UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Instituto de Física

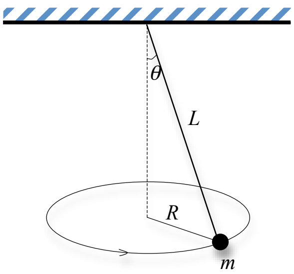
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Exame de conhecimentos para seleção para ingresso no Mestrado acadêmico em ensino de Física – 2009.

Data: 05/11/2008

Candidato:

1) Uma pequena esfera, presa a um cordão, descreve um movimento circular uniforme em um plano horizontal, como mostra a figura abaixo. Sendo a massa *m* do objeto igual a 2,0 kg, o comprimento *L* do cordão inextensível (e de massa desprezível) igual a 1,5 m, e o ângulo θ que cordão faz com a vertical, igual a 37°, determine o período do movimento da esfera. Despreze a força de resistência do ar.



2) Uma esfera de massa m = 100 g parte do repouso (no instante t = 0 s) dentro de um recipiente que contém um líquido viscoso e cujo fundo se encontra 1,80 m abaixo da superfície da esfera no instante inicial. O material da esfera é mais denso do que o líquido e, portanto, a esfera descerá verticalmente para o fundo. A força de resistência hidrodinâmica que o líquido exerce sobre a esfera durante a queda é $F_{liq} = C.v(t)$, onde $C = 2$ kg.s^{-1} e $v(t)$ é a velocidade escalar instantânea da esfera. Considerando g = 10 m/s^2: (a) obtenha uma *expressão algébrica* para o *deslocamento* da esfera durante a queda, em função do tempo t e da velocidade terminal da esfera; e (b) *estime* o instante em que a esfera tocará no fundo do recipiente.

3) A segunda lei de Kepler (as órbitas celestes são planas, e o segmento de reta que une o Sol ao corpo descreve áreas iguais em tempos iguais) e a terceira lei de Kepler (o quadrado do período de revolução de um corpo em órbita é proporcional ao cubo da distância média entre ele e o Sol) foram obtidas empiricamente a partir dos dados planetários, bastante precisos, obtidos antes por Tycho Brahe. Usando a mecânica newtoniana, (a) demonstre a segunda lei de Kepler considerando uma órbita geral elíptica com o Sol em um dos focos, e (b) demonstre a terceira lei de Kepler considerando uma órbita circular de raio r.

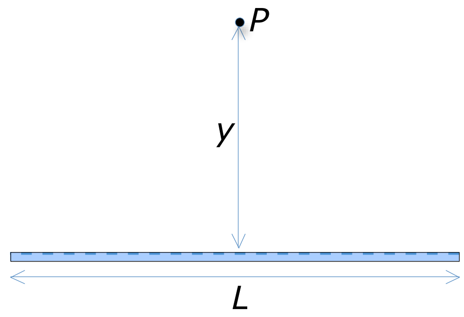
4) Um cilindro metálico vertical, com seção transversal interna de 0,01 m^2 e dotado de um pistão, contém 0,08 mol de um gás monoatômico. A massa de metal do pistão é de 40 kg, e ele é livre para se movimentar dentro do cilindro com atrito praticamente desprezível. Inicialmente, o gás se encontra em equilíbrio a 25ºC. Ele, então, é aquecido *muito lentamente* (quase-estaticamente) até que sua temperatura final atinja 105 ºC. (a) Quanto sobe o pistão durante o aquecimento? (b) Qual é o aumento de entropia sofrido pelo gás durante este processo? Considere que g = 10 m/s^2 e que a pressão atmosférica seja de 1 atm = 101.300 Pa. Dado: o calor específico molar a pressão constante de um gás ideal monoatômico vale 2,50R, onde R = 8,31 J/mol.K.

5) A função partição de um sistema é dada pela equação

$$Z = exp\,(aT^3V)$$

onde a é uma constante, e T e V são, respectivamente, a temperatura absoluta e o volume do sistema. Determine a pressão, a entropia e a energia interna do sistema em função de T e V.

6) Uma haste fina de comprimento finito L, feita de material que é um bom isolante elétrico, possui uma carga $-q$ distribuída uniformemente ao longo de seu comprimento (figura abaixo). Obtenha uma expressão para a intensidade do campo elétrico no ponto P localizado sobre a reta perpendicular à haste que passa por seu ponto médio, a uma distância y da haste.



7) Dois condutores cilíndricos e concêntricos de raios a e b e comprimento C, sendo $b > a$, constituem um longo cabo coaxial. Os condutores são percorridos por correntes elétricas de intensidade I, mas em sentidos opostos. Supondo que o condutor interno seja uma casca cilíndrica fina, determine a auto-indutância L desse cabo a partir da lei de Ampère.

8) O movimento unidimensional de uma partícula quântica de massa *m*, em um potencial *V(x),* é representado pela função de estado ψ*(x,t)*. Mostre que a evolução temporal do valor esperado da posição da partícula é dada por

$$\frac{d\langle x\rangle}{dt} = \frac{\langle p\rangle}{m}$$

onde *p* representa o momentum linear da partícula.

9) Uma molécula diatômica formada por dois átomos idênticos de massa M, como a do hidrogênio molecular, separados por uma distância de equilíbrio r_{eq}, pode ser considerada, em primeira aproximação, como um corpo rígido microscópico. Como tal, se uma amostra de material constituído por essas moléculas estiver no estado gasoso e nas CNTP, suas moléculas serão capazes de girar em torno de um eixo perpendicular à reta que passa pelos centros dos átomos da molécula. (a) Usando a condição de quantização de Bohr-Sommerfeld,

$$\oint p\,dq = nh ,$$

onde h é a constante de Planck e n = 0, 1, 2, . . . , determine quais seriam as energias dos quatro primeiros estados estacionários de rotação permitidos para uma molécula diatômica como a mencionada acima. (b) Refaça o item anterior usando agora a mecânica ondulatória de Schrödinger. (c) Comente acerca das semelhanças e diferenças mais relevantes entre os resultados obtidos nos itens anteriores.

10) Uma partícula de massa m e com velocidade inicial $v_0 = 0{,}8c$ ($c = 3 \times 10^8$ m/s) colide frontal e elasticamente com outra partícula de massa $2m$, inicialmente em repouso com relação ao sistema de coordenadas utilizado. A colisão é unidimensional, e a partícula mais pesada é detectada com uma velocidade final de $0{,}6c$. Determine o módulo e a orientação da velocidade final da outra partícula.

ANEXO

Algumas fórmulas

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2})$$

$$\int \frac{xdx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = -\frac{1}{(x^2 + a^2)^{1/2}}$$

$$\int \frac{dx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{x}{a^2(x^2 + a^2)^{1/2}}$$

$F = -\kappa_B T \ln(Z)$

$F = U - TS$