

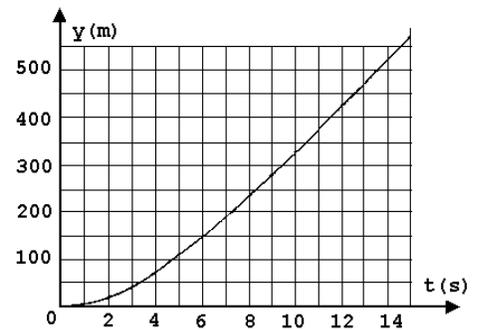
FUVEST 1999 – Prova de Física

Quando necessário, adote para a aceleração da gravidade o valor  $g=10\text{m/s}^2$ ; para a densidade da água, o valor  $1.000\text{ kg/m}^3$  e para o calor específico da água, o valor de  $1,0\text{ cal/g}^\circ\text{C}$ .

Q.01

O gráfico abaixo descreve o deslocamento vertical  $y$ , para baixo, de um surfista aéreo de massa igual a  $75\text{ kg}$ , em função do tempo  $t$ . A origem  $y=0$ , em  $t=0$ , é tomada na altura do salto. Nesse movimento, a força  $R$  de resistência do ar é proporcional ao quadrado da velocidade  $v$  do surfista ( $R=kv^2$ , onde  $k$  é uma constante que depende principalmente da densidade do ar e da geometria do surfista). A velocidade inicial do surfista é nula; cresce com o tempo, por aproximadamente  $10\text{s}$ , e tende para uma velocidade constante denominada velocidade limite ( $v_L$ ). Determine:

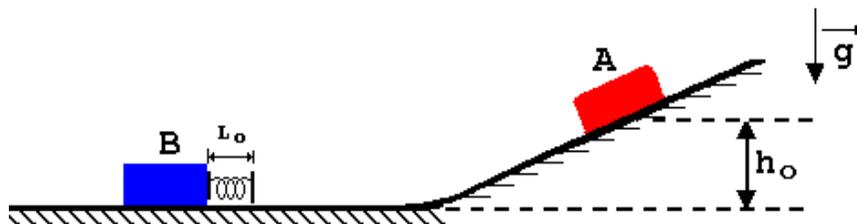
- O valor da velocidade limite  $v_L$ .
- O valor da constante  $k$  no SI.
- A aceleração do surfista quando sua velocidade é a metade da velocidade limite.



Q.02

Sobre a parte horizontal da superfície representada na figura, encontra-se parado um corpo B de massa  $M$ , no qual está presa uma mola ideal de comprimento natural  $L_0$  e constante elástica  $k$ . Os coeficientes de atrito estático e dinâmico, entre o corpo B e o plano, são iguais e valem  $\mu$ . Um outro corpo A, também de massa  $M$ , é abandonado na parte inclinada. O atrito entre o corpo A e a superfície é desprezível. Determine:

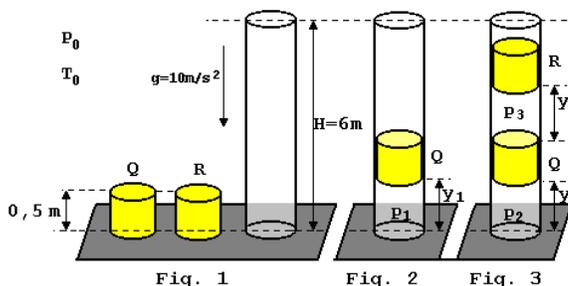
- A máxima altura  $h_0$ , na qual o corpo A pode ser abandonado, para que, após colidir com o corpo B, retorne até a altura original  $h_0$ .
- O valor da deformação  $X$  da mola, durante a colisão, no instante em que os corpos A e B têm a mesma velocidade, na situação em que o corpo A é abandonado de uma altura  $H > h_0$ . (Despreze o trabalho realizado pelo atrito durante a colisão).



Q.03

Na figura 1 estão representados um tubo vertical, com a extremidade superior aberta, e dois cilindros maciços Q e R. A altura do tubo é  $H=6,0\text{m}$  e a área de sua seção transversal interna é  $S=0,010\text{m}^2$ . Os cilindros Q e R têm massa  $M=50\text{kg}$  e altura  $h=0,5\text{m}$ , cada um. Eles se encaixam perfeitamente no tubo, podendo nele escorregar sem atrito, mantendo uma vedação perfeita. Inicialmente, o cilindro Q é inserido no tubo. Após ele ter atingido a posição de equilíbrio  $y_1$ , indicada na figura 2, o cilindro R é inserido no tubo. Os dois cilindros se deslocam então para as posições de equilíbrio indicadas na figura 3. A parede do tubo é tão boa condutora de calor que durante todo o processo a temperatura dentro do tubo pode ser considerada constante e igual à temperatura ambiente  $T_0$ . Sendo a pressão atmosférica  $P_0=10^5\text{Pa}$  ( $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$ ), nas condições do experimento, determine:

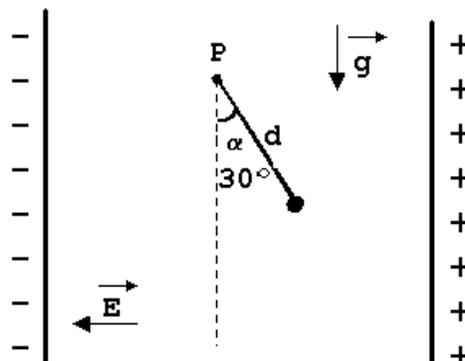
- A altura de equilíbrio inicial  $y_1$  do cilindro Q.
- A pressão  $P_2$  do gás aprisionado pelo cilindro Q e a altura de equilíbrio final  $y_2$  do cilindro Q, na situação da Fig.3.
- A distância  $y_3$  entre os dois cilindros, na situação da Fig.3.



Q.04

Um pêndulo, constituído de uma pequena esfera, com carga elétrica  $q=+2,0 \times 10^{-9}\text{C}$  e massa  $m=3\sqrt{3} \times 10^{-4}\text{kg}$ , ligada a uma haste eletricamente isolante, de comprimento  $d=0,40\text{m}$ , e massa desprezível, é colocado num campo elétrico constante  $\vec{E}$  ( $|\vec{E}|=1,5 \times 10^6\text{N/C}$ ). Esse campo é criado por duas placas condutoras verticais, carregadas eletricamente. O pêndulo é solto na posição em que a haste forma um ângulo  $\alpha=30^\circ$  com a vertical (ver figura) e, assim, ele passa a oscilar em torno de uma posição de equilíbrio. São dados  $\text{sen}30^\circ=1/2$ ;  $\text{sen}45^\circ=\sqrt{2}/2$ ;  $\text{sen}60^\circ=\sqrt{3}/2$ . Na situação apresentada, considerando-se desprezíveis os atritos, determine:

- Os valores dos ângulos  $\alpha_1$ , que a haste forma com a vertical, na posição de equilíbrio, e  $\alpha_2$ , que a haste forma com a vertical na posição de máximo deslocamento angular. Represente esses ângulos na figura dada.
- A energia cinética  $K$ , da esfera, quando ela passa pela posição de equilíbrio.



Q.05

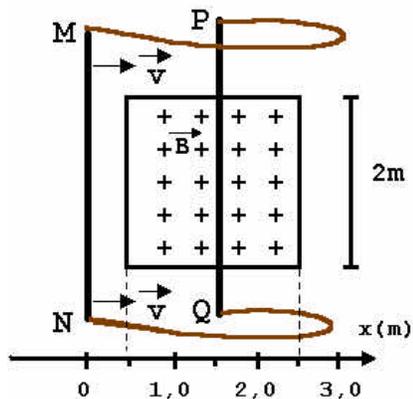
Quando água pura é cuidadosamente resfriada, nas condições normais de pressão, pode permanecer no estado líquido até temperaturas inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$ , num estado instável de "superfusão". Se o sistema é perturbado, por exemplo, por vibração, parte da água se transforma em gelo e o sistema se aquece até se estabilizar em  $0^{\circ}\text{C}$ . O calor latente de fusão da água é  $L = 80 \text{ cal/g}$ .

Considerando-se um recipiente termicamente isolado e de capacidade térmica desprezível, contendo um litro de água a  $-5,6^{\circ}\text{C}$ , à pressão normal, determine:

- A quantidade, em g, de gelo formada, quando o sistema é perturbado e atinge uma situação de equilíbrio a  $0^{\circ}\text{C}$ .
- A temperatura final de equilíbrio do sistema e a quantidade de gelo existente (considerando-se o sistema inicial no estado de "superfusão" a  $-5,6^{\circ}\text{C}$ ), ao colocar-se, no recipiente, um bloco metálico de capacidade térmica  $C=400\text{cal}/^{\circ}\text{C}$ , na temperatura de  $91^{\circ}\text{C}$ .

Q.06

A figura representa, no plano do papel, uma região quadrada em que há um campo magnético uniforme de intensidade  $B=9,0 \text{ tesla}$ , direção normal à folha e sentido entrando nela. Considere, nesse plano, o circuito com resistência total de  $2,0\Omega$ , formado por duas barras condutoras e paralelas MN e PQ e fios de ligação. A barra PQ é fixa e a MN se move com velocidade constante  $v=5,0\text{m/s}$ . No instante  $t=0\text{s}$  a barra MN se encontra em  $x=0\text{m}$ . Supondo que ela passe por cima da barra PQ (sem nela encostar) e que os fios não se embaralhem,



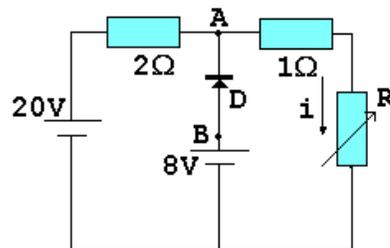
- determine o valor  $\varepsilon$ , em volt, da força eletromotriz induzida no circuito quando MN está em  $x=1,0\text{m}$ .
- determine o valor  $F$  da força que age sobre a barra MN quando ela está em  $x=1,0\text{m}$ , devida à interação com o campo  $\vec{B}$ .
- represente num gráfico o valor da força  $F$  aplicada à barra MN, devida à interação com o campo  $\vec{B}$ , em função da posição  $x$ , no intervalo  $0 < x < 3,0\text{m}$ , indicando com clareza as escalas utilizadas.

Q.07

No circuito da figura, o componente D, ligado entre os pontos A e B, é um diodo. Esse dispositivo se comporta, idealmente, como uma chave controlada pela diferença de potencial entre seus terminais. Sejam  $V_A$  e  $V_B$  as tensões dos pontos A e B, respectivamente.

Se  $V_B < V_A$ , o diodo se comporta como uma chave aberta, não deixando fluir nenhuma corrente através dele, e se  $V_B \geq V_A$ , o diodo se comporta como uma chave fechada, de resistência tão pequena que pode ser desprezada, ligando o ponto B ao ponto A. O resistor R tem uma resistência variável de 0 a  $2 \Omega$ . Nesse circuito, determine o valor da:

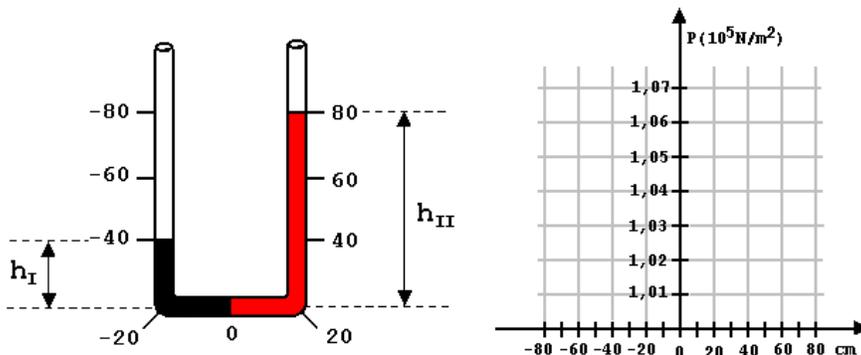
- Corrente  $i$  através do resistor R, quando a sua resistência é  $2 \Omega$ .
- Corrente  $i_0$  através do resistor R, quando a sua resistência é zero.
- Resistência R para a qual o diodo passa do estado de condução para o de não-condução e vice-versa.



Q.08

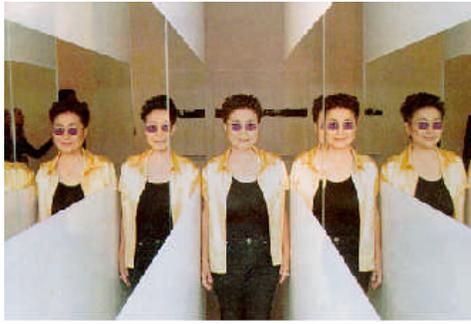
Um tubo em forma de U, graduado em centímetros, de pequeno diâmetro, secção constante, aberto nas extremidades, contém dois líquidos I e II, incompressíveis, em equilíbrio, e que não se misturam. A densidade do líquido I é  $\rho_I = 1.800 \text{ kg/m}^3$  e as alturas  $h_I = 20 \text{ cm}$  e  $h_{II} = 60 \text{ cm}$ , dos respectivos líquidos, estão representadas na figura. A pressão atmosférica local vale  $P_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ .

- Determine o valor da densidade  $\rho_{II}$  do líquido II.



- Faça um gráfico quantitativo da pressão P nos líquidos, em função da posição ao longo do tubo, utilizando os eixos desenhados acima. Considere zero (0) o ponto médio da base do tubo; considere valores positivos as marcas no tubo à direita do zero e negativos, à esquerda.
- Faça um gráfico quantitativo da pressão  $P'$  nos líquidos, em função da posição ao longo do tubo, na situação em que, através de um êmbolo, empurra-se o líquido II até que os níveis dos líquidos nas colunas se igualem, ficando novamente em equilíbrio. Utilize os mesmos eixos do item b.

Q.09



A foto foi publicada recentemente na imprensa, com a legenda: "REFLEXOS": Yoko Ono "ENTRA" em uma de suas obras.

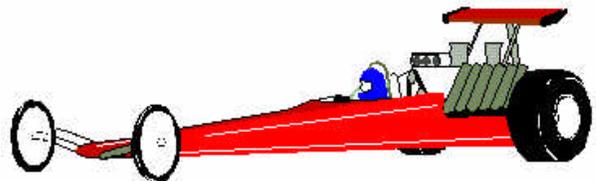
Um estudante, procurando entender como essa foto foi obtida, fez o esquema mostrado na folha de resposta, no qual representou Yoko Ono, vista de cima, sobre um plano horizontal e identificada como o objeto  $O$ . A letra **d** representa seu lado direito e a letra **e** seu lado esquerdo. A câmara fotográfica foi representada por uma lente  $L$ , delgada e convergente, localizada no ponto médio entre  $O$  e o filme fotográfico. Ela focaliza as 5 imagens ( $I_0$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_1'$  e  $I_2'$ , todas de mesmo tamanho) de  $O$  sobre o filme. Assim, no esquema apresentado na folha de resposta:

- Represente um ou mais espelhos planos que possibilitem obter a imagem  $I_1$ . Identifique cada espelho com a letra  $E$ .
- Represente um ou mais espelhos planos que possibilitem obter a imagem  $I_1'$ . Identifique cada espelho com a letra  $E'$ .
- Trace, com linhas cheias, as trajetórias de 3 raios, partindo do extremo direito (**d**) do objeto  $O$  e terminando nos correspondentes extremos das três imagens  $I_0$ ,  $I_1$  e  $I_2$ . Os prolongamentos dos raios, usados como auxiliares na construção, devem ser tracejados.

Q.10

Um veículo para competição de aceleração (drag racing) tem massa  $M=1100\text{kg}$ , motor de potência máxima  $P=2,64 \times 10^6\text{W}$  ( $\sim 3.500$  cavalos) e possui um aerofólio que lhe imprime uma força aerodinâmica vertical para baixo,  $F_a$ , desprezível em baixas velocidades. Tanto em altas quanto em baixas velocidades, a força vertical que o veículo aplica à pista horizontal está praticamente concentrada nas rodas motoras traseiras, de  $0,40\text{m}$  de raio. Os coeficientes de atrito estático e dinâmico, entre os pneus e a pista, são iguais e valem  $\mu=0,50$ . Determine:

- A máxima aceleração do veículo quando sua velocidade é de  $120\text{m/s}$ , ( $432\text{km/h}$ ), supondo que não haja escorregamento entre as rodas traseiras e a pista. Despreze a força horizontal de resistência do ar.
- O mínimo valor da força vertical  $F_a$ , aplicada ao veículo pelo aerofólio, nas condições da questão anterior.
- A potência desenvolvida pelo motor no momento da largada, quando: a velocidade angular das rodas traseiras é  $\omega=600\text{rad/s}$ , a velocidade do veículo é desprezível e as rodas estão escorregando (derrapando) sobre a pista.



FUVEST 1999 – Prova de Física  
Figura da Questão 9

