

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Exame de conhecimentos para seleção para ingresso no Mestrado acadêmico em ensino de Física - 2008

Data: 26/10/2007

Candidato:

1) Os motores de combustão interna de quatro tempos, a gasolina ou a álcool, seguem o chamado ciclo Otto. No ponto *a*, o combustível é injetado no cilindro (INJEÇÃO). Em seguida, ele sofre uma compressão adiabática até o ponto *b*, onde uma centelha gera a IGNIÇÃO do combustível. Após, o gás se aquece isometricamente, até atingir o ponto *c*. A partir daí, o gás se expande adiabaticamente até o ponto *d*. Uma válvula então se abre e libera o resto da combustão, e o sistema volta, através de um caminho isométrico, a atingir o ponto *a*. Desenhe, em um diagrama $p \times V$, um ciclo Otto, identificando os quatro estados termodinâmicos *a*, *b*, *c* e *d* e mostrando onde ocorrem a injeção e a ignição. Para cada uma das quatro transições, o que se pode afirmar sobre a energia interna U , o calor transferido para o sistema Q , e o trabalho realizado pelo sistema W ?

2) A equação

$$y=y_0\text{sen}(kx-\omega t)$$

descreve uma onda mecânica transversal progressiva de número de onda angular k e frequência angular ω . O eixo dos xx tem a direção de propagação da onda de amplitude y_0 . Esta equação indica que, no instante t , um ponto do meio material localizado em x dista $|y|$ do eixo dos xx .

a) Prove que esse ponto descreve um movimento harmônico simples.

b) Deduza a relação entre k , ω , e a velocidade da onda, v .

c) Escreva a equação de uma onda que se desloca ao longo do mesmo eixo dos xx , com a mesma amplitude, os mesmos número de onda angular e frequência angular, mas que viaja no sentido oposto ao desta.

3) A rapidez de escape de um projétil é definida como o módulo mínimo da velocidade com que ele deve ser lançado, a partir da superfície de um planeta, para escapar de seu campo gravitacional. Determine a rapidez de escape para um projétil lançado da Terra. Constante universal de gravitação: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{s}^2 \text{ kg})$. Massa da Terra: $M = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$. Raio da Terra: $R = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$.

4) A posição de uma partícula em função do tempo é dada por

$$\vec{r}(t) = t^3 \vec{i} - 4t \vec{j} + 7 \vec{k} ,$$

onde o sistema de unidades adotado é o SI. Determine o ângulo que os vetores velocidade e aceleração da partícula formam entre si, no instante $t_1 = 1$ s.

5) Uma esfera, de raio a , de material não-condutor, com carga $+Q$ distribuída uniformemente ao longo de seu volume, é envolvida por uma casca esférica, de raio interno a e raio externo b , também de material não-condutor, com carga $-Q$, também distribuída uniformemente, conforme mostra a figura 1. Em função da distância r entre o centro da esfera e um ponto qualquer do espaço, calcule a intensidade do vetor campo elétrico nos seguintes casos: $r \leq a$, $a \leq r \leq b$ e $r \geq b$. Esboce o gráfico do módulo do campo elétrico em função de r .

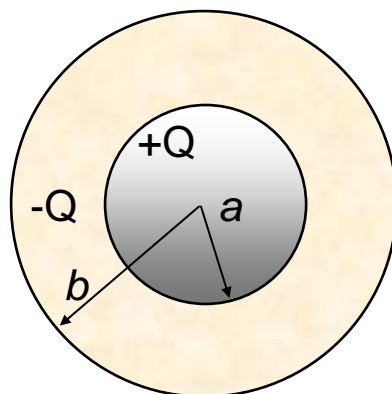


Figura 1

6) O calor específico a volume constante de um sistema com valor médio de energia $\langle E \rangle$ é dado por $C_V = \left(\frac{\partial \langle E \rangle}{\partial T} \right)_{N,V}$, onde N se refere ao número de mols da amostra, V ao seu volume, e T à sua temperatura absoluta. Use o modelo de *ensemble* canônico para provar que C_V está relacionado à flutuação média quadrática da energia conforme

$$C_V = \frac{1}{k_B T^2} \langle (E - \langle E \rangle)^2 \rangle$$

onde k_B é a constante de Boltzmann.

7) As funções $e^{i(kx-\omega t)}$ e $e^{i(-kx-\omega t)}$ são soluções da equação de Schrödinger para uma partícula livre de massa m , e qualquer combinação dessas duas soluções também é uma solução. Considerando que a equação que descreve a energia total de uma partícula livre, no caso em que a energia potencial é uma constante V diferente de zero, é $\frac{\hbar^2 k^2}{2m} + V = \hbar\omega$, mostre que a seguinte solução particular também é uma solução da equação de Schrödinger:

$$\Psi(x, t) = \frac{A}{2} [e^{i(kx-\omega t)} + e^{i(-kx-\omega t)}]$$

onde A é uma constante associada à amplitude de probabilidade, k é o número de onda e ω a frequência angular, sendo estes dois últimos valores também constantes.

8) Duas fontes sonoras coerentes emitem ondas de mesmo comprimento de onda. Elas foram fixadas ao longo de uma direção vertical, distantes 2 m entre si, ambas a 1 m de distância de uma parede vertical, e podem ser consideradas, aproximadamente, como fontes puntiformes. Nota-se que o ponto C da parede, localizado diretamente à frente do ponto médio entre as fontes, corresponde a um máximo de intensidade sonora (máximo central). Além disso, detecta-se outros 2 máximos laterais ao central, ambos a 10 cm de distância do ponto C. Para este arranjo, determine:

- (a) o comprimento de onda do som emitido pelas fontes;
- (b) se o máximo central é o mais intenso, justificando sua resposta com algum argumento ou algum cálculo;
- (c) a que distância y do ponto C se encontram os dois próximos máximos de intensidade sonora na parede.

9) À temperatura ambiente, o número de elétrons de condução por unidade de volume no silício puro (Si) é cerca de 10^{16} elétrons/m³. Deseja-se aumentar este número por um fator de milhão (10^6) através da dopagem de uma amostra de silício puro com fósforo (P). Considerando que, à temperatura ambiente, a agitação térmica seja suficiente para que, em média, cada átomo de fósforo ceda 1 elétron para a condução, determine que fração de átomos de Si deve ser substituída por átomos de P.

10) Duas esferas maciças, duras e idênticas, de massa m , movendo-se em sentidos contrários sobre o eixo dos xx com um mesmo valor altíssimo de velocidade, colidem de forma completamente inelástica. Como resultado disso,

- (a) resta um corpo disforme com massa $M = 2,85 m$, em repouso;
- (b) e inúmeros pequenos fragmentos são arremessados, com velocidades muito altas, junto com emissão de luz e de som. A quantidade medida de energia total, ΔE , associada aos fragmentos e ao total de luz e som emitidos durante a colisão, pode ser expressa como $0,4833 mc^2$, onde c é o módulo da velocidade da luz no vácuo.

A partir desses resultados, determine o módulo da velocidade inicial de cada partícula em rota de colisão.