

Nome: _____

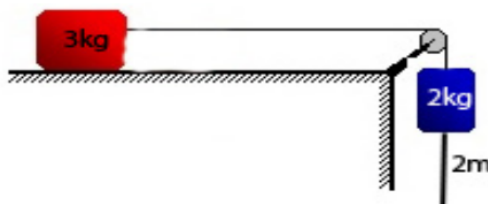
Pólo: _____

Observação: Em todas as questões, explique passo a passo todas as etapas do seu desenvolvimento. Não se limite à aplicação de fórmulas. Desse modo, resultados parciais e evidências de compreensão do conteúdo pertinente podem ser considerados e pontuados.

	Valor	Nota
1ª Questão	1.5	
2ª Questão	1.5	
3ª Questão	2.0	
4ª Questão	1.0	
5ª Questão	2.0	
6ª Questão	1.0	
7ª Questão	1.0	
Total	10.0	

1ª Questão

Um bloco de 3kg repousa sobre uma estante horizontal. Ele é fixado a um bloco de 2kg através de um cabo leve, conforme a figura. (a) Qual é o menor coeficiente de atrito estático de modo que os blocos permaneçam em repouso? (b) Se o coeficiente de atrito estático for menor do que o obtido no item (a) e se o coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco e a estante é de 0,3, determine o tempo gasto para o bloco de 2kg cair por 2m até o piso se o sistema parte do repouso.



Solução:

(a) A massa de 2kg corresponde a um peso de 20N (supondo que a aceleração da gravidade seja 10m/s^2). Como o que impede o bloco de 3kg de deslizar é o atrito estático, a força de atrito terá que compensar a força de 20N que puxa o bloco para a direita (cf a figura). Assim, como o bloco pesa $3\text{kg} \times 10\text{m/s}^2 = 30\text{N}$, na situação de repouso a normal tem esta mesma intensidade. Assim, $f_a = 30\text{N}$ e $a = 20\text{N}$ equilibra as

forças horizontais sobre o bloco de 3kg, mantendo-o parado. Assim, $\mu = 2/3$ é o menor coeficiente de atrito estático que impede o movimento do bloco sobre o plano.

(b) Considere agora que, por alguma razão, o bloco estava em repouso e foi tirado desta situação, passando a ter seu movimento regido pela aceleração a ele imposta pela atuação da força peso do objeto de 2kg. Neste caso a força de 20N é imposta ao bloco de 3kg, mas uma força de atrito dinâmico de $f_d = 30\text{N} \times 0,3 = 9\text{N}$ se opõe a ela. Portanto a força horizontal resultante é de 11N, o que determina uma aceleração tal que $3\text{kg} \times a = 11\text{N}$. Ou seja, o bloco de 3kg se movimentará com aceleração de $11/3 \text{ m/s}^2$. Ora, trata-se, então, do movimento de um objeto que parte do repouso e está submetido a aceleração constante. A equação do movimento correspondente expressa

$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$. Ocorre que a velocidade inicial é nula, e podemos considerar a posição inicial como o ponto zero. Assim, temos $x = 2\text{m} = \frac{1}{2} \cdot 11/3 \text{ m/s}^2 \cdot t_q^2$. Ou seja, o tempo de queda do bloco de 2kg, que é o tempo para o bloco de 3kg percorrer os 2m horizontalmente, será $t_q = (12\text{m}/(11\text{m/s}^2))^{1/2} = 1,1\text{s}$.

2ª Questão

Qual o trabalho realizado por uma força dada em Newtons por $F = (3xi + 2j)$, onde x está em metros, que é exercida sobre uma partícula enquanto ela se move da posição, em metros, $r_i = i + 4j$ para a posição (em metros) $r_f = -5i - 2j$. Onde i e j são os vetores unitários nas direções x e y , respectivamente.

Solução:

Como a força é conservativa, pode-se escolher qualquer caminho do ponto inicial ao final. Suponha que a partícula se mova primeiramente ao longo do eixo constante $y=4\text{m}$, indo desde $x_1 = 1\text{m}$ até $x_2 = -5\text{m}$. Neste percurso o trabalho realizado é:

$$W_1 = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx = \int_1^{-5} (3x) dx = \left(3 \cdot \frac{25}{2} \right) - \left(\frac{3}{2} \right) = \frac{75 - 3}{2} = 36\text{J}$$

Agora, para completar o percurso, suponhamos que a partícula mova-se ao longo da linha $x=-5\text{m}$, indo de $y_1 = 4\text{m}$ até $y_2 = -2\text{m}$. O trabalho nesse percurso é:

$$W_2 = \int_{y_1}^{y_2} F_y dy = \int_4^{-2} (2) dy = (2 \cdot -2) - 2 \cdot 4 = -12\text{J}$$

O trabalho total ao longo do percurso é:

$$W = W_1 + W_2 = 36 - 12 = 24J$$

3ª Questão

Duas bolas de boliche se movem com a mesma velocidade, porém uma desliza sobre uma pista, enquanto a outra rola pela pista. Qual das bolas possui maior energia cinética? Explique.

Solução:

Observe que as duas bolas de boliche, supostas idênticas, tem seus centros de massa se deslocando com a mesma velocidade. Assim, a energia cinética de translação de uma é igual à da outra. Ocorre que uma delas está girando em torno de seu centro de massa, além de se transladar. Este movimento de rotação porta energia, basta tentar parar uma roda de bicicleta girando em torno de seu eixo, por exemplo. Assim, uma bola de boliche tem energia cinética translacional e a outra tem a mesma energia cinética translacional acrescida de energia cinética de rotação.

4ª Questão

Por quê o puxador da porta é colocado o mais longe possível das dobradiças?

Solução:

Arquimedes disse: “Dêem-me uma alavanca e um ponto de apoio e moverei o mundo”. A expressão utilizada tem o intuito de evidenciar que, tendo um ponto de apoio o braço de alavanca tem um papel importante. O torque induzido é proporcional à força aplicada e ao comprimento da alavanca desde o ponto de aplicação até o ponto de apoio. Então, se você tentar tirar um parafuso de fixação de uma roda de automóvel segurando a chave “L” sobre o parafuso, sua chance de sucesso é reduzida. Se, diferentemente, você segurar a chave “L” pela parte mais distante do parafuso, suas chances aumentam bastante. Você ainda pode mesmo usar um tubo adicional para aumentar o braço de alavanca da chave em “L”. Analogamente, se o puxador da porta ficar muito próximo da dobradiça, o sistema resultante vai obrigar o usuário a “fazer muita força” para abrir a porta em questão, posto que o braço de alavanca seria pequeno.

5ª Questão

- (a) Quando duas ondas interferem, seja construtiva ou destrutivamente, ou em qualquer situação intermediária, há algum ganho ou perda de energia conduzida? Explique.

Solução:

Por sua natureza, as ondas se propagam de modo independente umas das outras. Dizemos que elas obedecem ao Princípio da Superposição, ou seja, o que resulta, em um certo local, da passagem de duas ondas, é simplesmente a soma das

ondas. Isto significa que a amplitude da onda resultante da soma pode ser maior do que a de uma das ondas, menor, ou mesmo nula. A energia carregada por uma onda tem que ser obtida com a sua individualização. Ou seja, cada onda carrega a sua energia. Assim, quando as amplitudes de duas ondas, em certo ponto, forem opostas e houver cancelamento, **as energias não se cancelam**. O que ocorre neste caso é que a energia decorrente da combinação das ondas pode ser nula porque ela guarda correspondência com a amplitude da onda no ponto em questão. Assim ocorre quando analisamos figuras de difração, com suas franjas claras e escuras, em que a energia luminosa se anula nos pontos escuros.

- (b) Dê uma explicação qualitativa da relação entre o livre caminho médio das moléculas de amônia no ar e o tempo que se leva para sentir o cheiro da amônia, quando um vidro é aberto do outro lado de uma sala.

Solução:

Suponha que o ar da sala em questão está em equilíbrio termodinâmico a alguma temperatura finita, sem que haja vento oriundo de janela, por exemplo. O equilíbrio significa que as moléculas de ar “passeiam” pela sala, colidindo umas com as outras, dentro de uma distribuição de velocidades correspondente à temperatura. Da mesma forma, o valor médio da distância percorrida por uma molécula antes de colidir com outra é dado pela distribuição correspondente à temperatura. Se um vidro de amônia é aberto em uma extremidade da sala, as moléculas de amônia só poderão ser percebidas do outro lado após conseguirem chegar lá, depois de muitas colisões com as moléculas do ar ambiente. Na prática há várias pequenas correntes de ar no ambiente, e observamos o cheiro da amônia muito mais rápido do que ocorreria por difusão pura.

6ª Questão

- (a) Uma carga puntiforme q de massa m é colocada em repouso num campo não uniforme. Será que ela seguirá, necessariamente, a linha de força que passa pelo ponto em que foi abandonada? Explique.

Solução:

Não. A força elétrica sempre coincidirá com a direção tangente à linha de força. A força elétrica, em cada ponto onde se encontra a carga, é dada por qE , onde E é o vetor campo elétrico no ponto onde se encontra a carga. Como a carga parte do repouso, a direção de sua aceleração inicial é dada pela direção do campo elétrico no ponto inicial. Se o campo elétrico for uniforme (ou radial), a trajetória da carga deve coincidir com a direção da linha de força. Entretanto, para um campo elétrico não uniforme (nem radial), a trajetória da carga não

precisa coincidir necessariamente com a direção da linha de força. Sempre coincidirá, porém, com a direção tangente à linha de força.

- (b) Uma bola carregada positivamente está suspensa por um longo fio de seda. Desejamos determinar E num ponto situado no mesmo plano horizontal da bola. Para isso, colocamos uma carga de prova positiva q_0 neste ponto e medimos F/q_0 . A razão F/q_0 será menor, igual ou maior do que E no ponto em questão?

Solução:

Quando a carga de prova é colocada no ponto em questão, ela repele a bola que atinge o equilíbrio numa posição em que o fio de suspensão fica numa direção ligeiramente afastada da vertical. Portanto, a distância entre o centro da esfera e a carga de prova passa a ser maior do que a distancia antes do equilíbrio. Donde se conclui que o campo elétrico no ponto considerado (antes de colocar a carga de prova) é maior do que o valor F/q medido por meio da referida carga de prova.

7ª Questão

Uma carga puntiforme é colocada no centro de uma superfície gaussiana esférica. O valor do fluxo Φ através da superfície envolvente mudará, se:

- (a) a esfera for substituída por um cubo do mesmo volume?
- (b) a superfície for substituída por um cubo de volume dez vezes menor?
- (c) a carga for removida para fora da esfera original?
- (d) uma segunda carga for colocada dentro da superfície gaussiana?

Explique suas respostas!

Solução:

- (a) Não. O fluxo total só depende da carga total no interior da superfície gaussiana considerada. A forma da superfície gaussiana considerada não é relevante.
- (b) Não. O fluxo total só depende da carga total no interior da superfície gaussiana considerada. O volume englobado pela superfície gaussiana considerada não é relevante.
- (c) Sim. Neste caso, como a carga total no interior da superfície gaussiana considerada é nula, o fluxo total será igual a zero.
- (d) Sim. Neste caso, como a carga total no interior da superfície gaussiana considerada passa a ser igual a $q_1 + q_2$, o fluxo total é igual a $\frac{q_1 + q_2}{\epsilon_0}$.

