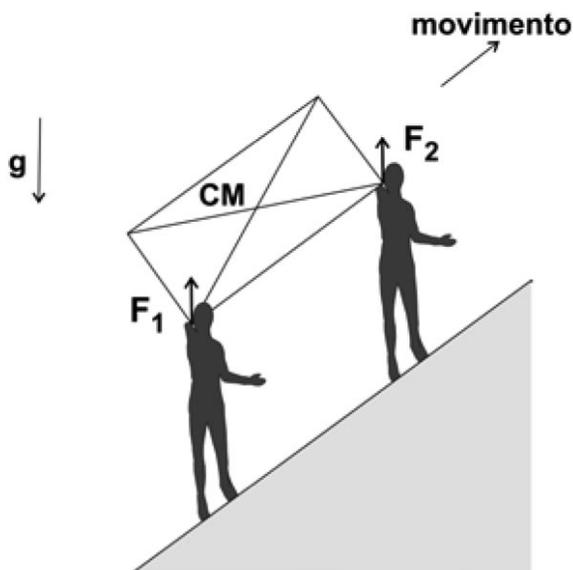


1

Para carregar um pesado pacote, de massa $M = 90 \text{ kg}$, ladeira acima, com velocidade constante, duas pessoas exercem forças diferentes. O Carregador 1, mais abaixo, exerce uma força F_1 sobre o pacote, enquanto o Carregador 2, mais acima, exerce uma força F_2 .

No esquema da página de respostas estão representados, em escala, o pacote e os pontos C_1 e C_2 , de aplicação das forças, assim como suas direções de ação.

- Determine, a partir de medições a serem realizadas no esquema da página de respostas, a razão $R = F_1/F_2$, entre os módulos das forças exercidas pelos dois carregadores.
- Determine os valores dos módulos F_1 e F_2 , em newtons.
- Indique, no esquema da página de respostas, com a letra V, a posição em que o Carregador 2 deveria sustentar o pacote para que as forças exercidas pelos dois carregadores fossem iguais.

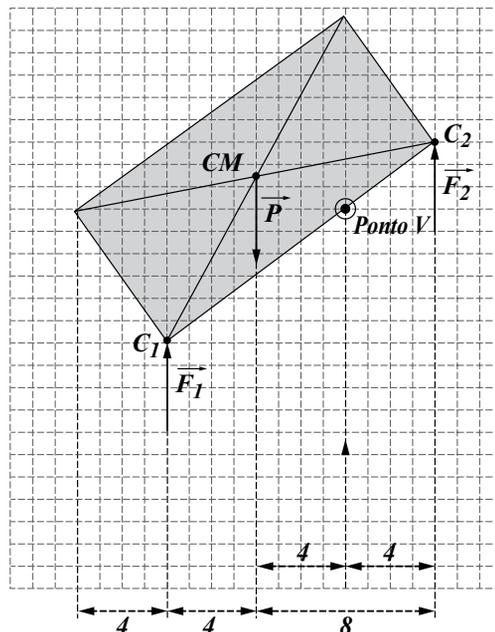


NOTE E ADOTE:

A massa do pacote é distribuída uniformemente e, portanto, seu centro de massa, CM, coincide com seu centro geométrico.

Resolução

a)



Para o equilíbrio, o somatório dos torques em relação ao centro de massa (CM) deve ser nulo:

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$$

$$F_1 \cdot 4 = F_2 \cdot 8$$

$$R = \frac{F_1}{F_2} = 2$$

b) Para o equilíbrio do pacote, a força resultante deve ser nula:

$$F_1 + F_2 = P = mg$$

$$F_1 + F_2 = 900$$

Sendo $F_1 = 2F_2$, vem:

$$2F_2 + F_2 = 900$$

$$3F_2 = 900$$

$$F_2 = 300 \text{ N}$$

$$F_1 = 600 \text{ N}$$

c) Para que $F_1 = F_2$, os traços de d_1 e d_2 deverão ser iguais e, portanto, o traço de F_2 deve valer 4 unidades de distância e o ponto V está indicado na figura.

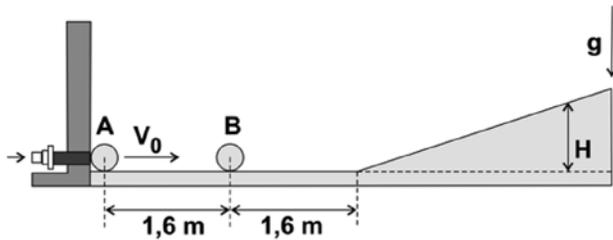
Respostas: a) $R = 2$

b) $F_1 = 600 \text{ N}$ e $F_2 = 300 \text{ N}$

c) Ponto V indicado na figura

2

Duas pequenas esferas iguais, A e B, de mesma massa, estão em repouso em uma superfície horizontal, como representado no esquema abaixo. Num instante $t = 0$ s, a esfera A é lançada, com velocidade $V_0 = 2,0$ m/s, contra a esfera B, fazendo com que B suba a rampa à frente, atingindo sua altura máxima, H, em $t = 2,0$ s. Ao descer, a esfera B volta a colidir com A, que bate na parede e, em seguida, colide novamente com B. Assim, as duas esferas passam a fazer um movimento de vai e vem, que se repete.



- Determine o instante t_A , em s, no qual ocorre a primeira colisão entre A e B.
- Represente, no gráfico da página de respostas, a velocidade da esfera B em função do tempo, de forma a incluir na representação um período completo de seu movimento.
- Determine o período T , em s, de um ciclo do movimento das esferas.

NOTE E ADOTE: Os choques são elásticos. Tanto o atrito entre as esferas e o chão quanto os efeitos de rotação devem ser desconsiderados.

Considere positivas as velocidades para a direita e negativas as velocidades para a esquerda.

Resolução

- a) Como não há atrito, o movimento até a 1ª colisão é uniforme:

$$V_0 = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 2,0 = \frac{1,6}{t_A} \Rightarrow t_A = 0,8s$$

- b) Como a colisão entre A e B é elástica e unidimensional e as esferas têm massas iguais, haverá troca de velocidades na colisão.

A esfera B também gastará $\Delta t_2 = 0,8s$ para chegar ao início da rampa.

A subida da rampa levará um tempo Δt_3 dado por:

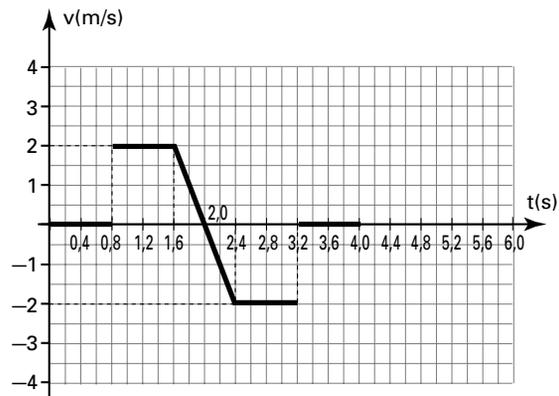
$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3$$

$$2,0 = 0,8 + 0,8 + \Delta t_3 \Rightarrow \Delta t_3 = 0,4s$$

Sendo o movimento na rampa uniformemente variado, o tempo de subida na rampa será igual ao tempo

de descida (0,4s) e, pela conservação da energia mecânica, a velocidade escalar da esfera B, ao voltar ao plano horizontal, será negativa (inversão no sentido do movimento), porém com o mesmo módulo, 2,0m/s.

O tempo gasto para percorrer 1,6m volta a ser de 0,8s; na 2ª colisão, haverá nova troca de velocidades entre B e A e, novamente, mais 0,8s para percorrer 1,6m até atingir o anteparo. Na colisão elástica com o anteparo, a bola inverte o sentido de sua velocidade e o ciclo se reinicia.



- c) O período T do ciclo corresponde ao tempo desde a partida de A no instante $t = 0$ até o retorno de A ao anteparo no instante $t = 4,0s$, portanto:

$$T = 4,0s$$

3

A usina hidrelétrica de Itaipu possui 20 turbinas, cada uma fornecendo uma potência elétrica útil de 680 MW, a partir de um desnível de água de 120 m. No complexo, construído no Rio Paraná, as águas da represa passam em cada turbina com vazão de 600 m³/s.

- Estime o número de domicílios, N , que deixariam de ser atendidos se, pela queda de um raio, uma dessas turbinas interrompesse sua operação entre 17h30min e 20h30min, considerando que o consumo médio de energia, por domicílio, nesse período, seja de quatro kWh.
- Estime a massa M , em kg, de água do rio que entra em cada turbina, a cada segundo.
- Estime a potência mecânica da água P , em MW, em cada turbina.

NOTE E ADOTE:

Densidade da água = 10³ kg/m³

1 MW = 1 megawatt = 10⁶ W

1 kWh = 1000 W × 3600 s = 3,6 × 10⁶ J

Os valores mencionados foram aproximados para facilitar os cálculos.

Resolução

a) A energia que deixa de ser produzida por uma turbina em 3,0 h corresponde a:

$$\begin{aligned} E_{\text{turbina}} &= Pot \cdot \Delta t \\ E_{\text{turbina}} &= 680 \cdot 10^3 \cdot 3,0 \text{ (kWh)} \\ E_{\text{turbina}} &= 2040 \cdot 10^3 \text{ (kWh)} \\ E_{\text{turbina}} &= 2,04 \cdot 10^6 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Cada domicílio consome $E_1 = 4,0 \text{ kWh}$. Assim, o número de domicílios N que deixaram de ser atendidos é dado por:

$$\begin{aligned} N \cdot E_1 &= E_{\text{turbina}} \\ N \cdot 4,0 &= 2,04 \cdot 10^6 \end{aligned}$$

$$N = 5,1 \cdot 10^5 \text{ domicílios}$$

b) De acordo com os dados, a turbina recebe um volume de 600 m^3 de água em um segundo. Temos, então:

$$d_{\text{água}} = \frac{M}{V} \Rightarrow M = d_{\text{água}} \cdot V = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 600 \text{ (kg)}$$

$$M = 6,0 \cdot 10^5 \text{ kg}$$

c) A potência mecânica da turbina (P) pode ser obtida por:

$$P = \frac{\tau_P}{\Delta t}$$

$$P = \frac{mgH}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{d_{\text{água}} \cdot V \cdot g \cdot H}{\Delta t}$$

$$P = d_{\text{água}} \cdot Z \cdot g \cdot H$$

$$P = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 600 \cdot 10 \cdot 120 \text{ (W)}$$

$$P = 7,2 \cdot 10^8 \text{ W}$$

$$P = 720 \text{ MW}$$

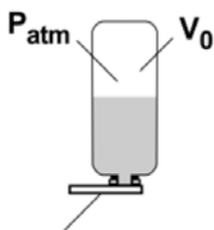
Respostas: a) $N = 5,1 \cdot 10^5$

b) $M = 6,0 \cdot 10^5 \text{ kg}$

c) $P = 720 \text{ MW}$

4

Situação I



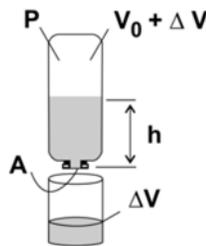
(segurando)

Situação II



(segurando)

Situação III



Valores medidos

V_0	500 mL
ΔV	25 mL
h	50 cm

Para se estimar o valor da pressão atmosférica, P_{atm} , pode ser utilizado um tubo comprido, transparente, fechado em uma extremidade e com um pequeno gargalo na outra. O tubo, aberto e parcialmente cheio de água, deve ser invertido, segurando-se um cartão que feche a abertura do gargalo (Situação I). Em seguida, deve-se mover lentamente o cartão de forma que a água possa escoar, sem que entre ar, coletando-se a água que sai em um recipiente (Situação II). A água pára de escoar quando a pressão no ponto A, na abertura, for igual à pressão atmosférica externa, devendo-se, então, medir a altura h da água no tubo (Situação III). Em uma experiência desse tipo, foram obtidos os valores, indicados na tabela, para V_0 , volume inicial do ar no tubo, ΔV , volume da água coletada no recipiente e h , altura final da água no tubo. Em relação a essa experiência, e considerando a Situação III,

- determine a razão $R = P/P_{\text{atm}}$, entre a pressão final P do ar no tubo e a pressão atmosférica;
- escreva a expressão matemática que relaciona, no ponto A, a P_{atm} com a pressão P do ar e a altura h da água dentro do tubo;
- estime, utilizando as expressões obtidas nos itens anteriores, o valor numérico da pressão atmosférica P_{atm} , em N/m^2 .

NOTE E ADOTE:

Considere a temperatura constante e desconsidere os efeitos da tensão superficial.

Resolução

a) O ar contido no tubo sofre uma expansão isotérmica, logo:

$$PV = P_0V_0 \Rightarrow P(V_0 + \Delta V) = P_{\text{atm}} V_0$$

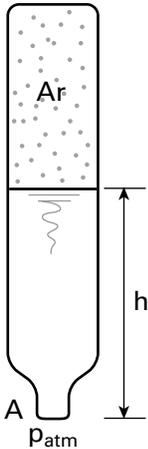
$$\frac{P}{P_{\text{atm}}} = \frac{V_0}{V_0 + \Delta V} \Rightarrow \frac{P}{P_{\text{atm}}} = \frac{500}{500 + 25}$$

$$\frac{P}{P_{\text{atm}}} = \frac{500}{525} \Rightarrow \frac{P}{P_{\text{atm}}} = \frac{20}{21}$$

Sendo $R = \frac{P}{P_{\text{atm}}}$, respondemos:

$$R = \frac{20}{21}$$

b)



Na situação de equilíbrio, podemos escrever:

$$P_A = P + P_{H_2O}$$

Como $P_A = P_{atm}$ e $P_{H_2O} = \rho gh$, vem:

$$P_{atm} = P + \rho gh$$

Com $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e

$g = 10 \text{ m/s}^2$, segue-se que:

$$P_{atm} = P + 1,0 \cdot 10^3 \cdot 10 h$$

Da qual:

$$P_{atm} = P + 1,0 \cdot 10^4 h$$

(Pressão em N/m^2 e h em m)

c) Da relação obtida no item a, $P = \frac{20}{21} P_{atm}$, e

lembrando-se que $h = 50 \text{ cm} = 0,50 \text{ m}$, tem-se:

$$P_{atm} = \frac{20}{21} P_{atm} + 1,0 \cdot 10^4 \cdot 0,50$$

$$P_{atm} - \frac{20}{21} P_{atm} = 5,0 \cdot 10^3$$

$$\frac{1}{21} P_{atm} = 5,0 \cdot 10^3 \Rightarrow P_{atm} = 1,05 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

Respostas: a) $R = \frac{20}{21}$

b) $P_{atm} = P + 1,0 \cdot 10^4 h$

(Pressão em N/m^2 e h em m)

c) $1,05 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

5

Um roqueiro iniciante improvisa efeitos especiais, utilizando gelo seco (CO_2 sólido) adquirido em uma fábrica de sorvetes. Embora o início do show seja à meia-noite (24 h), ele o compra às 18 h, mantendo-o em uma “geladeira” de isopor, que absorve calor a uma taxa de aproximadamente 60 W, provocando a sublimação de parte do gelo seco. Para produzir os efeitos desejados, 2 kg de gelo seco devem ser jogados em um tonel com água, a temperatura ambiente, provocando a sublimação

do CO_2 e a produção de uma “névoa”. A parte visível da “névoa”, na verdade, é constituída por gotículas de água, em suspensão, que são carregadas pelo CO_2 gasoso para a atmosfera, à medida que ele passa pela água do tonel. Estime:

- a) A massa de gelo seco, M_{gelo} , em kg, que o roqueiro tem de comprar, para que, no início do show, ainda restem os 2 kg necessários em sua “geladeira”.
- b) A massa de água, $M_{\text{água}}$, em kg, que se transforma em “névoa” com a sublimação de todo o CO_2 , supondo que o gás, ao deixar a água, esteja em CNTP, incorporando 0,01g de água por cm^3 de gás formado.

NOTE E ADOTE:

Sublimação: passagem do estado sólido para o gasoso.

Temperatura de sublimação do gelo seco = -80°C .

Calor latente de sublimação do gelo seco = 648 J/g.

Para um gás ideal, $PV = nRT$.

Volume de 1 mol de um gás em CNTP = 22,4 litros.

Massa de 1 mol de CO_2 = 44 g.

Suponha que o gelo seco seja adquirido a -80°C .

Resolução

a) Cálculo da massa inicial M_{gelo} da barra:

$$Pot \Delta t = (M_{\text{gelo}} - m)L_s$$

$$60 \cdot 6 \cdot 3600 = (M_{\text{gelo}} - 2000) \cdot 648$$

$$M_{\text{gelo}} = 4000 \text{ g}$$

$$M_{\text{gelo}} = 4 \text{ kg}$$

b) A sublimação de 2 kg de CO_2 “carrega” uma massa $M_{\text{água}}$ de vapor d’água, que representa 0,01 g/cm^3 .

Assim:

$$0,01 \text{ g} \text{ ————— } 1 \text{ cm}^3$$

$$M_{\text{água}} \text{ ————— } V(\text{cm}^3)$$

$$M_{\text{água}} = V \cdot 0,01 \text{ (g)}$$

Como cada 44 g de CO_2 ocupam 22,4 ℓ , temos:

$$44 \text{ g de } \text{CO}_2 \text{ ————— } 22,4 \ell$$

$$2000 \text{ g de } \text{CO}_2 \text{ ————— } V(\ell)$$

$$V = \frac{2000 \cdot 22,4}{44} \ell \Rightarrow V = 1018,18 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

Portanto:

$$M_{\text{água}} = 1018,18 \cdot 10^3 \cdot 0,01 \text{ (g)}$$

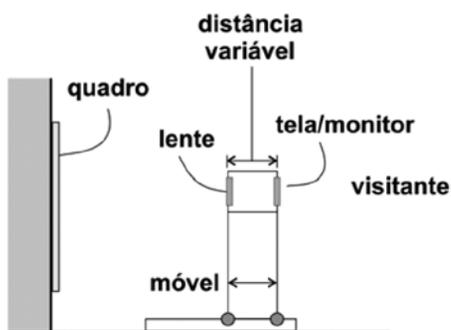
$$M_{\text{água}} \cong 10,18 \cdot 10^3 \text{ g}$$

$$M_{\text{água}} \cong 10 \text{ kg}$$

- Respostas:** a) 4 kg
b) $\cong 10 \text{ kg}$

6

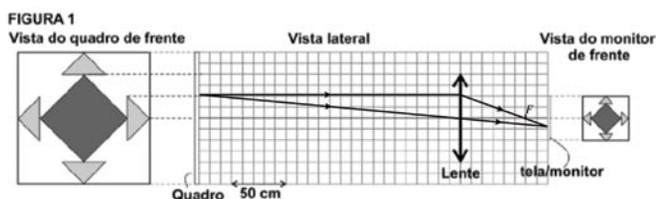
Em um museu, um sistema ótico permite que o visitante observe detalhes de um quadro sem se aproximar dele. Nesse sistema, uma lente convergente, de distância focal fixa, projeta a imagem do quadro (ou parte dela) sobre uma tela de receptores, que reproduzem essa imagem em um monitor (do mesmo tamanho da tela). O sistema pode ser aproximado ou afastado do quadro, pelo visitante, que deve ainda ajustar a distância entre a lente e a tela, para focalizar a imagem na tela. A Figura 1, da página de respostas, esquematiza a situação em que um quadro é projetado na tela/monitor. A Figura 2 esquematiza a situação em que o visitante aproxima a lente do quadro e ajusta a distância lente-tela, obtendo uma imagem nítida na tela/monitor. Para verificar o que é observado, nesse caso, pelo visitante,



- a) assinale, na Figura 1 da página de respostas, traçando as linhas de construção necessárias, a posição do foco da lente, indicando-a pela letra **F**.
b) assinale, na Figura 2 da página de respostas, traçando as linhas de construção necessárias, a nova posição da tela para que a imagem seja projetada com nitidez, indicando-a pela letra **T**.
c) desenhe, na Figura 2, a imagem formada sobre a tela, tal como vista no monitor.

Resolução

a)



Verificação analítica da distância focal da lente:

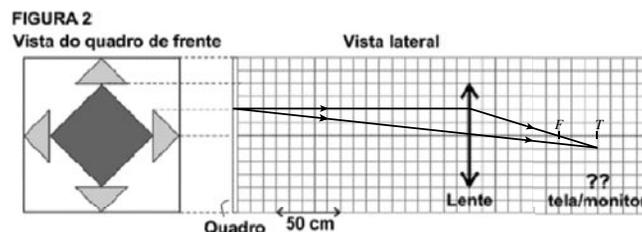
Equação de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{240} + \frac{1}{80}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1+3}{240} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{4}{240}$$

Da qual: $f = 60 \text{ cm}$

b)



Verificação analítica da posição da tela/monitor:

Equação de Gauss:

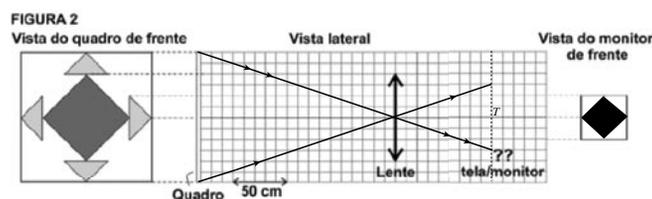
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{180} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{60} \Rightarrow \frac{1}{p'} = \frac{1}{60} - \frac{1}{180}$$

$$\frac{1}{p'} = \frac{3-1}{180} \Rightarrow \frac{1}{p'} = \frac{2}{180}$$

Da qual: $p' = 90 \text{ cm}$

c)



Da figura, notamos que a imagem extrapola o tamanho da tela/monitor, isto é, o que se projeta é apenas o quadrado central, sem as quatro pontas triangulares que aparecem no quadro.

De fato:

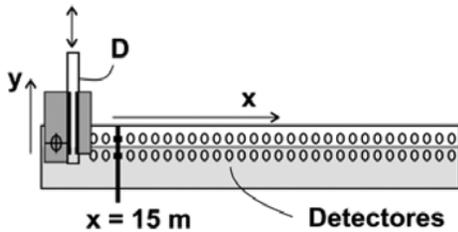
$$\frac{i}{o} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{i}{12} = -\frac{90}{180}$$

$i = -6 \text{ cm}$ ($i < 0 \Rightarrow$ Imagem invertida)

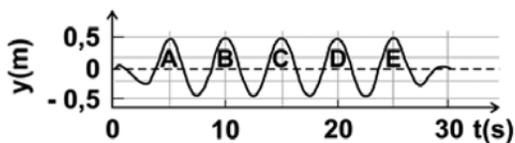
Como o lado da tela mede 4 cm, justifica-se a afirmação acima.

Respostas: Ver figuras e justificativas

A propagação de ondas na água é estudada em grandes tanques, com detectores e softwares apropriados. Em uma das extremidades de um tanque, de 200 m de comprimento, um dispositivo D produz ondas na água, sendo que o perfil da superfície da água, ao longo de toda a extensão do tanque, é registrado por detectores em instantes subsequentes. Um conjunto de ondas, produzidas com frequência constante, tem seu deslocamento y , em função do tempo, representado ao lado, tal como registrado por detectores fixos na posição $x = 15$ m. Para esse mesmo conjunto de ondas, os resultados das medidas de sua propagação ao longo do tanque são apresentados na página de respostas. Esses resultados correspondem aos deslocamentos y do nível da água em relação ao nível de equilíbrio ($y = 0$ m), medidos no instante $t = 25$ s para diversos valores de x . A partir desses resultados:



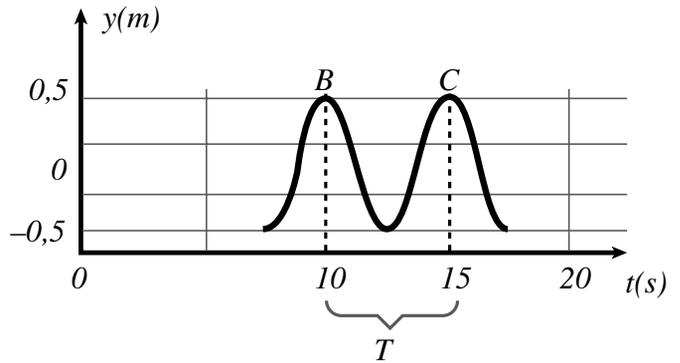
Perfil da superfície da água registrado, em função do tempo, pelo detector posicionado em $x = 15$ m



- Estime a frequência f , em Hz, com que as ondas foram produzidas.
- Estime o comprimento de onda L , em metros, das ondas formadas.
- Estime a velocidade V , em m/s, de propagação das ondas no tanque.
- Identifique, no gráfico da página de respostas ($t = 25$ s), as posições das ondas A, B, C, D e E, assinaladas na figura acima, ainda que, como pode ser observado, as amplitudes dessas ondas diminuem com sua propagação.

Resolução

a) Do gráfico ($y \times t$), obtemos o período T da onda:



$$T = 15\text{s} - 10\text{s}$$

$$T = 5,0\text{s}$$

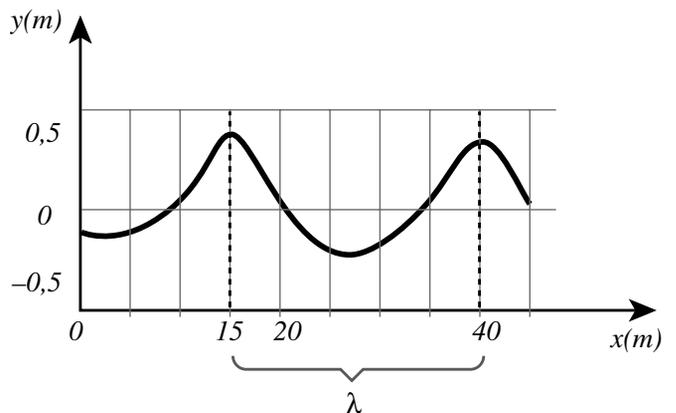
A frequência f da onda é dada por:

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{5,0} \text{ (Hz)}$$

$$f = 0,20 \text{ Hz}$$

b) Do gráfico ($y \times x$), obtemos o comprimento de onda λ da onda:



$$\lambda = 40\text{m} - 15\text{m}$$

$$\lambda = 25\text{m}$$

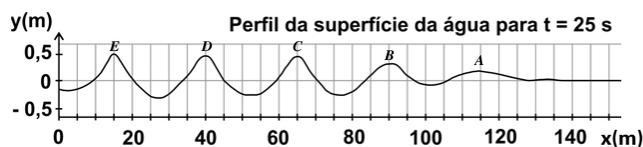
c) A intensidade v da velocidade da onda é dada por:

$$v = \lambda \cdot f$$

$$v = 25 \cdot 0,20 \text{ (m/s)}$$

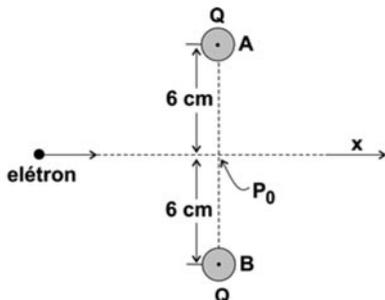
$$v = 5,0 \text{ m/s}$$

d) Do gráfico ($y \times t$), observamos que o pico E da onda está na posição $x = 15\text{m}$ no instante $t = 25\text{s}$. Os picos anteriores estão posicionados a intervalos constantes de 25m , medidos a partir deste pico E :



8

Duas pequenas esferas iguais, A e B, carregadas, cada uma, com uma carga elétrica Q igual a $-4,8 \times 10^{-9}\text{ C}$, estão fixas e com seus centros separados por uma distância de 12 cm . Deseja-se fornecer energia cinética a um elétron, inicialmente muito distante das esferas, de tal maneira que ele possa atravessar a região onde se situam essas esferas, ao longo da direção x , indicada na figura, mantendo-se equidistante das cargas.



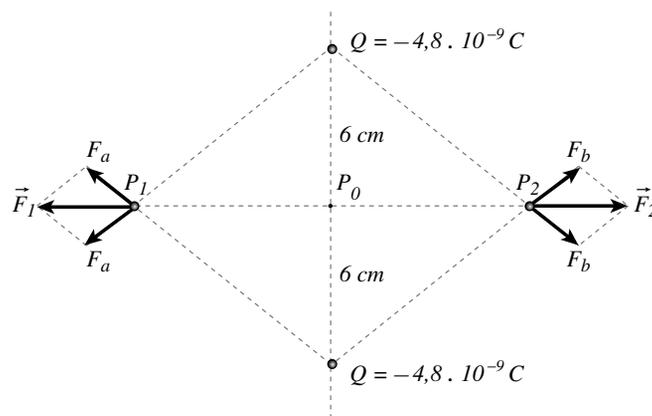
- Esquematize, na figura da página de respostas, a direção e o sentido das forças resultantes F_1 e F_2 , que agem sobre o elétron quando ele está nas posições indicadas por P_1 e P_2 .
- Calcule o potencial elétrico V , em volts, criado pelas duas esferas no ponto P_0 .
- Estime a menor energia cinética E , em eV, que deve ser fornecida ao elétron, para que ele ultrapasse o ponto P_0 e atinja a região à direita de P_0 na figura.

NOTE E ADOTE:
Considere $V = 0$ no infinito.

NOTE E ADOTE:
Num ponto P , $V = KQ/r$, onde
 r é a distância da carga Q ao ponto P .
 $K = 9 \times 10^9 \text{ (N.m}^2/\text{C}^2\text{)}$.
 $q_e = \text{carga do elétron} = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.
 $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$.

Resolução

a) As forças elétricas que atuam no elétron, nos pontos P_1 e P_2 , são representadas na figura que se segue.



Observamos que o movimento do elétron é retardado desde o seu lançamento até o ponto P_0 e, a partir daí, é acelerado.

b) O potencial que cada carga Q cria em P_0 é dado por:

$$V_1 = k_0 \frac{Q}{d} \Rightarrow V_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{(-4,8) \cdot 10^{-9}}{6 \cdot 10^{-2}} \text{ (volts)}$$

$$V_1 = -720 \text{ V}$$

O potencial resultante em P_0 é:

$$V = 2 \cdot V_1 = 2 \cdot (-720) \text{ V}$$

$$V = -1440 \text{ V}$$

c) A energia potencial do elétron ao passar pelo ponto P_0 é dado por:

$$E_{pot} = -e \cdot V$$

$$E_{pot} = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (-1440) \text{ J}$$

$$E_{pot} = +1440 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}}$$

$$E_{pot} = +1440 \text{ eV}$$

Para que o elétron ultrapasse o ponto P_0 , a menor energia cinética que se deve fornecer a ele é estimada em 1440 eV , uma vez que, no infinito, de onde foi lançado, a energia potencial dele é nula.

A rigor, essa energia deverá ser maior que esse valor para que o elétron ultrapasse o ponto P_0 .

Respostas: a) ver figura

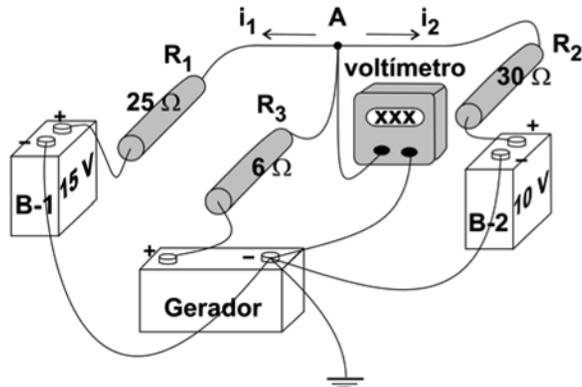
b) -1440 V

c) 1440 eV

9

Utilizando-se um gerador, que produz uma tensão V_0 , deseja-se carregar duas baterias, B-1 e B-2, que geram

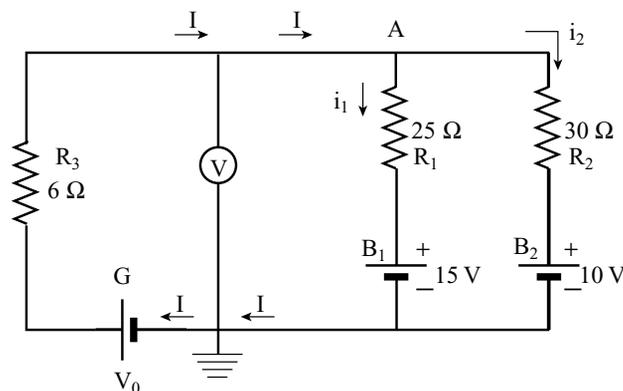
respectivamente 15 V e 10 V, de tal forma que as correntes que alimentam as duas baterias durante o processo de carga mantenham-se iguais ($i_1 = i_2 = i$). Para isso, é utilizada a montagem do circuito elétrico representada ao lado, que inclui três resistores R_1 , R_2 e R_3 , com respectivamente $25\ \Omega$, $30\ \Omega$ e $6\ \Omega$, nas posições indicadas. Um voltímetro é inserido no circuito para medir a tensão no ponto A.



- Determine a intensidade da corrente i , em ampères, com que cada bateria é alimentada.
- Determine a tensão V_A , em volts, indicada pelo voltímetro, quando o sistema opera da forma desejada.
- Determine a tensão V_0 , em volts, do gerador, para que o sistema opere da forma desejada.

Resolução

a) O circuito elétrico dado pode ser esquematizado pelo circuito equivalente que se segue:



Nos ramos que contêm as baterias B_1 e B_2 , podemos igualar as duas tensões:

$$U_1 = U_2$$

$$10 + 30i_1 = 15 + 25i_2$$

$$\text{Sendo } i_1 = i_2 = i,$$

$$10 + 30i = 15 + 25i \Rightarrow i_1 = i_2 = i = 1,0\text{ A}$$

b) O voltímetro lê a tensão elétrica de cada um dos ramos anteriores. Assim, podemos determinar a tensão V_A , por ele indicada, fazendo:

$$V_A = \mathcal{E} + r \cdot i \text{ (trata-se de um receptor)}$$

$$V_A = 15 + 25 i_1$$

$$\text{Sendo } i_1 = i = 1,0\text{ A,}$$

$$V_A = 15 + 25 \cdot 1,0 \Rightarrow V_A = 40\text{ volts}$$

c) No ponto A, temos:

$$I = i_1 + i_2 \Rightarrow I = 1,0\text{ A} + 1,0\text{ A}$$

$$I = 2,0\text{ A}$$

Para o gerador G, temos:

$$U = \mathcal{E} - r \cdot i$$

$$40 = V_0 - 6 \cdot 2,0$$

$$V_0 = 52\text{ V}$$

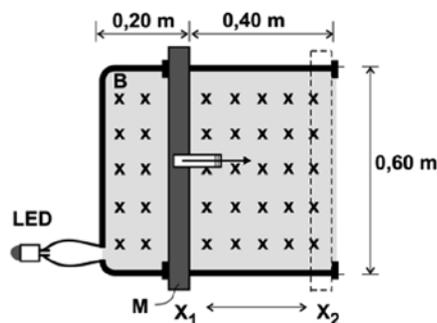
Respostas: a) 1,0 A

b) 40 V

c) 52 V

10

É possível acender um LED, movimentando-se uma barra com as mãos? Para verificar essa possibilidade, um jovem utiliza um condutor elétrico em forma de U, sobre o qual pode ser movimentada uma barra M, também condutora, entre as posições X_1 e X_2 . Essa disposição delimita uma espira condutora, na qual é inserido o LED, cujas características são indicadas na tabela ao lado. Todo o conjunto é colocado em um campo magnético B (perpendicular ao plano dessa folha e entrando nela), com intensidade de 1,1 T. O jovem, segurando em um puxador isolante, deve fazer a barra deslizar entre X_1 e X_2 . Para verificar em que condições o LED acenderia durante o movimento, estime:



LED (diodo emissor de luz)	
Potência	24 mW
Corrente	20 mA
Luminosidade	2 Lumens

- a) A tensão V , em volts, que deve ser produzida nos terminais do LED, para que ele acenda de acordo com suas especificações.
- b) A variação $\Delta\phi$ do fluxo do campo magnético através da espira, no movimento entre X_1 e X_2 .
- c) O intervalo de tempo Δt , em s, durante o qual a barra deve ser deslocada entre as duas posições, com velocidade constante, para que o LED acenda.

NOTE E ADOTE:

A força eletromotriz induzida ε é tal que

$$\varepsilon = - \Delta\phi/\Delta t.$$

Resolução

a) A potência P do "LED" é dada por:

$$P = i V$$

$$24 \cdot 10^{-3} = 20 \cdot 10^{-3} V$$

$$V = 1,2 \text{ volt}$$

b) Como o campo magnético \vec{B} que atravessa a espira é constante e normal ao seu plano, a variação do fluxo magnético $\Delta\phi$ pela espira é dada por:

$$\Delta\phi = B (\Delta A)$$

$$\Delta\phi = 1,1 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \text{ (Wb)}$$

$$\Delta\phi = 2,64 \cdot 10^{-1} \text{ Wb}$$

c) A tensão V no "LED" é o módulo da força eletromotriz induzida ε na espira:

$$V = |\varepsilon|$$

$$V = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$$1,2 = \frac{2,64 \cdot 10^{-1}}{\Delta t}$$

$$\Delta t = 0,22 \text{ s}$$

Respostas: a) 1,2 V

b) $2,64 \cdot 10^{-1} \text{ Wb}$

c) 0,22 s