Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
1ª Avaliação a Distância de Física para Computação – 2008/I

1ª Questão

Para empurrar um caixote de 50kg num piso sem atrito, um operário aplica uma força de 210N, dirigida 20º acima da horizontal. Se o caixote se desloca 3m, qual o trabalho executado sobre o caixote (a) pelo operário, (b) pelo peso do caixote e (c) pela força normal exercida pelo piso sobre o caixote? (d) Qual o trabalho total executado sobre o caixote?

Solução:

(a) A força aplicada é constante e o trabalho feito por ela é

$$\Gamma = F.d.\cos(\theta) = 590J$$

(b) A força da gravidade aponta para baixo, perpendicular ao deslocamento do caixote. O ângulo entre esta força e o deslocamento é 90º e, como cos(90º)= 0, o trabalho feito pela força da gravidade é nulo.

(c) A força normal exercida também atua perpendicularmente ao deslocamento, de modo que o trabalho por ela realizado também é nulo.

(d) O trabalho total é dado pela soma dos trabalhos individuais de cada força, ou seja, o trabalho total é 590J.

2ª Questão

Uma arma de ar comprimido atira dez chumbinhos de 2g por segundo com uma velocidade de 500m/s, que são detidos por uma parede rígida. (a) Qual é o momento linear de cada chumbinho?(b) Qual é a energia cinética de cada um? (c) Qual é a força média exercida pelo fluxo de chumbinho sobre a parede? (d) Se cada chumbinho permanecer em contato com a parede por 0,6ms, qual será a força média exercida sobre a parede por cada um deles enquanto estiver em contato? (e) Por que esta força é tão diferente da força em (c)?

Solução:

(a) Se m for a massa de um chumbinho e v for sua velocidade quando atinge a parede, então o momento é

$$p = mv = (2\,x\,10^{-3})(500) = 1kg.m/s$$

na direção da parede.

(b) A energia cinética de um chumbinho é

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(2\,x\,10^{-3})(500)^2 = 250J$$

(c) A força na parede é dada pela taxa na qual o momento é transferido dos chumbinhos para a parede. Como os chumbinhos não voltam para trás, cada chumbinho transfere $p = 1kg.m/s$. Se 10 chumbinhos colidem num tempo igual a 1 segundo, então a taxa média com que o momento é transferido é dada por:

$$F_{av} = \frac{p\Delta N}{\Delta t} = \frac{(1,0)(10)}{1} = 10N$$

A força na parede tem a direção da velocidade inicial do chumbinho.

(d) Se 0,6ms é o intervalo de tempo para um chumbinho ser freado pela parede, então a força média exercida na parede por chumbinho é

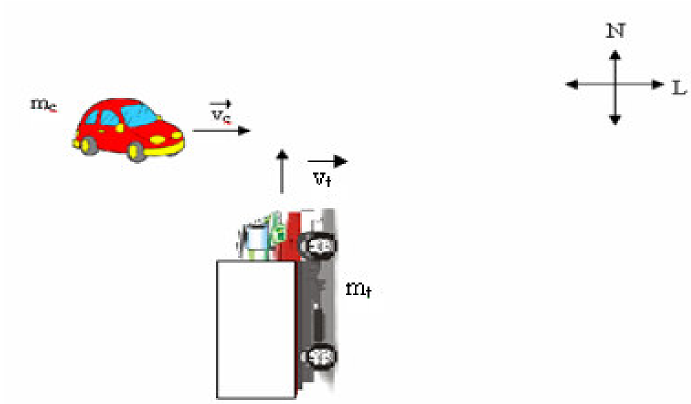
$$F_{av} = \frac{p}{\Delta t} = \frac{1,0}{0,6x10^{-3}} = 1666,66N$$

A força tem a direção da velocidade inicial do chumbinho.

(e) Na parte (d) a força foi mediada durante o intervalo em que um chumbinho está em contato com a parede, enquanto na parte (c) ela foi mediada durante o intervalo de tempo no qual muitos chumbinhos atingem a parede. Na maior parte do tempo nenhum chumbinho está em contato com a parede, de modo que a força média na parte (c) é muito menor que o valor médio individualizado, em (d).

3ª Questão

Você está em seu carro, cuja massa é de 1200 kg, movendo-se para leste em direção a um cruzamento quando um caminhão de 3000 kg, movendo-se para o norte em direção ao mesmo cruzamento, colide com seu carro, conforme mostrado na figura abaixo. Seu carro e o caminhão mantêm-se juntos após o impacto. O caminhoneiro reclama, argumentando que você foi o culpado por estar dirigindo a alta velocidade. Você procura por evidências para derrubar o argumento do caminhoneiro. Primeiro, na pista havia marcas de derrapagem, indicando que nem você nem o caminhoneiro perceberam a iminência do acidente freando bruscamente; segundo, havia na pista em que você dirigia uma placa sinalizadora indicando “Velocidade Limite de 60 km/h”; terceiro, o velocímetro do caminhão foi danificado, com o ponteiro indicando uma velocidade de 50 km/h; e quarto, os veículos amassados derraparam, após o impacto, e pararam a um ângulo não menor do que 59º na direção nordeste. Essas evidências sustentam ou derrubam o argumento de que você estava se movendo a alta velocidade?



Solução:

Vamos admitir que o carro esteja se movendo no sentido positivo do eixo x e o caminhão no sentido positivo do eixo y. Assim podemos escrever a quantidade de movimento de cada veículo na forma vetorial:

$$m_c \vec{v}_c + m_t \vec{v}_t = (m_c + m_t)\vec{v}_F$$

Igualando a componente x da quantidade de movimento inicial à componente x da quantidade de movimento final:

$$m_c v_c + 0 = (m_c + m_t) v_F \cos(\theta)$$

Igualando a componente y da quantidade de movimento inicial a componente y da quantidade de movimento final:

$$0 + m_t v_t = (m_c + m_t) v_F sen(\theta)$$

Para eliminar v_F divida a equação da componente y pela equação da componente x:

$$\frac{m_t v_t}{m_c v_c} = \frac{sen(\theta)}{\cos(\theta)} = tg(\theta)$$

Assim,

$$v_c = \frac{m_t v_t}{m_c tg(\theta)} = \frac{(3000kg)(50km/h)}{(1200kg)tg59^o} = 75{,}1km/h$$

Portanto, como a velocidade de 75,1km/h é superior a 60km/h, velocidade-limite, o argumento do motorista do caminhão está amparado pela aplicação cuidadosa dos conceitos da física.

4ª Questão

Um corpo rígido pode girar livremente em torno de um eixo fixo. É possível que a aceleração angular deste corpo seja diferente de zero, mesmo que a velocidade angular seja nula (talvez, instantaneamente)? Qual o equivalente linear desta situação?

Solução:
Sim, se o corpo rígido for submetido a uma desaceleração, sua velocidade angular em algum momento será nula, e depois começará a crescer, em módulo, no sentido contrário. O equivalente linear desta situação pode ser a de um corpo jogado verticalmente para cima; sua velocidade zera no ponto mais alto da trajetória e ele torna a cair.

5ª Questão
Quando uma massa m1 é suspensa de uma determinada mola A e a massa m2 é suspensa da mola B, as molas são distendidas da mesma distância. Se os sistemas forem colocados em movimento harmônico simples vertical com a mesma amplitude, qual deles terá mais energia?
Solução:
Suponha que m1>m2.
Da equação de equilíbrio para um corpo suspenso de uma mola, $MG = k\Delta y$, concluímos que $k_1 > k_2$.
Ademais, vê-se que $\frac{\Delta y}{g} = \frac{m_1}{k_1} = \frac{m_2}{k_2}$, A energia do oscilador é $E = \frac{1}{2}kx_m^2$ portanto $E_1 > E_2$.

6ª Questão
Que alterações você pode fazer em um oscilador harmônico para dobrar a velocidade máxima da massa oscilante?
Solução:
A velocidade máxima do oscilador é $v_m = wx_m$.
E as possibilidades são (i) duplicar a amplitude x_m; (ii) trocar a mola de constante k por outra de constante 4k, (iii) trocar a massa m por outra massa m/4 . Ou seja, existem inúmeras possibilidade de alterar k e m tal que $w' = 2w$.

7ª Questão
A janela de um escritório tem dimensão de 3,4m por 2,1m. Como resultado de uma tempestade, a pressão do ar do lado de fora cai para 0,96 atm, mas a pressão dentro permanece 1 atm. Qual o valor da força que puxa a janela para fora?
Solução:
O ar dentro empurra a janela para fora com uma força dada por $p_d A$, onde p_d é a pressão dentro do escritório e A é a área da janela. Analogamente, o ar do lado de fora empurra para dentro com uma força dada por $p_f A$, onde p_fé a pressão fora. A magnitude da força liquidada é, portanto,

$$F = (p_d - p_f)A$$
$$= (1 - 0{,}96)(1{,}013\ X\ 10^5)(3{,}4)(2{,}1)$$
$$= 2{,}9X10N$$

Onde usamos o fato de que 1atm = $1{,}013\ X\ 10^5 Pa$

8ª Questão

(a) O calor pode ser absorvido por uma substância sem que esta mude sua temperatura. Esta afirmação contradiz o conceito do calor como uma energia no processo de transferência, devido a uma diferença de temperatura?

Solução:

Não. O sistema pode absorver calor e utilizar essa energia na realização de trabalho; a temperatura do sistema não muda e não é violado o principio da conservação da energia. O sistema também absorve calor sem mudar temperatura ao sofrer mudança de fase.

(b) Discuta o processo pelo o qual a água congela, do ponto de vista da primeira lei da termodinâmica. Lembre-se que o gelo ocupa um valor maior do que a mesma massa de água.

Solução:

Pela 1ª Lei da Termodinâmica, tem-se que, para o processo $\Delta U = Q - W$. O calor Q é removido da água, e, portanto, igual a –Lf, o calor de fusão do gelo. O trabalho é dado por $W = p(Vfinal - Vinicial)$, sendo p a pressão atmosférica. Vf é maior que Vi, sendo o trabalho positivo. Então, a variação de energia interna é $\Delta U = -Lf - W$, sendo, portanto, negativa. Resumindo, a energia interna da água em solidificação diminui no processo.

9ª Questão

(i) (1,2) Uma carga puntiforme de +5,0μC é posicionada em x= - 3,0cm, uma segunda carga puntiforme de -8,0μC é colocada em x = 4,0cm. Qual deve ser a localização, também sobre o eixo x, de uma terceira carga de 6,0μC de modo que o campo elétrico seja nulo em x=0?

Solução:

$$|\vec{E}| = \sum |\vec{E}_i|$$

e neste caso,

$$|\vec{E}_1| + |\vec{E}_2| + |\vec{E}_3| = 0$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{(0-x_1)^2} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{(x_2-0)^2} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_3}{(x_3-0)^2} = 0$$

Portanto,

$$\frac{q_1}{(0-x_1)^2} + \frac{q_2}{(x_2-0)^2} + \frac{q_3}{(x_3-0)^2} = 0$$

E com os dados do problema:

$$\frac{5\mu C}{(0-(-3))^2} + \frac{8\mu C}{(4\ \ -0)^2} + \frac{6\mu C}{(x_3-0)^2} = 0$$

$$\frac{6\mu C}{(x_3-0)^2} = \frac{5\mu C}{(0-(-3))^2} + \frac{8\mu C}{(4\ \ -0)^2}$$

$$\frac{6\mu C}{x_3{}^2} = \frac{5\mu C}{9} + \frac{8\mu C}{16}$$

$$x_3{}^2 = \frac{6\mu C * 144}{80 + 72}$$

$$x_3 = 2{,}38$$

(ii) (1,3) Uma casca metálica esférica de raio R_1 tem uma carga total q_1. Uma outra, concêntrica com ela, tem raio $R_2 > R_1$ e carga q_2. (a) Utilize a Lei de Gauss para achar o campo elétrico para $r<R_1$, $R_1<r<R_2$ e $r>R_2$; (b) Qual a relação entre as cargas q_1 e q_2 e seus sinais relativos para que o campo elétrico seja nulo para $r>R_2$? (c) Neste caso, esquematize as linhas de campo para $q_1>0$.

Solução:

a)

(1) $r<R_1$

Nesse caso não temos carga no interior da região gaussiana e, portanto, $|E| = 0$.

(2) $R_1<r<R_2$

$\oint E ds = \frac{q}{\varepsilon_0}$ e pela uniformidade do campo temos

$$\int E ds = \frac{q_1}{\varepsilon_0}$$

como o campo elétrico é constante podemos retirá-lo do integrando, considerando-o como constante multiplicativa da integral:

$$E \int ds = \frac{q_1}{\varepsilon_0}$$

E portanto:

$$E * 4\pi r^2 = \frac{q_1}{\varepsilon_0}$$

Logo:

$$E = \frac{1}{4\pi r^2} \frac{q_1}{\varepsilon_0}$$

(3) $r>R_2$

$\oint E ds = \frac{q}{\varepsilon_0}$ e pela uniformidade do campo temos

$$\int E ds = \frac{q_1 + q_2}{\varepsilon_0}$$

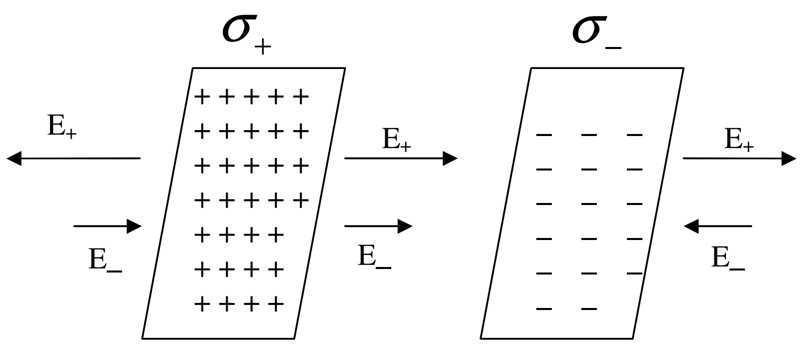
$$E = \frac{1}{4\pi r^2} \frac{q_1 + q_2}{\varepsilon_0}$$

b) As cargas têm de ser iguais com sinais opostos.

c) As linhas se afastam da carga positiva e no caso da negativa elas são atraídas.

10ª Questão

Parte de duas lâminas, com densidade superficial de cargas uniforme $\sigma_+ = +6,8\mu C/m^2$ e $\sigma_- = -4,3\mu C/m^2$ está mostrada na figura abaixo (ambas paralelas ao plano yz, uma delas em x = 0 e a outra em x = 5). Determine o campo elétrico E (a) (0,75) à esquerda dessas lâminas, (b) (1,0) entre as lâminas e (c) (0,75) à direita das lâminas.



Solução: Vamos analisar cada lâmina individualmente e depois somar os campos elétricos resultantes, através do princípio da superposição. Sabemos que o campo elétrico devido à lâmina positiva é dado por:

$$E_+ = \frac{\sigma_+}{2\varepsilon_0} = \frac{6,8X10^{-6}C/m^2}{(2,0)\left(8,85X10^{-12}C/N.m^2\right)} = 3,84X10^5 N/C.$$

De maneira análoga o campo devido à placa negativa é dado por:

$$E_- = \frac{|\sigma_-|}{2\varepsilon_0} = \frac{4,3X10^{-6}C/m^2}{(2,0)\left(8,85X10^{-12}C/N.m^2\right)} = 2,43X10^5 N/C.$$

Os campos resultantes nessas três regiões são obtidos por superposição. À esquerda das lâminas, considerando positivas as componentes de E que apontam para a direita e negativas as que apontam no sentido oposto, conforme a figura, temos:

$$E_E = -E_+ + E_- = (-3,84 + 2,43)X10^5 N/C = -1,4X10^5 N/C$$

O campo elétrico resultante nessa região é negativo e aponta para a esquerda. À direita das lâminas o campo elétrico tem o mesmo valor, entretanto aponta para a direita.

Entre as lâminas, a soma das suas componentes é:

$$E_E = -E_+ + E_- = (3,84 + 2,43) X 10^5 N / C = 6,3 X 10^5 N / C$$