

OLIMPIADAS DE FÍSICA

Seleccção para as provas internacionais

19 de Maio de 2000

Prova Teórica

Duração da prova: 3H

I. Vários tópicos

Este problema é constituído por várias alíneas sem qualquer ligação entre si.

- a) A aceleração da gravidade na Lua é $g/6$ e o raio da Lua é 0,27 vezes o raio da Terra. Relacionar as massas volúmicas (densidades) médias da Terra e da Lua.
- b) Uma onda sinusoidal propaga-se da esquerda para a direita com velocidade v e uma outra da direita para a esquerda com velocidade $-v$. As duas ondas têm a mesma amplitude, A , e o mesmo número de ondas, k . Mostrar que da sobreposição das duas ondas se obtém uma onda estacionária e localizar os respectivos nodos.

Nota: $\sin a + \sin b = 2 \sin \frac{a+b}{2} \cos \frac{a-b}{2}$.

- c) Determinar as intensidades de corrente que percorrem todos os ramos do circuito representado na Figura 1.1, quando o interruptor K está aberto e quando está fechado.

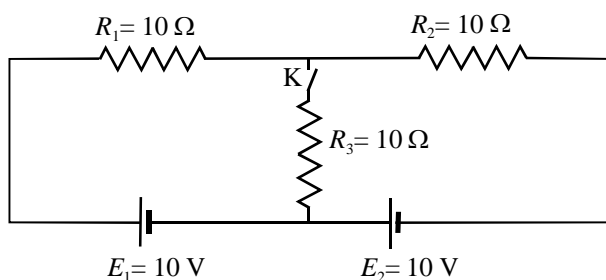


Figura 1.1

- d) Os núcleos radioactivos decaem segundo uma lei exponencial:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

onde N_0 é o número de núcleos no instante $t=0$, N é o número de núcleos no instante t e λ é um parâmetro que caracteriza o "tempo médio" de vida de uma

espécie de núcleos radioactivos. A actividade, R , é por definição $R = -\frac{dN}{dt}$ (número de desintegrações por unidade de tempo) de onde se conclui que a actividade é proporcional ao número de núcleos radioactivos: $R = \lambda N$. O ^{14}C é um isótopo radioactivo do carbono para o qual $\lambda = 1,2 \times 10^{-4} \text{ ano}^{-1}$. Os seres vivos, quando morrem, deixam de absorver carbono. Analisou-se madeira das ruínas de uma construção que apresentava uma actividade de ^{14}C de 13 desintegrações por minuto, sendo de 16 desintegrações por minuto a actividade do ^{14}C nas árvores vivas de onde provém aquela madeira. Determinar a idade da construção.

- e) Misturam-se duas moles de um gás ideal monoatómico com uma mole de um gás ideal diatómico. Calcular a capacidade térmica molar da mistura que é também um gás ideal. Determinar o parâmetro γ na equação $PV^\gamma = C^{\text{te}}$ para um processo adiabático da mistura.
- f) A massa de um núcleo no estado fundamental é M . A massa desse núcleo no estado excitado, depois de absorver um raio gama de frequência ν , é M^* . Depois da absorção, a energia do núcleo é a soma da energia em repouso e da energia cinética, a qual pode ser dada pela expressão não-relativista. Obter M^* em função dos dados e de outras constantes físicas.

II. Electromagnetismo

- a) A Figura 2.1 representa uma esfera de raio R uniformemente carregada com carga positiva. No interior há duas cargas pontuais negativas ($-Q$ cada uma) colocada sobre um mesmo diâmetro da esfera e equidistantes do centro. O sistema é electricamente neutro. Este é o bem conhecido modelo atómico de Thomson (no caso, para o átomo de hélio).

a.1) Determinar a distância r a que devem estar as cargas negativas do centro da esfera para que o sistema esteja em equilíbrio electrostático.

a.2) Calcular a frequência de pequenas oscilações radiais de cada um dos electrões (admita que o outro permanece em repouso), sendo m a massa do electrão.

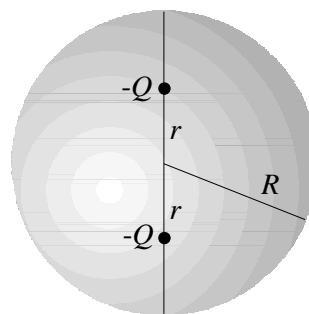


Figura 2.1

Notas: se $b \ll a$, $(a+b)^2 \approx a^2 + 2ab$. Se $x \ll 1$, $(1+x)^{-1} \approx 1-x$.

- b) Considerar quatro fios condutores, paralelos e infinitos, como se representa na Figura 2.2, todos perpendiculares ao plano do papel. Os fios são percorridos por correntes de intensidades constantes (considera-se positiva a direcção que aponta para fora) de valor igual a I_0 .

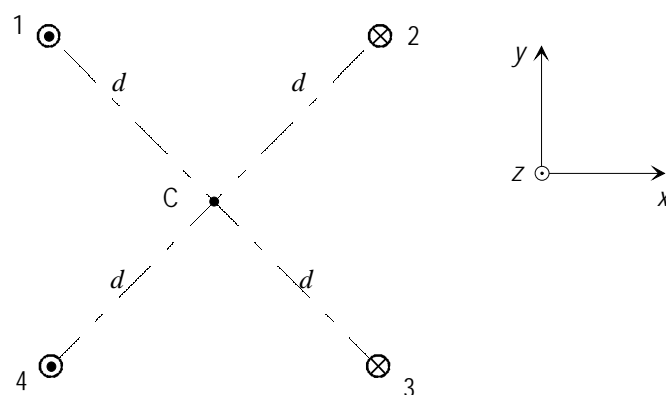


Figura 2.2

b.1) Determinar a força por unidade de comprimento que a corrente 1 exerce na corrente 2.

b.2) Obter o campo de indução magnética no centro (ponto C)

b.3) Determinar a força electromotriz induzida numa *pequena* espira quadrada de lado l , colocada em C, que oscila em torno do eixo vertical z como mostra a figura 2.3. O ângulo θ que o plano (vertical) da espira forma o plano xz varia com o tempo de acordo com a expressão $\theta(t) = \theta_0 \sin(\omega t)$.

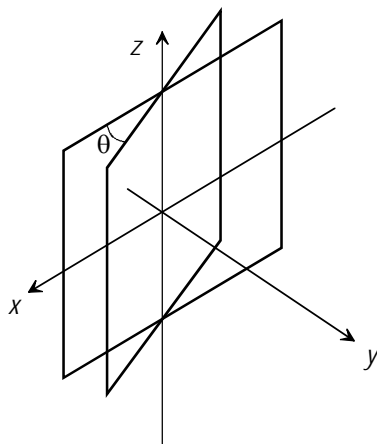


Figura 2.3

III. Mecânica

- a) A figura 3.1 mostra um aro que se desloca sem escorregar sobre uma superfície plana horizontal.

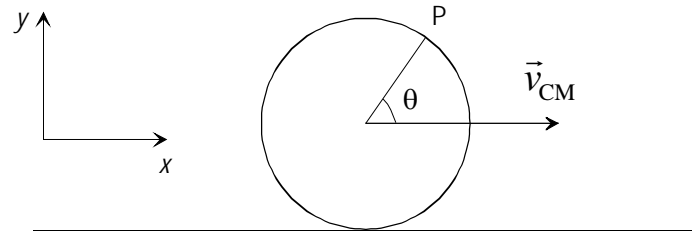


Figura 3.1

Escrever a velocidade do ponto P no referencial do laboratório.

- b) A figura 3.2 representa um ioiô de massa M , raio $2R$ e momento de inércia em relação ao seu eixo χMR^2 (χ é um número). O ioiô desce um plano inclinado, sem escorregar, estando ligado por um fio a uma roldana de momento de inércia em relação ao seu eixo ξMR^2 (ξ é um número). O fio tem espessura e massa desprezáveis.

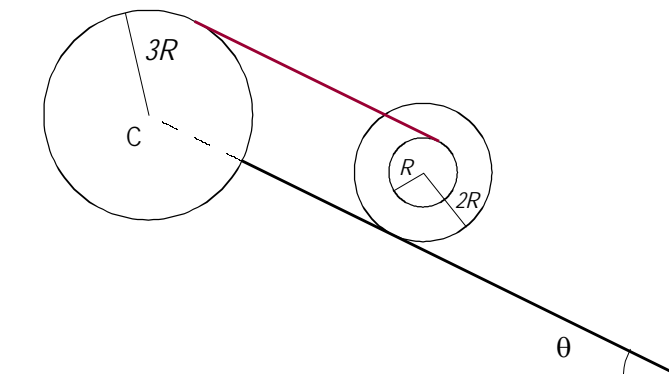


Figura 3.2

- b.1) Representar as forças aplicadas no ioiô.
b.2) Mostrar que a aceleração do centro de massa do ioiô é

$$a_{\text{CM}} = \frac{4g \sin \theta}{4 + \chi + \xi}$$

- b.3) Calcular a tensão no fio e a força de atrito.
b.4) Verificar que durante o movimento há conservação de energia mecânica.