

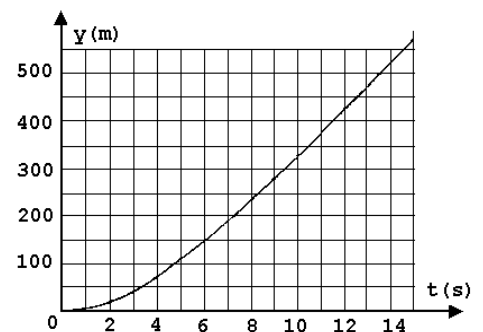
FUVEST 1999 – Prova de Física

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 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 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 10s , e tende para uma velocidade constante denominada velocidade limite (v_L). Determine:

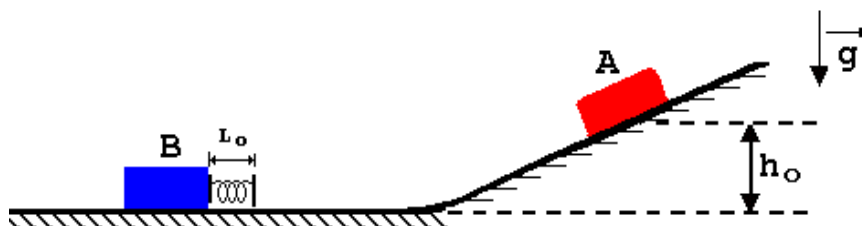
- O valor da velocidade limite v_L .
- O valor da constante k no SI.
- A aceleração do surfista quando sua velocidade é a metade da velocidade limite.



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 μ . 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:

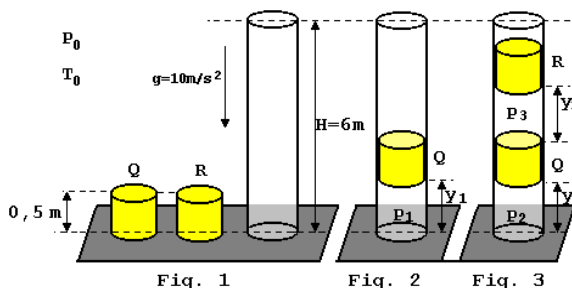
- A máxima altura h_0 , na qual o corpo A pode ser abandonado, para que, após colidir com o corpo B, retorne até a altura original h_0 .
- O valor da deformação X da mola, durante a colisão, no instante em que os corpos A e B têm a mesma velocidade, na situação em que o corpo A é abandonado de uma altura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

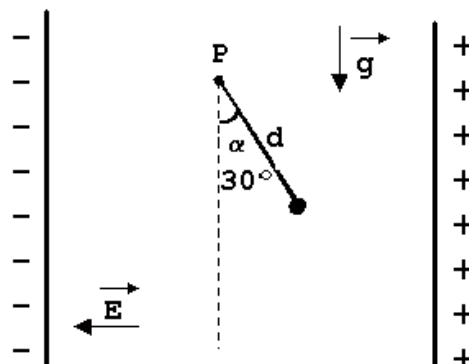
- A altura de equilíbrio inicial y_1 do cilindro Q.
- A pressão P_2 do gás aprisionado pelo cilindro Q e a altura de equilíbrio final y_2 do cilindro Q, na situação da Fig.3.
- A distância y_3 entre os dois cilindros, na situação da Fig.3.



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 α_1 , que a haste forma com a vertical, na posição de equilíbrio, e α_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

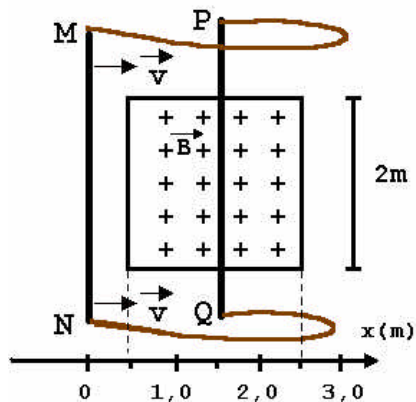
Quando água pura é cuidadosamente resfriada, nas condições normais de pressão, pode permanecer no estado líquido até temperaturas inferiores a 0°C , num estado instável de "superfusão". Se o sistema é perturbado, por exemplo, por vibração, parte da água se transforma em gelo e o sistema se aquece até se estabilizar em 0°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°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°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,



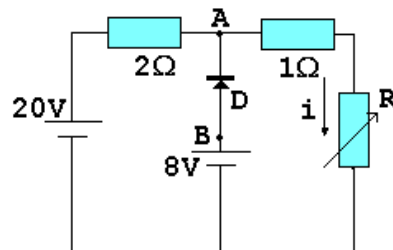
- determine o valor ε , em volt, da força eletromotriz induzida no circuito quando MN está em $x=1,0\text{m}$.
- determine o valor F da força que age sobre a barra MN quando ela está em $x=1,0\text{m}$, devida à interação com o campo \vec{B} .
- represente num gráfico o valor da força F aplicada à barra 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 Ω . Nesse circuito, determine o valor da:

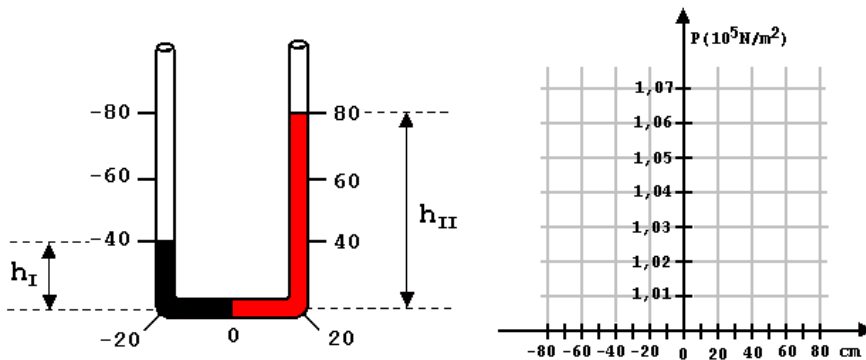
- Corrente i através do resistor R, quando a sua resistência é 2 Ω .
- Corrente i_0 através do resistor R, quando a sua resistência é zero.
- Resistência R para a qual o diodo passa do estado de condução para o de não-condução e vice-versa.



Q.08

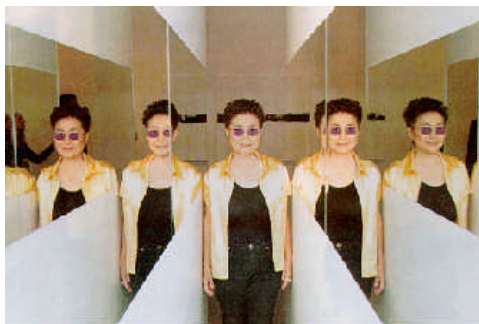
Um tubo em forma de U, graduado em centímetros, de pequeno diâmetro, secção constante, aberto nas extremidades, contém dois líquidos I e II, incompressíveis, em equilíbrio, e que não se misturam. A densidade do líquido I é $\rho_I = 1.800 \text{ kg/m}^3$ e as alturas $h_I = 20 \text{ cm}$ e $h_{II} = 60 \text{ cm}$, 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 ρ_{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.

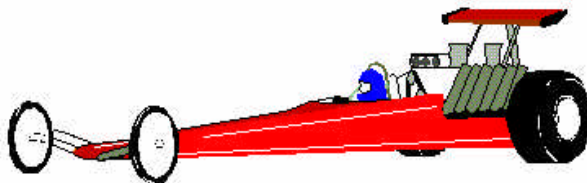
Um estudante, procurando entender como essa foto foi obtida, fez o esquema mostrado na folha de resposta, no qual representou Yoko Ono, vista de cima, sobre um plano horizontal e identificada como o objeto O . A letra **d** representa seu lado direito e a letra **e** seu lado esquerdo. A câmara fotográfica 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 $P=2,64 \times 10^6\text{W}$ (~ 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 120m/s , (432km/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

