INSTITUTO DE FÍSICA DA UFRGS
Programa de Pós-graduação em Ensino de Física
Mestrado Acadêmico em Ensino de Física
Prova de Seleção: 08 de fevereiro de 2007
Candidato: ____

Obs: Suas respostas devem ser muito bem justificadas.

Q1. Uma tábua está apoiada contra uma parede vertical. Prove que, para que o equilíbrio seja possível, deve necessariamente haver atrito entre o solo e a extremidade da tábua apoiada sobre ele.

Q2. Um pacote de ajuda humanitária, de massa m, é lançado de um helicóptero, sobre a casa de um professor de Física. A queda é vertical, não se podendo desprezar a resistência do ar ao movimento. Quando se encontra a uma altura h do solo, qual a energia potencial (se existente) associada: (a) ao peso do pacote?; (b) à força resistiva exercida pelo ar sobre o pacote? Não deixe de indicar, quando for o caso, o nível de referência escolhido para a energia potencial. Considere a aceleração da gravidade constante, de módulo g.

Q3. Para o caso de uma força *central*, em que o centro de força está fixo:
(a) prove que é *plano* o movimento de uma partícula submetida à força;
(b) levando em conta que o sistema Sol-planeta preenche, aproximadamente, as condições enunciadas acima, demonstre a *Segunda Lei de Kepler* .

Q4. Sabemos que a equação de movimento de um oscilador harmônico amortecido, que se desloca ao longo do eixo *x*, pode ser escrita na forma

$$x(t) = x_m \ e^{-\beta t} \ \cos(\omega t + \phi) \ ,$$

onde $\beta = b/2m$, e b é a constante de amortecimento do oscilador de massa *m*. A freqüência angular de oscilação, ω, está relacionada com a freqüência natural do oscilador, ω_0, e o fator de amortecimento β, através da expressão

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} \ .$$

Se $\omega_0 > \beta$, o oscilador é dito subamortecido, sua freqüência de oscilação é real, e a função $x(t)$ é oscilatória decadente, envolvida por uma exponencial. Isto significa que a amplitude do movimento não é constante, mas decai exponencialmente, com a forma

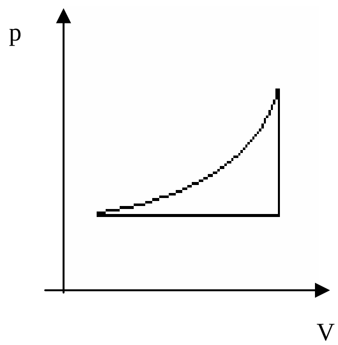
$$A(t) = x_m \ e^{-\beta t} \ .$$

A energia mecânica do oscilador subamortecido, portanto, também decai, e pode ser calculada pela expressão

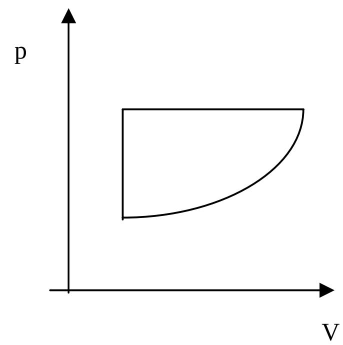
$$E(t) = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} k \ x_m^2 \ e^{-2\beta t} \ .$$

Determine, em função de β, o tempo necessário para o oscilador reduzir sua energia mecânica à metade.

Q5. Os ciclos termodinâmicos representados abaixo são percorridos no sentido horário.



(A)



(B)

Denotando por W o trabalho realizado pelo sistema, e por Q o calor recebido pelo mesmo, pode-se afirmar que, ao se fechar um ciclo:

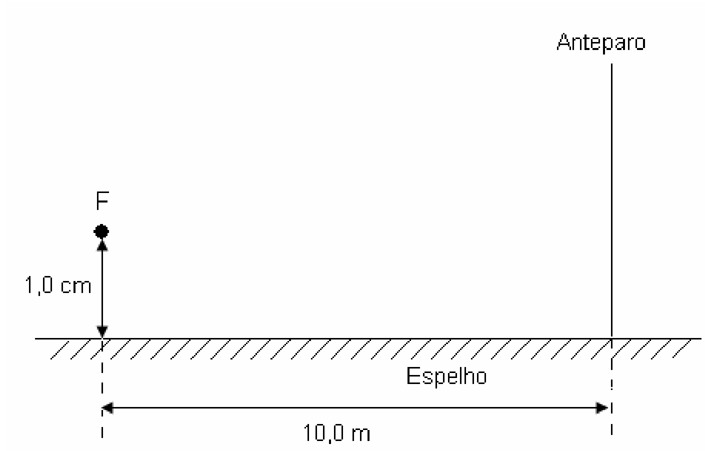
(a) W é maior em A ;
(b) Q é maior em B ;
(c) Q é o mesmo, para A e para B ;
(d) Q é menor em B ;
(e) W não depende do caminho.

Das cinco afirmações acima, **só uma está correta**. Indique qual é ela e explique por que a indicada é a correta, e as demais, incorretas.

Q6. Considere uma chapa plana, feita de material isolante, muito delgada e dotada de uma densidade superficial de carga (positiva) uniforme de valor 2 μC/m^2. Se esta chapa se movimenta em relação a um determinado observador inercial constantemente a 300 km/s, sempre na orientação do eixo *x*, determine a *orientação* e o *módulo* do *campo magnético* medido por este observador a uma distância de (a) 1,0 cm e de (b) 1,0 m da chapa.

Q7. Em uma região do espaço de forma cilíndrica, de raio R = 1,0 m e *centrada no eixo* z, existe um campo magnético uniforme orientado paralelamente ao referido eixo. O módulo do campo está aumentando a uma taxa constante de 0,001 T/s, porém sua orientação não sofre qualquer alteração. Considere dois pontos A (-0,5 m, 0, 0) e B (+0,5 m, 0, 0) desta região. Por meio de uma argumentação lógico-matemática, determine se haverá alguma *movimentação de carga líquida macroscópica* (corrente elétrica) (a) *ao longo de uma haste reta metálica* e (b) *ao longo de um fio de cobre rígido, dobrado em forma de um semicírculo* de raio 0,5 m, cujo plano é perpendicular ao eixo z, se ambos os objetos estão posicionados com suas extremidades coincidindo com os pontos A e B. Além disso, para cada item considerado, encontre o valor absoluto da *fem induzida* (em unidades do SI) ao longo do caminho constituído por cada um dos condutores.

Q8. No ponto P do anteparo vertical representado na figura abaixo, são produzidos efeitos de interferência luminosa devido aos raios provenientes diretamente da fonte luminosa F (considerada puntiforme e monocromática) e àqueles que sofrem reflexão no espelho plano (ideal) horizontal. Na figura também estão indicados os valores numéricos das distâncias relevantes.



O comprimento de onda da luz emitida é de 500 nm. Determine a distância vertical y_2 entre o espelho plano e a *terceira franja escura* que se observa no anteparo.

Q9. A unidade de tempo do SI é definida como sendo o intervalo durante o qual ocorrem exatamente 9.192.631.770 oscilações da luz emitida durante uma transição entre dois níveis de energia hiperfinos do radioisótopo césio-133 (Z =55). A partir desta informação: (a) determine a diferença de energia entre os dois níveis hiperfinos, em elétron-volts; (b) decida se o átomo emissor, que recua durante a emissão (por quê?), constitui um objeto em movimento relativístico ou não-relativístico e explique sua argumentação para a conclusão obtida; e, finalmente, dependendo de sua conclusão, determine o valor da velocidade de recuo do átomo de césio-133 (considerado como livre), ao emitir um fóton correspondente a essa transição. (OBS: Para simplificar os cálculos, considere como desprezível a massa total dos elétrons do átomo envolvido, e também que os prótons e nêutrons tenham, dentro do núcleo, massas iguais a $1{,}6 \times 10^{-27}$ kg.)

Q10. Uma partícula microscópica de massa $m = 10^{-30}$ kg está *confinada* à região situada entre $x_1 = -L/2$ e $x_2 = +L/2$ (L = 20 nm), onde só pode se mover, *livremente*, na direção x. Além disso, esta situação *não muda* com o transcorrer do tempo. (a) Qual a função, contínua por partes, que representa matematicamente a *energia potencial* correspondente? (b) Estabeleça as *condições de contorno* para a função de onda, apropriadas ao potencial do item anterior. (c) Para tais condições, partindo da equação de Schrödinger unidimensional,

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\Psi}{\partial x^2} + V(x)\Psi(x,t) = i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t},$$

encontre as *autofunções de energia normalizadas*.