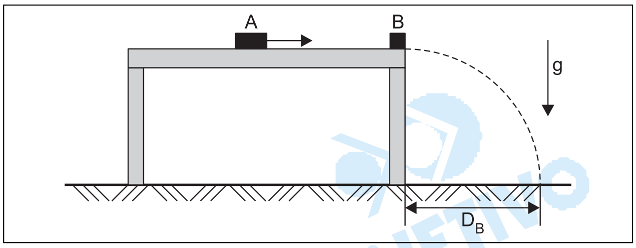
1

Em um jogo, um pequeno bloco A, de massa **M**, é lançado com velocidade $\mathbf{V_0}$ = 6,0 m/s sobre a superfície de uma mesa horizontal, sendo o atrito desprezível. Ele atinge, no instante t_0 = 0, o bloco B, de massa **M/2**, que estava parado sobre a borda da mesma mesa, ambos indo ao chão. Devido ao choque, o bloco B, decorridos 0,40 s, atinge um ponto, no chão, a uma distância $\mathbf{D_B}$ = 2,0 m, ao longo da direção horizontal, a partir da extremidade da mesa.



Supondo que nesse choque **não** tenha havido conservação de energia cinética e que os blocos tenham iniciado a queda no mesmo instante:

a) Determine a distância horizontal $\mathbf{D_A}$, em metros, ao longo da direção horizontal, entre a posição em que o bloco A atinge o chão e a extremidade da mesa.

b) Represente, no sistema de eixos da folha de resposta, a velocidade vertical $\mathbf{V_V}$ de cada um dos blocos, em função do tempo, após o choque, identificando por A e B cada uma das curvas.

Resolução

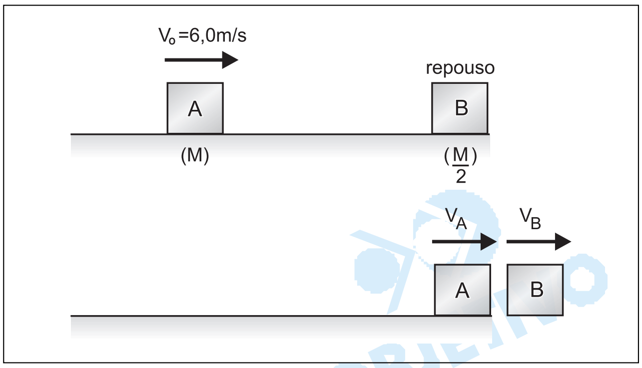
a) 1) ***Cálculo da velocidade de B após a colisão***

O movimento horizontal de B é uniforme e, portanto

$$V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2,0m}{0,4s} = 5,0m/s$$

2) ***Cálculo da velocidade de A após a colisão***

No ato da colisão, o sistema formado por A e B é isolado e, portanto, haverá conservação da quantidade de movimento total.



$$Q_{após} = Q_{antes}$$

$$M\,V_A + \frac{M}{2}\,V_B = M\,V_0$$

$$V_A + \frac{V_B}{2} = V_0$$

Como $V_B = 5{,}0m/s$, vem:

$$V_A + \frac{5{,}0}{2} = 6{,}0$$

$$\boxed{V_A = 3{,}5m/s}$$

3) ***Cálculo da distância horizontal percorrida por A***
Como os movimentos verticais de A e B são idênticos, o tempo de queda de A e B, até o solo, é o mesmo.

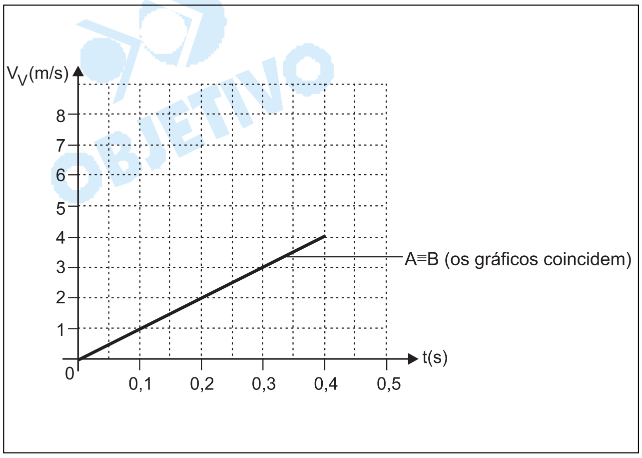
$$D_A = V_A\,t_Q$$

$$D_A = 3{,}5 \,.\, 0{,}4\ (m) \Rightarrow \boxed{D_A = 1{,}4m}$$

b) Os movimentos verticais de A e B são uniformemente variados, com velocidade escalar V_y dada por:

$$V_y = V_{0_y} + \gamma_y\,t$$

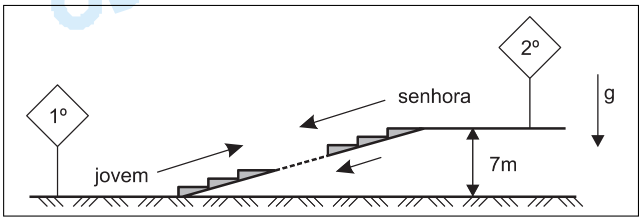
$$V_y = 0 + 10t \Rightarrow \boxed{V_y = 10t\ \ (SI)}$$



Respostas: a) 1,4m
b) ver gráfico

2

Um jovem **sobe** correndo, com velocidade constante, do primeiro ao segundo andar de um *shopping*, por uma larga escada rolante **de descida**, ou seja, sobe “na contramão”. No instante em que ele começa a subir, uma senhora, que está no segundo andar, toma a mesma escada para descer normalmente, mantendo-se sempre no mesmo degrau. Ambos permanecem sobre essa escada durante 30 s, até que a senhora, de massa $\mathbf{M_s}$ = 60 kg, desça no primeiro andar e o rapaz, de massa $\mathbf{M_j}$ = 80 kg, chegue ao segundo andar, situado 7,0 m acima do primeiro.



Supondo desprezíveis as perdas por atrito, determine:

a) A potência **P**, em watts, que a senhora cede ao sistema da escada rolante, enquanto permanece na escada.

b) O número **N** de degraus que o jovem de fato subiu para ir do 1° ao 2° andar, considerando que cada degrau mede 20 cm de altura.

c) O trabalho **T**, em joules, realizado pelo jovem, para ir do 1° ao 2° andar, na situação descrita.

Resolução

a) A senhora aplica sobre a escada uma força vertical para baixo de intensidade igual a de seu peso e que sofre um delocamento vertical H = 7,0 m.

Portanto:

$$\tau = P \,.\, H$$
$$\tau = 60 \,.\, 10 \,.\, 7{,}0 \text{ (J)}$$
$$\boxed{\tau = 4{,}2 \,.\, 10^3 J}$$

A potência cedida à escada é dada por:

$$Pot = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{4{,}2 \,.\, 10^3 J}{30s}$$

$$\boxed{\mathbf{Pot = 1{,}4 \,.\, 10^2 W}}$$

b) 1) O número de degraus da escada é dado por:

$$H = n\, h$$
$$7{,}0 = n \,.\, 0{,}2 \Rightarrow \boxed{n = 35}$$

2) Para que os tempos gastos pelo homem e pela mulher sejam iguais, devemos ter:

$$V_{R_{(homem)}} = V_{R_{(mulher)}}$$

A velocidade resultante do homem é dada por:

$$V_{R_{(H)}} = V_H - V_E$$

A velocidade resultante da mulher é dada por:

$$V_{R_{(M)}} = V_E$$

Portanto: $V_H - V_E = V_E$

$$\boxed{V_H = 2V_E}$$

Sendo ***e*** *a extensão do degrau, vem:*

$$\frac{n'e}{\Delta t} = 2\ \frac{n\ e}{\Delta t}$$

Portanto: $\boxed{\boldsymbol{n' = 2n = 70}}$

c) Para um referencial fixo na escada, o homem tem velocidade escalar constante ***2V*** *e sobe uma altura* ***2H****, em que H é a altura da escada em relação ao solo.*
Aplicando-se o teorema da energia cinética, vem:

$$\tau_{interno} + \tau_{Peso} = \Delta E_{cin}$$

$$\tau_{interno} - 2mgH = 0$$

$$\boxed{\tau_{interno} = 2mgH}$$

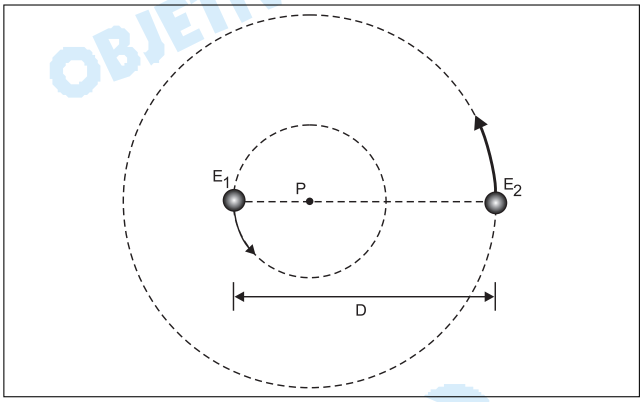
$$\tau_{interno} = 2\ .\ 80\ .\ 10\ .\ 7{,}0\ (J)$$

$$\boxed{\boldsymbol{\tau_{interno} = 1{,}12\ .\ 10^4\ J = 11{,}2\ kJ}}$$

Respostas: a) 1,4 . 10^2 W   b) 70   c) 11,2kJ

3

Um astrônomo, ao estudar uma estrela dupla E_1-E_2, observou que ambas executavam um movimento em torno de um mesmo ponto P, como se estivessem ligadas por uma barra imaginária. Ele mediu a distância **D** entre elas e o período **T** de rotação das estrelas, obtendo T = 12 dias. Observou, ainda, que o raio R_1, da trajetória circular de E_1, era três vezes menor do que o raio R_2, da trajetória circular de E_2. Observando essas trajetórias, ele concluiu que as massas das estrelas eram tais que $M_1 = 3\ M_2$. Além disso, supôs que E_1 e E_2 estivessem sujeitas apenas à força gravitacional entre elas.



A partir das medidas e das considerações do astrônomo:

a) Indique as posições em que E_1 e E_2 estariam, quinze dias após uma observação em que as estrelas foram vistas, como está representado no esquema da folha de respostas. Marque e identifique claramente as novas posições de E_1 e E_2 no esquema da folha de respostas.

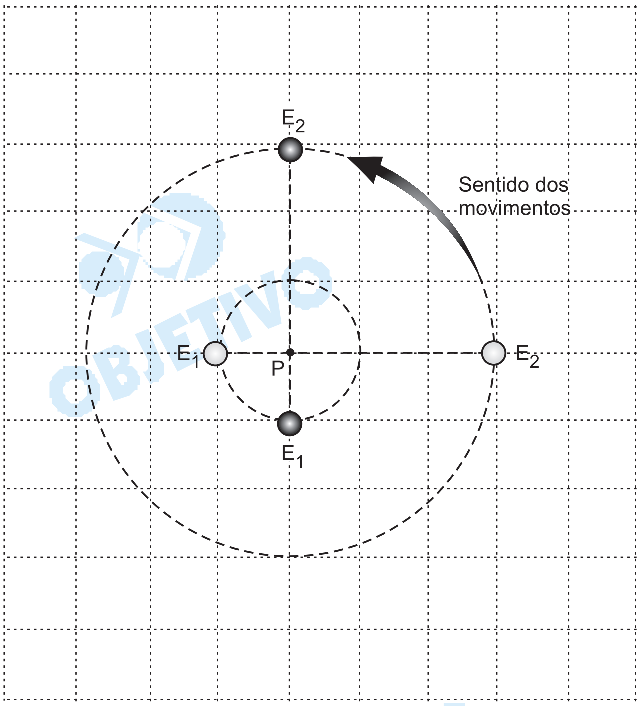
b) Determine a razão $\mathbf{R = V_2/V_1}$ entre os módulos das velocidades lineares das estrelas E_2 e E_1.

c) Escreva a expressão da massa $\mathbf{M_1}$ da estrela E_1, em função de T, D e da constante universal da gravitação G.

A força de atração gravitacional F_G entre dois corpos, de massas M_1 e M_2, é dada por $F_G = G\ M_1M_2/D^2$, onde G é a constante universal da gravitação e D, a distância entre os corpos.

Resolução

*a) O intervalo de tempo de 15 dias corresponde a $\frac{5}{4}T$, em que T = 12 dias é o período de revolução dos astros E_1 e E_2 em torno do centro de massa **P** do sistema. Isso significa que, no citado intervalo de tempo, cada astro dá 1 volta mais 1/4 de volta a partir da situação inicial.*
A figura abaixo ilustra a posição dos astros 15 dias após a situação inicial.



*b) Se os astros E_1 e E_2 se apresentam sempre alinhados com o ponto **P**, as suas velocidades angulares são iguais.*

$$\omega_1 = \omega_2$$

Lembrando que $\omega = \dfrac{V}{R}$*, vem:*

$$\frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{R_2} \Rightarrow \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{3R_1}$$

Donde: $\boxed{\dfrac{V_2}{V_1} = 3}$

c) A força gravitacional em cada estrela faz o papel de resultante centrípeta:

$$G \frac{M_1 \, M_1/3}{D^2} = M_1 \, \omega^2 \, R_1$$

Sendo $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$ *e* $R_1 = \dfrac{D}{4}$*, vem*

$$\frac{G \, M_1}{3 \, D^2} = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \frac{D}{4}$$

$$\boxed{M_1 = \frac{3\,\pi^2\,D^3}{G\,T^2}}$$

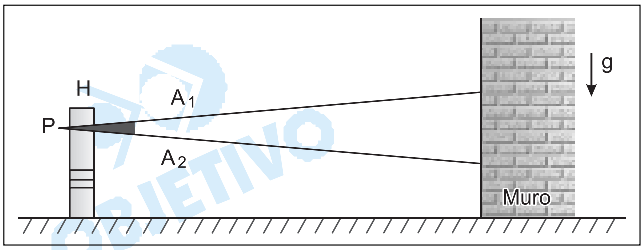
Respostas: a) Ver esquema

b) $\dfrac{V_2}{V_1} = 3$

c) $M_1 = \dfrac{3\,\pi^2 D^3}{GT^2}$

4

Um pequeno holofote H, que pode ser considerado como fonte pontual P de luz, projeta, sobre um muro vertical, uma região iluminada, circular, definida pelos raios extremos A_1 e A_2. Desejando obter um efeito especial, uma lente convergente foi introduzida entre o holofote e o muro. No esquema, apresentado na folha de resposta, estão indicadas as posições da fonte **P**, da lente e de seus focos **f**. Estão também representados, em tracejado, os raios A_1 e A_2, que definem verticalmente a região iluminada antes da introdução da lente.



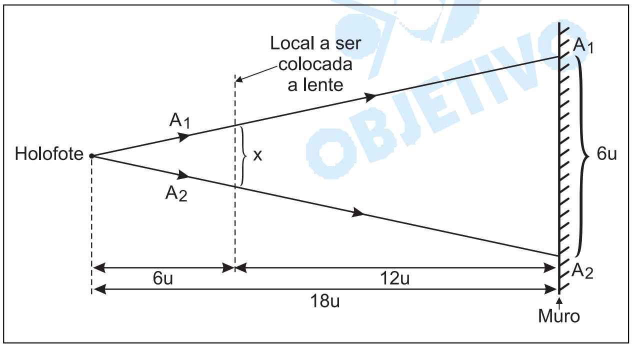
Para analisar o efeito causado pela lente, represente, no esquema da folha de resposta:

a) O novo percurso dos raios extremos A_1 e A_2, identificando-os, respectivamente, por B_1 e B_2. (Faça, a lápis, as construções necessárias e, com caneta, o percurso solicitado).

b) O novo tamanho e formato da região iluminada, na representação vista de frente, assinalando as posições de incidência de B_1 e B_2.

Resolução

a) No início, temos:



Por semelhança de triângulos, temos:

$$\frac{x}{6} = \frac{6}{18} \Rightarrow x = 2u$$

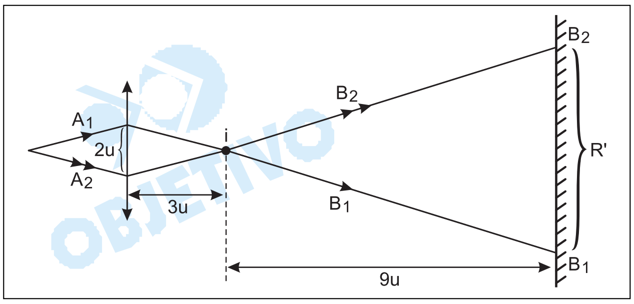
Aplicando-se a equação de Gauss para determinar a imagem conjugada pela lente, vem:

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

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{1}{p'} = \frac{1}{2} - \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{p'} = \frac{3-1}{6} = \frac{2}{6} \Rightarrow p' = 3u$$

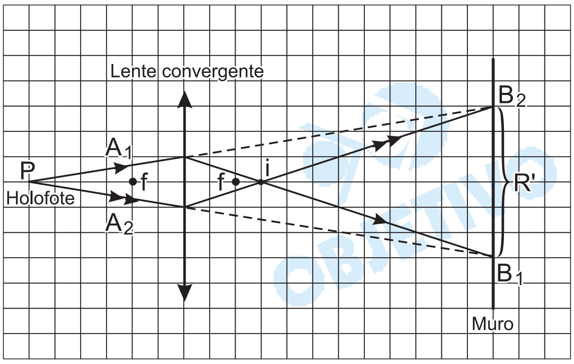
Após a introdução da lente, a figura passa a ter o seguinte aspecto:



Novamente, por semelhança de triângulos, vem:

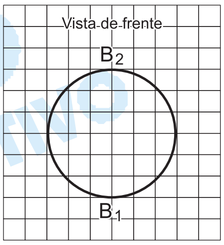
$$\frac{2}{R'} = \frac{3}{9} \Rightarrow R' = 6u$$

Portanto, a figura final será:



Observe que o raio (3u) do círculo iluminado não se altera com a colocação da lente.

b) *A imagem continua com o mesmo formato de um círculo, com o mesmo raio do círculo original (mesmo tamanho) e com os pontos B_1 e B_2 nas posições indicadas na figura.*



5

Um cilindro, com comprimento de 1,5 m, cuja base inferior é constituída por um bom condutor de calor, permanece semi-imerso em um grande tanque industrial, ao nível do mar, podendo ser utilizado como termômetro. Para isso, dentro do cilindro, há um pistão, de massa desprezível e isolante térmico, que pode mover-se sem atrito. Inicialmente, com o ar e o líquido do tanque à temperatura ambiente de 27°C, o cilindro está aberto e o pistão encontra-se na posição indicada na figura 1. O cilindro é, então, fechado e, a seguir, o líquido do tanque é aquecido, fazendo com que o pistão atinja uma nova posição, indicada na figura 2.

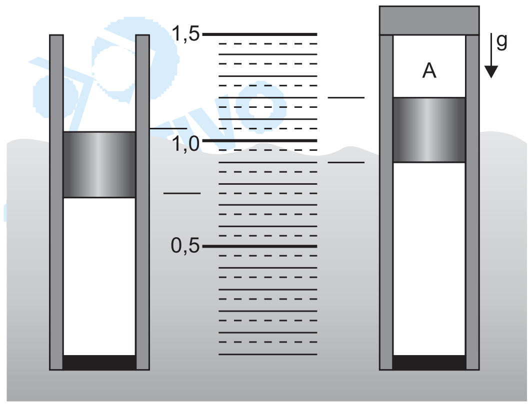


Figura 1 Figura 2

Supondo que a temperatura da câmara superior **A** permaneça sempre igual a 27° C, determine:

a) A pressão final $\mathbf{P_1}$, em Pa, na câmara superior **A**.

b) A temperatura final $\mathbf{T_f}$ do líquido no tanque, em °C ou em K.

Ao nível do mar:
P_{atm} = 1,0 . 10^5 Pa
1 Pa = 1 N/m^2

Resolução

a) O ar na câmara superior ocupava uma altura inicial H_0 = 0,45m e vai ocupar uma altura final H_1 = 0,3m.
Os valores de H_0 e H_1 foram medidos a partir da figura dada.
Como a temperatura na câmara superior permaneceu constante e supondo-se que o ar se comporte como um gás ideal, vem:

$$p_1 V_1 = p_0 V_0$$

$$p_1 \,.\, A \,.\, H_1 = p_0 \,.\, A \,.\, H_0$$

$$p_1 = p_0 \frac{H_0}{H_1}$$

$$p_1 = 1{,}0 \,.\, 10^5 \,.\, \frac{0{,}45}{0{,}3} \quad (Pa)$$

$$\boxed{p_1 \cong 1{,}5 \,.\, 10^5 \text{ Pa}}$$

b) O ar na câmara inferior ocupa uma altura inicial h_0 = 0,75m e uma altura final h_1 = 0,9m (medidas na figura).
Como o êmbolo tem peso desprezível, as pressões finais do ar nos dois compartimentos, na figura 2, são iguais.
A temperatura inicial desse ar é:

$$\theta_0 = 27°C \text{ ou } T_0 = 300K$$

A temperatura final T_f será dada por:

$$\frac{p_0\, h_0}{T_0} = \frac{p_1\, h_1}{T_f}$$

$$\frac{1{,}0 \cdot 10^5 \cdot 0{,}75}{300} = \frac{1{,}5 \cdot 10^5 \cdot 0{,}9}{T_f}$$

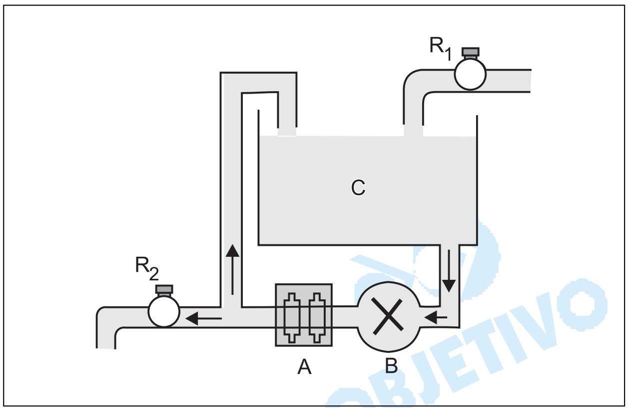
$$\boxed{T_f = 540K} \text{ ou } \boxed{\theta_f = 267°C}$$

Respostas: a) $1{,}5 \cdot 10^5$ Pa
b) 540K ou 267°C

6

Uma caixa d'água C, com capacidade de 100 litros, é alimentada, através do registro $\mathbf{R_1}$, com água fria a 15°C, tendo uma vazão regulada para manter sempre constante o nível de água na caixa. Uma bomba **B** retira 3 ℓ/min de água da caixa e os faz passar por um aquecedor elétrico **A** (inicialmente desligado). Ao ligar-se o aquecedor, a água é fornecida, à razão de 2 ℓ/min, através do registro $\mathbf{R_2}$ para uso externo, enquanto o restante da água aquecida retorna à caixa para não desperdiçar energia. No momento em que o aquecedor, que fornece uma potência constante, começa a funcionar, a água, que entra nele a 15°C, sai a 25°C. A partir desse momento, a temperatura da água na caixa passa então a aumentar, estabilizando-se depois de algumas horas. Desprezando perdas térmicas, determine, após o sistema passar a ter temperaturas estáveis na caixa e na saída para o usuário externo:

a) A quantidade de calor **Q**, em J, fornecida a cada minuto pelo aquecedor.
b) A temperatura final $\mathbf{T_2}$, em °C, da água que sai pelo registro R_2 para uso externo.
c) A temperatura final $\mathbf{T_C}$, em °C, da água na caixa.



Resolução

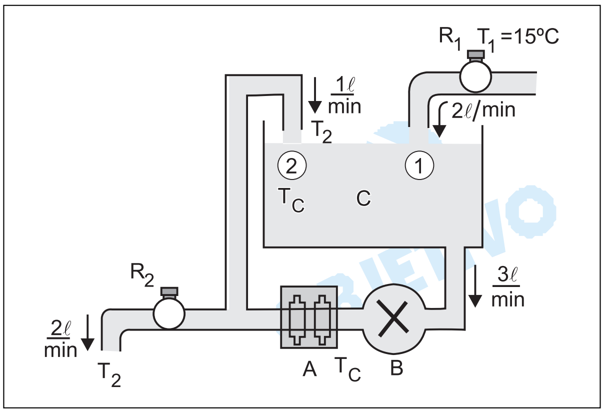
a) Em 1 minuto, o aquecedor é atravessado por 3ℓ de *água, ou seja, 3kg. A quantidade de calor fornecida a cada minuto pelo aquecedor é dada por:*

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

$$Q = 3\,kg \cdot 4 \cdot 10^3 \; \frac{J}{kg \cdot °C_1} \cdot 10°C$$

$$\boxed{Q = 1{,}2 \cdot 10^5\,J}$$

b) Como a potência no aquecedor é constante, assim como o fluxo de água, concluímos que a variação de temperatura da água, ao atravessar o aquecedor, é sempre de 10°C.



Assim, $T_2 - T_c = 10°C$.

Portanto, $T_c = T_2 - 10°C$.

Vamos impor o equilíbrio térmico entre a água que retorna à caixa (T_2) e a que entra pelo registro R_1 (15°C).

$$\Sigma Q = 0$$

$$m_1 c \cdot \Delta\theta_1 + m_2 c\,\Delta\theta_2 = 0$$

$$2m \cdot c \cdot (T_c - T_1) + m \cdot c \cdot (T_c - T_2) = 0$$

$$2(T_c - T_1) + (T_c - T_2) = 0$$

$$2(T_2 - 10 - 15) + (-10) = 0$$

$$2(T_2 - 25) - 10 = 0$$

$$\boxed{T_2 = 30°C}$$

c) A temperatura final T_c é:

$$T_c = T_2 - 10 \;\Rightarrow\; T_c = 30 - 10 \;\;(°C)$$

$$\boxed{T_c = 20°C}$$

Respostas: a) $Q = 1{,}2 \times 10^5 J$
b) $T_2 = 30°C$
c) $T_c = 20°C$

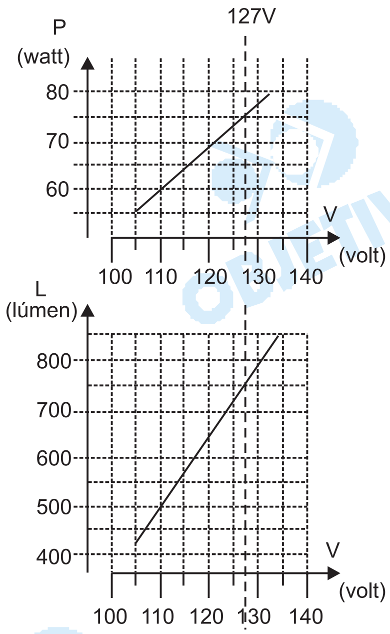
7

Os gráficos, apresentados abaixo, caracterizam a potência **P**, em watt, e a luminosidade **L**, em lúmen, em função da tensão, para uma lâmpada incandescente. Para iluminar um salão, um especialista programou utilizar 80 dessas lâmpadas, supondo que a tensão disponível no local seria de 127 V. Entretanto, ao iniciar-se a instalação, verificou-se que a tensão no local era de 110 V. Foi necessário, portanto, um novo projeto, de forma a manter a mesma luminosidade no salão, com lâmpadas desse mesmo tipo.

Para esse novo projeto, determine:

a) O número **N** de lâmpadas a serem utilizadas.

b) A potência adicional $\mathbf{P_A}$, em watts, a ser consumida pelo novo conjunto de lâmpadas, em relação à que seria consumida no projeto inicial.



Resolução

a) Na situação do projeto elaborado, temos a seguinte luminosidade:

$$80 \ . \ 750 \text{ lúmens} = 60000 \text{ lúmens}$$

Para manter a mesma luminosidade com as lâmpadas de 110V, sendo de 500 lúmens a luminosidade de cada uma, temos o seguinte número de lâmpadas:

$$N \ . \ 500 = 60000$$

$$\boxed{N = 120}$$

b) Potência do projeto inicial:

$$P = 80 \ . \ 75 \text{ W} = 6000 \text{ W}$$

Potência na nova situação:

$$P' = 120 \ . \ 60 \text{ W} = 7200 \text{ W}$$

Portanto, a potência adicional é $P_A = P' - P = 1200W$

Respostas: a) 120 lâmpadas
b) 1200W

8

Um selecionador eletrostático de células biológicas produz, a partir da extremidade de um funil, um jato de gotas com velocidade $\mathbf{V_{oy}}$ constante. As gotas, contendo as células que se quer separar, são eletrizadas. As células selecionadas, do tipo K, em gotas de massa **M** e eletrizadas com carga **–Q**, são desviadas por um campo elétrico uniforme **E**, criado por duas placas paralelas carregadas, de comprimento $\mathbf{L_0}$. Essas células são recolhidas no recipiente colocado em P_K, como na figura.

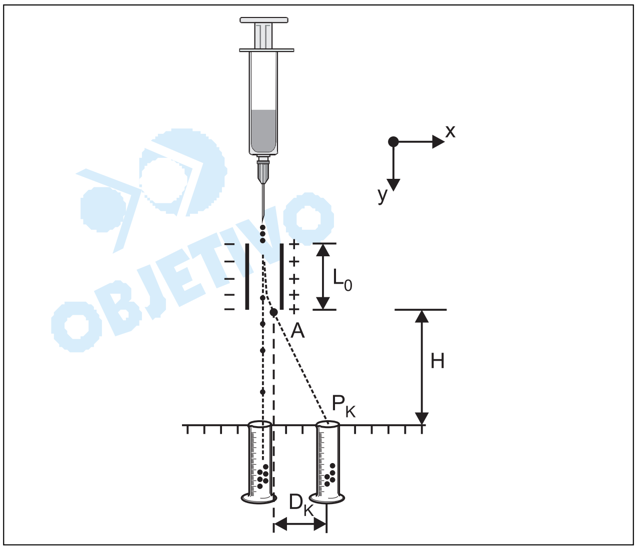
Para as gotas contendo células do tipo K, utilizando em suas respostas apenas **Q**, **M**, **E**, $\mathbf{L_0}$, **H** e $\mathbf{V_{0y}}$, determine:

a) A aceleração horizontal $\mathbf{A_x}$ dessas gotas, quando elas estão entre as placas.

b) A componente horizontal $\mathbf{V_x}$ da velocidade com que essas gotas saem, no ponto A, da região entre as placas.

c) A distância $\mathbf{D_k}$, indicada no esquema, que caracteriza a posição em que essas gotas devem ser recolhidas.

(Nas condições dadas, os efeitos gravitacionais podem ser desprezados).

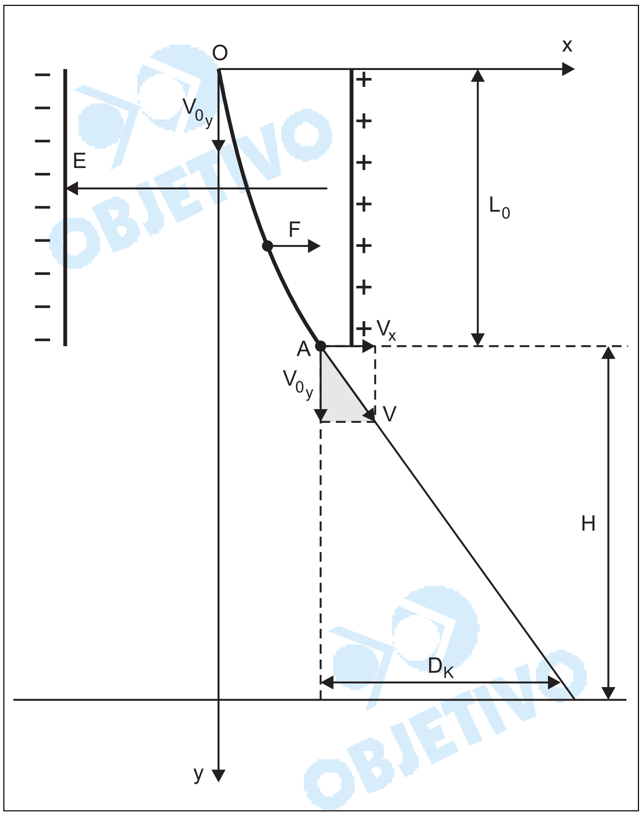


Resolução

a) De $F = Q \cdot E$ e $F = M \cdot A_x$,

vem: $M \cdot A_x = Q \cdot E$

$$\boxed{A_x = \frac{Q \cdot E}{M}} \quad ①$$



b) Na posição A, temos:

$V_x = A_x \,.\, t$ ②

Para o cálculo de t, vamos lembrar que na direção do eixo 0y o movimento é uniforme:

$$L_0 = V_{0_y} \,.\, t \therefore t = \frac{L_0}{V_{0_y}} \quad ③$$

Substituindo-se ① e ③ em ②, vem:

$$\boxed{\boldsymbol{V_x = \frac{Q \,.\, E \,.\, L_0}{M \,.\, V_{0_y}}}}$$

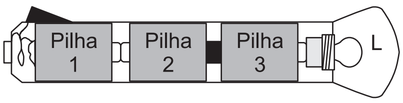
c) A distância D_K é igual a V_x . t', em que t' é o intervalo de tempo para a gota percorrer a distância H com velocidade V_{0_y}: $t' = \dfrac{H}{V_{0_y}}$.

Portanto: $D_K = \dfrac{Q \,.\, E \,.\, L_0}{M\, V_{0_y}} \,.\, \dfrac{H}{V_{0_y}}$

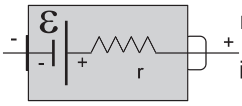
$$\therefore \quad \boxed{\boldsymbol{D_x = \frac{Q \,.\, E \,.\, L_0 \,.\, H}{M\, V_{0_y}^2}}}$$

9

As características de uma pilha, do tipo PX, estão apresentadas no quadro abaixo, tal como fornecidas pelo fabricante. Três dessas pilhas foram colocadas para operar, em série, em uma lanterna que possui uma lâmpada **L**, com resistência constante $\mathbf{R_L}$ = 3,0 Ω. Por engano, uma das pilhas foi colocada invertida, como representado abaixo:



Uma pilha, do tipo PX, pode ser representada, em qualquer situação, por um circuito equivalente, formado por um gerador ideal de força eletromotriz ε = 1,5 V e uma resistência interna **r** = $\frac{2}{3}$ Ω, como representado no esquema ao lado.



Determine:

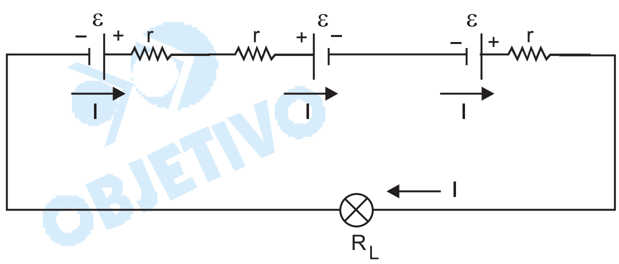
a) A corrente **I**, em ampères, que passa pela lâmpada, com a pilha 2 "invertida", como na figura.

b) A potência **P**, em watts, dissipada pela lâmpada, com a pilha 2 "invertida", como na figura.

c) A razão **F = P/P₀**, entre a potência **P** dissipada pela lâmpada, com a pilha 2 "invertida", e a potência $\mathbf{P_0}$, que seria dissipada, se todas as pilhas estivessem posicionadas corretamente.

Resolução

a) Temos o circuito:



Pela Lei de Pouillet, vem:

$$I = \frac{\varepsilon - \varepsilon + \varepsilon}{3r + R_L}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{3r + R_L}$$

$$I = \frac{1,5}{3 \cdot \frac{2}{3} + 3} \ (A)$$

$$\boxed{I = 0,3A}$$

b) $P = R_L \cdot I^2 \therefore P = 3$

$. (0,3)^2 \ (W) \therefore \boxed{\mathbf{P = 0,27W}}$

c) *Considerando-se o sistema de pilhas montado corretamente, temos para a nova intensidade da corrente:*

$$I_0 = \frac{\varepsilon + \varepsilon + \varepsilon}{3 \,.\, r + R_L} \therefore I_0 = \frac{3 \,.\, 1,5}{3 \,.\, \frac{2}{3} + 3} \ (A) \therefore \boxed{\mathbf{I_0 = 0,9A}}$$

A potência da lâmpada, nestas condições, será:

$$P_0 = R_L \, I_0^2$$

$$P_0 = 3 \,.\, (0,9)^2 \ (W)$$

$$P_0 = 2,43W$$

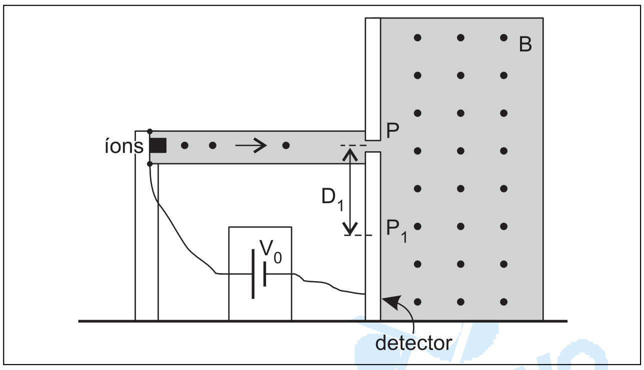
$$\text{Portanto, } F = \frac{P}{P_0} = \frac{0,27}{2,43}$$

$$\boxed{\mathbf{F = \frac{P}{P_0} = \frac{1}{9}}}$$

Respostas: a) 0,3A   b) 0,27W   c) $\frac{1}{9}$

10

Um espectrômetro de massa foi utilizado para separar os íons I_1 e I_2, de mesma carga elétrica e massas diferentes, a partir do movimento desses íons em um campo magnético de intensidade B, constante e uniforme. Os íons partem de uma fonte, com velocidade inicial nula, são acelerados por uma diferença de potencial $\mathbf{V_0}$ e penetram, pelo ponto P, em uma câmara, no vácuo, onde atua apenas o campo B (perpendicular ao plano do papel), como na figura. Dentro da câmara, os íons I_1 são detectados no ponto P_1, a uma distância $\mathbf{D_1}$ = 20 cm do ponto P, como indicado na figura. Sendo a razão $\mathbf{m_2/m_1}$ entre as massas dos íons I_2 e I_1, igual a 1,44, determine:



a) A razão entre as velocidades $\mathbf{V_1/V_2}$ com que os íons I_1 e I_2 penetram na câmara, no ponto A.

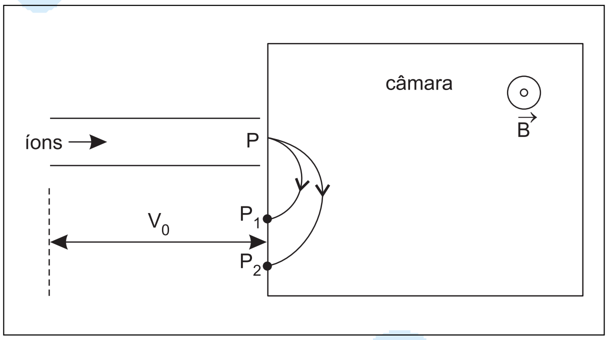
b) A distância $\mathbf{D_2}$, entre o ponto P e o ponto P_2, onde os íons I_2 são detectados.

(Nas condições dadas, os efeitos gravitacionais podem ser desprezados).

Uma partícula com carga Q, que se move em um campo B, com velocidade V, fica sujeita a uma força de intensidade $F = QV_nB$, normal ao plano formado por B e V_n, sendo V_n a componente da velocidade V normal a B.

Resolução

a)



Cálculo da velocidade com que os íons penetram no campo.

Pelo Teorema da energia cinética, vem:

$$\tau = q \cdot V_0 = \frac{m \cdot V^2}{2} \therefore V^2 = \frac{2q \cdot V_0}{m}$$

Assim, temos: $$v_1^2 = \frac{2q \cdot V_0}{m_1} \quad (1) \quad e$$

$$v_2^2 = \frac{2q \cdot V_0}{m_2} \quad (2)$$

Fazendo-se (1) ÷ (2) :

$$\frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{m_2}{m_1} = 1{,}44 \therefore \boxed{\frac{V_1}{V_2} = 1{,}2}$$

b) A força magnética faz o papel de resultante centrípeta:

$$F_m = F_{cp}$$

$$q \cdot V \cdot B = m \cdot \frac{V^2}{R} \therefore \boxed{R = \frac{mV}{q \cdot B}}$$

Temos: $$PP_1 = 2R_1 = \frac{2m_1V_1}{q \cdot B} \quad (3)$$

$$PP_2 = 2R_2 = \frac{2m_2V_2}{q \cdot B} \quad ④$$

Fazendo-se ④ ÷ ③, vem:

$$\frac{PP_2}{PP_1} = \frac{m_2V_2}{m_1V_1} = 1{,}44 \cdot \frac{1}{1{,}2}$$

$$PP_2 = 1{,}2 \cdot PP_1$$

$$D_2 = 1{,}2 \cdot D_1$$

$$D_2 = 1{,}2 \cdot 20 \ \ (cm)$$

$$\boxed{D = 24cm}$$

Respostas: a) 1,2 b) 24cm