

O Elite Resolve

ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
c a m p i n a s

*Você na elite
das universidades!*



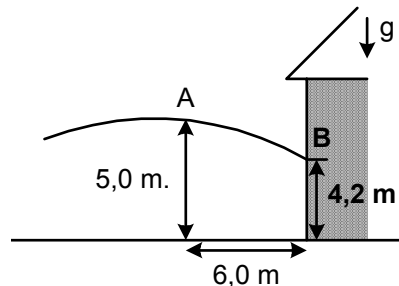
FUVEST 2004

SEGUNDA FASE

FÍSICA

✓ FÍSICA

1. Durante um jogo de futebol, um chute forte, a partir do chão, lança a bola contra uma parede próxima. Com auxílio de uma câmera digital, foi possível reconstituir a trajetória da bola, desde o ponto em que ela atingiu sua altura máxima (ponto A) até o ponto em que bateu na parede (ponto B). As posições de A e B estão representadas na figura. Após o choque, que é elástico, a bola retorna ao chão e o jogo prossegue.



- Estime o intervalo de tempo t_1 , em segundos, que a bola levou para ir do ponto A ao ponto B.
- Estime o intervalo de tempo t_2 , em segundos, durante o qual a bola permaneceu no ar, do instante do chute até atingir o chão após o choque.
- Represente, no sistema de eixos da folha de resposta, em função do tempo, as velocidades horizontal V_x e vertical V_y da bola em sua trajetória, do instante do chute inicial até o instante em que atinge o chão, identificando por V_x e V_y , respectivamente, cada uma das curvas.

NOTE E ADOTE:

V_y é positivo quando a bola sobe

V_x é positivo quando a bola se move para a direita

SOLUÇÃO:

a) No ponto A (altura máxima da trajetória) a velocidade vertical da bola é nula. Decompondo o movimento nas direções vertical e horizontal, temos movimento uniforme na horizontal e movimento uniformemente variado na vertical.

Como a bola cai 0,8m sob ação da gravidade com velocidade inicial nula, temos:

$$\Delta s = \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2 \Delta s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8}{10}}$$

$$\Rightarrow t_1 = 0,4 \text{ s}$$

b) A altura máxima atingida pela bola foi de 5m. Considerando novamente o movimento vertical e desprezando a resistência do ar, temos que o tempo de queda da bola é dado por:

$$t_D = \sqrt{\frac{2 \cdot H_{\max}}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{10}}$$

$$\Rightarrow t_D = 1 \text{ s}$$

Observação: A colisão não afeta o movimento vertical.

Como num lançamento oblíquo, os tempos de subida e descida são iguais, temos que:

$$t_2 = 2 t_D \Rightarrow t_2 = 2 \text{ s}$$

c) A componente vertical da velocidade no instante do chute pode ser determinada por:

$$v_y = v_{oy} - g t \Rightarrow 0 = v_{oy} - 10 \cdot 1$$

$$\Rightarrow v_{oy} = 10 \text{ m/s}$$

(Observe que foi considerado o tempo de subida, ao final do qual a bola tem velocidade vertical nula.)

Logo, na vertical temos:

$$v_y = 10 - 10 t$$

Na horizontal, temos movimento uniforme cuja velocidade tem módulo dado por:

$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6}{0,4}$$

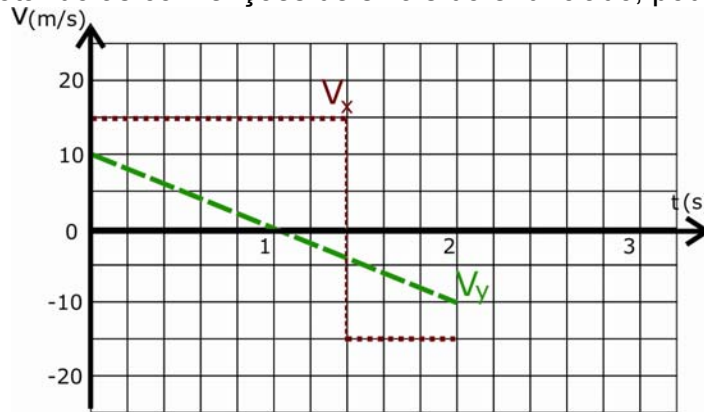
$$\Rightarrow v_x = 15 \text{ m/s}$$

O instante da colisão da bola com a parede, t_c , (quando a velocidade horizontal inverte o sentido) pode ser determinado somando-se o tempo de subida ao tempo de deslocamento de A até B (t_1).

$$t_c = t_D + t_1 \Rightarrow t_c = 1 + 0,4$$

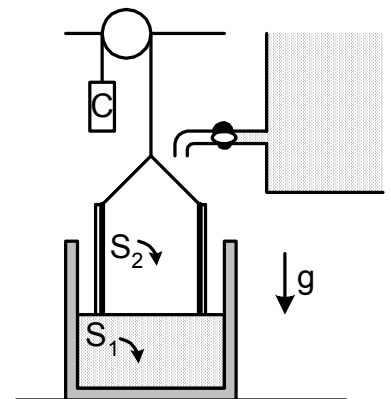
$$\Rightarrow t_c = 1,4 \text{ s}$$

Com os dados acima e, adotando as convenções de sinais do enunciado, podemos traçar o gráfico.



2. Um sistema industrial é constituído por um tanque cilíndrico, com 600 litros de água e área do fundo $S_1 = 0,6 \text{ m}^2$, e por um balde, com área do fundo $S_2 = 0,2 \text{ m}^2$. O balde está vazio e é mantido suspenso, logo acima do nível da água do tanque, com auxílio de um fino fio de aço e de um contrapeso C, como indicado na figura. Então, em $t = 0 \text{ s}$, o balde passa a receber água de uma torneira, à razão de 20 litros por minuto, e vai descendo, com velocidade constante, até que encoste no fundo do tanque e a torneira seja fechada.

Para o instante $t = 6 \text{ minutos}$, com a torneira aberta, na situação em que o balde ainda não atingiu o fundo, determine:



- A tensão adicional ΔF , em N, que passa a agir no fio que sustenta o balde, em relação à situação inicial, indicada na figura.
- A altura da água H_6 , em m, dentro do tanque.
- Considerando todo o tempo em que a torneira fica aberta, determine o intervalo de tempo T , em minutos, que o balde leva para encostar no fundo do tanque.

NOTE E ADOTE:

- O contrapeso equilibra o peso do balde, quando vazio.
- O volume das paredes do balde é desprezível.

SOLUÇÃO:

a) Conforme o enunciado, a velocidade de descida do balde, assim como a de subida do contrapeso, é constante. Logo, não é acelerado.

Pela segunda lei de Newton, a força resultante que age no contrapeso é nula, assim como na situação inicial (sistema em repouso).

Como a força resultante não se altera, concluímos que a tensão na corda também não se altera ($\Delta F = 0$), pois se opõe apenas ao peso do contrapeso.

b) Como a força resultante no balde também é nula, o nível de água em seu interior é o mesmo que o do tanque. Inicialmente, a altura da água no tanque pode ser determinada por:

$$H_0 = \frac{V_0}{S_1} = \frac{0,6}{0,6} \Rightarrow H_0 = 1 \text{ m}$$

Após seis minutos, com vazão de 20L/min, temos um volume adicional de 120L (0,12 m³). Portanto, a altura do nível da água no tanque sofre um acréscimo de:

$$\Delta H = \frac{\Delta V}{S_1} = \frac{0,12}{0,6} \Rightarrow \Delta H = 0,2 \text{ m}$$

Daí, a altura final é:

$$H_6 = H_0 + \Delta H = 1 + 0,2 \Rightarrow H_6 = 1,2 \text{ m}$$

c) No instante em que o balde toca o fundo do tanque, a altura do nível da água no tanque (e conseqüentemente no balde) pode ser determinada por:

$$H = \frac{V_0}{s_1 - s_2}$$

Pois temos agora um recipiente equivalente a diferença entre o volume do tanque e do balde cilíndricos, cuja área de base vale $s_1 - s_2$, ocupado pelo mesmo volume inicial de 0,6m³.

Como o volume de água no balde pode ser dado por: $V_B = S_2 H$

E também por: $V_B = R \Delta t$ (onde R é a Vazão volumétrica), temos que:

$$R \Delta t = S_2 \frac{V_0}{s_1 - s_2} \Rightarrow \Delta t = \frac{S_2}{R} \frac{V_0}{s_1 - s_2} \Rightarrow \Delta t = \frac{0,2}{20} \cdot \frac{0,6}{0,6 - 0,2} \\ \Rightarrow \Delta t = 15 \text{ min}$$

3. Um brinquedo consiste em duas pequenas bolas **A** e **B**, de mesma massa **M**, e um fio flexível: a bola **B** está presa na extremidade do fio e a bola **A** possui um orifício pelo qual o fio passa livremente. Para o jogo, um operador (com treino!) deve segurar o fio e girá-lo, de tal forma que as bolas descrevam trajetórias circulares, com o mesmo período **T** e raios diferentes. Nessa situação, como indicado na figura 1, as bolas permanecem em lados opostos em relação ao eixo vertical fixo que passa pelo ponto **O**. A figura 2 representa o plano que contém as bolas e que gira em torno do eixo vertical, indicando os raios e os ângulos que o fio faz com a horizontal.

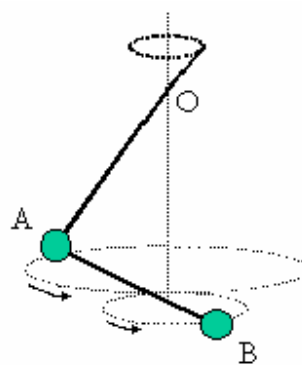


Figura 1

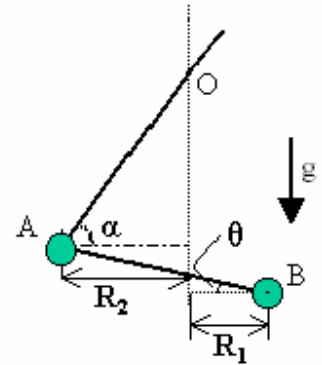


Figura 2

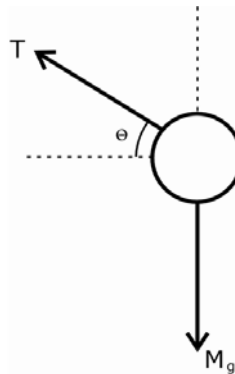
Assim, determine:

- O módulo da força de tensão **F**, que permanece constante ao longo de todo o fio, em função de **M** e **g**.
- A razão **K** = **sen alpha/sen theta**, entre os senos dos ângulos que o fio faz com a horizontal.
- O número **N** de voltas por segundo que o conjunto realiza quando o raio R_1 da trajetória descrita pela bolinha B for igual a 0,10 m.

NOTE E ADOTE:
Não há atrito entre as bolas e o fio.
Considere $\text{sen } \theta \approx 0,4$ e $\text{cos } \theta \approx 0,9$; $\pi \approx 3$

SOLUÇÃO:

- Fazendo o diagrama de forças da bola B:



Na direção vertical, temos:

$$T \operatorname{sen} \theta = M g \quad (1)$$

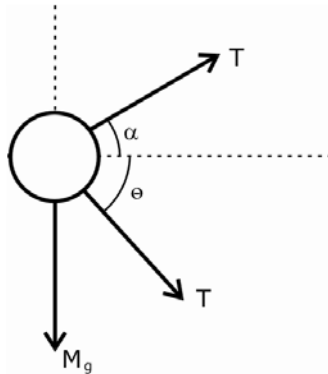
Usando $\operatorname{sen} \theta = 0,4$:

$$T = \frac{M g}{0,4} \Rightarrow T = 2,5 M g \quad (2)$$

Na direção horizontal tem-se:

$$T \cos \theta = M \omega^2 R_1 \quad (3)$$

b) Fazendo o diagrama de forças da bola A:



Na direção vertical tem-se:

$$T \operatorname{sen} \alpha = T \operatorname{sen} \theta + M g \quad (4)$$

Das equações (1) e (4):

$$\begin{aligned} T \operatorname{sen} \theta &= T (\operatorname{sen} \alpha - \operatorname{sen} \theta) \Rightarrow \operatorname{sen} \theta = \operatorname{sen} \alpha - \operatorname{sen} \theta \\ &\Rightarrow \operatorname{sen} \alpha = 2 \operatorname{sen} \theta \\ &\Rightarrow K = \operatorname{sen} \alpha / \operatorname{sen} \theta = 2 \end{aligned}$$

c) Das equações (2) e (3):

$$\begin{aligned} 2,5 M g \cos \theta &= M \omega^2 R_1 \Rightarrow 2,5 g \cos \theta = \omega^2 R_1 \\ \Rightarrow \omega &= \sqrt{\frac{2,5 g \cos \theta}{R_1}} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2,5 g \cos \theta}{R_1}} \end{aligned}$$

Tem-se:

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\cos \theta = 0,9$$

$$R_1 = 0,1 \text{ m}$$

$$\pi = 3$$

Substituindo:

$$f = \frac{1}{2 \cdot 3} \sqrt{\frac{2,5 \cdot 10 \cdot 0,9}{0,1}} \Rightarrow f = 2,5 \text{ Hz}$$

4. Um cilindro de Oxigênio hospitalar (O_2), de 60 litros, contém, inicialmente, gás a uma pressão de 100 atm e temperatura de 300 K. Quando é utilizado para a respiração de pacientes, o gás passa por um redutor de pressão, regulado para fornecer Oxigênio a 3 atm, nessa mesma temperatura, acoplado a um medidor de fluxo, que indica, para essas condições, o consumo de Oxigênio em litros/minuto.

Assim, determine:

- O número N_0 de mols de O_2 , presentes inicialmente no cilindro.
- O número n de mols de O_2 , consumidos em 30 minutos de uso, com o medidor de fluxo indicando 5 litros/minuto.
- O intervalo de tempo t , em horas, de utilização do O_2 , mantido o fluxo de 5 litros/minuto, até que a pressão interna no cilindro fique reduzida a 40 atm.

NOTE E ADOTE:

Considere o O_2 como gás ideal.

Suponha a temperatura constante e igual a 300 K.

A constante dos gases ideais $R \approx 8 \times 10^{-2}$ litros \cdot atm / K

SOLUÇÃO:

Dados gerais da questão:

$$T = 300 \text{ K}$$
$$R = 8 \times 10^{-2} \text{ litros} \cdot \text{atm} / \text{K}$$

- a) Inicialmente temos no cilindro:

$$P_0 = 100 \text{ atm}$$
$$V_0 = 60 \text{ litros}$$

Utilizando a equação de Clapeyron:

$$P V = n R T$$
$$\Rightarrow P_0 V_0 = N_0 R T$$
$$\Rightarrow 100 \times 60 = N_0 \cdot 8 \times 10^{-2} \times 300$$
$$\Rightarrow N_0 = 250 \text{ mols}$$

- b) Temos o fluxo de gás:

$$\phi = 5 \text{ litros/minuto}$$

O volume total de gás consumido em 30 minutos é de:

$$V = \phi t = 5 \times 30 \Rightarrow V = 150 \text{ litros}$$

Temos ainda:

$$P = 3 \text{ atm}$$

Logo, utilizando novamente a equação de Clapeyron:

$$P V = n R T$$
$$3 \times 150 = n \cdot 8 \times 10^{-2} \times 300$$
$$\Rightarrow n = 18,75 \text{ mols}$$

- c) Após o intervalo de tempo t , temos no cilindro:

$$P_f = 40 \text{ atm}$$
$$V_f = 60 \text{ litros}$$

Utilizando a equação de Clapeyron:

$$40 \times 60 = N_f \cdot 8 \times 10^{-2} \times 300$$
$$\Rightarrow N_f = 100 \text{ mols}$$

O número de mols expelido pelo cilindro é então:

$$\Delta n = N_0 - N_f \Rightarrow \Delta n = 150 \text{ mols}$$

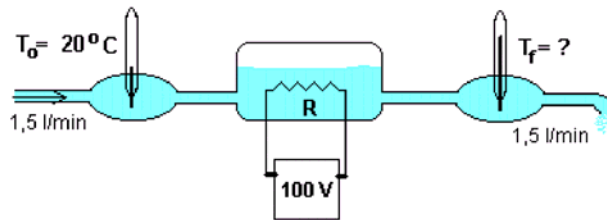
O fluxo de gás saindo do cilindro, em mol/min, é:

$$\phi_n = 18,75 \text{ mols} / 30 \text{ minutos} = 0,625 \text{ mol/min}$$

Logo:

$$\begin{aligned} \phi_n &= \Delta n / t \Rightarrow t = \Delta n / \phi_n = 150 / 0,625 \\ &\Rightarrow t = 240 \text{ minutos} \\ &\Rightarrow t = 4 \text{ horas} \end{aligned}$$

5. Em um experimento de laboratório, um fluxo de água constante, de 1,5 litros por minuto, é aquecido através de um sistema cuja resistência R , alimentada por uma fonte de 100 V, depende da temperatura da água. Quando a água entra no sistema, com uma temperatura $T_0 = 20^\circ\text{C}$, a resistência passa a ter um determinado valor que aquece a água. A água aquecida estabelece novo valor para a resistência e assim por diante, até que o sistema se estabilize em uma temperatura final T_f .



Para analisar o funcionamento do sistema:

- Escreva a expressão da potência P_R dissipada no resistor, em função da temperatura do resistor, e represente $P_R \times T$ no gráfico da folha de respostas.
- Escreva a expressão da potência P_A necessária para que a água deixe o sistema a uma temperatura T , e represente $P_A \times T$ no mesmo gráfico da folha de respostas.
- Estime, a partir do gráfico, o valor da temperatura final T_f da água, quando essa temperatura se estabiliza.

NOTE E ADOTE:

- Nas condições do problema, o valor da resistência R é dado por $R = 10 - \alpha T$, quando R é expresso em Ω , T em $^\circ\text{C}$ e $\alpha = 0,1 \Omega/^\circ\text{C}$.
- Toda a potência dissipada no resistor é transferida para a água e o resistor está à mesma temperatura de saída da água.
- Considere o calor específico da água $c = 4000 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ e a densidade da água $\rho = 1 \text{ kg}/\text{litro}$

SOLUÇÃO:

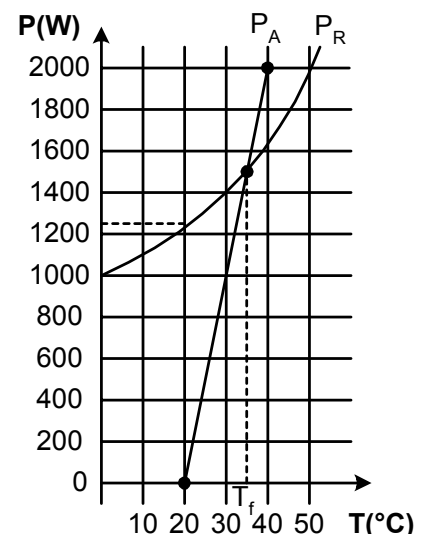
a) $P_R = \frac{U^2}{R}$; $U = 100 \text{ V}$

Utilizando a fórmula dada $R = 10 - 0,1 T$ (Ω , $^\circ\text{C}$), tem-se:

$$P_R = \frac{100^2}{10 - 0,1T} \quad (1)$$

b) Calor absorvido pela água no intervalo Δt :

$$\begin{aligned} P_A \Delta t &= m c \Delta T = \Delta V \rho c \Delta T \\ P_A &= \frac{\Delta V}{\Delta t} \rho c \Delta T; \quad \frac{\Delta V}{\Delta t} = 1,5 \frac{\text{L}}{\text{min}} = \frac{1,5 \text{ L}}{60 \text{ s}} \\ \Rightarrow P_A &= \frac{1,5}{60} \times 1 \times 4000 \times (T - 20) \\ \Rightarrow P_A &= 100 (T - 20) \quad (2) \end{aligned}$$



c) T_f pode ser obtido analiticamente, igualando (1) e (2),

$$\frac{100^2}{10 - 0,1 T_f} = 100 (T - 20) \Rightarrow T^2 - 120 T + 3000 = 0$$

$$\Rightarrow T' \cong 84,5 \text{ }^\circ\text{C} ; T'' \cong 35,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Observe que a solução gráfica para $P_A = P_R$ aproxima-se de $35,5^\circ\text{C}$

6. Uma máquina fotográfica, com uma lente de foco F e eixo OO' , está ajustada de modo que a imagem de uma paisagem distante é formada com nitidez sobre o filme. A situação é esquematizada na figura 1, apresentada na folha de respostas. O filme, de 35 mm, rebatido sobre o plano, também está esquematizada na figura 2, com o fotograma K correspondente. A fotografia foi tirada, contudo, na presença de um fio vertical P , próximo à máquina, perpendicular à folha de papel, visto de cima, na mesma figura.

No esquema da folha de respostas,

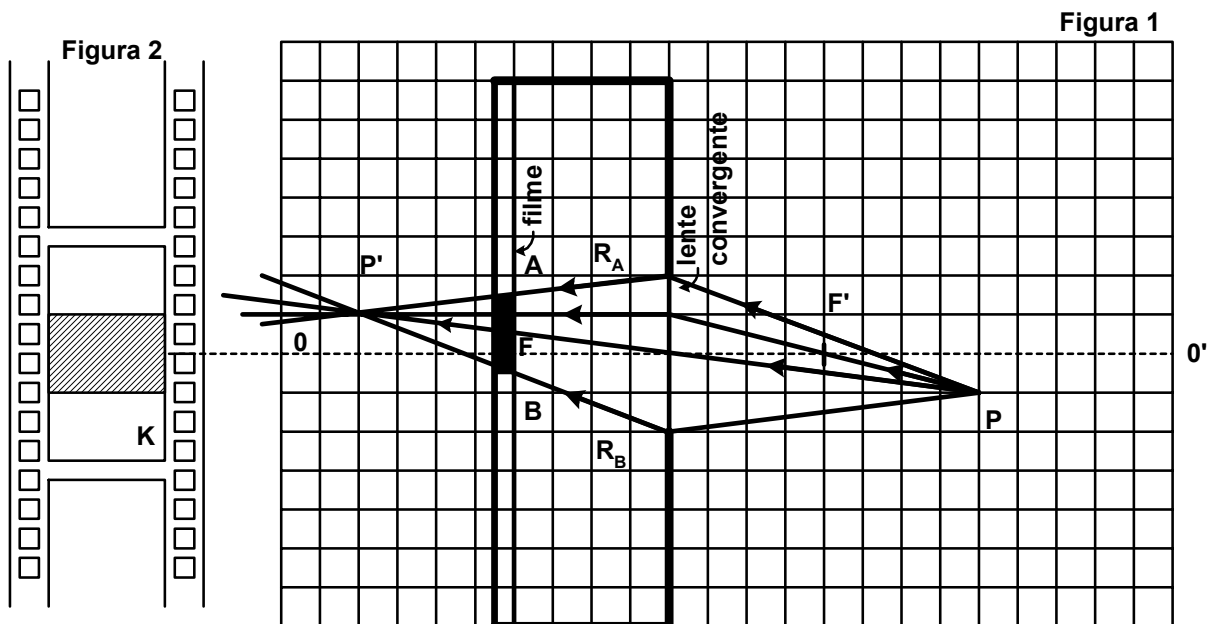
- Represente, na figura 1, a imagem de P , identificando-a por P' (Observe que essa imagem não se forma sobre o filme).
- Indique, na figura 1, a região AB do filme que é atingida pela luz refletida pelo fio, e os raios extremos, R_A e R_B , que definem essa região.
- Esboce, sobre o fotograma K da figura 2, a região em que a luz proveniente do fio impressiona o filme, hachurando-a.

NOTE E ADOTE:

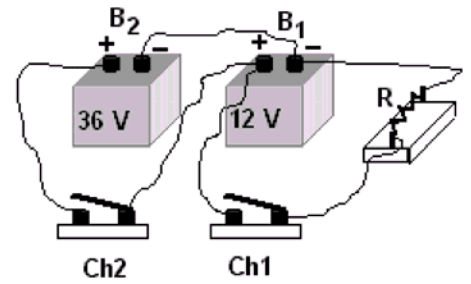
Em uma máquina fotográfica ajustada para fotos de objetos distantes, a posição do filme coincide com o plano que contém o foco F da lente.

SOLUÇÃO:

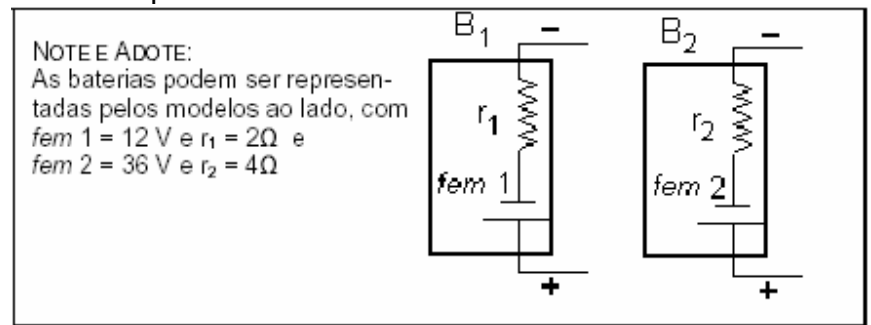
- Observando na figura 1 a posição dos dois focos F (já assinalado) e F' , pode-se determinar P' a partir de dois raios de luz (veja figura 1).
- Veja figura 1
- Como P corresponde a um fio vertical, a região AB corresponde no filme a uma região retangular (veja figura 2).



7. Um sistema de alimentação de energia de um resistor $R = 20 \Omega$ é formado por duas baterias, B_1 e B_2 , interligadas através de fios, com as chaves Ch1 e Ch2, como representado na figura. A bateria B_1 fornece energia ao resistor, enquanto a bateria B_2 tem a função de recarregar a bateria B_1 . Inicialmente, com a chave Ch1 fechada (e Ch2 aberta), a bateria B_1 fornece corrente ao resistor durante 100 s. Em seguida, para repor toda a energia química que a bateria B_1 perdeu, a chave Ch2 fica fechada (e Ch1 aberta), durante um intervalo de tempo T . Em relação a essa operação, determine:

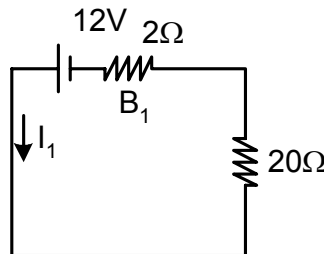


- O valor da corrente I_1 , em ampères, que percorre o resistor R , durante o tempo em que a chave Ch1 permanece fechada.
- A carga Q , em C, fornecida pela bateria B_1 , durante o tempo em que a chave Ch1 permanece fechada.
- O intervalo de tempo T , em s, em que a chave Ch2 permanece fechada.



SOLUÇÃO:

a) Com Ch1 fechada e Ch2 aberta, o circuito fica:



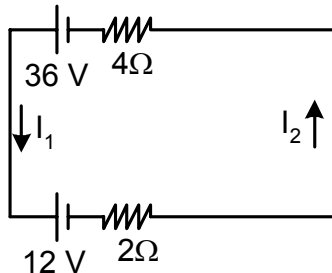
Pela Lei de Pouillet:

$$I_1 = \frac{12}{20 + 2} \Rightarrow I_1 = \frac{6}{11} \text{ A}$$

b) $Q = I_1 \Delta t$

$$Q = \frac{6}{11} \cdot 100 \Rightarrow Q = \frac{600}{11} \text{ C}$$

c) Com CH1 aberta e CH2 fechada, o circuito fica:



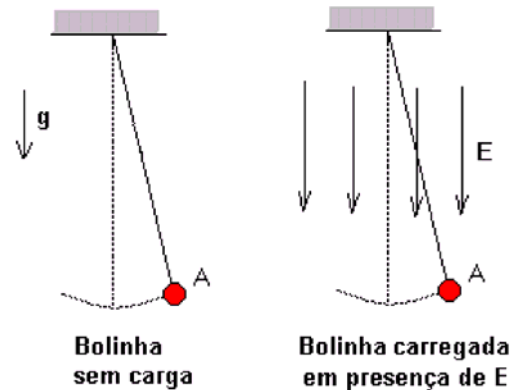
Pela Lei de Pouillet, I_2 fica:

$$I_2 = \frac{36 - 12}{4 + 2} \Rightarrow I_2 = 4A$$

Como $Q = \frac{600}{11}C$ (item C), tem-se:

$$Q = I_2 T \Rightarrow \frac{600}{11} = 4T \Rightarrow T = \frac{150}{11}s$$

8. Um certo relógio de pêndulo consiste em uma pequena bola, de massa $M = 0,1$ kg, que oscila presa a um fio. O intervalo de tempo que a bolinha leva para, partindo da posição A, retornar a essa mesma posição é seu período T_0 , que é igual a 2s. Neste relógio, o ponteiro dos minutos completa uma volta (1 hora) a cada 1800 oscilações completas do pêndulo. Estando o relógio em uma região em que atua um campo elétrico E , constante e homogêneo, e a bola carregada com carga elétrica Q , seu período será alterado, passando a T_Q . Considere a situação em que a bolinha esteja carregada com carga $Q = 3 \times 10^{-5} C$, em presença de um campo elétrico cujo módulo $E = 1 \times 10^5 V/m$.



Então, determine:

- A intensidade da força efetiva F_e , em N, que age sobre a bola carregada.
- A razão $R = T_Q/T_0$ entre os períodos do pêndulo, quando a bola está carregada e quando não tem carga.
- A hora que o relógio estará indicando, quando forem de fato três horas da tarde, para a situação em que o campo elétrico tiver passado a atuar a partir do meio-dia.

NOTE E ADOTE:
Nas condições do problema, o período T do pêndulo pode ser expresso por

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\text{massa} \times \text{comprimento do pêndulo}}{F_e}}$$

em que F_e é a força vertical efetiva que age sobre a massa, sem considerar a tensão do fio.

SOLUÇÃO:

a) A força efetiva mencionada no enunciado é a resultante das forças elétrica e gravitacional sobre a bola:

$$F_e = m g + q E = 0,1 \times 10 + 3 \times 10^{-5} \times 10^5 = 1 + 3$$

$$F_e = 4 N$$

b) Utilizando-se a fórmula dada para T :

$$T_a = 2\pi \sqrt{\frac{M \ell}{4}} \text{ e } T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{M \ell}{1}} ; (\text{com } F_e = mg = 1N)$$

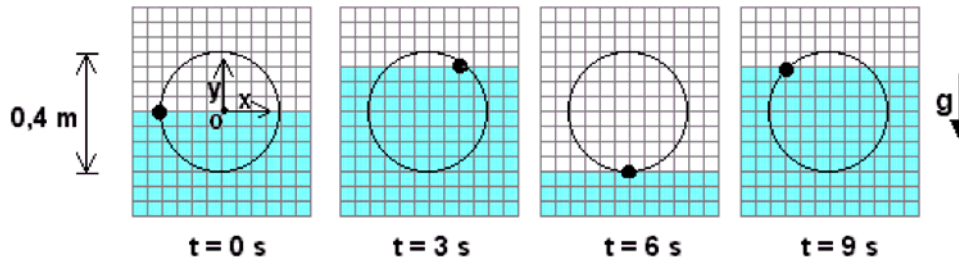
Portanto $R = \frac{T_Q}{T_0} \Rightarrow R = \frac{1}{2}$

c) Usando $R = \frac{1}{2}$ e $T_0 = 2s$, tem-se $T_Q = 1s$. Do meio dia até três horas o pêndulo na presença do campo elétrico terá executado 3x3600 oscilações completas, correspondendo a x voltas completas no ponteiro dos minutos:

$$\left. \begin{array}{l} 3 \times 3600 \text{ oscilações} \quad \underline{\hspace{2cm}} \text{ x voltas} \\ 1800 \text{ oscilações} \quad \underline{\hspace{2cm}} \text{ 1 volta} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 6 \text{ voltas}$$

⇒ O relógio indica 6 h (ao invés do horário correto 3 h).

9. Um sensor, montado em uma plataforma da Petrobrás, com posição fixa em relação ao fundo do mar, registra as sucessivas posições de uma pequena bola que flutua sobre a superfície da água, à medida que uma onda do mar passa por essa bola continuamente. A bola descreve um movimento aproximadamente circular, no plano vertical, mantendo-se em torno da mesma posição média, tal como reproduzido na seqüência de registros abaixo, nos tempos indicados. O intervalo entre registros é menor do que o período da onda. A velocidade de propagação dessa onda senoidal é de 1,5 m/s.



Para essas condições:

- Determine o período T , em segundos, dessa onda do mar.
- Determine o comprimento de onda λ , em m, dessa onda do mar.
- Represente, na folha de respostas, um esquema do perfil dessa onda, para o instante $t = 14$ s, tal como visto da plataforma fixa. Indique os valores apropriados nos eixos horizontal e vertical.

SOLUÇÃO:

a) Mesmo que o enunciado tenha afirmado que o intervalo entre registros é menor que o período da onda, há duas soluções admissíveis:

I) movimento da bola no sentido horário:

Nesse caso, entre $t = 0$ s e $t = 6$ s a bola executa $\frac{3}{4}$ de uma oscilação completa, assim:

$$\frac{3}{4}T = 6 \Rightarrow T = 8 \text{ s}$$

II) movimento da bola no sentido anti-horário:

Nesse caso, entre $t = 0$ s e $t = 6$ s a bola executa $\left(1 + \frac{1}{3}\right)$ de uma oscilação completa, assim:

$$\left(1 + \frac{1}{3}\right)T = 6 \Rightarrow T = 4,5 \text{ s}$$

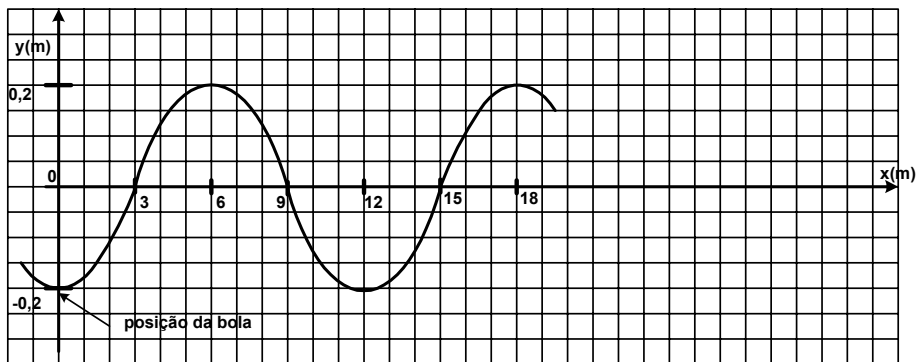
b) Usando $v = \frac{\lambda}{T}$; $v = 1,5$ m/s

Caso (I) $\lambda = 1,5 \cdot 8 \Rightarrow \lambda = 12 \text{ m}$

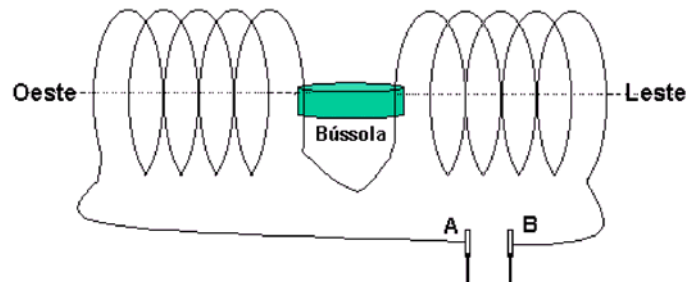
Caso (II) $\lambda = 1,5 \cdot 4,5 \Rightarrow \lambda = 6,75 \text{ m}$

c) Por simplicidade esse item será resolvido apenas para o caso (I). O caso (II) é análogo. O perfil da onda no instante 6s (com a bola no vale da onda) é representado pela curva do gráfico (levando-se em conta $\lambda = 12$ m e Amplitude = 0,2 m). Após 8s (isto é, $t = 14$ s), o perfil da onda é idêntico, pois o intervalo entre 6s e 14 s é exatamente o período.

Observação: Essa onda na superfície da água não é uma onda transversal, pois há oscilação da bóia na direção x (mesma direção de propagação da onda). Portanto, essa não pode ser uma onda senoidal e o gráfico obtido é uma mera aproximação. Achamos que os examinadores desejam como resposta o gráfico aproximado, pois o enunciado menciona “onda senoidal.” Além disso, o verdadeiro perfil dessa onda exige uma elaboração matemática bem mais demorada, portanto inadequada para um exame vestibular.



10. Com auxílio de uma pequena bússola e de uma bobina, é possível construir um instrumento para medir correntes elétricas. Para isso, a bobina é posicionada de tal forma que seu eixo coincida com a direção Leste-Oeste da bússola, sendo esta colocada em uma região em que o campo magnético \mathbf{B} da bobina pode ser considerado uniforme e dirigido para Leste. Assim, quando a corrente que percorre a bobina é igual a zero, a agulha da bússola aponta para o Norte. À medida em que, ao passar pela bobina, a corrente I varia, a agulha da bússola se move, apontando em diferentes direções, identificadas por θ , ângulo que a agulha faz com a direção Norte. Os terminais A e B são inseridos convenientemente no circuito onde se quer medir a corrente. Uma medida inicial de calibração indica que, para $\theta_0 = 45^\circ$, a corrente $I_0 = 2$ A. Para essa montagem:



- Determine a constante k de proporcionalidade entre B e I , expressa em gauss por ampère.
- Estime o valor da corrente I_1 , em ampères, quando a agulha indicar a direção θ_1 , representada na folha de respostas. Utilize, para isso, uma construção gráfica.
- Indique, no esquema apresentado na folha de respostas, a nova direção θ_2 que a bússola apontaria, para essa mesma corrente I_1 , caso a bobina passasse a ter seu número N de espiras duplicado, sem alterar seu comprimento.

NOTE E ADOTE:

- A componente horizontal do campo magnético da Terra, $B_T \approx 0,2$ gauss.
- O campo magnético B produzido por esta bobina, quando percorrida por uma corrente é dado por $B = k I$, em que k é uma constante de proporcionalidade.
- A constante $k = \mu_0 N$, em que μ_0 é uma constante e N , o número de espiras por unidade de comprimento da bobina.

SOLUÇÃO:

a) A agulha magnética da bússola alinha-se com o campo magnético resultante:

Da figura: $B_{\text{bobina}} = B_T \text{tg } \theta$ (1)

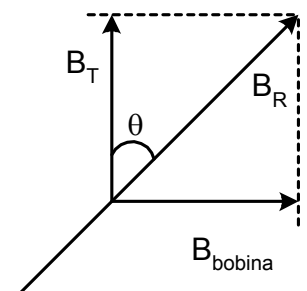
Para $\theta = 45^\circ$ e $B_T \approx 0,2$ gauss,

$B_{\text{bobina}} \approx 0,2 \text{tg } 45^\circ$

$B_{\text{bobina}} \approx 0,2$ gauss.

Utilizando $B_{\text{bobina}} = k I$ (2) do enunciado:

$$k = \frac{0,2 \text{ gauss}}{2 \text{ A}} \Rightarrow k = 0,1 \frac{\text{gauss}}{\text{A}}$$



b) Usando (1) em (2) tem-se:

$$B_T \operatorname{tg} \theta = k l \quad (3)$$

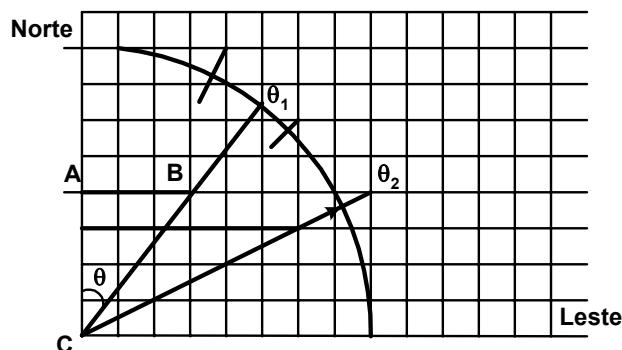
$$\Rightarrow 0,2 \operatorname{tg} \theta = 0,1 l \Rightarrow l = 2 \operatorname{tg} \theta \quad (4)$$

Como $\operatorname{tg} \theta_1 = \frac{AB}{AC}$ (veja gráfico), tem-se: $\operatorname{tg} \theta_1 = \frac{3}{4}$

De (4) determina-se $l_1 = 2 \cdot \frac{3}{4} = 1,5 \text{ A}$

c) Do enunciado $k = \mu_0 N$. Portanto, duplicando-se o número de espiras o valor de k duplica
 $\left(k' = 0,2 \frac{\text{gauss}}{\text{A}} \right)$.

Usando k' e l_1 em (3), tem-se: $0,2 \operatorname{tg} \theta = 0,2 \times 1,5 \Rightarrow \operatorname{tg} \theta_2 = 1,5$
(veja θ_2 no gráfico)



ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
c a m p i n a s

**100% de aprovação na
primeira fase da Unicamp 2004
(turma Exatas: Engenharia e Medicina)!**