

COMENTÁRIO DA PROVA DE FÍSICA

A prova de conhecimentos específicos de Física da UFPR 2009/10 teve boa distribuição de assuntos, dentro do que é possível cobrar em apenas 10 questões. Quanto ao nível, classificamos essa prova como fácil. Isso não nos parece adequado para selecionar quais candidatos estão mais aptos a ingressar em cursos que utilizam a Física como uma das bases de sua grade curricular.

Na elaboração das questões, salientamos alguns problemas ou imprecisões:

Questão 1) No item b, o examinador pede que a expressão algébrica para o módulo da carga Q seja obtida em função de K , d e ϵ_0 . Para isso, o aluno precisaria saber a relação matemática entre a constante dielétrica e a permissividade elétrica de um meio. É óbvio que isso pode ser cobrado dos alunos (apesar de ser inadequado), mas parece ser inconsistente que, com exceção dessa $K = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right)$, todas as equações necessárias para se resolver a prova sejam apresentadas no formulário.

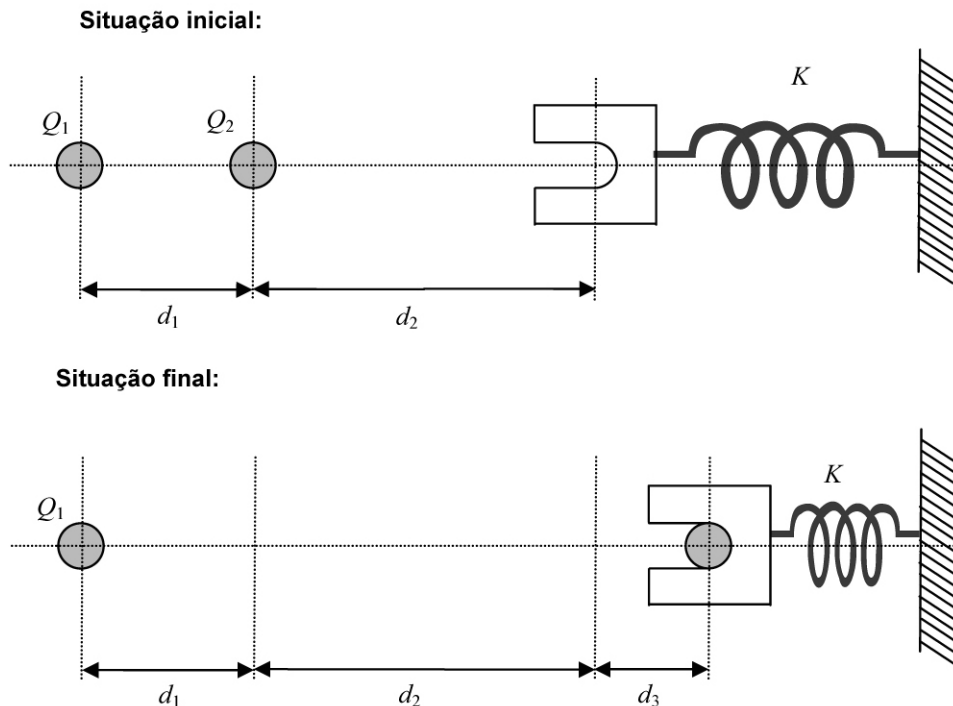
Questão 3) No gráfico apresentado, as linhas cheias verticais mostradas nos instantes $1s$, $2s$ e $3s$ deveriam ter sido representadas de forma tracejada, para evidenciar que não fazem parte da curva que demonstra como varia o módulo da força em função do tempo.

Questão 5) A tabela mostra os valores da velocidade em alguns instantes, mas nada é dito sobre a variação dela entre esses instantes. Dessa forma, para poder apresentar uma resolução plausível, o aluno precisaria supor que, em todos os trechos, a aceleração do móvel é constante.

Devido ao trabalho realizado durante o ano nas aulas normais e também no aprofundamento realizado nas inúmeras revisões e aulas específicas, temos a certeza de que os alunos do Positivo terão excelente desempenho nessa prova.

Professores do Curso Positivo.

01 - Um professor de Física idealizou uma experiência para apresentar a lei de conservação de energia e discutir as transformações de um tipo de energia em outro. A figura a seguir mostra o sistema visto de cima, nas situações inicial e final. O movimento ocorre no plano horizontal e sem atrito. O professor considerou duas pequenas esferas com massas m_1 e m_2 e cargas Q_1 e Q_2 de mesmo sinal, inicialmente fixas, separadas por uma distância d_1 . A esfera 1 permanece fixa durante o experimento. Como as esferas têm cargas de mesmo sinal, há uma força elétrica repulsiva entre elas. Assim, quando a esfera 2 é solta, ela se afasta da esfera 1, movendo-se horizontalmente até colidir com um objeto em forma de U, que tem massa desprezível e está situado inicialmente a uma distância $d_1 + d_2$ da esfera 1. O objeto possui um encaixe, de modo que a esfera 2 permanece em contato com ele durante o movimento subsequente. A mola, de constante elástica K e massa desprezível, é comprimida até que o objeto em forma de U e a esfera 2 parem. Nesse instante, a mola está comprimida de uma distância d_3 . A aceleração da gravidade no local do experimento tem módulo g .



a) Discorra sobre as formas de energia envolvidas nesse sistema e as transformações que ocorrem entre elas.

Comentário:

Estão envolvidos no processo as seguintes formas de energia: potencial elétrica, cinética e potencial elástica. Inicialmente ocorre transformação de parte da energia potencial elétrica em energia cinética. Na colisão de Q_2 com o objeto em forma de U, a energia cinética é integralmente transformada em energia potencial elástica. Como o movimento ocorre num plano horizontal, não existe variação de energia potencial gravitacional.

b) Considerando $Q_1 = Q_2 = Q$, $d_1 = d_3 = d$, $d_2 = 2d$ e $m_1 = m_2 = m$, obtenha uma expressão algébrica para o módulo da carga Q que deve ser colocada em cada esfera, em termos de K , d e ϵ_0 .

Comentário:

Sejam E_i a energia total inicial e E_f a energia total final:

$$E_i = E_f$$

$$\frac{K'Q_1Q_2}{d_1} = \frac{K'Q_1Q_2}{d_1 + d_2 + d_3} + \frac{Kd_3^2}{2}$$

$$\frac{K'QQ}{d} - \frac{K'QQ}{d + 2d + d} = \frac{Kd^2}{2}$$

$$\frac{K'Q^2}{d} - \frac{K'Q^2}{4d} = \frac{Kd^2}{2}$$

$$\frac{4K'Q^2 - K'Q^2}{4d} = \frac{2Kd^3}{4d}$$

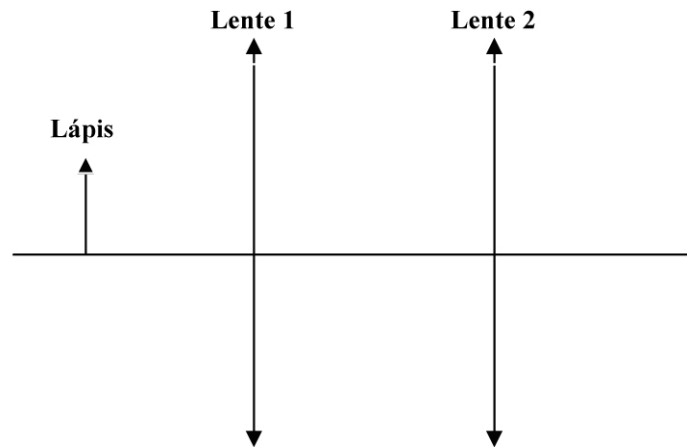
Seja $K' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

$$3Q^2 \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 2Kd^3$$

$$Q^2 = \frac{8\pi\epsilon_0 Kd^3}{3}$$

$$Q = 2d\sqrt{\frac{2\pi\epsilon_0 Kd}{3}}$$

02 - A figura ao lado é a representação esquemática de um sistema óptico formado por duas lentes convergentes, separadas por 50 cm. As distâncias focais das lentes 1 e 2 são, respectivamente, 10 cm e 15 cm. Utiliza-se um lápis com 4 cm de comprimento como objeto, o qual é posicionado a 15 cm da lente 1. Com base nesses dados:



- a) Determine a posição da imagem formada pelo sistema de lentes.

Comentário:

$$\begin{cases} p = 15 \text{ cm} \\ f_1 = 10 \text{ cm} \\ f_2 = 15 \text{ cm} \\ o = 4 \text{ cm} \end{cases}$$

a)

$$p' = \frac{f \cdot p}{p - f}$$

$$p' = \frac{10 \cdot 15}{15 - 10}$$

$$p' = \frac{150}{5}$$

$$p' = 30 \text{ cm} \text{ (funciona como objeto para a lente 2)}$$

Logo:

$$\begin{cases} p = 20 \text{ cm} \\ f_2 = 15 \text{ cm} \end{cases}$$

$$p' = \frac{f \cdot p}{p - f} \rightarrow p' = \frac{15 \cdot 20}{20 - 15} \rightarrow p' = \frac{300}{5} = 60 \text{ cm (à direita da lente 2)}$$

- b) Determine o tamanho da imagem formada pelo sistema. Ela é direita ou invertida, em relação ao objeto? Justifique sua resposta.

Comentário:

$$A_1 = -\frac{p'}{p} = -\frac{30}{15} = -2 \begin{cases} \text{invertida} \\ 2 \text{ vezes maior} \end{cases}$$

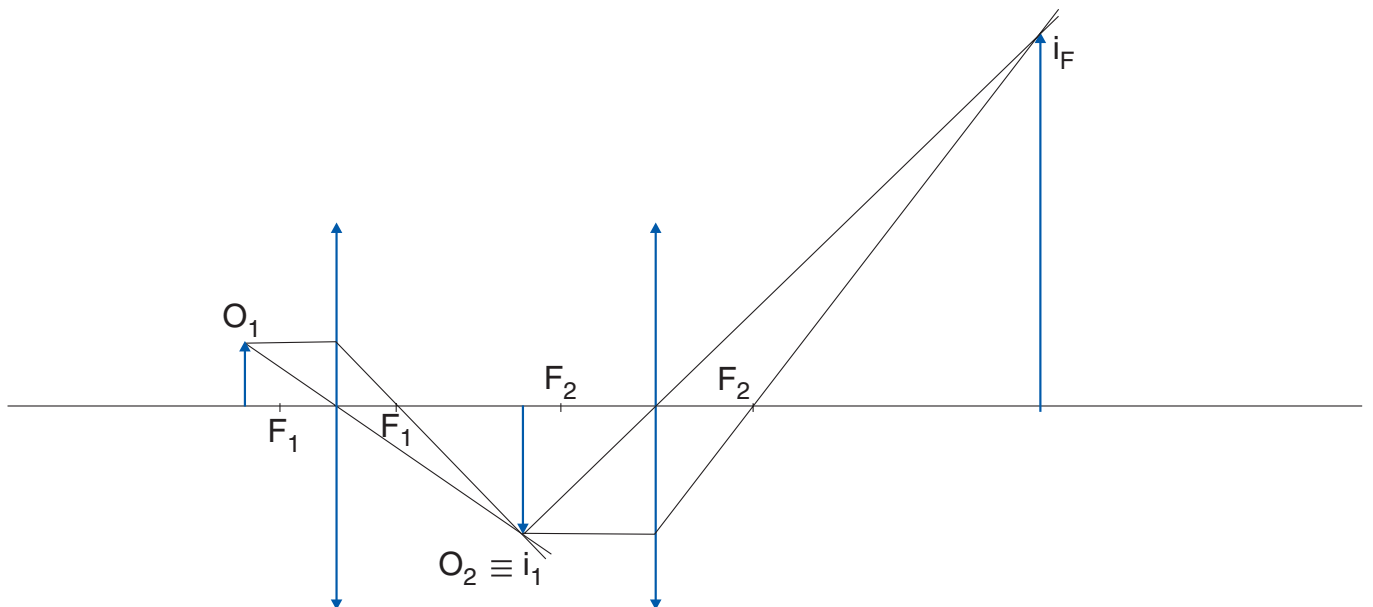
$$A_2 = -\frac{p'}{p} = -\frac{60}{20} = -3 \begin{cases} \text{invertida} \\ \text{3 vezes maior} \end{cases}$$

$$A_{\text{final}} = (-2) \cdot (-3) = +6 \begin{cases} \text{direita em relação ao objeto original} \\ \text{6 vezes maior} \end{cases}$$

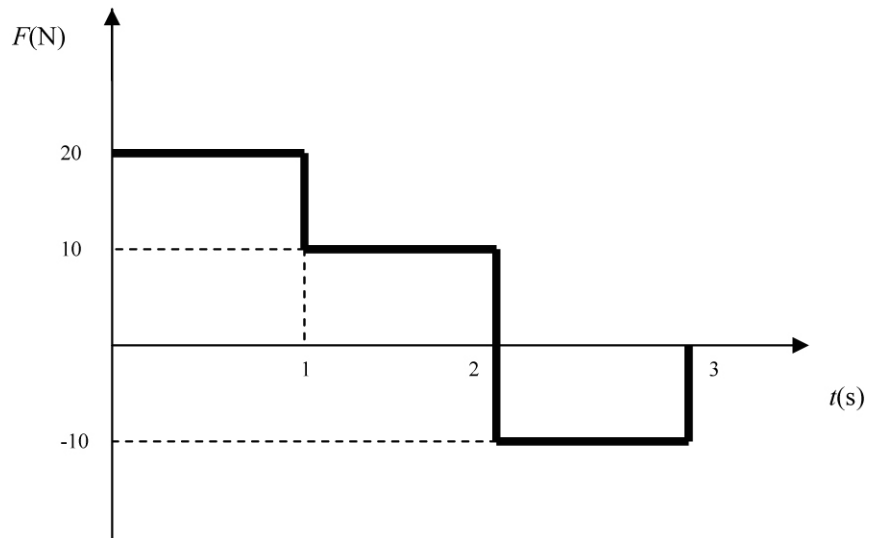
$$A = \frac{i}{o} \rightarrow 6 = \frac{i}{4} \rightarrow i = 24 \text{ cm}$$

- c) Empregando a representação de raios, faça um desenho em escala, mostrando a localização e o tamanho da imagem formada pelo sistema. Utilize a escala 10 para 1, ou seja, cada 10 cm no sistema real correspondem a 1 cm no seu desenho. (Cada quadrícula tem 0,5 cm de lado.)

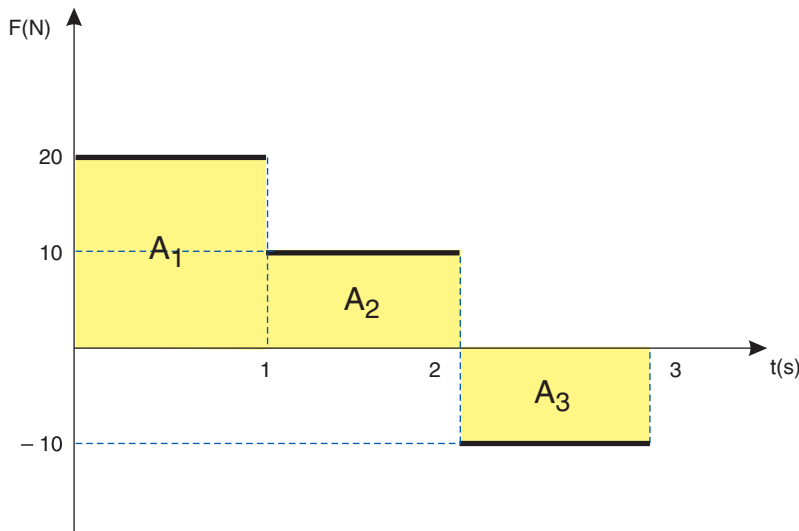
Comentário:



03 - Uma força, cujo módulo F varia com o tempo t conforme o gráfico ao lado, atua sobre um objeto de massa 10 kg. Nesse gráfico, valores negativos para F indicam uma inversão de sentido, em relação àquele dos valores positivos. Com base nesses dados e considerando que em $t = 0$ o objeto está em repouso, determine a sua velocidade depois de transcorridos 3 s.



Comentário:



No gráfico $F \times t$, vale a seguinte propriedade:

$$I_F \stackrel{N}{=} \text{Área}$$

Dessa forma, pode-se escrever que:

$$I_F = A_1 + A_2 - A_3$$

$$I_F = 1 \cdot 20 = 20 \text{ N} \cdot \text{s}$$

Aplicando-se o teorema do impulso, tem-se:

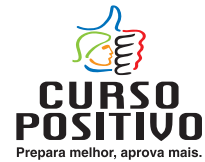
$$I_{FR} = Q - Q_0$$

$$20 = m \cdot v - mv_0$$

$$20 = 10 \cdot v - 10 \cdot 0$$

$$\mathbf{v = 2 \text{ m/s}}$$

PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO



Vestibular UFPR 2009/2010 - 2ª Fase

FÍSICA

04 - Um objeto esférico de massa 1,8 kg e densidade 4,0 g/cm³, ao ser completamente imerso em um líquido, apresenta um peso aparente de 9,0 N. Considerando a aceleração da gravidade com módulo igual a g, faça o que se pede:

a) Determine o valor da densidade desse líquido.

Comentário:

Peso aparente é a diferença entre o peso real do objeto e seu respectivo empuxo. Assim:

$$P_{ap} = P - E$$

$$P_{ap} = mg - \mu_L \cdot V_S \cdot g$$

Como massa específica é a massa pelo volume, podemos substituir volume por massa dividida pela massa específica.

$$P_{ap} = mg - \mu_L \cdot \frac{m}{\mu_C} \cdot g$$

$$9 = 1,8 \cdot 10 - \mu_L \cdot \frac{1,8}{4 \cdot 10^3} \cdot 10$$

$$\mu_L = 2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

b) Indique qual princípio físico teve que ser utilizado, necessariamente, na resolução desse problema.

Comentário:

Para a resolução deste problema, usa-se a Lei de Arquimedes (ou Lei do empuxo).

PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO



Vestibular UFPR 2009/2010 - 2ª Fase

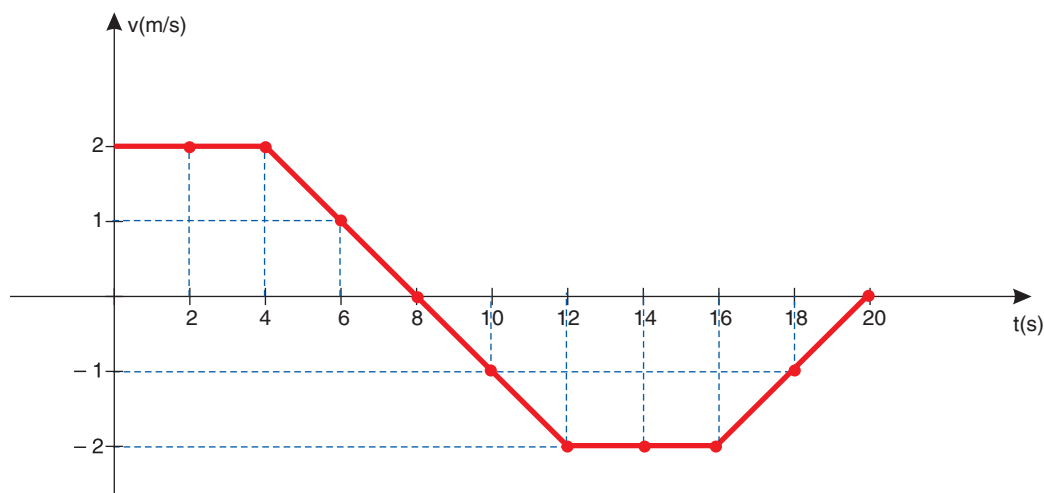
FÍSICA

05 - Para melhor compreender um resultado experimental, quase sempre é conveniente a construção de um gráfico com os dados obtidos. A tabela abaixo contém os dados da velocidade v de um carrinho em movimento retilíneo, em diferentes instantes t , obtidos num experimento de mecânica.

v (m/s)	2	2	2	1	0	-1	-2	-2	-2	-1	0
t (s)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

- a) Com os dados da tabela acima, faça um gráfico com t (s) representado no eixo x e v (m/s) representado no eixo y. Utilize a região quadriculada abaixo. (Cada quadrícula tem 0,5 cm de lado.)

Comentário:



- b) Com base no gráfico do item (a), descreva o movimento do carrinho.

Comentário:

Entre os instantes 0 e 4 s – Admitindo que a aceleração seja constante e nula, o móvel descreveu um movimento retilíneo, no sentido positivo da trajetória e manteve velocidade de módulo constante. Por isso, o movimento é **retilíneo, progressivo e uniforme**.

Entre os instantes 4 s e 8 s – Admitindo aceleração de módulo constante e diferente de zero, o móvel descreveu um movimento retilíneo, no sentido positivo da trajetória e diminuiu sua velocidade até parar. Por isso, o movimento é **retilíneo, progressivo e uniformemente retardado**.

No instante 8 s – Ocorre inversão do movimento, e o móvel passa a se deslocar no sentido contrário.

Entre os instantes 8 s e 12 s – Admitindo aceleração de módulo constante e diferente de zero, o móvel descreveu um movimento retilíneo, no sentido negativo da trajetória e o módulo de sua velocidade aumentou até atingir valor máximo no instante 12 s. Por isso, o movimento é **retilíneo, retrógrado e uniformemente acelerado**.

Entre os instantes 12 s e 16 s – Admitindo que a aceleração seja constante e nula, o móvel descreveu um movimento retilíneo, no sentido negativo da trajetória e manteve velocidade de módulo constante. Por isso, o movimento é **retilíneo, retrógrado e uniforme**.

Entre os instantes 16 s e 20 s – Admitindo aceleração de módulo constante e diferente de zero, o móvel descreveu um movimento retilíneo, no sentido negativo da trajetória e diminuiu o módulo de sua velocidade até parar. Por isso, o movimento é **retilíneo, retrógrado e uniformemente retardado**.

PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO



Vestibular UFPR 2009/2010 - 2ª Fase

FÍSICA

06 - Num aparelho de um laboratório de física nuclear, um elétron e um próton estão confinados numa região em que há um campo magnético uniforme. Ambos estão em movimento circular uniforme e as linhas do campo magnético são perpendiculares ao plano da circunferência descrita pelas duas partículas. Suponha que as duas partículas estão suficientemente separadas, de modo que uma não interfere no movimento da outra. Considere que a massa do próton é 1830 vezes maior que a massa do elétron, e que a velocidade escalar do elétron é 5 vezes maior que a velocidade escalar do próton.

a) Deduza uma expressão algébrica para a razão dos raios das circunferências descritas pelo próton e pelo elétron.

Comentário:

$$F_{cp} = F_m$$

$$\frac{mv^2}{R} = qBv \sin \alpha$$

$$R = \frac{mv}{qB}$$

$$\frac{R_p}{R_e} = \frac{\frac{m_p \cdot v_p}{q_p \cdot B}}{\frac{m_e \cdot v_e}{q_e \cdot B}} \rightarrow \frac{R_p}{R_e} = \frac{m_p \cdot v_p}{m_e \cdot v_e}$$

b) Calcule o valor numérico dessa razão.

Comentário:

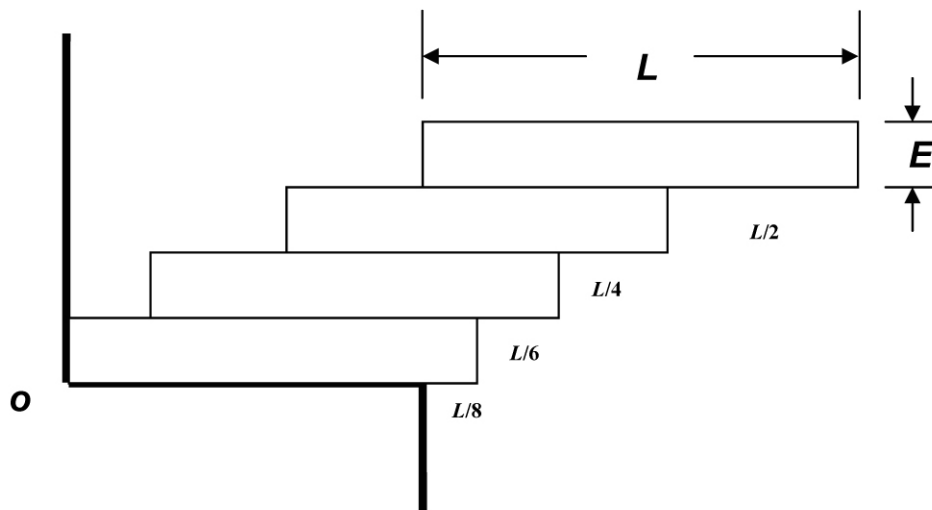
$$\frac{R_p}{R_e} = \frac{1830m_e \cdot 5v_p}{m_e \cdot v_p} \rightarrow \frac{R_p}{R_e} = 366$$

PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO

Vestibular UFPR 2009/2010 - 2ª Fase

FÍSICA

07 - Quatro blocos homogêneos e idênticos de massa m , comprimento $L = 20$ cm e espessura $E = 8$ cm estão empilhados conforme mostra a figura ao lado. Considere que o eixo y coincide com a parede localizada à esquerda dos blocos, que o eixo x coincide com a superfície horizontal sobre a qual os blocos se encontram e que a intersecção desses eixos define a origem O . Com base nos dados da figura e do enunciado, calcule as coordenadas X e Y da posição do centro de massa do conjunto de blocos.



Comentário:

De acordo com o formulário: $X = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + m_i x_i}{m_1 + m_2 + \dots + m_i}$

$$x = \frac{m \cdot \frac{L}{2} + m \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{6} \right) + m \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{6} + \frac{L}{4} \right) + m \cdot \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{6} + \frac{L}{4} + \frac{L}{2} \right)}{4m}$$

$$x = \frac{42}{48} L = \frac{42 \cdot 20}{48} = 17,5 \text{ cm}$$

De acordo com o formulário:

$$y = \frac{m_1 \cdot y_1 + m_2 \cdot y_2 + \dots + m_i \cdot y_i}{m_1 + m_2 + \dots + m_i}$$

$$y = \frac{m \cdot \frac{E}{2} + m \left(E + \frac{E}{2} \right) + m \left(2E + \frac{E}{2} \right) + m \cdot \left(3E + \frac{E}{2} \right)}{4m}$$

$$y = 2E$$

$$y = 2 \cdot 8 = 16 \text{ cm}$$

PROVA COMENTADA PELOS PROFESSORES DO CURSO POSITIVO

Vestibular UFPR 2009/2010 - 2ª Fase

FÍSICA

- 08 - Uma montanhista utiliza em suas escaladas uma caneca com massa igual a 100 g e feita de um material com calor específico de 910 J/(kg.°C). Num certo momento, ela coloca 200 g de chá à temperatura inicial de 80 °C em sua caneca, que se encontra à temperatura ambiente de 10 °C. Despreze a troca de calor com o ambiente e considere que o calor específico do chá é igual ao da água, isto é, 1,0 cal/(g.°C). Determine a temperatura do chá após o sistema ter atingido o equilíbrio térmico.

Comentário:

caneca de metal (m)

$$m_c = 100 \text{ g}$$

$$c_c = 910 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\Theta_c = 10 ^\circ\text{C}$$

chá

$$m_A = 200 \text{ g}$$

$$c_A = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\Theta_A = 80 ^\circ\text{C}$$

$$\sum Q = 0$$

$$Q_c + Q_A = 0$$

$$m_c \cdot c_c \cdot \Delta\Theta_c + m_A \cdot c_A \cdot \Delta\Theta_A = 0$$

$$100 \cdot \frac{910}{4,186 \cdot 10^3} \cdot (\Theta - 10) + 200 \cdot 1 \cdot (\Theta - 80) = 0$$

$$\Theta = 73,15 ^\circ\text{C}$$

- 09 - Uma corrente composta por cinco elos está presa ao teto por meio de um barbante, conforme mostra a figura ao lado. A massa de cada elo é de 200 g.



- a) Faça um diagrama de forças para o terceiro elo, identificando cada uma das forças que atuam sobre ele.

Comentário:



P_e → peso do terceiro elo

F → força devido à tração provocada pelos dois elos que estão abaixo do terceiro

F' → força de tração de sustentação que o segundo elo aplica no terceiro

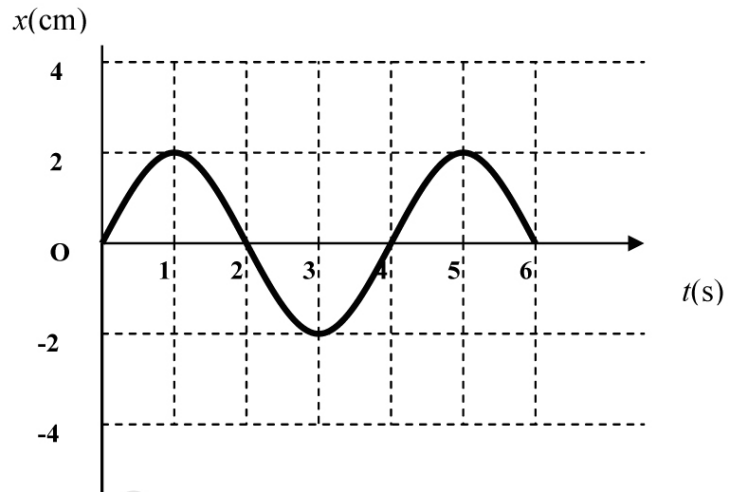
- b) Calcule o módulo de todas as forças que estão atuando nesse terceiro elo.

Comentário:

$$P = m \cdot g$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_e = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ N} \\ F = 4 \text{ N} \text{ pois equivale ao peso de dois elos} \\ F' = 6 \text{ N} \text{ pois sustenta três elos} \end{array} \right.$$

10 - A peça de uma máquina está presa a uma mola e executa um movimento harmônico simples, oscilando em uma direção horizontal. O gráfico ao lado representa a posição x da peça em função do tempo t , com a posição de equilíbrio em $x = 0$. Com base no gráfico, determine:



a) O período e a frequência do sistema peça-mola.

Comentário:

O período do MHS corresponde ao tempo para que a peça da máquina citada realize uma oscilação completa. Pelo gráfico:

$$T = 4\text{s} \therefore f = \frac{1}{T} \rightarrow f = \frac{1}{4} \rightarrow f = 0,25 \text{ Hz}$$

b) Os instantes em que a velocidade da peça é nula. Justifique a sua resposta.

Comentário:

A velocidade da peça é nula nos instantes em que ocorre inversão no sentido do movimento, ou seja: 1s; 3s; 5s.

c) Os instantes em que a aceleração da peça é máxima. Justifique a sua resposta.

Comentário:

A aceleração da peça é máxima nos instantes em que a elongação também é máxima em módulo, ou seja: 1s; 3s; 5s.