

Solução comentada da Prova de Física

08 questões

01. Uma pessoa em repouso libera calor a uma taxa aproximada de 200 W. Suponha que seis pessoas fiquem presas em um elevador durante um minuto.

a) Qual o calor total Q liberado pelas pessoas nesse intervalo de tempo?

b) Se todo esse calor fosse absorvido pelos $3,0 \text{ m}^3$ de ar contidos no elevador, qual seria o aumento de temperatura, ΔT , do ar?

Dados: o calor específico do ar é $C = 1.000 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$ e sua densidade é $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$.

Solução

a) A quantidade total de calor irradiada em 1 minuto é dada por:

$$Q = 6 \text{ pessoas} \times 200 \text{ J/(segundo} \times \text{pessoa)} \times 60 \text{ segundos} = 7,2 \times 10^4 \text{ J.}$$

b) $Q = mC\Delta T = \rho \cdot V \cdot C \cdot \Delta T$, ou seja:

$$\Delta T = \frac{Q}{\rho \cdot V \cdot C} = \frac{72.000}{1,2 \cdot 3 \cdot 1000} = 20 ^\circ\text{C.}$$

02. O diagrama ao lado mostra os estados de energia que podem ser ocupados por um determinado elétron. A diferença de energia entre os estados 1 e 2, $E_2 - E_1$, é o dobro da diferença de energia $E_3 - E_2$, entre os estados 2 e 3. Numa transição do estado 3 para o estado 2, o elétron emite um fóton de comprimento de onda $\lambda = 600 \text{ nm}$.

Determine os comprimentos de onda das outras transições possíveis.

E_3 _____

E_2 _____

E_1 _____

Solução

Chamemos $E_3 - E_2 = \Delta E$. Assim, $E_2 - E_1 = 2\Delta E$ e $E_3 - E_1 = 3\Delta E$.

Como

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \text{ ou } \lambda = \frac{hc}{\Delta E}, \text{ teremos:}$$

$$\lambda_{2 \rightarrow 1} = \frac{hc}{2\Delta E} = \frac{\lambda}{2} = 300 \text{ nm} \text{ e } \lambda_{3 \rightarrow 1} = \frac{hc}{3\Delta E} = \frac{\lambda}{3} = 200 \text{ nm.}$$

03. Um grande cubo de *isopor*, de massa M e aresta $L = 30,0$ metros, repousa sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa. Um projétil de massa $m = (1/5)M$ é disparado horizontalmente contra o cubo atingindo-o com velocidade $v = 300$ m/s, perpendicularmente a uma de suas faces. O projétil atravessa o cubo e sai perpendicular à face oposta, com velocidade $u = 200$ m/s. Suponha que a força de resistência (atrito) que atua sobre o projétil, enquanto ele atravessa o cubo, é constante.



- Qual a velocidade V do cubo após ser atravessado pelo projétil?
- Quanto tempo durou a travessia?
- Calcule a distância D que o cubo percorre enquanto dura a travessia.

Solução

- a) A força externa resultante sobre o sistema (bloco + projétil) é nula. Assim, a quantidade de movimento linear é conservada e podemos escrever (tendo a figura como referência para a notação usada):

$$mv = MV + mu \rightarrow V = \frac{m}{M}(v - u) \rightarrow V = \frac{M}{5M}(300 - 200) = 20 \text{ m/s}.$$

- b) A aceleração do projétil relativa ao cubo é obtida da relação:

$$v^2 = (u - V)^2 + 2aL.$$

Assim,

$$a = \frac{v^2 - (u - V)^2}{2L} = \frac{(300)^2 - (180)^2}{60} \rightarrow a = 960 \text{ m/s}^2.$$

O tempo de duração da travessia é obtido da expressão:

$$(u - V) = v - at, \text{ ou}$$

$$t = \frac{v - (u - V)}{a} = \frac{300 - 180}{960} = \frac{1}{8} \text{ s}.$$

- c) A distância percorrida pelo cubo é dada por:

$$D = \frac{1}{2}a_c t^2,$$

em que a_c é o valor da aceleração do cubo relativa ao solo e relacionada ao tempo t e à velocidade V pela expressão:

$$V = a_c t.$$

Da expressão acima obtemos $a_c = \frac{20}{\frac{1}{8}} = 160 \text{ m/s}^2$. Portanto, a distância percorrida é:

$$D = \frac{1}{2}160\left(\frac{1}{64}\right) = \frac{80}{64} = 1,25 \text{ m}.$$

Obs.: em relação ao solo, a bala sofre uma desaceleração de 800 m/s^2 , isto é, $a_s = a - a_c$.

04. O coeficiente de dilatação volumétrica de um gás a pressão constante é definido por:

$$\beta = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta T},$$

em que V , ΔV e ΔT são, respectivamente, o volume inicial, a variação de volume e a variação de temperatura do gás. Usando a equação de estado para um gás ideal ($pV = nRT$) encontre:

- uma expressão para β em função da temperatura absoluta;
- o valor de β quando $T = 0^\circ\text{C}$.

Solução

- a) A equação de estado do gás ideal é $pV = nRT$, em que T é a temperatura absoluta do gás. Como a pressão é mantida constante, a uma variação de volume ΔV corresponde uma variação de temperatura ΔT , satisfazendo a relação:

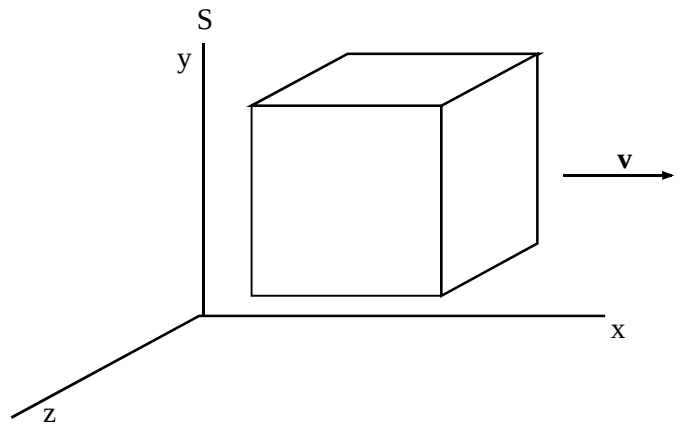
$$p\Delta V = nR\Delta T, \text{ ou } \frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{nR}{p} = \frac{V}{T}, \text{ pois (eq. de estado), } \frac{nR}{p} = \frac{V}{T}.$$

Portanto,

$$\beta = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{1}{V} \cdot \frac{V}{T} \rightarrow \beta = \frac{1}{T}.$$

- b) $T = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$, portanto, $\beta = (1/273) \text{ K}^{-1}$.

05. A figura ao lado mostra uma nave espacial em forma de cubo que se move no referencial S, ao longo do eixo x, com velocidade $v = 0,8 c$ (c é a velocidade da luz no vácuo). O volume da nave, medido por um astronauta em repouso dentro dela, é V_o . Calcule o volume da nave medido por um observador em repouso no referencial S.



Solução

O volume V_o pode ser expresso por:

$$V_o = L_o^3,$$

em que L_o é a medida da aresta do cubo feita por um observador em repouso no seu interior. Para um observador em repouso no referencial S as arestas do cubo medem:

$$L_x = \frac{L_o}{\gamma}, L_y = L_o \text{ e } L_z = L_o.$$

$$\text{O parâmetro } \gamma \text{ é dado por } \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2} = \left(1 - \frac{64}{100}\right)^{-1/2} = \frac{10}{6}.$$

O volume da nave, medido pelo observador em repouso no referencial S, é:

$$V = L_x \cdot L_y \cdot L_z = \frac{L_o^3}{\gamma} = \frac{V_o}{\gamma} \text{ ou } V = 0,6V_o.$$

06. Duas lentes delgadas convergentes, 1 e 2, com distâncias focais f_1 e f_2 , estão associadas coaxialmente. As lentes estão separadas entre si por uma distância d . Para os casos em que a separação d é menor do que as distâncias focais (isto é, $d < f_1$ e $d < f_2$), essa associação equivale a uma lente convergente cuja distância focal f satisfaz a relação:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 \cdot f_2}.$$

Considere o caso em que a lente equivalente tem distância focal de 12 cm, quando a separação d é igual a 10 cm, e distância focal de $(60/7)$ cm, quando as lentes 1 e 2 estão justapostas.

Determine os valores de f_1 e de f_2 .

Solução

A solução desta questão requer a solução do sistema de duas equações simples. Quando a lente equivalente tem $f = 12$ cm, temos::

$$\frac{1}{12} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{10}{f_1 \cdot f_2} \quad (\text{I})$$

e quando há justaposição ($d = 0$) temos:

$$\frac{7}{60} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}. \quad (\text{II})$$

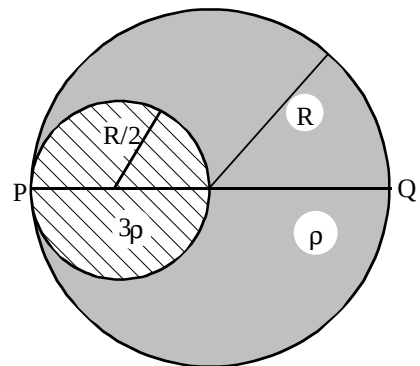
De (I) e (II) obtemos $\frac{1}{12} = \frac{7}{60} - \frac{10}{f_1 \cdot f_2}$, ou $f_1 \cdot f_2 = 300$. Substituindo-se esse valor em (II), temos:

$$f_1 + f_2 = 35.$$

Um pouco mais de álgebra nos fornece os valores:

$$f_1 = 20 \text{ cm (ou 15 cm) e } f_2 = 15 \text{ cm (ou 20 cm).}$$

07. Imagine um planeta, na forma de uma esfera de raio R e de densidade uniforme ρ , em que existe um buraco igualmente esférico, de raio $R/2$, preenchido por material de densidade uniforme igual a 3ρ (veja figura ao lado). O segmento PQ é o diâmetro sobre o qual estão situados os centros de ambas as esferas.



Usando o princípio da superposição e considerações de simetria, determine a razão g_P/g_Q entre as acelerações da gravidade nos pontos P e Q , respectivamente.

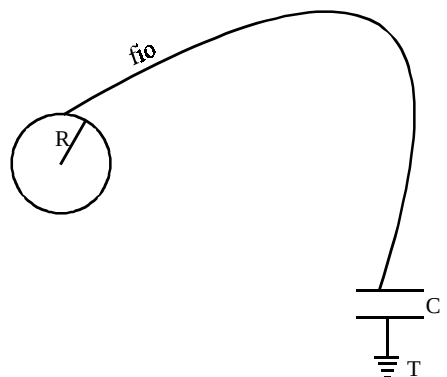
Solução

O princípio da superposição nos permite tratar o planeta como sendo constituído de uma esfera cheia de raio R e de densidade ρ dentro da qual há, na posição indicada na figura, uma outra esfera de raio $R/2$ e de densidade 2ρ . Consideremos uma massa teste colocada no ponto P . As forças causadas por ambas as esferas sobre a massa teste têm a direção PQ e o sentido $P \rightarrow Q$ (em consequência da simetria da distribuição de massa, a força causada por cada uma das esferas sobre a massa teste tem a direção radial). Ao levarmos a massa teste para o ponto Q , a força resultante sobre ela tem a direção PQ e o sentido $Q \rightarrow P$. Resumindo: em ambos os pontos, o módulo da aceleração resultante é a soma dos módulos das acelerações causadas por cada uma das esferas consideradas individualmente. Assim, em P , temos:

$$g_P = \frac{G \cdot \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3}{R^2} + \frac{G \cdot 2\rho \cdot \frac{4}{3} \pi \left(\frac{R}{2}\right)^3}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} = \frac{4}{3} \pi G \rho \cdot 2R \quad \text{e em } Q, \text{ temos:}$$

$$g_Q = \frac{G \cdot \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3}{R^2} + \frac{G \cdot 2\rho \cdot \frac{4}{3} \pi \left(\frac{R}{2}\right)^3}{\left(R + \frac{R}{2}\right)^2} = \frac{4}{3} \pi G \cdot \rho \cdot \frac{10}{9} R. \quad \text{Assim, a razão procurada é } \frac{g_P}{g_Q} = \frac{9}{5}.$$

08. A figura ao lado mostra uma esfera condutora, de raio R , ligada por um fio muito longo e de capacitância nula, a uma das placas de um capacitor plano de placas paralelas e de capacitância C . A outra placa do capacitor está ligada à terra no ponto T (considere nulo o potencial em T). Antes de o fio ser ligado, o capacitor estava eletricamente neutro e a esfera estava eletrizada, de modo que o potencial $V_o = kQ_o/R$, na sua superfície, era de $3,0 \times 10^5$ volts. Suponha que o sistema (esfera+fio+capacitor) está no vácuo e que a constante k é igual a $9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$. O raio R é igual a $0,30 \text{ m}$ e a capacitância C é igual a 300 pF ($1 \text{ pF} = 1 \times 10^{-12} \text{ F}$). Restabelecido o equilíbrio, após o fio ser ligado, determine:



- o valor da carga do capacitor, expresso em μC ($1 \mu\text{C} = 1 \times 10^{-6} \text{ C}$);
- a diferença de potencial entre as placas do capacitor, medida em volts.

Solução

a) A carga Q_o , antes totalmente situada na esfera, deverá se distribuir, após o fio ser ligado, entre a esfera e o capacitor, isto é:

$$Q_o = Q_{\text{esfera}} + Q_{\text{capacitor}}$$

Após o fio ligado e o equilíbrio eletrostático estabelecido, a placa superior e a esfera estarão a um mesmo potencial, ou seja:

$$V_{\text{pl. sup.}} = V_{\text{esf.}}$$

Mas a placa inferior do capacitor está a um potencial zero, por isso:

$$V_{\text{pl. sup.}} = V_{\text{capacitor}} = \frac{Q_{\text{capacitor}}}{C} = \frac{kQ_{\text{esfera}}}{R}. \quad \text{Assim, podemos escrever:}$$

$$Q_{\text{esfera}} = \frac{R}{kC} Q_{\text{capacitor}}, \quad \text{donde obtemos:}$$

$$Q_o = \left(\frac{R}{kC} + 1 \right) Q_{\text{capacitor}} \quad \text{ou} \quad Q_{\text{capacitor}} = \frac{kC}{R + kC} Q_o. \quad \text{Substituindo-se os valores fornecidos, temos:}$$

$$Q_{\text{capacitor}} = 9,0 \mu\text{C}.$$

- b) A diferença de potencial entre as placas do capacitor é $\Delta V = \frac{Q_{\text{capacitor}}}{C} = \frac{9,0 \cdot 10^{-6}}{300 \cdot 10^{-12}} = 3,0 \cdot 10^4$, ou

$$\Delta V = 30 \text{ kilovolts.}$$

Cursos que Indicamos

Conheça os cursos e dê o próximo passo na sua preparação.

Clique na imagem ou no botão para acessar.



Código Matemática 2.0

Conhecer o curso



Curso Preparatório ENEM

Conhecer o curso



Curso Preparatório Redação ENEM

Conhecer o curso

