

QUESTÃO 1

A Agência Espacial Brasileira está desenvolvendo um veículo lançador de satélites (VLS) com a finalidade de colocar satélites em órbita ao redor da Terra. A agência pretende lançar o VLS em 2016, a partir do Centro de Lançamento de Alcântara, no Maranhão.

a) Considere que, durante um lançamento, o VLS percorre uma distância de 1200 km em 800 s. Qual é a velocidade média do VLS nesse trecho?

b) Suponha que no primeiro estágio do lançamento o VLS suba a partir do repouso com aceleração resultante constante de módulo a_R . Considerando que o primeiro estágio dura 80 s, e que o VLS percorre uma distância de 32 km, calcule a_R .

Resposta

a) Da definição de velocidade escalar média, vem:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1200}{800} \Rightarrow \boxed{v_m = 1,5 \frac{\text{km}}{\text{s}}}$$

b) Para a distância de 32 km = 32 000 m, da equação horária da posição em um MUV, temos:

$$\Delta S = v_0 \cdot t + a_R \cdot \frac{t^2}{2} \Rightarrow$$

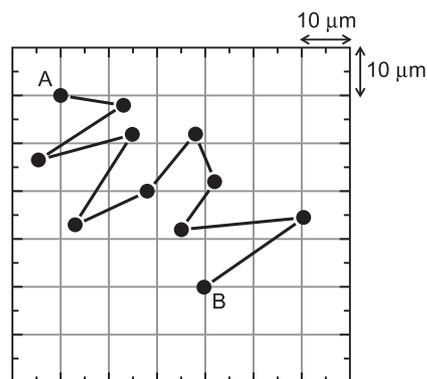
$$\Rightarrow 32\,000 = a_R \cdot \frac{(80)^2}{2} \Rightarrow \boxed{a_R = 10 \text{ m/s}^2}$$

QUESTÃO 2

Movimento browniano é o deslocamento aleatório de partículas microscópicas suspensas em um fluido, devido às colisões com moléculas do fluido em agitação térmica.

a) A figura a seguir mostra a trajetória de uma partícula em movimento browniano em um líquido após várias colisões. Saben-

do-se que os pontos negros correspondem a posições da partícula a cada 30 s, qual é o módulo da velocidade média desta partícula entre as posições A e B?



b) Em um de seus famosos trabalhos, Einstein propôs uma teoria microscópica para explicar o movimento de partículas sujeitas ao movimento browniano. Segundo essa teoria, o valor eficaz do deslocamento de uma partícula em uma dimensão é dado por $I = \sqrt{2Dt}$, onde t é o tempo em segundos e $D = kT/r$ é o coeficiente de difusão de uma partícula em um determinado fluido, em que $k = 3 \times 10^{-18} \text{ m}^3/\text{sK}$, T é a temperatura absoluta e r é o raio da partícula em suspensão. Qual é o deslocamento eficaz de uma partícula de raio $r = 3 \mu\text{m}$ neste fluido a $T = 300 \text{ K}$ após 10 minutos?

Resposta

a) A distância entre os pontos inicial e final da trajetória é de:

$$d = \sqrt{30^2 + 40^2} \Rightarrow d = 50 \mu\text{m}$$

Como entre os pontos A e B há 10 trechos (pontos negros), o intervalo de tempo decorrido é de $\Delta t = 30 \cdot 10 = 300 \text{ s}$. Assim, o módulo da velocidade vetorial média é dado por:

$$|\vec{v}_m| = \frac{d}{\Delta t} = \frac{50}{300} \Rightarrow \boxed{|\vec{v}_m| = 0,17 \mu\text{m/s}}$$

b) De acordo com a fórmula fornecida, temos:

$$\left| \begin{aligned} l &= \sqrt{2Dt} \\ D &= \frac{kT}{r} \Rightarrow l = \sqrt{2 \frac{kTt}{r}} \Rightarrow \\ \Rightarrow l &= \sqrt{\frac{2 \cdot 3 \cdot 10^{-18} \cdot 300 \cdot 10 \cdot 60}{3 \cdot 10^{-6}}} = \\ &= 6,0 \cdot 10^{-4} \text{ m} \Rightarrow \boxed{l = 600 \mu\text{m}} \end{aligned} \right.$$

QUESTÃO 3

Jetlev é um equipamento de diversão movido a água. Consiste em um colete conectado a uma mangueira que, por sua vez, está conectada a uma bomba de água que permanece submersa. O aparelho retira água do mar e a transforma em jatos para a propulsão do piloto, que pode ser elevado a até 10 metros de altura (ver figura a seguir).



a) Qual é a energia potencial gravitacional, em relação à superfície da água, de um piloto de 60 kg, quando elevado a 10 metros de altura?

b) Considere que o volume de água por unidade de tempo que entra na mangueira na superfície da água é o mesmo que sai nos jatos do colete, e que a bomba retira água do mar a uma taxa de 30 litros/s. Lembre-se que o Impulso \vec{I} de uma força constante \vec{F} , dado pelo produto desta força pelo intervalo de tempo Δt de sua aplicação $\vec{I} = \vec{F}\Delta t$,

é igual, em módulo, à variação da quantidade de movimento ΔQ do objeto submetido a esta força. Calcule a diferença de velocidade entre a água que passa pela mangueira e a que sai nos jatos quando o colete propulsor estiver mantendo o piloto de $m = 60$ kg em repouso acima da superfície da água. Considere somente a massa do piloto e use a densidade da água como $\rho = 1$ kg/litro.

Resposta

a) A energia potencial gravitacional E_g do piloto é dada por:

$$E_g = mgh = 60 \cdot 10 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{E_g = 6,0 \cdot 10^3 \text{ J}}$$

b) Do teorema do impulso, aplicado à água, e como a força aplicada ao homem pela água deve equilibrar seu peso P , temos:

$$\left| \begin{aligned} F \cdot \Delta t &= \Delta Q \\ F = P &\Rightarrow P \cdot \Delta t = m\Delta v \Rightarrow P = \frac{m}{\Delta t} \cdot \Delta v \Rightarrow \\ \Delta Q &= m\Delta v \end{aligned} \right.$$

$$\Rightarrow 60 \cdot 10 = 30 \cdot \Delta v \Rightarrow \boxed{\Delta v = 20 \text{ m/s}}$$

QUESTÃO 4

Alguns experimentos muito importantes em física, tais como os realizados em grandes aceleradores de partículas, necessitam de um ambiente com uma atmosfera extremamente rarefeita, comumente denominada de ultra-alto-vácuo. Em tais ambientes a pressão é menor ou igual a 10^{-6} Pa.

a) Supondo que as moléculas que compõem uma atmosfera de ultra-alto-vácuo estão distribuídas uniformemente no espaço e se comportam como um gás ideal, qual é o número de moléculas por unidade de volume em uma atmosfera cuja pressão seja $P = 3,2 \times 10^{-8}$ Pa, à temperatura ambiente $T = 300$ K? Se necessário, use: Número de Avogrado $N_A = 6 \times 10^{23}$ e a Constante universal dos gases ideais $R = 8 \text{ J/molK}$.

b) Sabe-se que a pressão atmosférica diminui com a altitude, de tal forma que, a centenas de quilômetros de altitude, ela se aproxima do vácuo absoluto. Por outro lado, pressões

acima da encontrada na superfície terrestre podem ser atingidas facilmente em uma submersão aquática. Calcule a razão P_{sub}/P_{nave} entre as pressões que devem suportar a carcaça de uma nave espacial (P_{nave}) a centenas de quilômetros de altitude e a de um submarino (P_{sub}) a 100 m de profundidade, supondo que o interior de ambos os veículos se encontra à pressão de 1 atm. Considere a densidade da água como $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.

Resposta

a) A partir da equação de estado dos gases ideais, temos:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow 3,2 \cdot 10^{-8} \cdot V = n \cdot 8 \cdot 300 \Rightarrow n = \frac{4}{3} \cdot 10^{-11} \cdot V \text{ mols}$$

Dado o número de Avogadro (N_A), o número de moléculas por unidade de volume $\left(\frac{N}{V}\right)$ é dado por:

$$N = N_A \cdot n = 6 \cdot 10^{23} \cdot \frac{4}{3} \cdot 10^{-11} \cdot V \Rightarrow \Rightarrow \boxed{\frac{N}{V} = 8 \cdot 10^{12} \text{ moléculas/m}^3}$$

b) Pela Lei de Stevin, temos que:

$$\begin{cases} P_{sub} = \rho \cdot g \cdot h_{sub} \Rightarrow P_{sub} = 1000 \cdot 10 \cdot 100 \Rightarrow \\ h_{sub} = 100 \text{ m} \\ \Rightarrow P_{sub} = 10^6 \text{ Pa} \end{cases}$$

Com a nave a centenas de quilômetros de altitude, temos que $P_{nave} = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$. Assim, a razão pedida é dada por:

$$\frac{P_{sub}}{P_{nave}} = \frac{10^6}{10^5} \Rightarrow \boxed{\frac{P_{sub}}{P_{nave}} = 10}$$

QUESTÃO 5

O primeiro trecho do monotrilho de São Paulo, entre as estações Vila Prudente e Oratório, foi inaugurado em agosto de 2014. Uma das vantagens do trem utilizado em São Paulo é que cada carro é feito de ligas de alumínio, mais leve que o aço, o que, ao lado de um motor mais eficiente, permite ao trem atingir uma velocidade de oitenta quilômetros por hora.

a) A densidade do aço é $d_{aço} = 7,9 \text{ g/cm}^3$ e a do alumínio é $d_{Al} = 2,7 \text{ g/cm}^3$. Obtenha a razão $\left(\frac{\tau_{aço}}{\tau_{Al}}\right)$ entre os trabalhos realizados pelas forças resultantes que aceleram dois trens de dimensões idênticas, um feito de aço e outro feito de alumínio, com a mesma aceleração constante de módulo a , por uma mesma distância l .

b) Outra vantagem do monotrilho de São Paulo em relação a outros tipos de transporte urbano é o menor nível de ruído que ele produz. Considere que o trem emite ondas esféricas como uma fonte pontual. Se a potência sonora emitida pelo trem é igual a $P = 1,2 \text{ mW}$, qual é o nível sonoro S em dB, a uma distância $R = 10 \text{ m}$ do trem? O nível sonoro S em dB é dado pela expressão $S = 10 \text{ dB} \log \frac{I}{I_0}$, em que I é a intensidade

da onda sonora e $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ é a intensidade de referência padrão correspondente ao limiar da audição do ouvido humano.

Resposta

a) Para o trabalho resultante realizado por uma força constante, temos:

$$\begin{cases} \vec{R} \cdot \vec{\tau} = R \cdot l \\ R = m \cdot a \Rightarrow \vec{R} \cdot \vec{\tau} = d \cdot V \cdot a \cdot l \\ m = d \cdot V \end{cases}$$

Para a mesma dimensão (V), mesma aceleração (a) e mesma distância (l), vem:

$$\begin{cases} \tau_{aço} = 7,9 \cdot V \cdot a \cdot l \Rightarrow \boxed{\frac{\tau_{aço}}{\tau_{Al}} = 2,9} \\ \tau_{Al} = 2,7 \cdot V \cdot a \cdot l \end{cases}$$

b) A intensidade I é dada por:

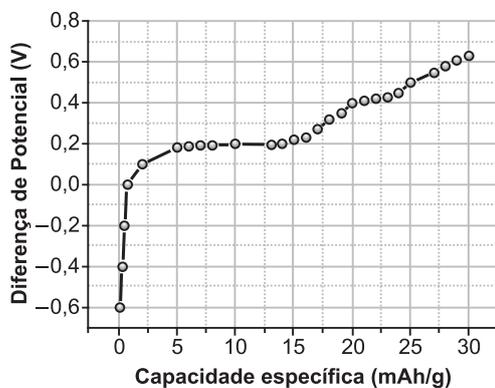
$$\begin{aligned} P &= IA \Rightarrow P = I \cdot 4\pi \cdot R^2 \Rightarrow \\ &\Rightarrow 1,2 \cdot 10^{-3} = I \cdot 4 \cdot 3 \cdot (10)^2 \Rightarrow \\ &\Rightarrow I = 1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

Para o nível sonoro, vem:

$$\begin{aligned} S &= 10 \text{ dB} \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow S = 10 \text{ dB} \log \frac{10^{-6}}{10^{-12}} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \boxed{S = 60 \text{ dB}} \end{aligned}$$

QUESTÃO 6

Um desafio tecnológico atual é a produção de baterias biocompatíveis e biodegradáveis que possam ser usadas para alimentar dispositivos inteligentes com funções médicas. Um parâmetro importante de uma bateria biocompatível é sua capacidade específica (C), definida como a sua carga por unidade massa, geralmente dada em mAh/g. O gráfico abaixo mostra de maneira simplificada a diferença de potencial de uma bateria à base de melanina em função de C .



a) Para uma diferença de potencial de 0,4 V, que corrente média a bateria de massa $m = 5,0$ g fornece, supondo que ela se descarregue completamente em um tempo $t = 4$ h?

b) Suponha que uma bateria preparada com $C = 10$ mAh/g esteja fornecendo uma corrente constante total $i = 2$ mA a um dispositivo. Qual é a potência elétrica fornecida ao dispositivo nessa situação?

Resposta

a) Do gráfico, para uma d.d.p. de 0,4 V, temos que:

$$\frac{\Delta Q}{m} = 20 \frac{\text{mAh}}{\text{g}}$$

Assim, para uma massa $m = 5,0$ g, vem:

$$\frac{\Delta Q}{5} = 20 \Rightarrow \Delta Q = 100 \text{ mAh}$$

Da definição de intensidade de corrente elétrica média, temos:

$$i_m = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{100}{4} \Rightarrow \boxed{i_m = 25 \text{ mA}}$$

b) Do gráfico, podemos concluir que, para uma capacidade específica $C = 10 \frac{\text{mAh}}{\text{g}}$, a diferença de potencial correspondente é $V = 0,2$ V.

Assim, da definição de potência elétrica, vem:

$$P = i \cdot V = 2 \cdot 0,2 \Rightarrow \boxed{P = 0,4 \text{ mW}}$$

Física – Exame clássico

Com uma boa contextualização, mesmo com a redução do número de questões, a prova de Física foi abrangente. As questões exigiram boa interpretação e muitos cálculos. Apresentando pequena redução no grau de dificuldade, tivemos uma boa prova.