



Fundação CECIERJ – Vice Presidência de Educação Superior a Distância

Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação

1ª Avaliação à Distância de Física para Computação – 2009/II

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	0.5	
2ª Questão	0.5	
3ª Questão	0.5	
4ª Questão	0.5	
5ª Questão	1.5	
6ª Questão	3.0	
7ª Questão	1.5	
8ª Questão	0.5	
9ª Questão	0.5	
10ª Questão	1.0	
Total	10.0	

1ª Questão

Para empurrar um caixote de 50 kg num piso sem atrito, um operário aplica uma força de 210 N, dirigida 20° acima da horizontal. Se o caixote se desloca de 3 m, 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

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

- (b) A força da gravidade aponta para baixo, perpendicular ao deslocamento do caixote. O ângulo entre esta força e o deslocamento é 90° e, como $\cos(90^\circ) = 0$, 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

Qual o trabalho realizado por uma força dada em Newtons por $F = (2xi + 3j)$, onde x está em metros, que é exercida sobre uma partícula enquanto ela se move da posição, em metros, $r_i = 2i + 3j$ para a posição (em metros) $r_f = -4i - 3j$. 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 mova-se primeiramente ao longo do eixo constante $y=3m$, indo desde $x_1 = 2m$ até $x_2 = -4m$. Neste percurso o trabalho realizado é:

$$W_1 = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx = \int_2^{-4} 2x dx = x^2 \Big|_2^{-4} = (-4)^2 - (2)^2 = 12 \text{ J}.$$

Agora, para completar o percurso, suponhamos que a partícula mova-se ao longo da linha $x=-4m$, indo de $y_1 = 3m$ até $y_2 = -3m$. O trabalho nesse percurso é:

$$W_2 = \int_{y_1}^{y_2} F_y dy = \int_3^{-3} 3 dy = 3y \Big|_3^{-3} = 3 * \{(-3) - 3\} = -18 \text{ J}.$$

O trabalho total do percurso é:

$$W = W_1 + W_2 = 12\text{J} - 18\text{J} = -6\text{J}$$

3ª Questão

Ricardo, de massa igual a 80 kg, e Carmelita, que é mais leve, estão passeando na Lagoa Rodrigo de Freitas, no Rio de Janeiro, em uma canoa de 30 kg distribuídos homogeneamente. Quando a canoa está em repouso na água calma, eles trocam de lugares, que estão distantes 3 m e posicionados simetricamente em relação ao centro da canoa. Durante a troca, Ricardo percebe que a canoa se move 40 cm em relação a um tronco de árvore submerso e calcula a massa de Carmelita. Qual a massa de Carmelita?

Solução:

Chamemos de M_r e M_c as massas de Ricardo e Carmelita, respectivamente. Suponhamos que o centro de massa do sistema formado pelas pessoas (suposto mais perto de Ricardo) esteja a uma distância x do meio da canoa de comprimento L e massa m . Neste caso,

$$M_r \left(\frac{L}{2} - x \right) = mx + M_c \left(\frac{L}{2} + x \right)$$

Caso não exista força externa, esta equação permanece igualmente válida após a troca de lugares, uma vez que as posições de ambos são simétricas em relação ao meio do barco. A diferença é que o centro de massa do sistema formado pelas duas pessoas mudou de lado no barco, ou seja, sofreu uma variação de $2x$. Para determinar o valor de x , basta usar a observação relacionada ao tronco de árvores submerso, que andou uma distancia

$$2x = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

Portanto, usando $x=0,2$ na equação acima obtemos a massa de Carmelita:

$$M_c = \frac{\left[M_r \left(\frac{L}{2} - x \right) - mx \right]}{\left(\frac{L}{2} + x \right)}$$

$$M_c = 58\text{kg}$$

4ª Questão

Uma caixa de 68 kg é puxada sobre o chão por uma corda que faz um ângulo de 15° com a horizontal. (a) Se o coeficiente de atrito estático é 0.5, qual a tensão mínima necessária para iniciar o movimento da caixa? (b) Se $\mu_c = 0.35$, qual a sua aceleração inicial?

Solução:

- a) O diagrama de corpo isolado tem quatro forças. Apontando para a direita e fazendo um ângulo de $\theta = 15^\circ$ com a horizontal temos a tensão T na corda. Horizontalmente para a esquerda aponta a força de atrito f . Na vertical, para cima aponta a força normal N do chão sobre a caixa, e para baixo a força mg da gravidade. Quando a caixa ainda não se move as acelerações são zero e, conseqüentemente, também o são as respectivas componentes da força resultante. Portanto, a segunda lei de Newton nos fornece para as componentes, horizontal e vertical as equações, respectivamente,

$$T \cos(\theta) - f = 0$$

$$T \sin(\theta) + N - mg = 0$$

Estas equações nos dizem que

$$f = T \cos(\theta) \text{ e que } N = mg - T \sin(\theta).$$

Para a caixa permanecer em repouso f tem que ser menor do que $\mu_s N$, ou seja,

$$T \cos(\theta) - f < \mu_s (mg - T \sin(\theta)).$$

Desta expressão vemos que a caixa começará a mover-se quando a tensão T for tal que os dois lados da equação acima se compensem:

$$T \cos(\theta) = \mu_s (mg - T \sin(\theta))$$

De onde tiramos facilmente que

$$T = \frac{\mu_s mg}{\cos(\theta) + \mu_s \sin(\theta)} = \frac{(0.5)(68)(9.8)}{\cos(15^\circ) + 0.5 \sin(15^\circ)} = 304\text{N}$$

- b) Quando a caixa se move, a segunda lei de Newton nos diz que

$$T \cos(\theta) - f = ma$$

$$T \sin(\theta) + N - mg = 0$$

Agora, porém temos

$$f = \mu_c N = \mu_c (mg - T \sin(\theta)).$$

Onde tiramos N da segunda equação acima. Substituindo este f na primeira das equações acima temos

$$T \cos(\theta) - \mu_c (mg - T \sin(\theta)) = ma$$

De onde tiramos facilmente que

$$a = \frac{T \cos(\theta) + \mu_c (mg - T \sin(\theta))}{m} - g \mu_c$$

$$a = \frac{(304)(\cos 15^\circ + 0.35 \sin 15^\circ)}{68} - (0.35)(9.8)$$

$$a = 1.3 \text{ m/s}^2.$$

5ª Questão

- (a) Imagine uma roda girando sobre o seu eixo e considere um ponto em sua borda. O ponto tem aceleração radial, quando a roda gira com velocidade angular constante? Tem aceleração tangencial? Quando ela gira com aceleração angular constante, o ponto tem aceleração radial? Tem aceleração tangencial? Os módulos dessas acelerações variam com o tempo?

Sim, a aceleração radial é $a_r = w^2 r$. A aceleração tangencial é nula nesse caso. Girando com aceleração angular constante, o ponto da borda tem aceleração radial $a_r(t) = (\alpha t)^2 r$ e aceleração tangencial $a_t = \alpha r$, constante.

- (b) 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?

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 zero no ponto mais alto da trajetória e ele torna a cair.

- (c) O vetor que representa a velocidade angular de rotação de uma roda em torno de um eixo fixo tem de estar necessariamente sobre este eixo? Explique.

No caso de um eixo fixo estabelecemos sinais positivos e negativos para o sentido da velocidade angular. Neste caso, a velocidade angular positiva corresponde àquela em que o observador está ao longo do eixo e vê o movimento ocorrer no sentido anti-horário. Entretanto, quando a direção do eixo de rotação não é fixa no espaço, os sinais positivos e negativos não são adequados para descrever a orientação angular. Assim, descreve-se o vetor velocidade angular como um vetor sobre o eixo de rotação. Com relação à

possibilidade de o vetor velocidade angular não ser ao longo do eixo, considere o caso de um ciclista que sobre uma ladeira íngreme: o vetor velocidade angular dos pneus da bicicleta tem o sentido para a esquerda do ciclista. Suponha que ele se cansa e começa a retroceder, sem virar a bicicleta. Neste caso, o vetor velocidade angular tem o sentido da sua direita. No breve instante antes de começar a retroceder, a velocidade se anulou e, como tal, não está, instantaneamente, ao longo do eixo.

6ª Questão

- (a) Explique por que a dilatação aparente de um líquido num tubo de vidro, quando aquecido, não corresponde exatamente à verdadeira expansão do líquido.

Porque o vidro que contém o líquido também se expande.

- (b) Explique por que, quando colocamos um termômetro de mercúrio numa chama, a coluna de mercúrio desce um pouco, antes de começar a subir.

Porque o vidro que contém o mercúrio inicia seu processo de dilatação primeiro. Depois, a dilatação do mercúrio é mais notável, porque este tem um coeficiente de dilatação maior do que o do vidro.

- (c) Por que a temperatura de ebulição de um líquido aumenta com a pressão?

Com a pressão externa maior aplicada sobre o líquido, as moléculas precisam ter uma energia cinética maior para vencer as forças (fracas) que as unem e “escapar” ou evaporar. Uma energia cinética maior das moléculas significa uma temperatura maior. A grande altitude acima do nível do mar, no topo das montanhas, onde a pressão atmosférica é menor, a água, por exemplo, pode ferver a uns 80°C; ao nível do mar, ferve a 100°C.

- (d) Duas salas de mesmo tamanho se comunicam por uma porta aberta. Entretanto, a média de temperatura nas duas salas é mantida a valores diferentes. Em qual sala há mais ar?

Pela equação do gás ideal $\frac{pV}{R} = \text{constante}$, se a pressão é a mesma nas duas salas. Então $n_1 T_1 = n_2 T_2$. Se $T_2 > T_1$, temos que $n_2 < n_1$, ou seja, há mais moléculas de ar na sala cuja temperatura é mais baixa.

- (e) As duas paredes opostas de um recipiente de gás são mantidas a diferentes temperaturas. O ar entre os vidros de uma janela contra tempestade é um bom exemplo. Descreva, em termos de teoria cinética, o mecanismo de condução do calor através do gás.

O calor é transferido no gás por um mecanismo combinado de condução e convecção. As moléculas de ar, próximas da parede mais quente tem energia maior que a energia média e perdem energia nas colisões com as moléculas que tem energia mais baixa, que estão mais próximas da parede mais fria. Mas há também um transporte de massa no processo, porque o ar junto da parede quente expande-se, tendo sua densidade diminuída. O ar mais frio vai ocupando o lugar deixado pelo ar mais quente, estabelecendo-se uma corrente de convecção entre as paredes.

- (f) Dê uma explicação qualitativa da conexão 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.

O tempo típico para se sentir o cheiro é de cerca de um minuto. As moléculas de amônia difundem-se no ar, tendo um livre caminho médio da ordem de 10^{-8}m , sofrendo da ordem de 10^9 colisões por segundo. Como as moléculas movem-se em todas as direções devido às colisões, precisam deste tempo para atravessar uma sala. O movimento das moléculas também é afetado pelas correntes de convecção do ar, em geral presentes numa sala.

7ª Questão

- (a) Que evidência experimental existe para afirmarmos que a velocidade do som, no ar, é a mesma para qualquer comprimento de onda?

O fenômeno do eco evidencia bem este fato. Se o ar fosse um meio dispersivo, o som refletido no eco não reproduziria o som emitido.

- (b) Um relâmpago dissipa uma quantidade enorme de energia e é essencialmente instantâneo pelos padrões da nossa vida diária. Como essa energia se transforma no som do trovão?

A corrente elétrica no relâmpago produz um aquecimento do ar, que sofre uma brusca expansão, produzindo a propagação de uma onda sonora de grande amplitude.

- (c) Uma coluna de soldados, marchando a 120 passos por minuto, segue a música da banda à frente do pelotão. Observa-se que os soldados atrás da coluna avançam com o pé esquerdo, enquanto os músicos da banda avançam com o pé direito. Qual o tamanho da coluna, aproximadamente?

A frequência da marcha é de 2 passos por segundo (120 passos por minuto) e as passadas dos músicos e dos soldados atrás da coluna estão defasadas de meio comprimento de onda:

$$\lambda = \frac{v}{f} = 171,5\text{m}$$

Portanto, o tamanho da coluna é, aproximadamente:

$$\frac{\lambda}{2} = 85,8\text{m}$$

8ª Questão

Um conjunto de nuvens carregadas produz um campo elétrico no ar próximo à superfície da Terra. Uma partícula de carga $-2.0 \times 10^{-9}\text{C}$, colocada neste campo, fica sujeita a uma força eletrostática de $3.0 \times 10^{-6}\text{N}$ apontando para baixo. (a) Qual o módulo do campo elétrico? (b) Qual o módulo, a direção e o sentido da força eletrostática exercida sobre um próton colocado neste campo? (c) Qual a força gravitacional sobre o próton? (d) Qual a razão entre a força elétrica e a força gravitacional, nesse caso?

Solução:

a) Sabemos que a intensidade do campo elétrico para cargas pontuais é dada por:

$$|\vec{E}| = \frac{|\vec{F}|}{q}$$

E neste caso temos:

$$|\vec{E}| = \frac{|\vec{F}|}{q} = \frac{3 \times 10^{-6}\text{N}}{-2 \times 10^{-9}\text{C}} = -1500\text{N/C}$$

A força aponta para baixo e a carga é negativa. Logo, o campo aponta de baixo para cima, o que justifica o sinal negativo.

b) O módulo da força eletrostática F_e exercida sobre o próton é

$$|\vec{F}_e| = q|\vec{E}| = 2,4 \times 10^{-16}\text{N}$$

Como o próton tem carga positiva, a força sobre ele terá a mesma direção do campo: de baixo para cima.

c) A força gravitacional exercida sobre o próton é:

$$|\vec{F}_g| = mg = 1,64 \times 10^{-26}\text{N}, \text{apontando de cima para baixo.}$$

d) A razão entre as magnitudes das forças elétrica e gravitacional é:

$$\frac{|\vec{F}_e|}{|\vec{F}_g|} = 1,46 \times 10^{-10}$$

Portanto, vemos que o peso $|\vec{F}_g|$ do próton pode ser completamente ignorado em comparação com a força eletrostática exercida sobre o próton.

9ª 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?

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?

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 distância antes do equilíbrio. Onde 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.

10ª Questão

Uma carga puntiforme é colocada no centro de uma superfície gaussiana esférica. O valor do fluxo Φ 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?

- (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 $\frac{q_1 + q_2}{\epsilon_0}$.