdot 10^{-3}}{2}\right) (80^2 - 500^2)$$

$$\boxed{\tau_{Fr} = -2.436 \text{ J}}$$

123. a) Sendo G o gasto calórico (em calorias por hora), de acordo com o enunciado, tem-se:

$$G = v \cdot m$$

$$G = 8 \cdot 72 = 576 \text{ cal/hora}$$

Em 25 minutos, ou seja,  $\frac{25}{60}$  de hora, tem-se:

$$576 \cdot \frac{25}{60} = \boxed{240 \text{ calorias}}$$

b) O consumo de mililitros, por minuto, de um indivíduo de massa m e velocidade v é:  $c = 3,5 \cdot m \cdot v$

O consumo em litros, por hora, é dado por:

$$c = \frac{3,5}{1.000} \cdot m \cdot v \cdot 60$$

$$c = 0,21 \cdot m \cdot v$$

Assim, a constante pedida é:

$$\boxed{\frac{c}{m \cdot v} = 0,21}$$

**LIVRO 4 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 2 – Capítulo 10**

**146 Unicamp 2016** Plutão é considerado um planeta anão, com massa  $M_p = 1 \times 10^{22}$  kg, bem menor que a massa da Terra. O módulo da força gravitacional entre duas massas  $m_1$  e  $m_2$  é dado por  $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ ,

em que  $r$  é a distância entre as massas e  $G$  é a constante gravitacional. Em situações que envolvem distâncias astronômicas, a unidade de comprimento comumente utilizada é a Unidade Astronômica (UA).

- a) Considere que, durante a sua aproximação a Plutão, a sonda se encontra em uma posição que está  $d_p = 0,15$  UA distante do centro de Plutão e  $d_T = 30$  UA distante do centro da Terra. Calcule a razão  $\left(\frac{F_{gT}}{F_{gP}}\right)$  entre o módulo da força gravitacional com que a Terra atrai a sonda e o módulo da força gravitacional com que Plutão atrai a sonda. Caso necessário, use a massa da Terra  $M_T = 6 \times 10^{24}$  kg.
- b) Suponha que a sonda New Horizons estabeleça uma órbita circular com velocidade escalar orbital constante em torno de Plutão com um raio de  $r_p = 1 \times 10^4$  UA. Obtenha o módulo da velocidade orbital nesse caso. Se necessário, use a constante gravitacional  $G = 6 \times 10^{-11}$  N.m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>. Caso necessário, use 1 UA (Unidade astronômica) =  $1,5 \times 10^8$  km.

**Gabarito - LIVRO 4 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 2 – Capítulo 10**

**2016**

146. a) Para a sonda entre a Terra e Plutão:

$$\left(\frac{F_{gT}}{F_{gP}}\right) = \frac{G \cdot M_T \cdot M_{sonda}}{d_T^2} \Rightarrow \left(\frac{F_{gT}}{F_{gP}}\right) = \frac{G \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot M_{sonda}}{(30 \text{ UA})^2} \Rightarrow \left(\frac{F_{gT}}{F_{gP}}\right) = \frac{G \cdot 1 \cdot 10^{22} \cdot M_{sonda}}{(0,15 \text{ UA})^2}$$

$$\therefore \left(\frac{F_{gT}}{F_{gP}}\right) = 1,5 \cdot 10^{-2}$$

b) Em uma órbita circular, da sonda ao redor de Plutão, tem-se que:

$$F_{Rco} = F_g \Rightarrow \frac{M_{sonda} \cdot v^2}{r} = \frac{G \cdot M_{sonda} \cdot M_p}{r^2} \Rightarrow v_{orb} = \sqrt{\frac{G \cdot M_p}{r}}$$

Como  $1 \text{ UA} = 1,5 \cdot 10^8$  km, logo  $r_p = 1 \cdot 10^4 \text{ UA} = 1 \cdot 10^4 \cdot 1,5 \cdot 10^8 \cdot 10^3 \Rightarrow r_p = 1,5 \cdot 10^7$  metros. Assim:

$$v_{orb} = \sqrt{\frac{6 \cdot 10^{-11} \cdot 1 \cdot 10^{22}}{1,5 \cdot 10^7}} \therefore v_{orb} = 2 \cdot 10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

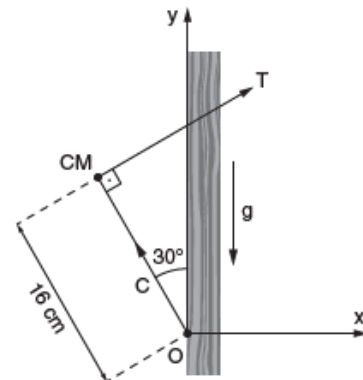
**LIVRO 4 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 2 – Capítulo 11**

**152 Fuvest 2011** Para manter-se equilibrado em um tronco de árvore vertical, um pica-pau agarra-se pelos pés, puxando-se contra o tronco, e apoia sobre ele sua cauda, constituída de penas muito rígidas, conforme a figura a seguir.



No esquema a seguir estão indicadas as direções das forças nos pés (T) e na cauda (C) do pica-pau – que passam pelo seu centro de massa (CM) – e a distância da extremidade da cauda ao CM do pica-pau, que tem 1 N de peso (P).



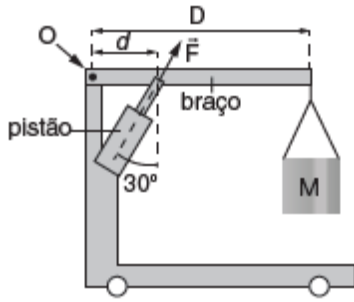
- a) Calcule os momentos das forças P e C em relação ao ponto O indicado no esquema.
- b) Escreva a expressão para o momento da força T em relação ao ponto O e determine o módulo dessa força.
- c) Determine o módulo da força C na cauda do pica-pau.

**153 Unicamp 2011** O homem tem criado diversas ferramentas especializadas, sendo que para a execução de quase todas as suas tarefas há uma ferramenta própria.

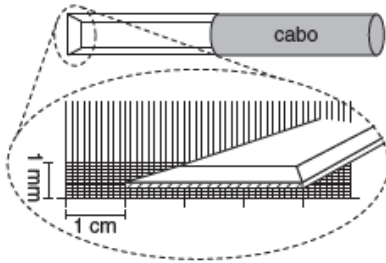
- a) Uma das tarefas enfrentadas usualmente é a de levantar massas cujo peso excede as nossas forças. Uma ferramenta usada em alguns desses casos é o guincho girafa, representado na figura a seguir. Um braço móvel é movido por um pistão e gira em torno do ponto O para levantar uma massa M. Na situação da figura, o braço encontra-se na posição horizontal, sendo  $D = 2,4$  m e  $d = 0,6$  m. Calcule o módulo da força  $\vec{F}$  exercida pelo pistão para equilibrar uma massa  $M = 430$  kg. Despreze o peso do braço.

Dados:  $\cos 30^\circ = 0,86$  e  $\sin 30^\circ = 0,50$ .





- b) Ferramentas de corte são largamente usadas nas mais diferentes situações como, por exemplo, no preparo dos alimentos, em intervenções cirúrgicas, em trabalhos com metais e em madeira. Uma dessas ferramentas é o formão, ilustrado na figura abaixo, que é usado para entalhar madeira. A área da extremidade cortante do formão que tem contato com a madeira é detalhada com linhas diagonais na figura, sobre uma escala graduada. Sabendo que o módulo da força exercida por um martelo ao golpear a base do cabo do formão é  $F = 4,5 \text{ N}$ , calcule a pressão exercida na madeira.

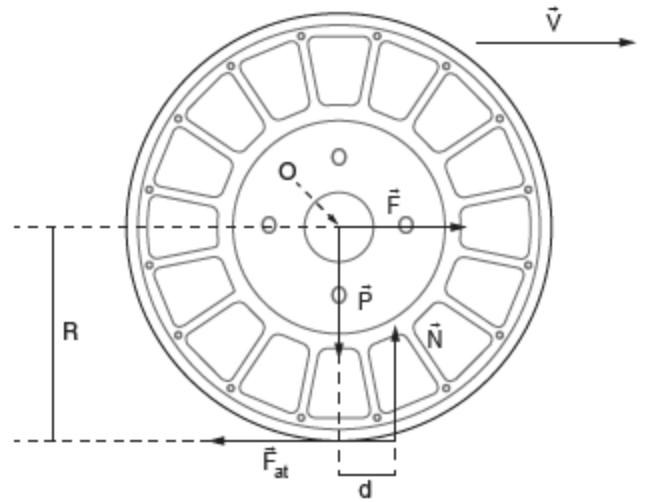


**151 Unicamp 2014**

Veja também em:

Física - Livro 3 - Frente 1 - Capítulo 10 / Física - Livro 2 - Frente 1 - Capítulo 8

- a) O ar atmosférico oferece uma resistência significativa ao movimento dos automóveis. Suponha que um determinado automóvel movido a gasolina, trafegando em linha reta a uma velocidade constante de  $v = 72 \text{ km/h}$  com relação ao ar, seja submetido a uma força de atrito de  $F_{at} = 380 \text{ N}$ . Em uma viagem de uma hora, aproximadamente quantos litros de gasolina serão consumidos somente para "vencer" o atrito imposto pelo ar? Dados: calor de combustão da gasolina:  $35 \text{ MJ/l}$ . Rendimento do motor a gasolina: 30%.
- b) A má calibração dos pneus é outro fator que gera gasto extra de combustível. Isso porque o rolamento é real e a baixa pressão aumenta a superfície de contato entre o solo e o pneu. Como consequência, o ponto efetivo da aplicação da força normal de módulo  $N$  não está verticalmente abaixo do eixo de rotação da roda (ponto O) e sim ligeiramente deslocado para a frente a uma distância  $d$ , como indica a figura a seguir. As forças que atuam sobre a roda não tracionada são: força  $\vec{F}$ , que leva a roda para a frente, força peso  $\vec{P}$ , força de atrito estático  $\vec{F}_{at}$  e força normal  $\vec{N}$ . Para uma velocidade de translação  $\vec{V}$  constante, o torque em relação ao ponto O, resultante das forças de atrito estático  $\vec{F}_{at}$  e normal  $\vec{N}$ , deve ser nulo. Sendo  $R = 30 \text{ cm}$ ,  $d = 0,3 \text{ cm}$  e  $N = 2.500 \text{ N}$ , calcule o módulo da força de atrito estático  $F_{at}$ .



- 150 Unicamp 2015** Jetlev é um equipamento de diversão movido a água. Consiste em um colete conectado a uma mangueira que, por sua vez, está conectada a uma bomba de água que permanece submersa. O aparelho retira água do mar e a transforma em jatos para a propulsão do piloto, que pode ser elevado a até 10 metros de altura (ver figura a seguir).



- a) Qual é a energia potencial gravitacional, em relação à superfície da água, de um piloto de  $60 \text{ kg}$ , quando elevado a  $10 \text{ metros}$  de altura?
- b) Considere que o volume de água por unidade de tempo que entra na mangueira na superfície da água é o mesmo que sai nos jatos do colete, e que a bomba retira água do mar a uma taxa de  $30 \text{ litros/s}$ . Lembre-se que o impulso  $\vec{I}$  de uma força constante  $\vec{F}$ , dado pelo produto desta força pelo intervalo de tempo  $\Delta t$  de sua aplicação  $\vec{I} = \vec{F}\Delta t$ , é igual, em módulo, à variação da quantidade de movimento  $\Delta Q$  do objeto submetido a esta força. Calcule a diferença de velocidade entre a água que passa pela mangueira e a que sai nos jatos quando o colete propulsor estiver mantendo o piloto de  $m = 60 \text{ kg}$  em repouso acima da superfície da água. Considere somente a massa do piloto e use a densidade da água como  $\rho = 1 \text{ kg/litro}$ .

**2011**

152. a) Tomando o sentido horário como positivo, os momentos de P e C em relação a O são dados por:

$$M_{P,O} = -P \cdot d_{P,O} = -P \cdot 16 \sin 30^\circ = -1 \cdot 16 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{M_{P,O} = -8 \text{ N} \cdot \text{cm}}$$

$$M_{C,O} = C \cdot d_{C,O} = C \cdot 0 \Rightarrow \boxed{M_{C,O} = 0}$$

b)  $M_{T,O} = T \cdot d_{T,O} = T \cdot 16$

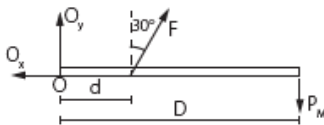
Mas, para o equilíbrio, devemos ter momento total nulo:

$$M_{P,O} + M_{C,O} + M_{T,O} = 0 \Rightarrow -8 + 0 + T \cdot 16 = 0 \Rightarrow \boxed{T = 0,5 \text{ N}}$$

c) Para o equilíbrio de forças em x:

$$C \cdot \sin 30^\circ = T \cdot \cos 30^\circ \Rightarrow C \cdot \frac{1}{2} = 0,5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \boxed{C = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ N}}$$

153. a) Isolando o braço, de peso desprezível:



Para o equilíbrio, devemos ter:

$$\sum \vec{\tau}_O = \vec{0} \Rightarrow P_M \cdot D - F \cos 30^\circ \cdot d = 0 \Rightarrow M \cdot g \cdot D = F \cdot \cos 30^\circ \cdot d$$

$$430 \cdot 10 \cdot 2,4 = F \cdot 0,86 \cdot 0,6 \Rightarrow \boxed{F = 20.000 \text{ N}}$$

b) A pressão é dada por:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{b \cdot h}$$

Da figura, observamos que a base do retângulo vale 3 cm, e sua altura 0,2 mm:

$$P = \frac{4,5 \text{ N}}{3 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}} = \frac{4,5 \cdot 10^6}{6} \text{ N/m}^2 \Rightarrow \boxed{P = 7,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$

**2014**

151. a) A potência desenvolvida pelo automóvel é dada por:

$$P = F_{\text{ar}} \cdot v \therefore P = (580 \text{ N}) \cdot (20 \text{ m/s}) = 7,6 \cdot 10^3 \text{ W}$$

Como  $\Delta E = P \cdot \Delta t$ , a energia necessária é dada por:

$$\Delta E = (7,6 \cdot 10^3) \cdot (3,6 \cdot 10^3) = 2,74 \cdot 10^7 \text{ J}$$

Para um rendimento ( $\eta$ ) de 30%, temos:

$$\eta = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{total}}} \therefore E_{\text{útil}} = \eta E_{\text{total}} = (0,3)(E_{\text{total}})$$

$$\text{Portanto: } E_{\text{total}} = \frac{E_{\text{útil}}}{0,3} = \frac{(2,74 \cdot 10^7 \text{ J})}{(0,3)} = 9,13 \cdot 10^7 \text{ J}$$

Assim:

$$1 \text{ litro} \text{ --- } 35 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$\text{N} \text{ --- } 9,13 \cdot 10^7 \text{ J}$$

$$\therefore N = \frac{9,13 \cdot 10^7 \text{ J}}{3,5 \cdot 10^7 \text{ J}} \therefore \boxed{N = 2,6 \text{ litros}}$$

b) Admitindo a conservação no momento angular do sistema, temos:

$$|\vec{F}_{\text{at}}| \cdot R = |\vec{N}| \cdot d$$

$$\therefore |\vec{F}_{\text{at}}| = |\vec{N}| \cdot \frac{d}{R} = (2500 \text{ N}) \cdot \frac{(0,3 \text{ cm})}{(30,0 \text{ cm})} \therefore \boxed{|\vec{F}_{\text{at}}| = 25,0 \text{ N}}$$

**2015**

150. a) A Energia Potencial Gravitacional ( $E_{PG}$ ) é dada por:

$$E_{PG} = m \cdot g \cdot h = (6 \cdot 10^1) \cdot (10) \cdot (10) = 6 \cdot 10^3 \text{ J}$$

b) Como há equilíbrio, temos:  $|\vec{F}_A| = |\vec{p}|$

Pelo Teorema do Impulso, temos:

$$I = \Delta Q \therefore F_A \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \therefore \Delta v = \frac{F_A \cdot \Delta t}{m}$$

Como  $F_A = P$  e  $m = \rho \cdot V$  temos:

$$\Delta v = \frac{P \cdot \Delta t}{\rho \cdot V} = \frac{6 \cdot 10^2}{1 \cdot 3 \cdot 10^1} \therefore \Delta v = 2 \cdot 10^1 \text{ m/s}$$

**160 Fuvest 2011**

Veja também em:

Física - Livro 4 - Frente 1 - Capítulo 11

Num espetáculo de circo, um homem deita-se no chão do picadeiro e sobre seu peito é colocada uma tábua, de 30 cm x 30 cm, na qual foram cravados 400 pregos, de mesmo tamanho, que atravessam a tábua. No clímax do espetáculo, um saco com 20 kg de areia é solto, a partir do repouso, de 5 m de altura em relação à tábua, e cai sobre ela. Suponha que as pontas de todos os pregos estejam igualmente em contato com o peito do homem. Determine:

- A velocidade do saco de areia ao tocar a tábua de pregos.
- A força média total aplicada no peito do homem se o saco de areia parar 0,05 s após seu contato com a tábua.
- A pressão, em  $\text{N/cm}^2$ , exercida no peito do homem por cada prego, cuja ponta tem  $4 \text{ mm}^2$  de área.

Note e adote:

Aceleração da gravidade no local:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

Despreze o peso da tábua com os pregos.

Não tente reproduzir esse número de circo!

**158 Unicamp 2012**

Veja também em:

Física - Livro 3 - Frente 1 - Capítulo 10

O óleo lubrificante tem a função de reduzir o atrito entre as partes em movimento no interior do motor e auxiliar na sua refrigeração. O nível de óleo no cárter varia com a temperatura do motor, pois a densidade do óleo muda com a temperatura. A tabela a seguir apresenta a densidade de certo tipo de óleo para várias temperaturas.

T (°C)	$\rho$ (kg/litro)
0	0,900
20	0,882
40	0,876
60	0,864
80	0,852
100	0,840
120	0,829
140	0,817

- a) Se forem colocados 4 litros de óleo a 20 °C no motor de um carro, qual será o volume ocupado pelo óleo quando o motor estiver a 100 °C?
- b) A força de atrito que um cilindro de motor exerce sobre o pistão que se desloca em seu interior tem módulo  $F_{\text{atrito}} = 3,0 \text{ N}$ . A cada ciclo o pistão desloca-se 6,0 cm para frente e 6,0 cm para trás, num movimento de vai e vem. Se a frequência do movimento do pistão é de 2.500 ciclos por minuto, qual é a potência média dissipada pelo atrito?

**159 Unicamp 2012**

Veja também em:

Física • Livro 1 • Frente 3 • Capítulo 6

Os balões desempenham papel importante em pesquisas atmosféricas e sempre encantaram os espectadores. Bartolomeu de Gusmão, nascido em Santos em 1685, é considerado o inventor do aeróstato, balão empregado como aeronave. Em temperatura ambiente,  $T_{\text{amb}} = 300 \text{ K}$ , a densidade do ar atmosférico vale  $\rho_{\text{amb}} = 1,26 \text{ kg/m}^3$ . Quando o ar no interior de um balão é aquecido, sua densidade diminui, sendo que a pressão e o volume permanecem constantes. Com isso, o balão é acelerado para cima à medida que seu peso fica menor que o empuxo.

- a) Um balão tripulado possui volume total  $V = 3,0 \times 10^6$  litros. Encontre o empuxo que atua no balão.
- b) Qual será a temperatura do ar no interior do balão quando sua densidade for reduzida a  $\rho_{\text{quente}} = 1,05 \text{ kg/m}^3$ ? Considere que o ar se comporta como um gás ideal e note que o número de moles de ar no interior do balão é proporcional à sua densidade.

**157 Unifesp 2013** Um objeto maciço cilíndrico, de diâmetro igual a 2,0 cm, é composto de duas partes cilíndricas distintas, unidas por uma cola de massa desprezível. A primeira parte, com 5,0 cm de altura, é composta por uma cortiça com densidade volumétrica  $0,20 \text{ g/cm}^3$ . A segunda parte, de 0,5 cm de altura, é composta por uma liga metálica de densidade volumétrica  $8,0 \text{ g/cm}^3$ . Conforme indica a figura, o objeto encontra-se em repouso, parcialmente submerso na água, cuja densidade volumétrica é  $1,0 \text{ g/cm}^3$ .



Nas condições descritas relativas ao equilíbrio mecânico do objeto e considerando  $\pi$  aproximadamente igual a 3, determine:

- a) a massa total, em gramas, do objeto cilíndrico.
- b) a altura, em centímetros, da parte do cilindro submersa na água.

**156 Unicamp 2014**

Veja também em:

Física • Livro 2 • Frente 1 • Capítulo 6

O encontro das águas do Rio Negro e do Solimões, nas proximidades de Manaus, é um dos maiores espetáculos da natureza local. As águas dos dois rios, que formam o Rio Amazonas, correm lado a lado por vários quilômetros sem se misturarem.

- a) Um dos fatores que explicam esse fenômeno é a diferença da velocidade da água nos dois rios, cerca de  $v_N = 2 \text{ km/h}$  para o Negro e  $v_S = 6 \text{ km/h}$  para o Solimões. Se uma embarcação, navegando no Rio Negro, demora  $t_N = 2 \text{ h}$  para fazer um percurso entre duas cidades distantes  $d_{\text{cidades}} = 48 \text{ km}$ , quanto tempo levará para percorrer a mesma distância no Rio Solimões, também rio acima, supondo que sua velocidade com relação à água seja a mesma nos dois rios?
- b) Considere um ponto no Rio Negro e outro no Solimões, ambos à profundidade de 5 m e em águas calmas, de forma que as águas nesses dois pontos estejam em repouso. Se a densidade da água do Rio Negro é  $\rho_N = 996 \text{ kg/m}^3$  e a do Rio Solimões é  $\rho_S = 998 \text{ kg/m}^3$ , qual a diferença de pressão entre os dois pontos?

**155 Unifesp 2015**

Veja também em:

Física • Livro 1 • Frente 3 • Capítulo 3

Em um copo, de capacidade térmica  $60 \text{ cal/}^\circ\text{C}$  e a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , foram colocados 300 mL de suco de laranja, também a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , e, em seguida, dois cubos de gelo com 20 g cada um, a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Considere os dados da tabela:

densidade da água líquida	$1 \text{ g/cm}^3$
densidade do suco	$1 \text{ g/cm}^3$
calor específico da água líquida	$1 \text{ cal/(g }^\circ\text{C)}$
calor específico do suco	$1 \text{ cal/(g }^\circ\text{C)}$
calor latente de fusão do gelo	$80 \text{ cal/g}$

Sabendo que a pressão atmosférica local é igual a 1 atm, desprezando perdas de calor para o ambiente e considerando que o suco não transbordou quando os cubos de gelo foram colocados, calcule:

- a) o volume submerso de cada cubo de gelo, em  $\text{cm}^3$ , quando flutua em equilíbrio assim que é colocado no copo.
- b) a temperatura da bebida, em  $^\circ\text{C}$ , no instante em que o sistema entra em equilíbrio térmico.

**135 Fuvest 2017**

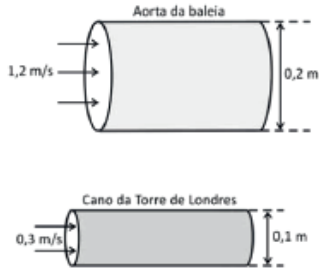
Veja também em:

Biologia • Livro 2 • Frente 3 • Capítulo 11

A aorta da baleia é de diâmetro maior do que o cano principal do sistema hidráulico da Torre de Londres, e a água que passa por ali tem menos ímpeto e velocidade do que o sangue que jorra do seu coração.

Herman Melville, *Moby Dick*.

- a) Calcule a vazão (volume/unidade de tempo) em cada um dos sistemas esquematizados a seguir.



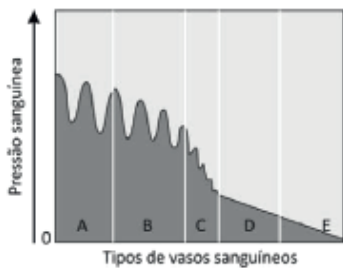
Note e adote:

Suponha os sistemas como sendo cilindros circulares retos.

Atrito na parede da aorta e do cano é desprezível.

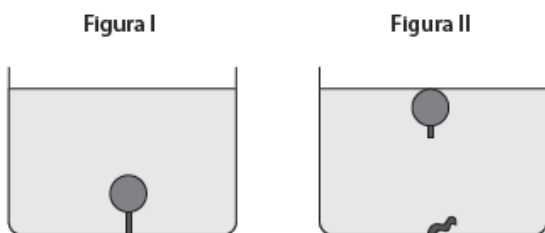
$\pi = 3$

- b) A figura representa a pressão do sangue em seu percurso ao longo do sistema circulatório da baleia. As letras A, B, C, D e E correspondem a diferentes vasos sanguíneos.



Quais são as letras que correspondem, respectivamente, à aorta e às grandes veias?

- 104 Unesp 2018** Uma esfera de massa 50 g está totalmente submersa na água contida em um tanque e presa ao fundo por um fio, como mostra a figura I. Em dado instante, o fio se rompe e a esfera move-se, a partir do repouso, para a superfície da água, onde chega 0,60 s após o rompimento do fio, como mostra a figura II.



- a) Considerando que, enquanto a esfera está se movendo no interior da água, a força resultante sobre ela é constante, tem intensidade 0,30 N, direção vertical e sentido para cima, calcule, em m/s, a velocidade com que a esfera chega à superfície da água.
- b) Considerando que apenas as forças peso e empuxo atuam sobre a esfera quando submersa, que a aceleração gravitacional seja  $10 \text{ m/s}^2$  e que a massa específica da água seja  $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , calcule a densidade da esfera, em  $\text{kg/m}^3$ .

**105 Unicamp 2018**

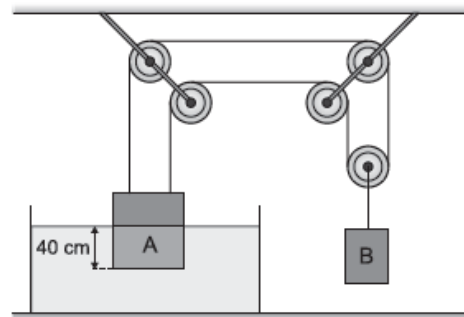
Veja também em:

Física - Livro 4 - Frente 1 - Capítulo 11

Um gigantesco *iceberg* despreendeu-se recentemente da Antártida, no extremo sul do planeta. O desprendimento desse *iceberg*, batizado de A68, foi considerado um dos maiores eventos do gênero já registrados pela ciência moderna. Segundo a NASA, é difícil prever se o *iceberg* permanecerá como um único bloco, mas é mais provável que ele se fragmente.

- a) Considere que o *iceberg* tem o formato aproximado de uma placa de  $6.000 \text{ km}^2$  de área e 500 m de espessura. Sendo a densidade do gelo  $\rho_g = 900 \text{ kg/m}^3$ , calcule o empuxo sobre o *iceberg* que o mantém flutuando.
- b) Suponha um *iceberg* com velocidade de deriva constante. Em um dado momento, tensões internas fazem com que dois blocos de gelo menores, A e B, se desprendam e sejam lançados em sentidos opostos e perpendicularmente à direção da velocidade de deriva do *iceberg*. As massas dos blocos são  $m_A = 2,0 \cdot 10^5 \text{ kg}$  e  $m_B = 5,0 \cdot 10^4 \text{ kg}$ . Sabendo que imediatamente após a fragmentação a direção da velocidade de deriva do *iceberg* se mantém, e que o módulo da velocidade do bloco A é  $v_A = 0,5 \text{ m/s}$ , calcule o módulo da velocidade do bloco B imediatamente após a ruptura.

- 106 Unifesp 2018** Dois corpos, A e B, de massas 10 kg e 8 kg, respectivamente, cinco polias e dois fios constituem um sistema em equilíbrio, como representado na figura. O corpo A está parcialmente mergulhado na água, com 40 cm de sua altura imersos e com sua base inferior paralela ao fundo do recipiente e ao nível da água.



Adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , densidade da água igual a  $10^3 \text{ kg/m}^3$  e considerando que os fios e as polias sejam ideais e que o teto seja paralelo ao solo horizontal, calcule:

- a) a diferença entre as pressões, em Pa, às quais estão submetidas as bases superior e inferior do corpo A.
- b) o volume do corpo A, em  $\text{m}^3$ , que se encontra abaixo da superfície da água.

**2011**

160. a) A velocidade do saco de areia (v) ao tocar a tábua pode ser dada por:

$$v^2 = v_0^2 + 2gh = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 5 = 100 \Rightarrow v = 10 \text{ m/s}$$

b) A força média aplicada sobre o peito do homem ( $\bar{F}$ ) é igual, em módulo, à força média aplicada no saco de areia, uma vez que a tábua tem peso desprezível.

Sobre o saco de areia, adotando o eixo positivo para baixo, temos:

$$I = \Delta p \Rightarrow R \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \Rightarrow (P - \bar{F}) \cdot \Delta t = m \cdot (v_f - v_i) \Rightarrow (20 \cdot 10 - \bar{F}) \cdot 0,05 = 20 \cdot (0 - 10) \Rightarrow 200 - \bar{F} = -4.000 \Rightarrow \bar{F} = 4.200 \text{ N}$$

c) A força média que os pregos exercem sobre o peito do homem é de 4.200 N. Portanto, cada prego exerce uma força média ( $\bar{F}_p$ ) dada por:

$$\bar{F}_p = \frac{F}{n} = \frac{4.200}{400} = 10,5 \text{ N}$$

Com pressão:

$$p = \frac{\bar{F}_p}{A} = \frac{10,5 \text{ N}}{4 \text{ mm}^2} = \frac{10,5 \text{ N}}{4 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2} \Rightarrow p = 262,5 \text{ N/cm}^2$$

**2012**

158. a) 4,171 L

b) 15 W

159. a)  $3,78 \cdot 10^4 \text{ N}$

b) 360 K

**2013**

157. a) 15 g

b) 5 cm

**2014**

156. a) Analisando a composição de movimentos citada, temos:

$$\vec{v}_{BM} = \vec{v}_{BR} + \vec{v}_{RM} \quad \text{Sendo: } \vec{v}_{BM} = \text{velocidade barco/margem}$$

$$\vec{v}_{BR} = \text{velocidade barco/rio}$$

$$\vec{v}_{RM} = \text{velocidade rio/margem}$$

Para a subida do rio:

$$v_{BM} = v_{BR} - v_{RM}$$

Para o Rio Negro, temos:

$$v_{BM} = v_{BR} - v_{RM}$$

$$\frac{48 \text{ km}}{2 \text{ h}} = v_{BR} - 2 \text{ km/h} \therefore v_{BR} = 26 \text{ km/h}$$

Para o Rio Solimões, temos:

$$v_{BM} = v_{BR} - v_{RM}$$

$$\frac{48 \text{ km}}{\Delta t} = 26 \text{ km/h} - 6 \text{ km/h} \therefore \Delta t = \frac{48 \text{ km}}{20 \text{ km/h}} = 2,4 \text{ h}$$

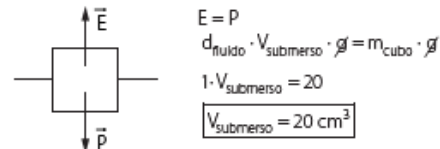
b) De acordo com o Teorema de Stevin, temos:

$$\text{Para o Rio Negro: } p_N = p_{atm} + \rho_N \cdot g \cdot h$$

$$\text{Para o Rio Solimões: } p_S = p_{atm} + \rho_S \cdot g \cdot h$$

$$\text{Portanto: } |\Delta p| = g \cdot h \cdot |\rho_N - \rho_S| = 10 \cdot 5 \cdot |(998 - 996)| \therefore |\Delta p| = 100 \text{ Pa}$$

155. a) Para o equilíbrio, a força de empuxo deve ser igual à força peso:



b) Calor necessário para fusão dos cubos de gelo:

$$Q_{\text{gelo}} = mL$$

$$Q_{\text{gelo}} = 40 \cdot (80)$$

$$Q_{\text{gelo}} = 3.200 \text{ cal}$$

Calor cedido pelo copo e pelo suco, quando resfriam até 0 °C:

$$Q_{\text{cedido}} = C \cdot \Delta T + mc\Delta T$$

$$Q_{\text{cedido}} = 60 \cdot (0 - 20) + 300 \cdot 1 \cdot (0 - 20)$$

$$Q_{\text{cedido}} = -7.200 \text{ cal}$$

Como  $|Q_{\text{cedido}}| > Q_{\text{gelo}}$ , a temperatura de equilíbrio térmico será acima de 0 °C. Assim, temos:

$$Q_{\text{fusão}} + Q_{\text{água}} + Q_{\text{copo}} + Q_{\text{suco}} = 0$$

$$m \cdot L + mc\Delta T + C \cdot \Delta T + mc\Delta T = 0$$

$$40 \cdot (80) + 40 \cdot 1 \cdot (T_e - 0) + 60 \cdot (T_e - 20) + 300 \cdot 1 \cdot (T_e - 20) = 0$$

$$3.200 + 40T_e + 60T_e - 1.200 + 300T_e - 6.000 = 0$$

$$400T_e = 4.000$$

$$T_e = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

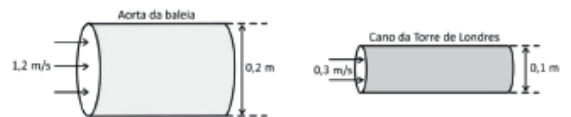
**2017**

135. a) É possível considerar as "tubulações" como cilindros retos; dessa forma, seus volumes, para um dado comprimento L, podem ser expressos por:  $V = A \cdot L$  (em que A representa a área de seção).

Assim, a vazão z (volume/tempo) pode ser calculada por:

$$z = \frac{V}{\Delta t} = \frac{A \cdot L}{\Delta t} \rightarrow z = A \cdot v \rightarrow z = \pi \cdot r^2 \cdot v$$

em que v = velocidade de escoamento do fluido, considerada constante; raio da base do cilindro.



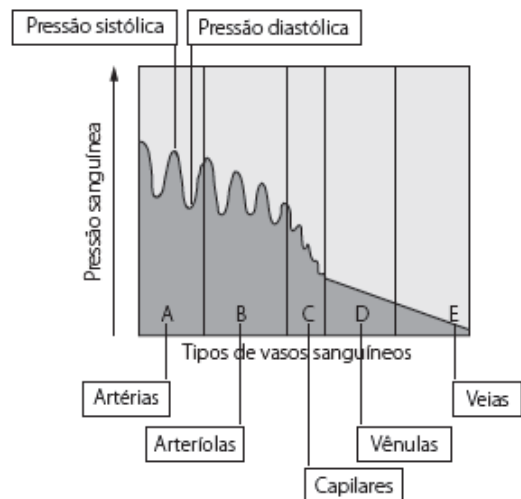
Para a baleia:

$$z_{Ba} = \pi \cdot r^2 \cdot v \rightarrow z_{Ba} = 3 \cdot (0,1)^2 \cdot 1,2 \rightarrow z_{Ba} = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$$

Para a Torre de Londres:

$$z_T = \pi \cdot r^2 \cdot v \rightarrow z_T = 3 \cdot (0,05)^2 \cdot 0,3 \rightarrow z_T = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

b)



A pressão sanguínea é a força gerada pela contração cardíaca e é elevada na sístole ventricular. A partir do ventrículo esquerdo, o sangue chega à artéria aorta com pressão sanguínea máxima, vaso representado pela letra A. Essa pressão vai diminuindo à medida que o sangue se distancia do coração, atingindo valores próximos de zero quando chega às grandes veias, representadas pela letra E.

**2018**

104. a) De acordo com os dados fornecidos, tem-se:

$$F = m \cdot a \rightarrow 3 \cdot 10^{-1} = 50 \cdot 10^{-2} \cdot a \rightarrow a = 6 \text{ m/s}^2$$

Como a aceleração é constante, podemos escrever:

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow v = 0 + 6 \cdot 0,6 \rightarrow v = 3,6 \text{ m/s}$$

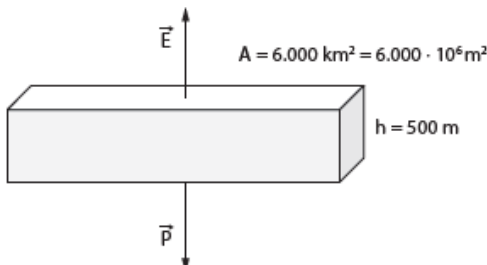
b) A força resultante que age na esfera pode ser escrita como:

$$F = m \cdot a \rightarrow E - P = m \cdot a$$

em que o empuxo e o peso podem ser escritos em função do volume da esfera:

$$d_L \cdot V_o \cdot g - d_o \cdot V_o \cdot g = d_o \cdot V_o \cdot a \rightarrow d_L \cdot g = d_o \cdot (a + g) \rightarrow 10^3 \cdot 10 = d_o (6 + 10) \rightarrow d_o = \frac{5}{8} \cdot 10^3 \rightarrow d_o = 6,25 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$$

105. a)



O volume do iceberg é dado por:

$$V = A \cdot h \Rightarrow V = 6.000 \cdot 10^6 \cdot 500 \Rightarrow V = 3 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$$

Para o iceberg flutuar, o módulo da força empuxo é igual ao módulo do seu peso.

$$E = P = m \cdot g \Rightarrow E = (\rho_o \cdot V) \cdot g \\ E = 900 \cdot 3 \cdot 10^{12} \cdot 10 \\ E = 2,7 \cdot 10^{16} \text{ N}$$

b) Considerando a velocidade perpendicular à direção da velocidade de deriva, temos a conservação da quantidade de movimento no instante de fragmentação.

$$\vec{Q}_{\text{antes}} = \vec{Q}_{\text{depois}} \\ 0 = \vec{Q}_A + \vec{Q}_B \rightarrow 0 = m_A \cdot \vec{v}_A + m_B \cdot \vec{v}_B \\ 0 = 2 \cdot 10^5 \cdot 0,5 + 5 \cdot 10^4 \cdot \vec{v}_B \\ \vec{v}_B = \frac{1 \cdot 10^5}{-5 \cdot 10^4} = -2 \text{ m/s} \\ |\vec{v}_B| = 2 \text{ m/s}$$

106. a) Tem-se que  $\Delta P = d \cdot g \cdot \Delta h$

$$\Delta P = (10^3) \cdot (10) \cdot (0,4)$$

$$\Delta P = 4.000 \text{ N/m}^2 \Rightarrow \Delta P = 4.000 \text{ Pa}$$

b) No equilíbrio, tem-se:

$$\text{Bloco B: } 2T = P_B \Rightarrow 2T = (80)$$

$$\text{Bloco A: } 2T + E = P_A$$

$$(80) + E = (100), \text{ portanto: } E = 20 \text{ N}$$

$$E = d \cdot V_s \cdot g \rightarrow 20 = (10^3) \cdot V_s \cdot (10)$$

$$V_s = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

**LIVRO 4 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 3 – Capítulo 13**

**165 Unicamp 2013** Uma forma alternativa de transmissão de energia elétrica a grandes distâncias (das unidades geradoras até os centros urbanos) consiste na utilização de linhas de transmissão de extensão aproximadamente igual a meio comprimento de onda da corrente alternada transmitida. Este comprimento de onda é muito próximo do comprimento de uma onda eletromagnética que viaja no ar com a mesma frequência da corrente alternada.

- Qual é o comprimento de onda de uma onda eletromagnética que viaja no ar com uma frequência igual a 60 Hz? A velocidade da luz no ar é  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ .
- Se a tensão na linha é de 500 kV e a potência transmitida é de 400 MW, qual é a corrente na linha?

**159 Fuvest 2016** Lasers pulsados de altíssima potência estão sendo construídos na Europa. Esses lasers emitirão pulsos de luz verde, e cada pulso terá  $10^{15} \text{ W}$  de potência e duração de cerca de  $30 \times 10^{-15} \text{ s}$ . Com base nessas informações, determine

- o comprimento de onda  $\lambda$  da luz desse laser;
- a energia  $E$  contida em um pulso;
- o intervalo de tempo  $\Delta t$  durante o qual uma lâmpada LED de 3 W deveria ser mantida acesa, de forma a consumir uma energia igual à contida em cada pulso;
- o número  $N$  de fótons em cada pulso.

Note e adote: Frequência da luz verde:  $f = 0,6 \times 10^{15} \text{ Hz}$

$$\text{Velocidade da luz} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{Energia do fóton} = hf$$

$$h = 6 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

**110 Fuvest 2018** O prêmio Nobel de Física de 2017 foi conferido aos três cientistas que lideraram a colaboração LIGO (Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory), responsável pela primeira detecção direta de ondas gravitacionais, ocorrida em 14 de setembro de 2015. O LIGO é constituído por dois detectores na superfície da Terra, distantes 3.000 quilômetros entre si.

Os sinais detectados eram compatíveis com os produzidos pela fusão de dois buracos negros de massas aproximadamente iguais a 36 e 29 massas solares. Essa fusão resultou em um único buraco negro de 62 massas solares a uma distância de 1,34 bilhão de anos-luz da Terra.

- A detecção foi considerada legítima porque os sinais foram registrados com diferença de tempo compatível com a distância entre os detectores. Considerando que as ondas gravitacionais se propaguem com a velocidade da luz, obtenha a maior diferença de tempo,  $\Delta t$ , que pode ser aceita entre esses registros para que os sinais ainda sejam considerados coincidentes.
- Foi estimado que, no último 0,2 s da fusão, uma quantidade de energia equivalente a três massas solares foi irradiada sob a forma de ondas gravitacionais. Calcule a potência,  $P$ , irradiada.

- c) A emissão decorrente da fusão desses dois buracos negros deu origem a ondas gravitacionais, cuja potência irradiada foi maior do que a potência irradiada sob a forma de ondas eletromagnéticas por todas as estrelas do Universo. Para quantificar esta afirmação, calcule a potência total irradiada pelo Sol. Obtenha o número  $N$  de sóis necessários para igualar a potência obtida no item b.

**Note e adote:**

Equivalência massa-energia:  $E = mc^2$ .

Velocidade da luz:  $c = 3,0 \times 10^8$  m/s.

Massa do Sol:  $2,0 \times 10^{30}$  kg.

Intensidade da luz irradiada pelo Sol, incidente na órbita da Terra:  $1,4$  kW/m<sup>2</sup>.

Distância Terra - Sol:  $1,5 \times 10^{11}$  m.

Área da superfície de uma esfera de raio  $R$ :  $4\pi R^2$ .

$\pi = 3$ .

**Gabarito - LIVRO 4 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 3 – Capítulo 13**

**2013**

165. a)  $5 \cdot 10^6$  m  
b) 800 A

**2016**

159. a) Pela relação fundamental da ondulatória, temos:

$$v = \lambda f$$

$$3 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 0,6 \cdot 10^{15}$$

$$\therefore \lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

b)  $P = \frac{E}{\Delta t}$

$$10^{15} = \frac{E}{30 \cdot 10^{-15}}$$

$$\therefore E = 30 \text{ J}$$

c)  $P = \frac{E}{\Delta t}$

$$3 = \frac{30}{\Delta t}$$

$$\therefore \Delta t = 10 \text{ s}$$

- d) Cálculo de energia de um fóton:

$$E = hf$$

$$E = 6 \cdot 10^{-34} \cdot 0,6 \cdot 10^{15}$$

$$\therefore E = 3,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Cálculo da quantidade de fótons em cada pulso:

$n^\circ$  de fótons                  Energia (J)

1                  —                   $3,6 \cdot 10^{-19}$

N                  —                  30

$$\therefore N \cong 8,3 \cdot 10^{19} \text{ fótons}$$

**2018**

110. a) Considerando que a diferença máxima no tempo de detecção  $\Delta t$  ocorre quando as ondas percorrem a distância  $d$  entre os detectores, que, nesse caso, foi de 3.000 quilômetros, tem-se que:

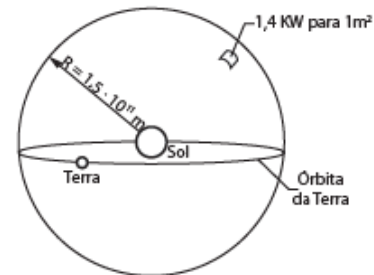
$$c = \frac{d}{\Delta t} \rightarrow 3 \cdot 10^8 = \frac{3 \cdot 000 \cdot 10^3}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

- b) A equivalência entre massa e energia é dada por  $E = mc^2$ , sendo  $m = 3$  vezes a massa do Sol. Assim:

$$E = 3 \cdot 2 \cdot 10^{30} (3 \cdot 10^8)^2 \rightarrow E = 54 \cdot 10^{46} \text{ J}$$

$$\text{Como } \text{Pot} = \frac{E}{\Delta t}, \text{ tem-se } \text{Pot} = \frac{54 \cdot 10^{46}}{0,2} \rightarrow \text{Pot} = 2,7 \cdot 10^{48} \text{ W}$$

c)



A intensidade  $I = 1,4$  kW/m<sup>2</sup> pode ser calculada pela relação  $I = \frac{\text{Pot}_{\text{sol}}}{A}$ , em que  $\text{Pot}_{\text{sol}}$  é a potência irradiada pelo Sol e  $A = 4\pi R^2$  é a área da "esfera da órbita da Terra" (conforme o desenho anterior) de raio igual à distância da Terra ao Sol  $R = 1,5 \cdot 10^{11}$  m .

Dessa forma, para  $I = \frac{\text{Pot}_{\text{sol}}}{4\pi R^2}$ , tem-se:

$$1,4 \cdot 10^3 = \frac{\text{Pot}_{\text{sol}}}{4 \cdot 3 \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^2} \rightarrow \text{Pot}_{\text{sol}} = 3,78 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

Como a potência irradiada pela fusão dos buracos negros é

$\text{Pot} = 2,7 \cdot 10^{48}$  W, pode-se escrever:

$$\text{Pot} = N \cdot \text{Pot}_{\text{sol}} \rightarrow 2,7 \cdot 10^{48} = N \cdot 3,78 \cdot 10^{26}$$

Assim:  $N = 7,14 \cdot 10^{21}$

Ou seja, a potência irradiada pela fusão dos buracos negros equivale à potência que seria irradiada por  $7,14 \cdot 10^{21}$  Sóis.

**LIVRO 4 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 3 – Capítulo 14**

**166 Unicamp 2012**

Veja também em:

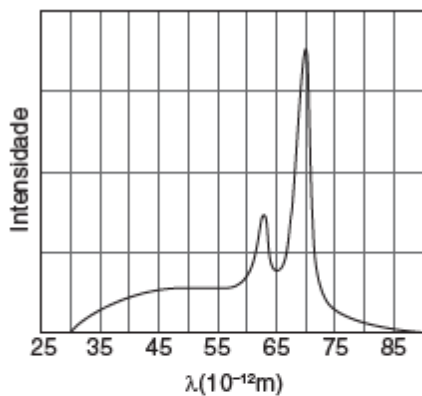
Física Moderna - Livro Único - Frente Única - Capítulo 1

Raios X, descobertos por Röntgen em 1895, são largamente utilizados como ferramenta de diagnóstico médico por radiografia e tomografia. Além disso, o uso de raios X foi essencial em importantes descobertas científicas, como, por exemplo, na determinação da estrutura do DNA.

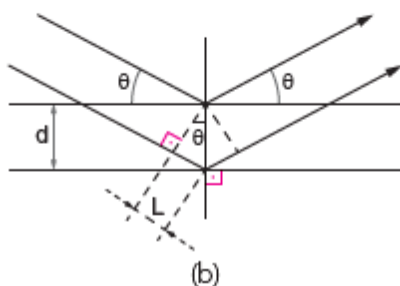
- a) Em um dos métodos usados para gerar raios X, elétrons colidem com um alvo metálico, perdendo energia cinética e gerando fótons de energia  $E = h \nu$ , sendo  $h = 6,6 \times 10^{-34}$  J x s, e  $\nu$  a frequência da radiação. A figura (a) a seguir mostra a intensidade da radiação emitida em função do comprimento de onda,  $\lambda$ . Se toda a energia cinética de um elétron for convertida na energia de um fóton, obtemos o fóton de maior energia. Nesse caso, a frequência do fóton torna-se a maior possível, ou seja, acima dela a intensidade emitida é nula. Marque na figura o comprimento de onda correspondente a este caso e calcule a energia cinética dos elétrons incidentes.

- b) O arranjo atômico de certos materiais pode ser representado por planos paralelos separados por uma distância  $d$ . Quando incidem nestes materiais, os raios X sofrem reflexão especular, como ilustra a figura (b) a seguir. Uma situação em que ocorre interferência construtiva é aquela em que a diferença do caminho percorrido por dois raios paralelos,  $2 \times L$ , é igual a  $\lambda$ , um comprimento de onda da radiação incidente. Qual a distância  $d$  entre planos para os quais foi observada interferência construtiva em  $\theta = 14,5^\circ$ , usando-se raios X de  $\lambda = 0,15 \text{ nm}$ ?

Dados:  $\sin 14,5^\circ = 0,25$  e  $\cos 14,5^\circ = 0,97$ .



(a)



(b)

**Observação:**

Para a próxima questão, considerar que a conservação da energia mecânica implica uma velocidade vertical da bola imediatamente após a colisão de  $10 \text{ m/s}$ .

**Gabarito - LIVRO 4 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 3 – Capítulo 14**

**2012**

166. a)  $\lambda = 30 \cdot 10^{-12} \text{ m}$   
 $E = 6,6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$   
 b)  $0,3 \text{ nm} = 3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

**LIVRO 4 – Questões Dissertativas**

**Física – Frente 3 – Capítulo 15**

- 168 UFGM 2013 Uma corda esticada e presa nas duas extremidades pode vibrar em diferentes frequências, sendo a mais baixa delas denominada frequência do modo fundamental. Em um violino, a distância entre as extremidades em cada corda é de  $0,32 \text{ m}$ . Maria Sílvia coloca esse violino próximo a um autofalante conectado a um dispositivo capaz de produzir sons com frequências que variam continuamente entre  $500 \text{ Hz}$  e  $1.500 \text{ Hz}$ . Ela observa que uma das cordas oscila apenas quando o dispositivo emite sons com as frequências de  $880 \text{ Hz}$  e  $1.320 \text{ Hz}$ .
- a) Na situação dessa corda vibrando em seu modo fundamental, determine:
- a frequência da vibração.
  - o comprimento de onda da onda na corda.
- b) Com relação ao som emitido por essa corda quando ela vibra em seu modo fundamental, determine:
- a frequência dessa onda sonora.
  - o comprimento de onda dessa onda sonora.

**167 Unicamp 2015**

Veja também em:

Física - Livro 3 - Frente 1 - Capítulo 10

O primeiro trecho do metrô de São Paulo, entre as estações Vila Prudente e Oratório, foi inaugurado em agosto de 2014. Uma das vantagens do trem utilizado em São Paulo é que cada carro é feito de ligas de alumínio, mais leve que o aço, o que, ao lado de um motor mais eficiente, permite ao trem atingir uma velocidade de oitenta quilômetros por hora.

- a) A densidade do aço é  $d_{\text{aço}} = 7,9 \text{ g/cm}^3$  e a do alumínio é  $d_{\text{Al}} = 2,7 \text{ g/cm}^3$ . Obtenha a razão  $\left(\frac{\tau_{\text{aço}}}{\tau_{\text{Al}}}\right)$  entre os trabalhos realizados pelas forças resultantes que aceleram dois trens de dimensões idênticas, um feito de aço e outro feito de alumínio, com a mesma aceleração constante de módulo  $a$ , por uma mesma distância  $l$ .
- b) Outra vantagem do metrô de São Paulo em relação a outros tipos de transporte urbano é o menor nível de ruído que ele produz. Considere que o trem emite ondas esféricas como uma fonte pontual. Se a potência sonora emitida pelo trem é igual a  $P = 1,2 \text{ mW}$ , qual é o nível sonoro  $S$  em dB, a uma distância  $R = 10 \text{ m}$  do trem? O nível sonoro  $S$  em dB é dado pela expressão  $S = 10 \text{ dB} \log \frac{I}{I_0}$ , em que  $I$  é a intensidade da onda sonora e  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$  é a intensidade de referência padrão correspondente ao limiar da audição do ouvido humano.



**162 Fuvest 2016** Miguel e João estão conversando, parados em uma esquina próxima a sua escola, quando escutam o toque da sirene que indica o início das aulas. Miguel continua parado na esquina, enquanto João corre em direção à escola. As ondas sonoras propagam-se, a partir da sirene, em todas as direções, com comprimento de onda  $\lambda = 17$  cm e velocidade  $V_S = 340$  m/s, em relação ao ar. João se aproxima da escola com velocidade de módulo  $v = 3,4$  m/s e direção da reta que une sua posição à da sirene. Determine

- a frequência  $f_M$  do som da sirene percebido por Miguel parado na esquina;
- a velocidade  $v_R$  do som da sirene em relação a João correndo;
- a frequência  $f_J$  do som da sirene percebido por João quando está correndo.

Miguel, ainda parado, assobia para João, que continua correndo. Sendo o comprimento de onda do assobio igual a 10 cm, determine

- a frequência  $f_A$  do assobio percebido por João.

Note e adote: Considere um dia seco e sem vento.

**163 Fuvest 2016** O nível de intensidade sonora  $\beta$ , em decibéis (dB), é definido pela expressão  $\beta = 10 \log_{10} (I / I_0)$ , na qual  $I$  é a intensidade do som em  $W/m^2$  e  $I_0 = 10^{-12} W/m^2$  é um valor de referência. Os valores de nível de intensidade sonora  $\beta = 0$  e  $\beta = 120$  dB correspondem, respectivamente, aos limiares de audição e de dor para o ser humano.

Como exposições prolongadas a níveis de intensidade sonora elevados podem acarretar danos auditivos, há uma norma regulamentadora (NR-15) do Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, que estabelece o tempo máximo de 8 horas para exposição ininterrupta a sons de 85 dB e especifica que, a cada acréscimo de 5 dB no nível da intensidade sonora, deve-se dividir por dois o tempo máximo de exposição. A partir dessas informações, determine

- a intensidade sonora  $I_D$  correspondente ao limiar de dor para o ser humano;
- o valor máximo do nível de intensidade sonora  $\beta$ , em dB, a que um trabalhador pode permanecer exposto por 4 horas seguidas;
- os valores da intensidade  $I$  e da potência  $P$  do som no tímpano de um trabalhador quando o nível de intensidade sonora é 100 dB.

Note e adote:

$$\pi = 3$$

Diâmetro do tímpano = 1 cm

**112 Fuvest 2018** Um alto-falante emitindo som com uma única frequência é colocado próximo à extremidade aberta de um tubo cilíndrico vertical preenchido com um líquido. Na base do tubo, há uma torneira que permite escoar lentamente o líquido, de modo que a altura da coluna de líquido varie uniformemente no tempo. Partindo-se do tubo completamente cheio com o líquido e considerando apenas a coluna de ar criada no tubo, observa-se que o primeiro máximo de intensidade do som ocorre quando a altura da coluna de líquido diminui 5 cm e que o segundo máximo ocorre um minuto após a torneira ter sido aberta.

Determine

- o módulo da velocidade  $V$  de diminuição da altura da coluna de líquido;
  - a frequência  $f$  do som emitido pelo alto-falante.
- Sabendo que uma parcela da onda sonora pode se propagar no líquido, determine
- o comprimento de onda  $\lambda$  deste som no líquido;
  - o menor comprimento  $L$  da coluna de líquido para que haja uma ressonância deste som no líquido.

**Note e adote:**

Velocidade do som no ar:  $v_{ar} = 340$  m/s.

Velocidade do som no líquido:  $v_{liq} = 1.700$  m/s.

Considere a interface ar-líquido sempre plana.

A ressonância em líquidos envolve a presença de nós na sua superfície.

## Gabarito - LIVRO 4 – Questões Dissertativas

### Física – Frente 3 – Capítulo 15

#### 2013

- 168.** a)  $f_1 = 440$  Hz     $\lambda_1 = 0,64$  m  
b)  $f_1 = 440$  Hz     $\lambda_{som} = 0,75$  m

#### 2015

**167.** a) Para o cálculo do trabalho realizado pela resultante, temos:

$$\tau_R = F_R \cdot d \cdot \cos 0^\circ = m \cdot a \cdot l = d \cdot V \cdot a \cdot l$$

Como as dimensões são idênticas, temos:

$$\frac{\tau_{ACO}}{\tau_{AI}} = \frac{d_{ACO} \cdot V \cdot a \cdot l}{d_{AI} \cdot V \cdot a \cdot l} \quad \therefore \quad \frac{\tau_{ACO}}{\tau_{AI}} = \frac{7,9}{2,7} \cong 2,9$$

b) A intensidade da onda sonora é dada por:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{1,2 \cdot 10^{-3}}{1,2 \cdot 10^3} = 10^{-6} \frac{W}{m^2}$$

O nível sonoro é dado por:

$$S = 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{I}{I_0} = 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{10^{-6}}{10^{-12}} = 10 \cdot \log 10^6 \text{ (dB)}$$

Portanto,  $S = 60$  Db

#### 2016

**162.** a) Pela relação fundamental da ondulatória, temos:

$$v = \lambda \cdot f$$

$$340 = 0,17 \cdot f_M$$

$$\therefore \boxed{f_M = 2000 \text{ Hz}}$$

b) A velocidade relativa  $V_R$  do som da sirene em relação a João é dada pela soma dessas velocidades, uma vez que se propagam em sentidos opostos:

$$V_R = v_{som} + v_{Miguel}$$

$$V_R = 340 + 3,4$$

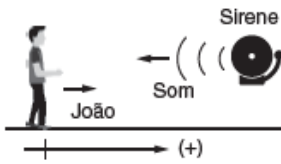
$$\therefore \boxed{V_R = 343,4 \text{ m/s}}$$

c) A frequência do som percebida por João correndo é dada pela equação do efeito Doppler:

$$f_{ap} = \left[ \frac{V_{onda} \pm V_{detector}}{V_{onda} \pm V_{fonte}} \right] \cdot f_{real}$$

$$f_1 = \left[ \frac{340 + 3,4}{340 + 0} \right] \cdot 2000$$

$$\therefore \boxed{f_1 = 2020 \text{ Hz}}$$



A orientação da trajetória é no sentido do detector (João) para a fonte sonora (sirene).

d) Cálculo da frequência real do assobio:

$$V = \lambda \cdot f$$

$$340 = 0,1 \cdot f_{real}$$

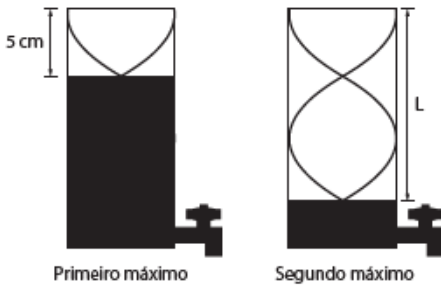
$$\therefore \boxed{f_{real} = 3400 \text{ Hz}}$$

Pela figura, tem-se:

$$L_{liq} = \frac{1}{2} \lambda \rightarrow L_{liq} = \frac{1}{2} 1,0 \rightarrow L_{liq} = 0,5 \text{ m.}$$

**2018**

112. a)



Para a figura do primeiro máximo, tem-se:  $0,05 = \frac{1}{4} \lambda \rightarrow \lambda = 0,2 \text{ m}$   
Conforme a figura do segundo máximo, tem-se:

$$L = \frac{3}{4} \lambda \rightarrow L = \frac{3}{4} 0,2 \rightarrow L = 0,15 \text{ m}$$

$$V = \frac{L}{\Delta t} \rightarrow V = \frac{0,15}{60 \text{ s}} \rightarrow V = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

b) Da equação fundamental da ondulatoria, tem-se:

$$V_{ar} = \lambda \cdot f \rightarrow 340 = 0,2 \cdot f \rightarrow f = 1.700 \text{ Hz}$$

c) No fenômeno de refração de ondas, a frequência permanece constante. Assim:  $V_{liq} = \lambda \cdot f \rightarrow 1.700 = \lambda \cdot 1.700 \rightarrow \lambda = 1,0 \text{ m}$

d) Conforme as informações do texto, há nós nas superfícies do líquido; assim, teríamos uma onda estacionária, como a figura a seguir:

