Física

Questão 1

A massa inercial mede a dificuldade em se alterar o estado de movimento de uma partícula. Analogamente, o momento de inércia de massa mede a dificuldade em se alterar o estado de rotação de um corpo rígido. No caso de uma esfera, o momento de inércia em torno de um eixo que passa pelo seu centro é dado por $I = \frac{2}{5}MR^2$, em que M é a massa da esfera e R seu raio. Para uma esfera de massa M = 25,0kg e raio R = 15,0cm, a alternativa que melhor representa o seu momento de inércia é

a) $22{,}50\ 10^2 kg \cdot m^2$
b) $2{,}25 kg \cdot m^2$
c) $0{,}225 kg \cdot m^2$
d) $0{,}22 kg \cdot m^2$
e) $22{,}00 kg \cdot m^2$

alternativa C

Da expressão fornecida no enunciado, vem:

$$I = \frac{2}{5} \cdot MR^2 \Rightarrow I = \frac{2}{5} \cdot 25{,}0 \cdot (15{,}0 \cdot 10^{-2})^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{I = 0{,}225\ kg \cdot m^2}$$

Questão 2

Em um experimento verificou-se a proporcionalidade existente entre energia e a freqüência de emissão de uma radiação característica. Neste caso, a constante de proporcionalidade, em termos dimensionais, é equivalente a

a) Força.
b) Quantidade de Movimento.
c) Momento Angular.
d) Pressão.
e) Potência.

alternativa C

Adotando as dimensões fundamentais M, L e T, a relação entre a dimensão de energia (E) pela dimensão de freqüência (f) é dada por:

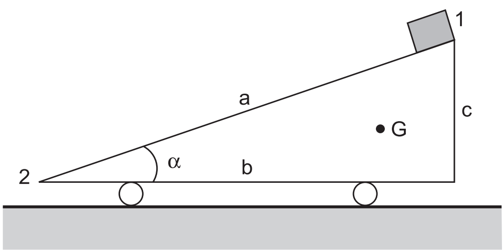
$$\frac{[E]}{[f]} = \frac{[m][v]^2}{T^{-1}} = \frac{M(LT^{-1})^2}{T^{-1}} = ML^2T^{-1}$$

Dentre as grandezas fornecidas, a única que possui esta dimensão é o momento angular (L), que é o produto da velocidade angular (ω), de um corpo pelo seu momento de inércia (I), em torno de um eixo de rotação.

$$[L] = [\omega][I] = [\omega][m][r]^2 = ML^2T^{-1}$$

Questão 3

Uma rampa rolante pesa 120N e se encontra inicialmente em repouso, como mostra a figura. Um bloco que pesa 80N, também em repouso, é abandonado no ponto 1, deslizando a seguir sobre a rampa. O centro de massa G da rampa tem coordenadas: $x_G = 2b/3$ e $y_G = c/3$. São dados ainda: a = 15,0m e sen α = 0,6. Desprezando os possíveis atritos e as dimensões do bloco, pode-se afirmar que a distância percorrida pela rampa no solo, até o instante em que o bloco atinge o ponto 2, é

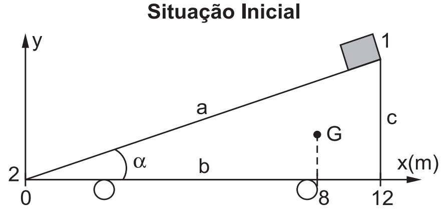


a) 16,0m
b) 30,0m
c) 4,8m
d) 24,0m
e) 9,6m

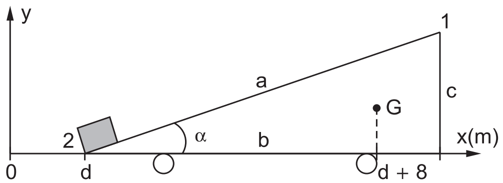
alternativa C

Do enunciado, sendo $c = a\ sen\alpha = 15 \cdot 0{,}6 = 9\ m$ *e* $b = \sqrt{a^2 - c^2} = \sqrt{15^2 - 9^2} = 12\ m$, *podemos representar as situações inicial e final como segue:*

Situação Inicial



Situação Final



Onde d *é a distância percorrida pela rampa no solo até o instante em que o bloco atinge o ponto 2.*
Sendo o sistema isolado na direção horizontal, a abscissa do centro de massa do sistema é constante.
Assim, da equação da posição do centro de massa, vem:

$$\bar{x}\text{ inicial} = \bar{x}\text{ final} \Rightarrow \frac{\frac{80}{\cancel{g}} \cdot 12 + \frac{120}{\cancel{g}} \cdot 8}{\frac{200}{\cancel{g}}} =$$

$$= \frac{\frac{80}{\cancel{g}} d + \frac{120}{\cancel{g}} \cdot (8 + d)}{\frac{200}{\cancel{g}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 960 + 960 = 80d + 960 + 120d \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{d = 4{,}8\text{ m}}$$

Questão 4

Um sistema é composto por duas massas idênticas ligadas por uma mola de constante k, e repousa sobre uma superfície plana, lisa e horizontal. Uma das massas é então aproximada da outra, comprimindo 2,0cm da mola. Uma vez liberado, o sistema inicia um movimento com o seu centro de massa deslocando com velocidade de 18,0cm/s numa determinada direção. O período de oscilação de cada massa é

a) 0,70s
b) 0,35s
c) 1,05s
d) 0,50s
e) indeterminado, pois a constante da mola não é conhecida.

alternativa B

Vamos admitir que um corpo é mantido apoiado enquanto o outro é aproximado.
Com a mola comprimida a energia mecânica do sistema é dada por:

$$E_m^{inicial} = E_e = \frac{kx^2}{2}$$

No instante em que o sistema é liberado (x = 0), um dos corpos encontra-se em repouso, o outro está com velocidade máxima (v) e o centro de massa com velocidade (v_{CM} = 18,0 cm/s).
Da velocidade do centro de massa podemos obter a energia mecânica do sistema como segue:

$$\left| \begin{array}{l} E_m^{final} = \dfrac{mv^2}{2} \\ v = 2 \cdot v_{CM} \end{array} \right. \Rightarrow E_m^{final} = \frac{m \cdot (2v_{CM})^2}{2}$$

Da conservação da energia mecânica, vem:

$$E_m^{inicial} = E_m^{final} \Rightarrow \frac{k \cdot x^2}{\cancel{2}} = \frac{m \cdot (2v_{CM})^2}{\cancel{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{x^2}{4 \cdot v_{CM}^2} = \frac{(2{,}0)^2}{4 \cdot (18{,}0)^2} \Rightarrow$$

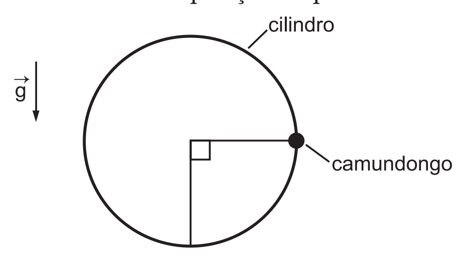
$$\Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{1}{324} s^2$$

Assim, o período (T) de oscilação de cada massa é dado por:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{1}{324}} \Rightarrow \boxed{T = 0{,}35\text{ s}}$$

Questão 5

Um pequeno camundongo de massa M corre num plano vertical no interior de um cilindro de massa m e eixo horizontal. Suponha-se que o ratinho alcance a posição indicada na figura imediatamente no início de sua corrida, nela permanecendo devido ao movimento giratório de reação do cilindro, suposto ocorrer sem resistência de qualquer natureza. A energia despendida pelo ratinho durante um intervalo de tempo T para se manter na mesma posição enquanto corre é



a) $E = \dfrac{M^2}{2\,m}\, g^2\, T^2$.
b) $E = M\, g^2\, T^2$.
c) $E = \dfrac{m^2}{M}\, g^2\, T^2$.
d) $E = m\, g^2\, T^2$.
e) n.d.a.

alternativa A

A partir do início do movimento do ratinho, para a posição indicada na figura, a resultante das forças que atuam no cilindro é igual ao próprio peso do ratinho. Assim, temos:

$$\left|\begin{array}{l} R = m \cdot \gamma \\ R = M \cdot g \end{array}\right. \Rightarrow \gamma = \frac{M \cdot g}{m} \quad (I)$$

A energia despendida pelo ratinho durante um intervalo de tempo T é a energia cinética (E), adquirida pelo cilindro, dada por:

$$\left|\begin{array}{l} E = \dfrac{m \cdot v^2}{2} \\ v = \gamma \cdot T \end{array}\right. \Rightarrow E = \frac{m \cdot (\gamma \cdot T)^2}{2} \quad (II)$$

Substituindo (I) em (II), vem:

$$E = \frac{m \cdot \left(\dfrac{M \cdot g}{m} \cdot T\right)^2}{2} \Rightarrow \boxed{E = \frac{M^2}{2m} \cdot g^2 \cdot T^2}$$

Questão 6

Um dos fenômenos da dinâmica de galáxias, considerado como evidência da existência de matéria escura, é que estrelas giram em torno do centro de uma galáxia com a mesma velocidade angular, independentemente de sua distância ao centro. Sejam M_1 e M_2 as porções de massa (uniformemente distribuída) da galáxia no interior de esferas de raios R e 2R, respectivamente. Nestas condições, a relação entre essas massas é dada por

a) $M_2 = M_1$.
b) $M_2 = 2M_1$.
c) $M_2 = 4M_1$.
d) $M_2 = 8M_1$.
e) $M_2 = 16M_1$.

alternativa D

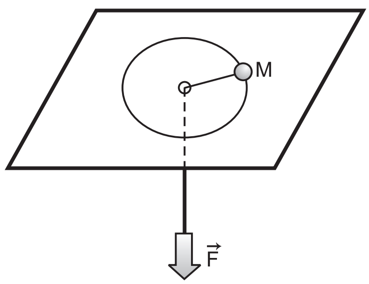
Como a velocidade angular (ω) é a mesma e sendo v a velocidade linear de órbita, temos:

$$\left|\begin{array}{l} \omega_1 = \omega_2 \\ \omega = \dfrac{v}{R} \\ v = \sqrt{\dfrac{GM}{R}} \end{array}\right. \Rightarrow \frac{\sqrt{\dfrac{G \cdot M_1}{R}}}{\cancel{R}} = \frac{\sqrt{\dfrac{G \cdot M_2}{2R}}}{2\cancel{R}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{M_2 = 8M_1}$$

Questão 7

Um corpo de massa M, mostrado na figura, é preso a um fio leve, inextensível, que passa através de um orifício central de uma mesa lisa. Considere que inicialmente o corpo se move ao longo de uma circunferência, sem atrito. O fio é, então, puxado para baixo, aplicando-se uma força $\vec{F}$, constante, a sua extremidade livre. Podemos afirmar que:



a) o corpo permanecerá ao longo da mesma circunferência.

b) a força $\vec{F}$ não realiza trabalho, pois é perpendicular à trajetória.

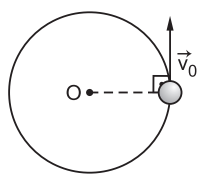
c) a potência instantânea de $\vec{F}$ é nula.

d) o trabalho de $\vec{F}$ é igual à variação da energia cinética do corpo.

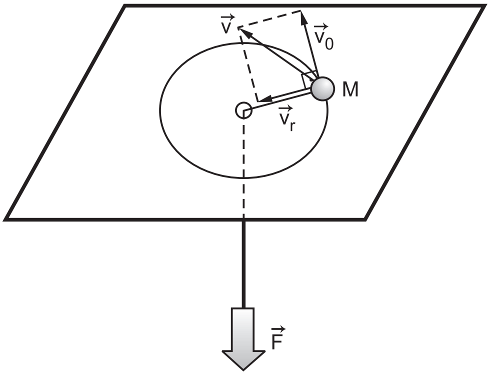
e) o corpo descreverá uma trajetória elíptica sobre a mesa.

alternativa D

Do enunciado, temos que inicialmente o corpo descreve um MCU com velocidade $\vec{v}_0$, como representado na figura a seguir:



Como não há atrito, ao puxarmos o fio para baixo, o corpo adquire uma componente radial de velocidade ($\vec{v}_r$), como representado na figura a seguir:



Como o corpo possui movimento na direção radial e sendo F a intensidade da resultante das forças que atuam sobre o mesmo, do Teorema da Energia Cinética temos que o trabalho de $\vec{F}$ é igual à variação da energia cinética do corpo.

Questão 8

Uma esfera metálica isolada, de 10,0cm de raio, é carregada no vácuo até atingir o potencial U = 9,0 V. Em seguida, ela é posta em contato com outra esfera metálica isolada, de raio R_2 = 5,0cm. Após atingido o equilíbrio, qual das alternativas abaixo melhor descreve a situação física? É dado que $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9{,}0 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2$.

a) A esfera maior terá uma carga de $0{,}66\,10^{-10}$C.
b) A esfera maior terá um potencial de 4,5 V.
c) A esfera menor terá uma carga de $0{,}66\,10^{-10}$C.
d) A esfera menor terá um potencial de 4,5 V.
e) A carga total é igualmente dividida entre as 2 esferas.

alternativa A

Atingido o equilíbrio eletrostático após o contato, as esferas encontram-se com o mesmo potencial elétrico U' dado por:

$$U' = \frac{U_1R_1 + U_2R_2}{R_1 + R_2}$$

Admitindo-se que a esfera de raio R_2 estivesse inicialmente descarregada ($U_2 = 0$), temos:

$$U' = \frac{9{,}0 \cdot 10{,}0 + 0 \cdot 5{,}0}{10{,}0 + 5{,}0} = 6{,}0\ V$$

Sendo o raio da esfera maior $R_1 = 10{,}0\ cm = 1{,}00 \cdot 10^{-1}\ m$, sua carga elétrica final Q'_1 é dada por:

$$U' = \frac{kQ'_1}{R_1} \Rightarrow Q'_1 = \frac{U'R_1}{k} = \frac{6{,}0 \cdot 1{,}00 \cdot 10^{-1}}{9{,}0 \cdot 10^9} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{Q'_1 = 0{,}66 \cdot 10^{-10}\ C}$$

Questão 9

Um dispositivo desloca, com velocidade constante, uma carga de 1,5C por um percurso de 20,0cm através de um campo elétrico uniforme de intensidade $2{,}0\ 10^3$ N/C. A força eletromotriz do dispositivo é

a) $60\,10^3$ V
b) $40\,10^3$ V
c) 600 V
d) 400 V
e) 200 V

alternativa D

Como o campo elétrico é uniforme e supondo que a carga se desloca na direção do campo, a força eletromotriz do dispositivo é dada por:

$$E \cdot d = U \Rightarrow U = 2{,}0 \cdot 10^3 \cdot 0{,}2 \Rightarrow \boxed{U = 400\ V}.$$

Questão 10

Sendo dado que 1J = 0,239 cal, o valor que melhor expressa, em calorias, o calor produzido em 5 minutos de funcionamento de um ferro elétrico, ligado a uma fonte de 120 V e atravessado por uma corrente de 5,0 A, é

a) $7{,}0 \cdot 10^4$
b) $0{,}70 \cdot 10^4$
c) $0{,}070 \cdot 10^4$
d) $0{,}43 \cdot 10^4$
e) $4{,}3 \cdot 10^4$

alternativa E

O calor produzido em $\Delta t = 5\ min = 5 \cdot 60\ s$ é dado por:

$$\left| \begin{array}{l} Q = P \cdot \Delta t \\ P = U \cdot i \end{array} \right. \Rightarrow Q = U \cdot i \cdot \Delta t = 120 \cdot 5{,}0 \cdot 5 \cdot 60 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = 1{,}8 \cdot 10^5\ J = 1{,}8 \cdot 10^5 \cdot 0{,}239\ cal \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{Q = 4{,}3 \cdot 10^4\ cal}$$

Questão 11

Para se proteger do apagão, o dono de um bar conectou uma lâmpada a uma bateria de automóvel (12,0V). Sabendo que a lâmpada dissipa 40,0W, os valores que melhor representam a corrente I que a atravessa e sua resistência R são, respectivamente, dados por

a) I = 6,6 A e R = 0,36 Ω
b) I = 6,6 A e R = 0,18 Ω
c) I = 6,6 A e R = 3,6 Ω
d) I = 3,3 A e R = 7,2 Ω
e) I = 3,3 A e R = 3,6 Ω

alternativa E

Sendo a potência consumida pela lâmpada igual a 40,0 W, a corrente (I) é dada por:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{40,0}{12,0} \Rightarrow \boxed{I = 3,3\ A}$$

E a sua resistência (R) vem de:

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{12,0^2}{40,0} \Rightarrow \boxed{R = 3,6\ \Omega}$$

Questão 12

Numa prática de laboratório, um estudante conectou uma bateria a uma resistência, obtendo uma corrente i_1. Ligando em série mais uma bateria, idêntica à primeira, a corrente passa ao valor i_2. Finalmente, ele liga as mesmas baterias em paralelo e a corrente que passa pelo dispositivo torna-se i_3. Qual das alternativas abaixo expressa uma relação existente entre as correntes i_1, i_2 e i_3?

a) $i_2 i_3 = 2i_1 (i_2 + i_3)$.
b) $2i_2 i_3 = i_1 (i_2 + i_3)$.
c) $i_2 i_3 = 3i_1 (i_2 + i_3)$.
d) $3i_2 i_3 = i_1 (i_2 + i_3)$.
e) $3i_2 i_3 = 2i_1 (i_2 + i_3)$.

alternativa E

Aplicando-se a Lei de Ohm-Pouillet para cada um dos circuitos descritos no enunciado, temos:

$$i_1 = \frac{\varepsilon}{R + r}\ ;\ i_2 = \frac{2\varepsilon}{R + 2r}\ ;\ i_3 = \frac{\varepsilon}{R + \frac{r}{2}} = \frac{2\varepsilon}{2R + r}$$

Uma relação existente entre as correntes vem de:

$$\frac{i_2 \cdot i_3}{i_2 + i_3} = \frac{\frac{2\varepsilon}{R + 2r} \cdot \frac{2\varepsilon}{2R + r}}{\frac{2\varepsilon}{R + 2r} + \frac{2\varepsilon}{2R + r}} =$$

$$= \frac{\frac{4\varepsilon^2}{\cancel{(R + 2r)(2R + r)}}}{\frac{2\varepsilon((2R + r) + (R + 2r))}{\cancel{(R + 2r)(2R + r)}}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\varepsilon}{(R + r)} =$$

$$= \frac{2}{3} i_1 \Rightarrow \boxed{3\, i_2 \cdot i_3 = 2\, i_1 (i_2 + i_3)}$$

Questão 13

Um capacitor de capacitância igual a $0,25\ 10^{-6}$ F é carregado até um potencial de $1,00\ 10^5$ V, sendo então descarregado até $0,40\ 10^5$ V num intervalo de tempo de 0,10 s, enquanto transfere energia para um equipamento de raios-X. A carga total, Q, e a energia, ε, fornecidas ao tubo de raios-X, são melhor representadas respectivamente por

a) Q = 0,005 C e ε = 1250 J
b) Q = 0,025 C e ε = 1250 J
c) Q = 0,025 C e ε = 1050 J
d) Q = 0,015 C e ε = 1250 J
e) Q = 0,015 C e ε = 1050 J

alternativa E

Sendo a diferença de potencial apresentada na descarga do capacitor dada por:
$U = 1,00 \cdot 10^5 - 0,40 \cdot 10^5 = 0,60 \cdot 10^5$ *V, então a carga (Q) total fornecida ao tubo de raios-X vem de:*

$$Q = C \cdot U = 0,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,60 \cdot 10^5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{Q = 0,015\ C}$$

Como a energia (ε) fornecida é obtida pela diferença entre as energias inicial (ε_i) e final (ε_f), da expressão de energia armazenada em um capacitor, temos:

$$\varepsilon = \varepsilon_i - \varepsilon_f = \frac{C}{2} \cdot (U_i^2 - U_f^2) =$$

$$= \frac{0,25 \cdot 10^{-6}}{2} \cdot ((1,00 \cdot 10^5)^2 - (0,40 \cdot 10^5)^2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\varepsilon = 1050\ J}$$

Questão 14

Uma máquina térmica reversível opera entre dois reservatórios térmicos de temperaturas 100 °C e 127 °C, respectivamente, gerando gases aquecidos para acionar uma turbina. A eficiência dessa máquina é melhor representada por

a) 68%. b) 6,8%. c) 0,68%.
d) 21%. e) 2,1%.

alternativa B

Supondo que a máquina opere com sua eficiência máxima, ou seja, segundo o Ciclo de Carnot, a eficiência é dada por:

$$\eta = 1 - \frac{T_F}{T_Q}$$

onde T_F e T_Q representam as temperaturas (em kelvin) das fontes fria e quente, respectivamente. Assim, temos:

$$\eta = 1 - \frac{100 + 273}{127 + 273} \Rightarrow \eta = 0{,}068$$

A eficiência, em porcentagem, é melhor representada por $\boxed{\eta = 6{,}8\%}$.

Obs.: a grandeza (η), apresentada como eficiência, a rigor é definida como rendimento.

Questão 15

Um pedaço de gelo flutua em equilíbrio térmico com uma certa quantidade de água depositada em um balde. À medida que o gelo derrete, podemos afirmar que

a) o nível da água no balde aumenta, pois haverá uma queda de temperatura da água.
b) o nível da água no balde diminui, pois haverá uma queda de temperatura da água.
c) o nível da água no balde aumenta, pois a densidade da água é maior que a densidade do gelo.
d) o nível da água no balde diminui, pois a densidade da água é maior que a densidade do gelo.
e) o nível da água no balde não se altera.

alternativa E

O volume ocupado pela água proveniente da fusão total do gelo é igual ao volume inicial da parte submersa do gelo na água. Portanto, durante o derretimento o nível da água não se altera.

Questão 16

Um pequeno tanque, completamente preenchido com 20,0 l de gasolina a 0^oF, é logo a seguir transferido para uma garagem mantida à temperatura de 70^oF. Sendo $\gamma = 0{,}0012\ ^oC^{-1}$ o coeficiente de expansão volumétrica da gasolina, a alternativa que melhor expressa o volume de gasolina que vazará em conseqüência do seu aquecimento até a temperatura da garagem é

a) 0,507 l b) 0,940 l c) 1,68 l
d) 5,07 l e) 0,17 l

alternativa B

Desprezando a dilatação do tanque, o volume de gasolina que vazará corresponde à variação do volume de gasolina (ΔV) devido à dilatação térmica. Assim, temos:

$$\left|\begin{array}{l} \Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta\theta \\ \theta_1 = 0\,^oF = -18\,^oC \Rightarrow \\ \theta_2 = 70^oF = 21^oC \end{array}\right.$$

$$\Rightarrow \Delta V = 20{,}0 \cdot (21 - (-18)) \cdot 0{,}0012 = 0{,}94\ \ell$$

Portanto, a alternativa que melhor expressa o volume de gasolina que vazará é $\boxed{\Delta V = 0{,}940\ \ell}$

Questão 17

Deseja-se enrolar um solenóide de comprimento z e diâmetro D, utilizando-se uma única camada de fio de cobre de diâmetro d enrolado o mais junto possível. A uma temperatura de 75 °C, a resistência por unidade de comprimento do fio é r. Afim de evitar que a temperatura ultrapasse os 75 °C, pretende-se restringir a um valor P a potência dissipada por efeito Joule. O máximo valor do campo de indução magnética que se pode obter dentro do solenóide é

a) $B_{max} = \mu_0 \left(\frac{P}{rDzd}\right)^{\frac{1}{2}}$.

b) $B_{max} = \mu_0 \left(\frac{\pi P}{rDzd}\right)$.

c) $B_{max} = \mu_0 \left(\frac{2P}{\pi rDzd}\right)$.

d) $B_{max} = \mu_0 \left(\dfrac{P}{\pi r D z d}\right)$.

e) $B_{max} = \mu_0 \left(\dfrac{P}{\pi r D z d}\right)^{\frac{1}{2}}$.

alternativa E

Sendo o campo de indução magnética máximo ($B_{máx.}$) para a resistência (R) do fio a 75°C, temos:

$$\left|\begin{array}{l} B_{máx.} = \mu_0 \cdot n \cdot i_{máx.} \\ n = \dfrac{\frac{z}{d}}{z} = \dfrac{1}{d} \\ i_{máx.} = \left(\dfrac{P}{R}\right)^{\frac{1}{2}} \\ R = r \cdot \pi \cdot D \cdot \dfrac{z}{d} \end{array}\right. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B_{máx.} = \mu_0 \cdot \frac{1}{d}\left(\frac{P \cdot d}{r \cdot \pi \cdot D \cdot z}\right)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{B_{máx.} = \mu_0 \left(\frac{P}{\pi \cdot r \cdot D \cdot z \cdot d}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

Questão 18

Um pesquisador percebe que a freqüência de uma nota emitida pela buzina de um automóvel parece cair de 284 hz para 266 hz à medida que o automóvel passa por ele. Sabendo que a velocidade do som no ar é 330 m/s, qual das alternativas melhor representa a velocidade do automóvel?

a) 10,8 m/s b) 21,6 m/s c) 5,4 m/s
d) 16,2 m/s e) 8,6 m/s

alternativa A

Considerando que quando o automóvel se aproxima da fonte sua velocidade (v_f) é negativa e quando se afasta, positiva, do efeito Doppler, temos:

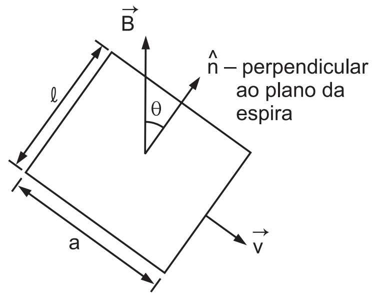
$$\left.\begin{array}{l} \text{Aproximação: } f' = \dfrac{f \cdot v}{v - v_f} \\ \text{Afastamento: } f'' = \dfrac{f \cdot v}{v + v_f} \end{array}\right| \Rightarrow \left|\begin{array}{l} 284 = \dfrac{f \cdot 330}{330 - v_f} \\ 266 = \dfrac{f \cdot 330}{330 + v_f} \end{array}\right.$$

Dividindo uma expressão pela outra, obtemos:

$$\frac{284}{266} = \frac{330 + v_f}{330 - v_f} \Rightarrow \boxed{v_f = 10{,}8 \text{ m/s}}$$

Questão 19

A figura mostra uma espira condutora que se desloca com velocidade constante v numa região com campo magnético uniforme no espaço e constante no tempo. Este campo magnético forma um ângulo θ com o plano da espira. A força eletromotriz máxima produzida pela variação de fluxo magnético no tempo ocorre quando



a) θ = 0° b) θ = 30° c) θ = 45°
d) θ = 60° e) n.d.a.

alternativa E

O fluxo de indução magnética (ϕ) pela espira é dado por $\phi = B \cdot a \cdot \ell \cos\theta$. Como o campo $\vec{B}$ é uniforme e constante no tempo e a, ℓ e cosθ são constantes (a espira está inteiramente imersa no campo) o fluxo (ϕ) é constante e a tensão induzida é nula o tempo todo. Assim, consideramos que a alternativa E é a mais adequada.

Questão 20

Um trecho da música “Quanta”, de Gilberto Gil, é reproduzido no destaque a seguir.

> Fragmento infinitésimo,
> Quase que apenas mental,
> Quantum granulado no mel,
> Quantum ondulado do sal,
> Mel de urânio, sal de rádio
> Qualquer coisa quase ideal.

As frases “Quantum granulado no mel” e “Quantum ondulado do sal” relacionam-se, na Física, com

a) Conservação de Energia.
b) Conservação da Quantidade de Movimento.

c) Dualidade Partícula-onda.
d) Princípio da Causalidade.
e) Conservação do Momento Angular.

alternativa C

As frases relacionam-se com a dualidade partícula-onda, onde o termo "granulado" refere-se à partícula e "ondulado" refere-se à onda.
Todas as ondas eletromagnéticas, incluindo a luz, têm natureza dual. Quando viajam pelo espaço, comportam-se como ondas, dando origem aos efeitos de interferência e difração. Mas, quando a radiação eletromagnética interage com átomos e moléculas, o feixe de luz, por exemplo, atua como uma corrente de corpúsculos de energia chamados fótons ou quanta de luz.

As questões dissertativas, numeradas de 21 a 30, devem ser respondidas no caderno de soluções.

Questão 21

Estamos habituados a tomar sucos e refrigerantes usando canudinhos de plástico. Neste processo estão envolvidos alguns conceitos físicos importantes. Utilize seus conhecimentos de física para estimar o máximo comprimento que um canudinho pode ter e ainda permitir que a água chegue até a boca de uma pessoa. Considere que o canudinho deve ser sugado sempre na posição vertical. Justifique suas hipóteses e assuma, quando julgar necessário, valores para as grandezas físicas envolvidas.
Dado: 1 atm = $1{,}013\,10^5$ N/m^2

Resposta

Ao sugarmos o ar de dentro do canudinho, diminuímos a pressão interna do mesmo. Dessa forma, a pressão atmosférica atuante sobre o líquido faz com que o mesmo suba pelo canudo, gerando um desnível entre o líquido de dentro e de fora do canudo.
Supondo a situação ideal, em que a pressão interna no canudo é nula, e admitindo que $\rho = 10^3\ kg/m^3$ e $g = 10\ m/s^2$, temos que o desnível máximo ($\Delta h_{máx.}$) é dado por:

$p_{atm} = \rho \cdot g \cdot \Delta h_{máx.} \Rightarrow$
$\Rightarrow 1{,}013 \cdot 10^5 = 10^3 \cdot 10 \cdot \Delta h_{máx.} \Rightarrow$
$\Rightarrow \Delta h_{máx.} = 10{,}13\ m$

Assim, o máximo comprimento do canudo é o obtido na situação ideal, ou seja, 10,13 m.

Questão 22

Mediante chave seletora, um chuveiro elétrico tem a sua resistência graduada para dissipar 4,0kW no inverno, 3,0kW no outono, 2,0kW na primavera e 1,0kW no verão. Numa manhã de inverno, com temperatura ambiente de 10 ^oC, foram usados 10,0ℓ de água desse chuveiro para preencher os 16% do volume faltante do aquário de peixes ornamentais, de modo a elevar sua temperatura de 23 ^oC para 28 ^oC. Sabe-se que 20% da energia é perdida no aquecimento do ar, a densidade da água é $\rho = 1{,}0 g/cm^3$ e calor específico da água é 4,18J/gK. Considerando que a água do chuveiro foi colhida em 10 minutos, em que posição se encontrava a chave seletora? Justifique.

Resposta

Considerando que $v = 10\ \ell$ correspondem a 16% do volume total do aquário, o volume inicial (V) de água é dado por:

volume (ℓ)	%
10,0 ℓ	16
V	84

$\Rightarrow V = 52{,}5\ \ell$

Assim, a temperatura dos $v = 10{,}0\ \ell$ de água a serem adicionados aos $V = 52{,}5\ \ell$ à temperatura $\theta_i = 23^oC$, para obtermos 62,5 ℓ à temperatura $\theta_f = 28^oC$ é dada por:

$v \cdot \cancel{\rho} \cdot \cancel{c}(\theta_f - \theta) + V \cdot \cancel{\rho} \cdot \cancel{c}(\theta_f - \theta_i) = 0 \Rightarrow$
$\Rightarrow 10 \cdot (28 - \theta) + 52{,}5 \cdot (28 - 23) = 0 \Rightarrow$
$\Rightarrow \theta = 54{,}25^oC$

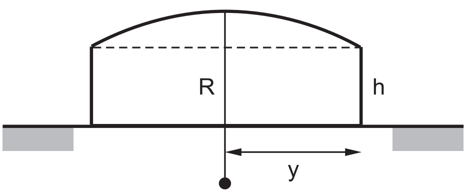
Para que, em $\Delta t = 10\ min = 10 \cdot 60\ s$, o volume de água $v = 10{,}0\ \ell$ seja aquecido de $\theta_i' = 10^oC$ até $\theta = 54{,}25^oC$, com um rendimento $n = 100\% - 20\% = 80\% = 0{,}8$, é necessária uma potência elétrica (P) dada por:

$n \cdot P \cdot \Delta t = v \cdot \rho \cdot c(\theta - \theta_i') \Rightarrow$
$\Rightarrow 0{,}8 \cdot P \cdot 10 \cdot 60 =$
$= 10{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 4{,}18(54{,}25 - 10) \Rightarrow$
$\Rightarrow P = 3{,}8 \cdot 10^3\ W = 3{,}8\ kW$

Concluímos, portanto, que a chave seletora se encontrava na posição inverno (4,0 kW).
Obs.: o calor específico da água é 4,18 J/(g · K).

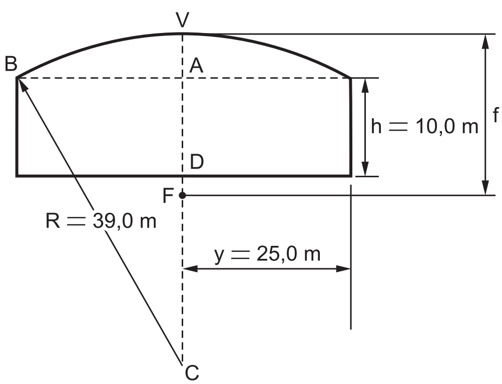
Questão 23

Um ginásio de esportes foi projetado na forma de uma cúpula com raio de curvatura R = 39,0m, apoiada sobre uma parede lateral cilíndrica de raio y = 25,0m e altura h = 10,0m, como mostrado na figura. A cúpula comporta-se como um espelho esférico de distância focal $f = \frac{R}{2}$, refletindo ondas sonoras, sendo seu topo o vértice do espelho. Determine a posição do foco relativa ao piso do ginásio. Discuta, em termos físicos as conseqüências práticas deste projeto arquitetônico.



Resposta

Para verificar, o comportamento das ondas sonoras, o topo (vértice) do ginásio e a distância focal podem ser calculados utilizando-se a figura a seguir:



$AC^2 = R^2 - y^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow AC^2 = (39,0)^2 - (25,0)^2 \Rightarrow AC = 29,9$ m

Portanto, o topo do ginásio tem uma altura que é dada por:

$VD = h + (R - AC) \Rightarrow$

$\Rightarrow VD = 10,0 + (39,0 - 29,9) \Rightarrow VD = 19,1$ m

Como a distância focal (f) é de 19,5 m, a posição do foco em relação ao piso do ginásio é 0,4 m abaixo do piso.

Como para a obtenção de eco devemos ter medidas maiores que 17,0 m, podemos concluir que teremos eco para sons refletidos nas paredes e na cúpula do ginásio.

Para uma distância focal de 19,5 m, o foco se encontra praticamente no ponto D (praticamente no piso do ginásio); ondas incidentes, com raios de onda paralelos a VC, devem refletir na cúpula e convergir para o foco (praticamente o centro do ginásio), provocando alta intensidade sonora nessa região.

Os raios das ondas sonoras com origem praticamente no foco (centro do ginásio) serão refletidos, pela cúpula, paralelamente a VC.

Questão 24

Billy sonha que embarcou em uma nave espacial para viajar até o distante planeta Gama, situado a 10,0 anos-luz da Terra. Metade do percurso é percorrida com aceleração de 15 m/s^2, e o restante com desaceleração de mesma magnitude. Desprezando a atração gravitacional e efeitos relativistas, estime o tempo total em meses de ida e volta da viagem do sonho de Billy. Justifique detalhadamente.

Resposta

Como a magnitude da aceleração na primeira metade do percurso é igual a da desaceleração na segunda metade, o tempo (t) gasto em cada metade é o mesmo.

Sendo 1 ano-luz =

$= 365,25 \cdot 24 \cdot 3\,600 \cdot 3 \cdot 10^8$ m $= 9,5 \cdot 10^{15}$ m,

da equação horária do MUV para a primeira metade do percurso, vem:

$$\Delta S = \cancel{v_0}^{\,0} \cdot t + a\frac{t^2}{2} \Rightarrow 5 \cdot 9,5 \cdot 10^{15} = 15\frac{t^2}{2} \Rightarrow$$

$\Rightarrow t = 8,0 \cdot 10^7$ s

O tempo total (T) de ida e volta da viagem é dado por:

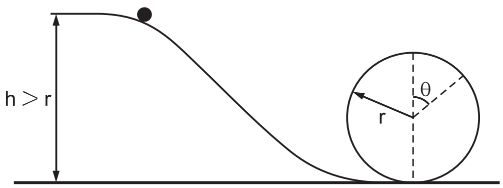
$T = 4 \cdot t = 4 \cdot 8,0 \cdot 10^7 s =$

$$= \frac{3,2 \cdot 10^8}{3\,600 \cdot 24 \cdot 30} \text{ meses} \Rightarrow \boxed{T = 1,2 \cdot 10^2 \text{ meses}}$$

Obs.: caso Billy viajasse com a velocidade da luz na ida e na volta, o tempo da viagem seria de 20 anos = 240 meses. Assim, é necessário que Billy, em seu sonho, atinja uma velocidade máxima maior que a velocidade da luz.

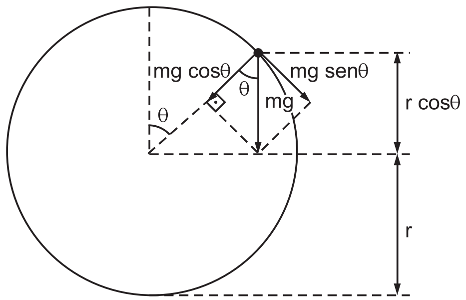
Questão 25

Uma massa é liberada a partir do repouso de uma altura h acima do nível do solo e desliza sem atrito em uma pista que termina em um "loop" de raio r, conforme indicado na figura. Determine o ângulo θ relativo à vertical e ao ponto em que a massa perde o contato com a pista. Expresse sua resposta como função da altura h, do raio r e da aceleração da gravidade g.



Resposta

No instante em que a massa perde o contato com a pista, as forças que atuam na massa estão indicadas a seguir:



A resultante centrípeta que atua sobre a massa é dada por:

$$R_{cp} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow mg \cdot \cos\theta = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = rg \cdot \cos\theta \quad (I)$$

Sendo o sistema conservativo e adotando $E_g = 0$ *no ponto mais baixo da trajetória, temos que:*

$$E_m^{inicial} = E_m^{final} \Rightarrow \cancel{m}gh = \cancel{m}g(r + r \cdot \cos\theta) +$$

$$+ \frac{\cancel{m}v^2}{2} \Rightarrow 2gh = 2gr + 2gr \cdot \cos\theta + v^2$$

Substituindo (I) na expressão anterior, vem:

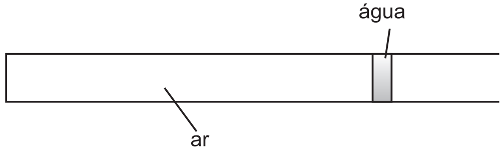
$$2\cancel{g}h = 2\cancel{g}r + 2r\cancel{g} \cdot \cos\theta + r\cancel{g} \cdot \cos\theta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos\theta = \frac{2}{3}\left(\frac{h}{r} - 1\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\theta = \arc\cos\left[\frac{2}{3}\left(\frac{h}{r} - 1\right)\right] \text{ para } r < h < 2{,}5r}$$

Questão 26

Um tubo capilar fechado em uma extremidade contém uma quantidade de ar aprisionada por um pequeno volume de água. A 7,0 °C e à pressão atmosférica (76,0cm Hg) o comprimento do trecho com ar aprisionado é de 15,0cm. Determine o comprimento do trecho com ar aprisionado a 17,0 °C. Se necessário, empregue os seguintes valores da pressão de vapor da água: 0,75cm Hg a 7,0 °C e 1,42cm Hg a 17,0 °C.



Resposta

Sendo a pressão atmosférica a soma das pressões parciais do ar e de vapor da água, A a secção transversal do tubo capilar e L seu comprimento a 17,0°C, utilizando a Lei Geral dos Gases Perfeitos, para o ar, temos:

$$\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{pV}{T} \Rightarrow \frac{(76{,}0 - 0{,}75) \cdot \cancel{A} \cdot 15{,}0}{(7{,}0 + 273)} =$$

$$= \frac{(76{,}0 - 1{,}42) \cdot \cancel{A} \cdot L}{(17{,}0 + 273)} \Rightarrow \boxed{L = 15{,}7 \text{ cm}}$$

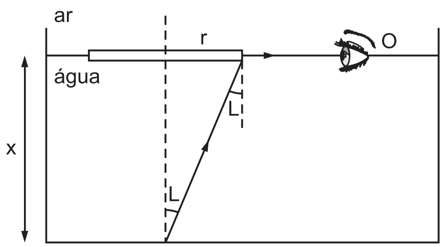
Questão 27

Uma pequena pedra repousa no fundo de um tanque de x m de profundidade. Determine o menor raio de uma cobertura circular, plana, paralela à superfície da água que, flutuando sobre a superfície da água diretamente acima da pedra, impeça completamente a visão desta por um observador ao lado do tanque, cuja vista se encontra no nível da água. Justifique.

Dado: índice de refração da água $n_w = \frac{4}{3}$.

Resposta

Para que o observador não veja a pedra, a luz incidente na superfície da água deve sofrer reflexão total. Para que isso aconteça, o ângulo de incidência deve ser maior que o ângulo limite (L). Para o ângulo limite, temos a figura a seguir:



Da figura, temos que:

$$\text{sen } L = \frac{r}{\sqrt{r^2 + x^2}} \quad (I)$$

Da definição de ângulo limite temos:

$$\text{sen } L = \frac{n_{ar}}{n_w} \Rightarrow \text{sen } L = \frac{1}{\frac{4}{3}} \Rightarrow \text{sen } L = \frac{3}{4} \quad (II)$$

Igualando (I) e (II), temos:

$$\frac{r}{\sqrt{r^2 + x^2}} = \frac{3}{4} \Rightarrow r = \frac{3\sqrt{7}}{7} \cdot x$$

Assim, considerando que o observador recebe um raio com emergência rasante, para que a visão da pedra não seja possível, a cobertura circular deve ter um raio R > r, ou seja:

$$\boxed{R > \frac{3\sqrt{7}}{7} \cdot x \text{ m}}$$

Questão 28

Colaborando com a campanha de economia de energia, um grupo de escoteiros construiu um fogão solar, consistindo de um espelho de alumínio curvado que foca a energia térmica incidente sobre uma placa coletora. O espelho tem um diâmetro efetivo de 1,00m e 70% da radiação solar incidente é aproveitada para de fato aquecer uma certa quantidade de água. Sabemos ainda que o fogão solar demora 18,4 minutos para aquecer 1,00 ℓ de água desde a temperatura de 20 °C até 100 °C, e que 4,186 10^3 J é a energia necessária para elevar a temperatura de 1,00 ℓ de água de 1,000 K. Com base nos dados, estime a intensidade irradiada pelo Sol na superfície da Terra, em W/m^2. Justifique.

Resposta

Vamos admitir que o diâmetro efetivo (d) deva ser usado para o cálculo da área ($A = \frac{\pi d^2}{4}$), que efetivamente recebe as radiações solares.
Sendo o rendimento (η) do processo igual a 70%, a intensidade irradiada (I) pelo Sol na superfície da Terra é dada por:

$$\eta \cdot I = \frac{P}{A} = \frac{\frac{\Delta E}{\Delta t}}{\frac{\pi d^2}{4}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0{,}7 \cdot I = \frac{\dfrac{4{,}186 \cdot 10^3 \frac{J}{^o\cancel{C}} \cdot 80^o\cancel{C}}{18{,}4\ \cancel{min} \cdot 60 \frac{s}{\cancel{min}}}}{\dfrac{3{,}14 \cdot 1{,}00^2\ m^2}{4}} \Rightarrow$$

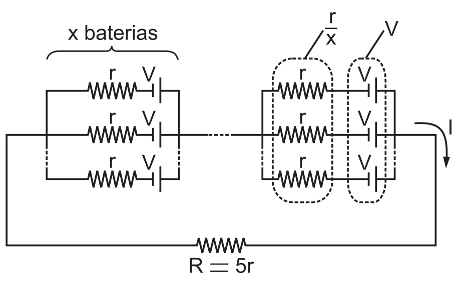
$$\Rightarrow \boxed{I = 552 \frac{W}{m^2}}$$

Questão 29

Você dispõe de um dispositivo de resistência $R = 5\,r$; e de 32 baterias idênticas, cada qual com resistência r e força eletromotriz V. Como seriam associadas as baterias, de modo a obter a máxima corrente que atravesse R? Justifique.

Resposta

Vamos admitir uma associação genérica com conjuntos de x baterias associadas em paralelo, associados, por sua vez, em série, como mostrado a seguir:



Como temos um total de $\frac{32}{x}$ *conjuntos, a corrente (I) é dada por:*

$$\begin{cases} I = \dfrac{\varepsilon_{eq.}}{r_{eq.} + 5r} \\ \varepsilon_{eq.} = \dfrac{32}{x} \cdot V \Rightarrow I = \dfrac{\frac{32}{x} \cdot V}{\frac{32}{x^2} r + 5r} \Rightarrow \\ r_{eq.} = \dfrac{32}{x} \cdot \dfrac{r}{x} \end{cases}$$

$$\Rightarrow I = \underbrace{\frac{32x}{5x^2 + 32}}_{f} \cdot \frac{V}{r}$$

Assim, a corrente será máxima quando a função f *for máxima. Derivando e igualando a zero, temos:*

$$\frac{df}{dx} = 0 \Rightarrow 32(5x^2 + 32) - 32x \cdot 10x = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5x^2 - 32 = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 2{,}53 \\ x' = -2{,}53 \text{ (não serve)} \end{cases}$$

Como x *deve ser um número inteiro, vamos calcular a corrente para* $x = 2$ *e* $x = 3$.
Para $x = 2$, *temos 16 conjuntos de duas baterias. Assim, vem:*

$$I' = \frac{16\ V}{16 \cdot \frac{r}{2} + 5r} = \frac{16}{13} \cdot \frac{V}{r} = 1{,}231 \frac{V}{r}$$

Para $x = 3$, *temos 10 conjuntos de três baterias e 1 de duas. Assim, vem:*

$$I'' = \frac{11\ V}{10 \cdot \frac{r}{3} + \frac{r}{2} + 5r} = \frac{66}{53} \cdot \frac{V}{r} = 1{,}245 \frac{V}{r}$$

Portanto, como $I'' > I'$, *a corrente elétrica (I) será máxima para 10 conjuntos em série de três baterias associadas em paralelo cada, em série com um par de baterias em paralelo.*

Questão 30

Um átomo de hidrogênio tem níveis de energia discretos dados pela equação $E_n = \frac{-13{,}6}{n^2}$ eV, em que $\{n \in Z / n \geq 1\}$. Sabendo que um fóton de energia 10,19 eV excitou o átomo do estado fundamental (n = 1) até o estado p, qual deve ser o valor de p? Justifique.

Resposta

De acordo com o Modelo de Bohr, o estado normal do átomo é o estado no qual o elétron tem a menor energia, isto é, o estado $n = 1$ *(estado fundamental). Sabendo que um sistema em seu estado fundamental somente pode absorver fótons que o levem a um de seus níveis de energia permitidos, temos que:*

$$\Delta E = E_{final} - E_{inicial} \Rightarrow \Delta E = E_p - E_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10{,}19 = \frac{-13{,}6}{p^2} - \left(\frac{-13{,}6}{1^2}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10{,}19 = \frac{-13{,}6}{p^2} + 13{,}6 \Rightarrow -3{,}41 = \frac{-13{,}6}{p^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p^2 = 3{,}99 \Rightarrow \boxed{p = 2}$$