1

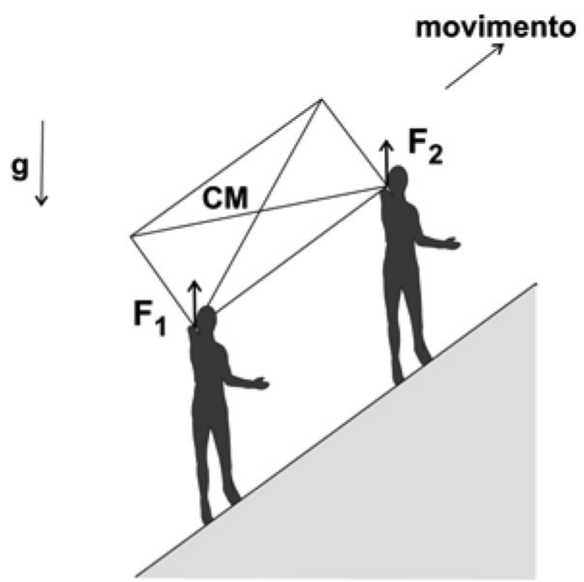
Para carregar um pesado pacote, de massa **M** = 90 kg, ladeira acima, com velocidade constante, duas pessoas exercem forças diferentes. O Carregador 1, mais abaixo, exerce uma força $\mathbf{F_1}$ sobre o pacote, enquanto o Carregador 2, mais acima, exerce uma força $\mathbf{F_2}$.

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

a) Determine, a partir de medições a serem realizadas no esquema da página de respostas, a razão $\mathbf{R} = F_1/F_2$, entre os módulos das forças exercidas pelos dois carregadores.

b) Determine os valores dos módulos $\mathbf{F_1}$ e $\mathbf{F_2}$, em newtons.

c) 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.

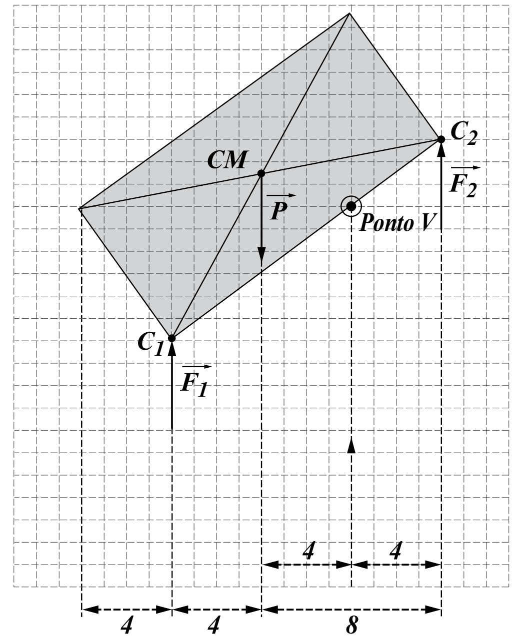


NOTE E ADOTE:

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:

$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$

$F_1 \cdot 4 = F_2 \cdot 8$

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

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:

$$2F_2 + F_2 = 900$$

$$3F_2 = 900$$

$$\boxed{\begin{array}{c} F_2 = 300\ N \\ F_1 = 600\ N \end{array}}$$

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.

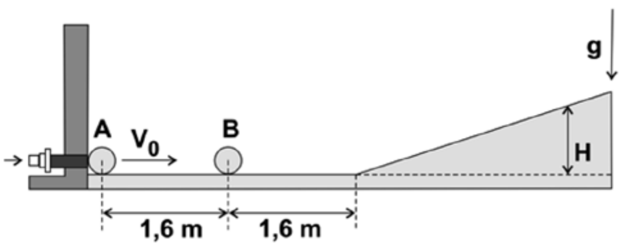
Respostas: *a) R = 2*

b) F_1 = 600 N e F_2 = 300 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 $\mathbf{V_0}$ = 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.



a) Determine o instante $\mathbf{t_A}$, em s, no qual ocorre a primeira colisão entre A e B.

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.

c) 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:

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

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.

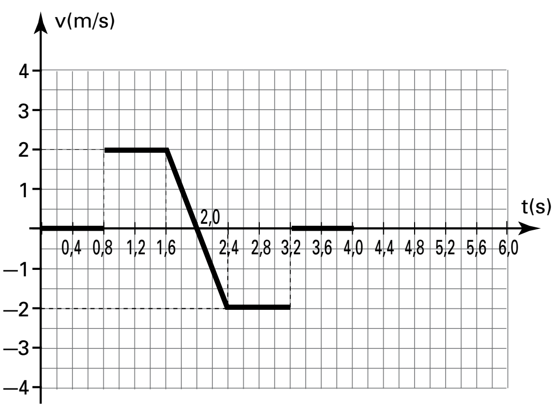
A subida da rampa levará um tempo Δt_3 dado por:

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

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

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:*

$$\boxed{T = 4{,}0s}$$

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 m^3/s.

a) 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.

b) Estime a massa **M**, em kg, de água do rio que entra em cada turbina, a cada segundo.

c) Estime a potência mecânica da água **P**, em MW, em cada turbina.

NOTE E ADOTE: Densidade da água = 10^3 kg/m^3 1 MW = 1 megawatt = 10^6 W 1 kWh = 1000 W × 3600 s = 3,6 × 10^6 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:

$E_{turbina} = Pot \cdot \Delta t$

$E_{turbina} = 680 \cdot 10^3 \cdot 3{,}0\ (kWh)$

$E_{turbina} = 2040 \cdot 10^3\ (kWh)$

$E_{turbina} = 2{,}04 \cdot 10^6\ kWh$

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

$N \cdot E_1 = E_{turbina}$

$N \cdot 4{,}0 = 2{,}04 \cdot 10^6$

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

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

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

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

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

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

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

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

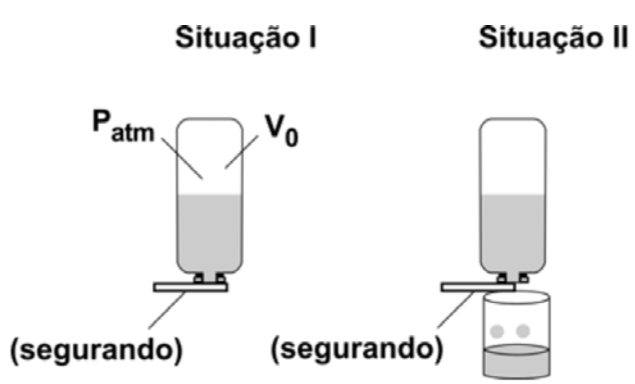
$P = 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 600 \cdot 10 \cdot 120\ (W)$

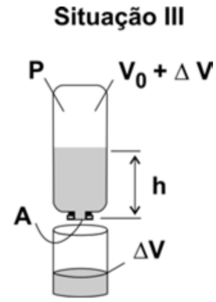
$P = 7{,}2 \cdot 10^8\ W$

$P = 720\ MW$

Respostas: a) $N = 5{,}1 \cdot 10^5$
b) $M = 6{,}0 \cdot 10^5$ kg
c) P = 720 MW

4





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 $\mathbf{V_0}$, volume inicial do ar no tubo, $\mathbf{\Delta V}$, volume da água coletada no recipiente e **h**, altura final da água no tubo. Em relação a essa experiência, e considerando a Situação III,

a) determine a razão **R** = P/P_{atm}, entre a pressão final P do ar no tubo e a pressão atmosférica;

b) escreva a expressão matemática que relaciona, no ponto A, a $\mathbf{P_{atm}}$ com a pressão P do ar e a altura h da água dentro do tubo;

c) estime, utilizando as expressões obtidas nos itens anteriores, o valor numérico da pressão atmosférica $\mathbf{P_{atm}}$, 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:

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

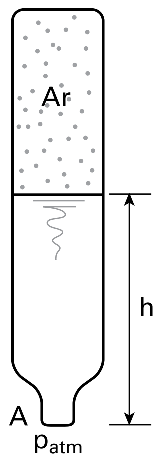
$$\frac{P}{P_{atm}} = \frac{V_0}{V_0 + \Delta V} \Rightarrow \frac{P}{P_{atm}} = \frac{500}{500 + 25}$$

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

Sendo $R = \dfrac{P}{P_{atm}}$, *respondemos:*

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

b)



Na situação de equilíbrio, podemos escrever:

$P_A = P + P_{H_2O}$

Como $P_A = P_{atm}$ *e* $P_{H_2O} = \rho g h$, *vem:*

$P_{atm} = P + \rho g h$

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

$g = 10 m/s^2$, *segue-se que:*

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

Da qual:

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

(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* $h = 50\ cm = 0{,}50\ m$, *tem-se:*

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

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

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

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

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, $M_{água}$, 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 = – 80º 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 – 80ºC.

Resolução

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

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

$60 \cdot 6 \cdot 3\,600 = (M_{gelo} - 2\,000) \cdot 648$

$M_{gelo} = 4\,000\ g$

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

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

Assim:

$0{,}01\ g$ ——— $1\ cm^3$
$M_{água}$ ——— $V(cm^3)$

$M_{água} = V \cdot 0{,}01\ (g)$

Como cada 44 g de CO_2 *ocupam* $22{,}4\ \ell$, *temos:*

$44\ g$ *de* CO_2 ——— $22{,}4\ \ell$
$2\,000\ g$ *de* CO_2 ——— $V(\ell)$

$$V = \frac{2\,000 \cdot 22{,}4}{44}\ \ell \Rightarrow V = 1\,018{,}18 \cdot 10^3\ cm^3$$

Portanto:

$M_{água} = 1\,018{,}18 \cdot 10^3 \cdot 0{,}01\ (g)$
$M_{água} \cong 10{,}18 \cdot 10^3\ g$

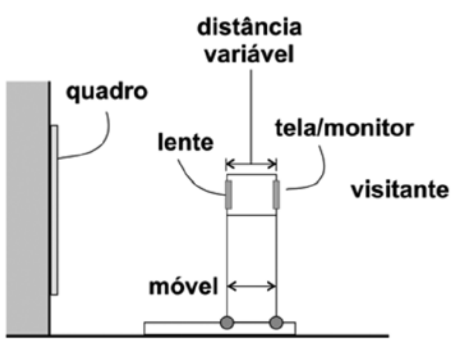
$\boxed{M_{água} \cong 10\ kg}$

Respostas: *a) 4 kg*

b) ≅ 10 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,



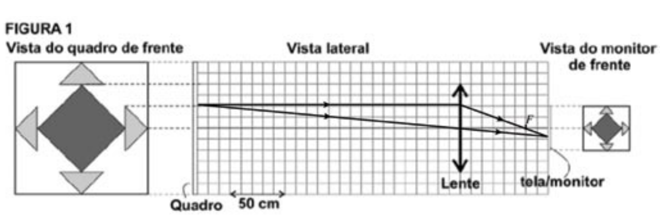
a) assinale, na Figura 1 da página de respostas, traçando as linhas de construção necessárias, a posição do foco da lente, indicando-a pela letra **F**.

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:

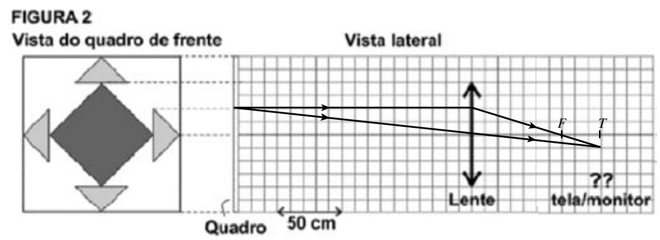
Equação de Gauss:

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

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

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

b)



Verificação analítica da posição da tela/monitor:

Equação de Gauss:

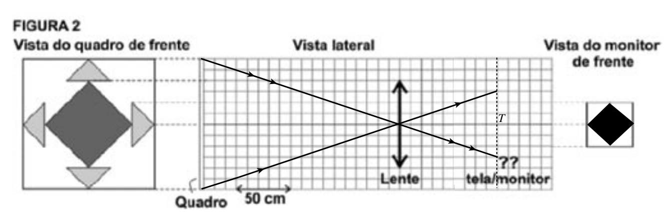
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

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

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

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

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:

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

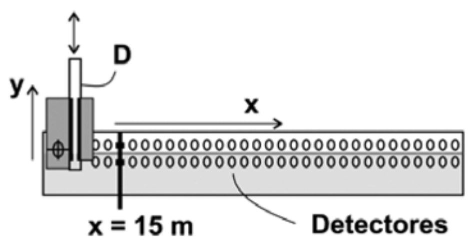
$\boxed{i = -6\ cm}$ *(i < 0 ⇒ Imagem invertida)*

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

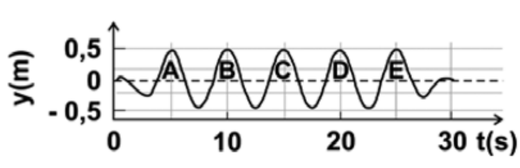
Respostas: *Ver figuras e justificativas*

7

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 subseqüentes. Um conjunto de ondas, produzidas com freqüência 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



a) Estime a freqüência **f**, em Hz, com que as ondas foram produzidas.

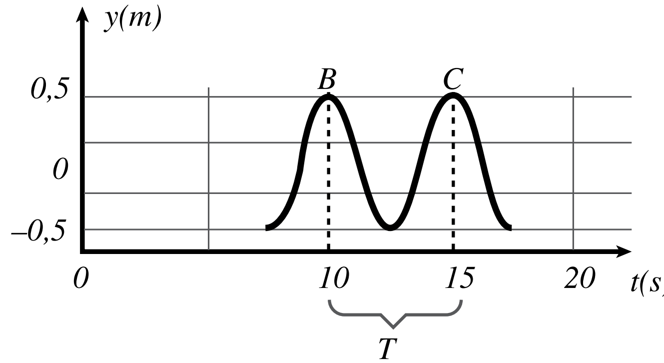
b) Estime o comprimento de onda **L**, em metros, das ondas formadas.

c) Estime a velocidade **V**, em m/s, de propagação das ondas no tanque.

d) 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 diminuam com sua propagação.

Resolução

a) Do gráfico ***(y x t)****, obtemos o período* ***T*** *da onda:*



$T = 15s - 10s$

$T = 5,0s$

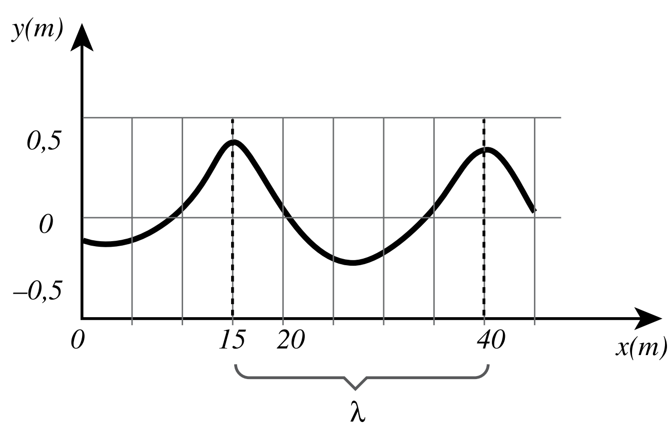
A freqüência ***f*** *da onda é dada por:*

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

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

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

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



$\lambda = 40m - 15m$

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

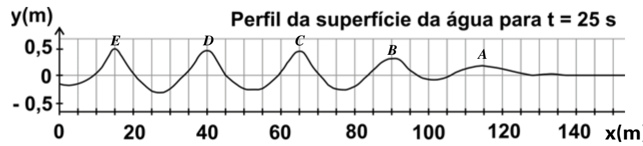
c) A intensidade ***v*** *da velocidade da onda é dada por:*

$v = \lambda f$

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

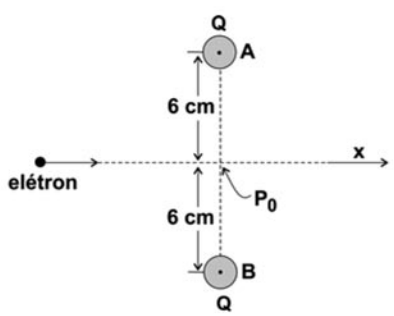
$$\boxed{v = 5,0 \text{ m/s}}$$

*d) Do gráfico **(y×t)**, observamos que o pico **E** da onda está na posição x = 15m no instante t = 25s. 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 x 10^{-9} 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 eqüidistante das cargas.



a) 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.

b) Calcule o potencial elétrico V, em volts, criado pelas duas esferas no ponto P_0.

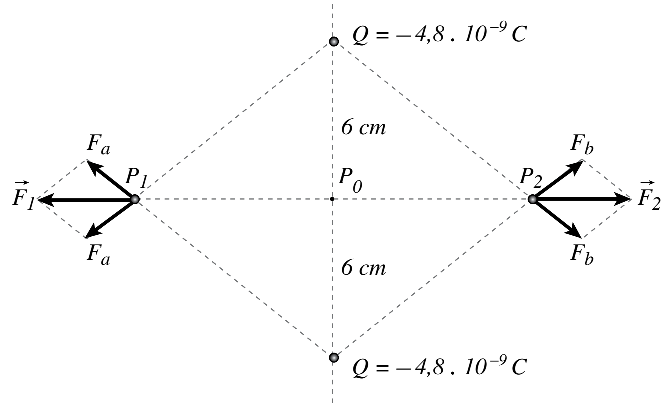
c) Estime a menor energia cinética E, em eV, que deve ser fornecida ao elétron, para que ele ultrapasse o ponto P_0 e atinja a região à direita de P_0 na figura.

> 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 x 10^9 ($N.m^2/C^2$).
> q_e = carga do elétron = – 1,6 x 10^{-19} C.
> 1 eV = 1,6 x 10^{-19} 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:

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

$V_1 = -720 \; V$

O potencial resultante em P_0 é:

$V = 2 \cdot V_1 = 2 \cdot (-720) \; V$

$V = -1\,440 \; V$

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

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

$E_{pot} = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (-1\,440) \; J$

$$E_{pot} = +1440 \cdot \underbrace{1,6 \cdot 10^{-19} \; J}_{1 \; eV}$$

$E_{pot} = +1\,440 \; eV$

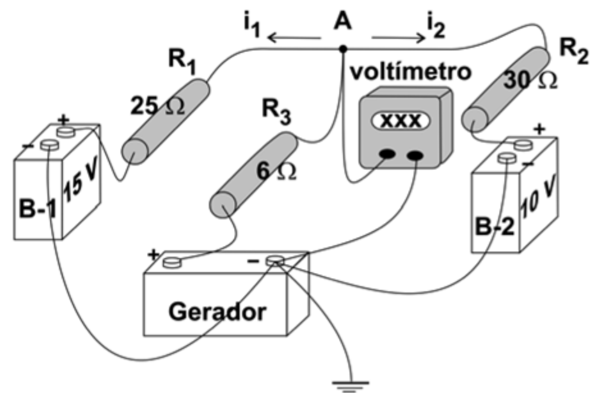
Para que o elétron ultrapasse o ponto P_0, a menor energia cinética que se deve fornecer a ele é estimada em 1440 eV, uma vez que, no infinito, de onde foi lançado, a energia potencial dele é nula.

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.



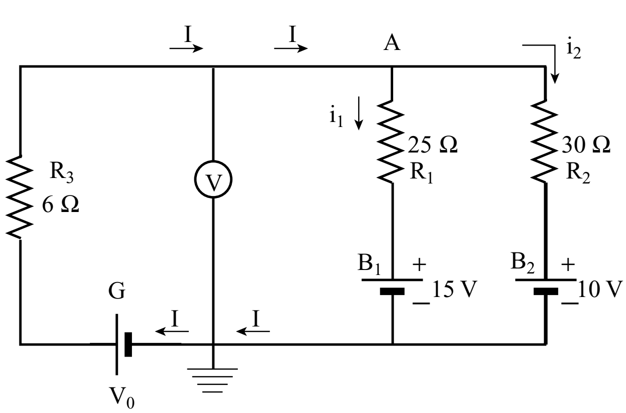
a) Determine a intensidade da corrente i, em ampères, com que cada bateria é alimentada.

b) Determine a tensão V_A, em volts, indicada pelo voltímetro, quando o sistema opera da forma desejada.

c) 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:

$U_1 = U_2$

$10 + 30i_1 = 15 + 25i_2$

Sendo $i_1 = i_2 = i$,

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

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

$V_A = \varepsilon + r \cdot i$ *(trata-se de um receptor)*

$V_A = 15 + 25\, i_1$

Sendo $i_1 = i = 1,0\ A$,

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

c) No ponto A, temos:

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

$I = 2,0\ A$

Para o gerador G, temos:

$U = \varepsilon - r \cdot i$

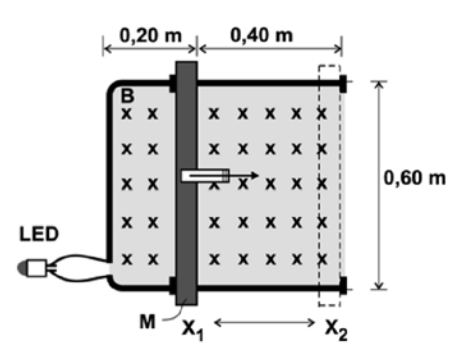
$40 = V_0 - 6 \cdot 2,0$

$\boxed{V_0 = 52\ V}$

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:*

$P = i\,V$

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

$V = 1{,}2$ *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:*

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

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

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

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

$V = |\varepsilon|$

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

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

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

Respostas: *a) 1,2 V*

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

c) 0,22 s