

Problemas Olímpicos

Soluções dos problemas do número anterior

1 Cálculo da distância entre duas partículas carregadas ($M, +Q$) e ($m, -q$), soltas em um campo elétrico uniforme E que permanecem a uma distância constante uma da outra.

Para que as partículas mantenham a mesma separação, elas devem ter as mesmas acelerações. Vejamos então as forças que atuam nas partículas. Na partícula Q temos: uma força para a esquerda devido ao campo elétrico E, QE , e uma força para a direita devido à carga $-q, kQ|q|/L^2$. Supondo $Q > |q|$, o sistema formado pelas duas partículas será acelerado para a esquerda. A equação de movimento para a partícula Q (2ª Lei de Newton) é

$$\frac{QE - k|q|Q}{L^2} = Ma.$$

Como as duas cargas estão imersas no campo E , e como elas estão em equilíbrio a uma distância L , ambas terão a mesma aceleração, que é dada por

$$a = \frac{F_{\text{liquida}}}{\text{massa total}} = \frac{(Q - q)E}{M + m}.$$

Combinando as duas equações e resolvendo para L , obtemos

$$L = \sqrt{\frac{(M + m)kQq}{E(qM + Qm)}}.$$

Obviamente o mesmo resultado será

obtido quando a carga $-q$ for analisada ou ainda se $Q < |q|$.

2 Pistão pendurado por uma mola dentro de um cilindro vertical recebe gás a uma temperatura T , subindo a uma altura h . Cálculo da nova altura se o gás for aquecido a $2T$.

Seja k a constante elástica da mola. No equilíbrio, $PA = kh$ (P é a pressão, A a área do pistão e h a altura). Assim,

$$P_1/P_2 = h_1/h_2.$$

Da lei dos gases ideais temos

$$P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2,$$

sendo T a temperatura absoluta. Como

$$V = hA,$$

então

$$P_1h_1/T_1 = P_2h_2/T_2.$$

Quando

$$T_2 = 2T_1,$$

obtemos

$$P_2 = 2P_1h_1/h_2, (h_1/h_2)^2 = 1/2.$$

Portanto o pistão será elevado para uma altura $\sqrt{2}h$ quando a temperatura do gás for $2T$.

3 Explicação do teto de lona de um carro conversível inflado mesmo com a capota e os vidros do auto-

móvel fechado.

Resposta: alternativa "a". Explicação: um fluido ganha velocidade quando entra em uma região restrita. O carro, conversível ou não, de algum modo restringe o fluxo de ar. Assim, o ar movendo-se sobre o teto do carro é mais rápido, e, segundo o princípio de Bernoulli, a pressão irá decrescer. Como o ar dentro do carro não está sujeito a nenhuma força líquida, e, portanto nenhuma aceleração, terá uma pressão atmosférica maior do que aquela sobre a capota. Esta diferença de pressão fará com que a capota fique inflada.

4 Água com bolhas de ar flui através de um cano que fica mais estreito. Na região estreita a água ganha velocidade e as bolhas de ar são a) maiores, b) menores ou c) do mesmo tamanho?

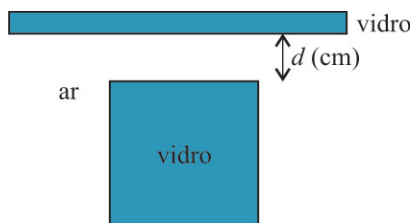
Resposta: alternativa "a". Explicação: uma vez que a água ganha velocidade, a pressão na água decresce, conforme o princípio de Bernoulli. Com o decréscimo da pressão da água, as bolhas serão menos comprimidas, sofrendo, portanto, expansão até que a pressão do ar dentro das bolhas e a pressão da água se equalizem. Caso a água continue fluindo para uma seção mais larga do cano, a sua velocidade irá decrescer, a pressão aumentar e os bolhas tornar-se-ão menores.

Envie sua solução dos problemas para djpr@df.ufscar.br. Não esqueça de incluir a sua Escola na mensagem. Se estiver correta, você se candidata a uma assinatura gratuita de Física na Escola, além de constar na Lista de Honra da seção Desafios

Novos problemas

3ª Olimpíada de Física. Brno, Czechoslovakia (1969)

1 Uma película fina de vidro é mantida sobre um cubo de vidro o qual tem lados da ordem de 2 cm, criando uma camada de ar uniforme entre o cubo e a película (veja figura). Ondas eletromagnéticas com comprimento de onda entre $0.4 \mu\text{m}$ até $1.15 \mu\text{m}$ viajam ao longo da direção perpendicular à película, são refletidos nas fronteiras da camada de ar e sofrem interferência. Observa-se que somente dois comprimentos de onda no intervalo descrito acima resultam em interferência construtiva. Um desses comprimentos de onda é $\lambda = 0.4 \mu\text{m}$. Determine o segundo comprimento de onda e a espessura da camada de ar.

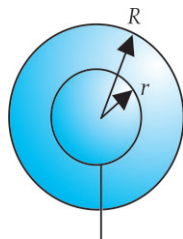


4ª Olimpíada de Física. Moscou, Rússia (1970)

2 A estrutura cristalina do cloreto de sódio, NaCl, consiste de cubos elementares cada qual tendo átomos de Na em cada um de seus oito vértices, bem como átomos de Cl no centro de cada uma de suas seis faces (estrutura cúbica de face centrada). O comprimento do cubo elementar é $5.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$. Determine a massa do átomo de hidrogênio. Dados: Peso

atômico do Na = 23, peso atômico do Cl = 35,5. Densidade do NaCl = $2,2 \text{ g/cc}$.

3 Uma esfera metálica de raio $r = 10 \text{ cm}$ é colocada concentricamente dentro de outra esfera metálica, oca, de raio $R = 20 \text{ cm}$. As esferas estão separadas uma da outra. A esfera interna está aterrada por um longo fio através de uma abertura na esfera maior. Se a esfera exterior contiver uma carga $Q = 10^{-9} \text{ C}$, determine o potencial da esfera externa. Dado $k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \times 10^9 \text{ Nm/C}^2$.



5ª Olimpíada de Física. Sofia, Bulgária (1971)

4 Um aparelho de Torricelli consiste de um tubo de vidro cheio de mercúrio e mergulhado verticalmente em um vaso contendo também mercúrio. Neste problema o espaço no topo do tubo de vidro contendo mercúrio contém hidrogênio puro. O aparelho é montado dentro de um cilindro com pistão, como ilustrado. O espaço dentro deste cilindro contém ar (veja figura ao lado).

Estágio I:

Altura da coluna de mercúrio:

70 cm

Pressão do ar: 100 cm Hg ($= 1.314 \text{ atm} = 133.4 \text{ kPa}$)

Temperatura: 273 K

Estágio II: o pistão é puxado para cima

Altura da coluna de mercúrio: 40 cm

Pressão do ar: 60 cm Hg

Estágio III: o volume do cilindro é mantido constante e calor é fornecido até $T_3 \text{ K}$.

Altura da coluna de mercúrio: 50 cm

Estágio IV:

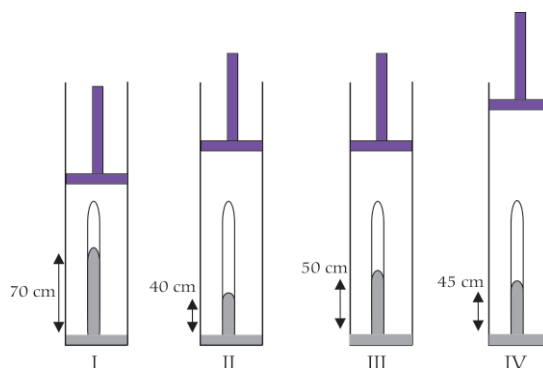
Temperatura: $T_4 \text{ K}$

Altura da coluna de mercúrio: 45 cm

Pressão do ar é a mesma daquela do

Estágio III.

Determine a pressão e a temperatura do gás hidrogênio contido no espaço no topo do tubo de vidro.



Nota

Durante a produção deste fascículo, recebemos soluções de Problemas Olímpicos enviadas por dois professores do Ensino Médio:

- Professor Thiago Felício, do Colégio Cascavelense de Cascavel, Ceará
E-mail: thiagoifce.fisica@gmail.com
- Professor Luiz Henrique de Melo dos Santos, professor particular em São Paulo
E-mail: luizfisico2004@gmail.com

A ambos nossos agradecimentos pela participação.