

QUESTÃO 1

Uma criança com uma bola nas mãos está sentada em um “gira-gira” que roda com velocidade angular constante e frequência $f = 0,25$ Hz.

a) Considerando que a distância da bola ao centro do “gira-gira” é 2 m, determine os módulos da velocidade \vec{V}_T e da aceleração \vec{a} da bola, em relação ao chão.

Num certo instante, a criança arremessa a bola horizontalmente em direção ao centro do “gira-gira”, com velocidade \vec{V}_R de módulo 4 m/s, em relação a si.

Determine, para um instante imediatamente após o lançamento,

b) o módulo da velocidade \vec{U} da bola em relação ao chão;

c) o ângulo θ entre as direções das velocidades \vec{U} e \vec{V}_R da bola.

Note e adote:
 $\pi = 3$

Resposta

a) O módulo da velocidade tangencial (V_T) da bola é dado por:

$$V_T = 2\pi Rf = 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 0,25 \Rightarrow V_T = 3 \text{ m/s}$$

Para um MCU, temos:

$$a = a_{cp} = \frac{V_T^2}{R} \Rightarrow a = \frac{3^2}{2} \Rightarrow a = 4,5 \text{ m/s}^2$$

b) Sendo \vec{V}_R perpendicular a \vec{V}_T , o módulo da velocidade (U) da bola em relação ao chão é dado por:

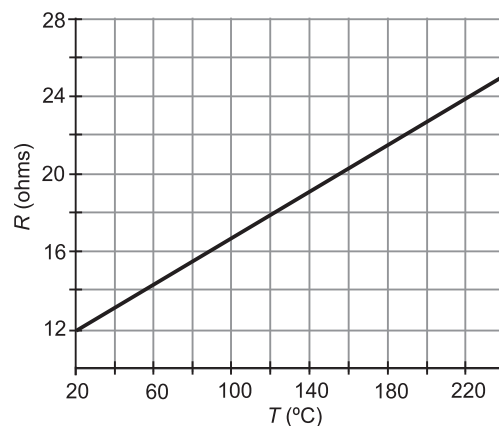
$$U = \sqrt{V_T^2 + V_R^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} \Rightarrow U = 5 \text{ m/s}$$

c) O ângulo (θ) entre as direções das velocidades \vec{U} e \vec{V}_R é dado por:

$$\cos\theta = \frac{V_R}{U} = \frac{4}{5} \Rightarrow \theta = \arccos 0,8$$

QUESTÃO 2

O aquecimento de um forno elétrico é baseado na conversão de energia elétrica em energia térmica em um resistor. A resistência R do resistor desse forno, submetido a uma diferença de potencial V constante, varia com a sua temperatura T . Na figura a seguir é mostrado o gráfico da função $R(T) = R_0 + \alpha(T - T_0)$, sendo R_0 o valor da resistência na temperatura T_0 e α uma constante.



Ao se ligar o forno, com o resistor a 20 °C, a corrente é 10 A. Ao atingir a temperatura T_M , a corrente é 5 A.

Determine a

- constante α ;
- diferença de potencial V ;
- temperatura T_M ;
- potência P dissipada no resistor na temperatura T_M .

Resposta

a) Do gráfico, para os pontos (220°C; 24 Ω) e (20°C; 12 Ω), temos:

$$R(T) = R_0 + \alpha(T - T_0) \Rightarrow 24 = 12 + \alpha(220 - 20) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = 6 \cdot 10^{-2} \text{ } \Omega / ^\circ\text{C}$$

b) Sendo a resistência $R_0 = 12 \text{ } \Omega$ para $T_0 = 20^\circ\text{C}$, a tensão V é dada por:

$$V = R_0 j_0 \Rightarrow V = 12 \cdot 10 \Rightarrow V = 120 \text{ V}$$

c) Como a diferença de potencial V é constante, vem:

$$V = R \cdot i \Rightarrow 120 = R \cdot 5 \Rightarrow R = 24 \Omega$$

Logo, do gráfico, quando $R = 24 \Omega$ temos que $T_M = 220^\circ\text{C}$.

d) A potência (P) dissipada na temperatura $T_M = 220^\circ\text{C}$ é dada por:

$$P = V \cdot i = 120 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{P = 600 \text{ W}}$$

QUESTÃO 3

Um recipiente hermeticamente fechado e termicamente isolado, com volume de 750 l, contém ar inicialmente à pressão atmosférica de 1 atm e à temperatura de 27°C . No interior do recipiente, foi colocada uma pequena vela acesa, de 2,5 g. Sabendo-se que a massa da vela é consumida a uma taxa de 0,1 g/min e que a queima da vela produz energia à razão de $3,6 \times 10^4 \text{ J/g}$, determine

- a potência W da vela acesa;
- a quantidade de energia E produzida pela queima completa da vela;
- o aumento ΔT da temperatura do ar no interior do recipiente, durante a queima da vela;
- a pressão P do ar no interior do recipiente, logo após a queima da vela.

Note e adote:

O ar deve ser tratado como gás ideal.

O volume de 1 mol de gás ideal à pressão atmosférica de 1 atm e à temperatura de 27°C é 25 l.

Calor molar do ar a volume constante:

$$C_v = 30 \text{ J/(mol K)}.$$

Constante universal dos gases:

$$R = 0,08 \text{ atm l/(mol K)}.$$

$$0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}.$$

Devem ser desconsideradas a capacidade térmica do recipiente e a variação da massa de gás no seu interior devido à queima da vela.

Resposta

a) A potência (W) emitida pela vela em 1 min = 60 s é dada por:

$$W = 3,6 \cdot 10^4 \frac{\text{J}}{\text{g}} \cdot 0,1 \frac{\text{g}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{W = 60 \text{ W}}$$

b) A quantidade total de energia (E) produzida é dada por:

$$E = 3,6 \cdot 10^4 \frac{\text{J}}{\text{g}} \cdot 2,5 \text{ g} \Rightarrow \boxed{E = 9,0 \cdot 10^4 \text{ J}}$$

c) Como em 25 L há um mol de gás, o recipiente de 750 L conterá $\frac{750}{25} = 30$ mols.

Assim, após a queima total da vela, temos:

$$E = Q = nC_v\Delta T \Rightarrow 9 \cdot 10^4 = 30 \cdot 30 \cdot \Delta T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta T = 100 \text{ K}}$$

d) Como o ar passa por uma transformação a volume constante, passando da temperatura inicial $T_i = 27 + 273 = 300 \text{ K}$ para a temperatura final $T_f = 300 + 100 = 400 \text{ K}$, da Lei Geral dos Gases, temos:

$$\frac{P_i}{T_i} = \frac{P_f}{T_f} \Rightarrow \frac{1}{300} = \frac{P}{400} \Rightarrow \boxed{P = 1,33 \text{ atm}}$$

QUESTÃO 4

O espelho principal de um dos maiores telescópios refletores do mundo, localizado nas Ilhas Canárias, tem 10 m de diâmetro e distância focal de 15 m. Supondo que, inadvertidamente, o espelho seja apontado diretamente para o Sol, determine

- o diâmetro D da imagem do Sol;
- a densidade S de potência no plano da imagem, em W/m^2 ;
- a variação ΔT da temperatura de um disco de alumínio de massa 0,6 kg colocado no plano da imagem, considerando que ele tenha absorvido toda a energia incidente durante 4 s.

Note e adote:

$$\pi = 3$$

O espelho deve ser considerado esférico.

Distância Terra-Sol = $1,5 \times 10^{11}$ m.

Diâmetro do Sol = $1,5 \times 10^9$ m.

Calor específico do Al = $1 \text{ J}/(\text{g K})$.

Densidade de potência solar incidindo sobre o espelho principal do telescópio = $1 \text{ kW}/\text{m}^2$.

O diâmetro do disco de alumínio é igual ao da imagem do Sol.

Desconsidere perdas de calor pelo disco de alumínio.

Resposta

a) Para um objeto (Sol) no infinito, pela equação dos pontos conjugados, temos que a posição da imagem coincide com a distância focal, ou seja, $p' = 15$ m.

Da equação do aumento linear transversal, vem:

$$\frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{D}{1,5 \cdot 10^9} = -\frac{15}{1,5 \cdot 10^{11}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow D = -0,15 \text{ m}$$

Portanto, o diâmetro D da imagem do Sol será $0,15$ m.

b) Da expressão da densidade de potência para o espelho (S_e), temos:

$$S_e = \frac{P}{A} \Rightarrow 1000 = \frac{P}{3 \cdot \left(\frac{10}{2}\right)^2} \Rightarrow P = 75\,000 \text{ W}$$

Para o plano da imagem, vem:

$$S = \frac{P}{A'} \Rightarrow S = \frac{75\,000}{3 \cdot \left(\frac{0,15}{2}\right)^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = 4,4 \cdot 10^6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

c) Desconsiderando as perdas de calor durante a reflexão no espelho, temos:

$$P \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow 75\,000 \cdot 4 = 600 \cdot 1 \cdot \Delta T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta T = 500 \text{ K}$$

QUESTÃO 5

Uma criança de 30 kg está em repouso no topo de um escorregador plano de $2,5 \text{ m}$ de altura, inclinado 30° em relação ao chão horizontal. Num certo instante, ela começa a deslizar e percorre todo o escorregador.

Determine

- a energia cinética E e o módulo Q da quantidade de movimento da criança, na metade do percurso;
- o módulo F da força de contato entre a criança e o escorregador;
- o módulo a da aceleração da criança.

Note e adote:

Forças dissipativas devem ser ignoradas.

A aceleração local da gravidade é $10 \text{ m}/\text{s}^2$.

$$\text{sen } 30^\circ = \text{cos } 60^\circ = 0,5$$

$$\text{sen } 60^\circ = \text{cos } 30^\circ = 0,9$$

Resposta

a) Do Princípio da Conservação da Energia Mecânica, a velocidade (v) da criança após descer metade da altura, sendo $h = 1,25 \text{ m}$ e adotando este ponto como referencial, temos:

$$E_{m_i} = E_{m_f} \Rightarrow mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow 10 \cdot 1,25 = \frac{v^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = 5 \text{ m/s}$$

Assim, a energia cinética (E) e o módulo da quantidade de movimento (Q) nesse ponto são dados por:

$$\left| \begin{array}{l} E = \frac{mv^2}{2} = \frac{30 \cdot 5^2}{2} \Rightarrow E = 375 \text{ J} \\ Q = mv = 30 \cdot 5 \Rightarrow Q = 150 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \end{array} \right|$$

b) O módulo da força de contato entre o escorregador e a criança, ou seja, a força normal (F), é dado por:

$$F = P \cdot \text{cos } \theta = m \cdot g \cdot \text{cos } 30^\circ = 30 \cdot 10 \cdot 0,9 \Rightarrow$$

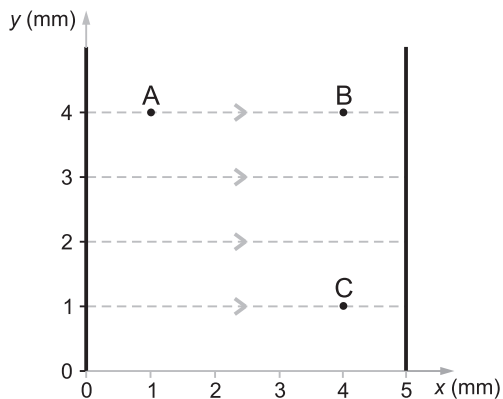
$$\Rightarrow F = 270 \text{ N}$$

c) No plano inclinado sem atrito, temos:

$$\begin{aligned} R &= m \cdot a \Rightarrow \\ R &= P \cdot \sin 30^\circ \\ \Rightarrow \eta \cdot a &= \eta \cdot g \cdot \sin 30^\circ = 10 \cdot 0,5 \Rightarrow \\ \Rightarrow a &= 5 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

QUESTÃO 6

A região entre duas placas metálicas, planas e paralelas está esquematizada na figura a seguir. As linhas tracejadas representam o campo elétrico uniforme existente entre as placas. A distância entre as placas é 5 mm e a diferença de potencial entre elas é 300 V. As coordenadas dos pontos A, B e C são mostradas na figura. Determine



- a) os módulos E_A , E_B e E_C do campo elétrico nos pontos A, B e C, respectivamente;
b) as diferenças de potencial V_{AB} e V_{BC} entre os pontos A e B e entre os pontos B e C, respectivamente;
c) o trabalho τ realizado pela força elétrica sobre um elétron que se desloca do ponto C ao ponto A.

Note e adote:
O sistema está em vácuo.
Carga do elétron = $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Resposta

a) O campo elétrico é uniforme na região entre as placas metálicas. Assim, $E_A = E_B = E_C = E = \frac{U}{d}$, onde U é a diferença de potencial entre as duas placas e d é a distância entre elas.

Assim, temos:

$$E_A = E_B = E_C = \frac{300}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_A = E_B = E_C = 60 \frac{\text{V}}{\text{mm}}$$

b) A diferença de potencial V_{AB} é:

$$V_{AB} = E \cdot d_{AB} \Rightarrow V_{AB} = 60 \cdot 3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{AB} = 180 \text{ V}$$

Sendo d_{BC} a distância medida ao longo das linhas do campo elétrico, V_{BC} é:

$$V_{BC} = E \cdot d_{BC} \Rightarrow V_{BC} = 60 \cdot 0 \Rightarrow V_{BC} = 0 \text{ V}$$

c) O trabalho τ realizado pela força elétrica sobre um elétron que se desloca do ponto C ao ponto A, é:

$$\begin{aligned} \tau &= -e \cdot V_{CA} \Rightarrow \tau = (-1,6 \cdot 10^{-19}) \cdot (-180) \Rightarrow \\ V_{CA} &= -V_{AB} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \tau = 2,88 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$