

OLIMPIÁDAS DE FÍSICA

Seleccção para as provas internacionais

28 de Maio de 1999

Prova Teórica

Duração da prova: 3H

I. Vários tópicos

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

- a) Determinar a resistência equivalente a cada uma das seguintes associações de resistências representadas na figura 1.1:

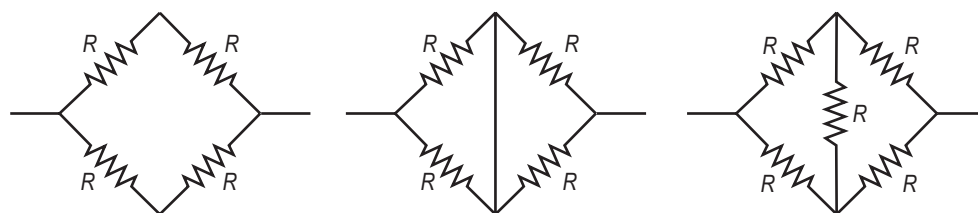


Figura 1.1

- b) Cada uma das molas representadas na figura 1.2 tem constante elástica k e comprimento natural l_0 . Os blocos A e B têm a mesma massa m . Determinar a posição de equilíbrio do bloco A [situação (i)] e do bloco B [situação (ii)], ou seja, os comprimentos l_1 e l_N .

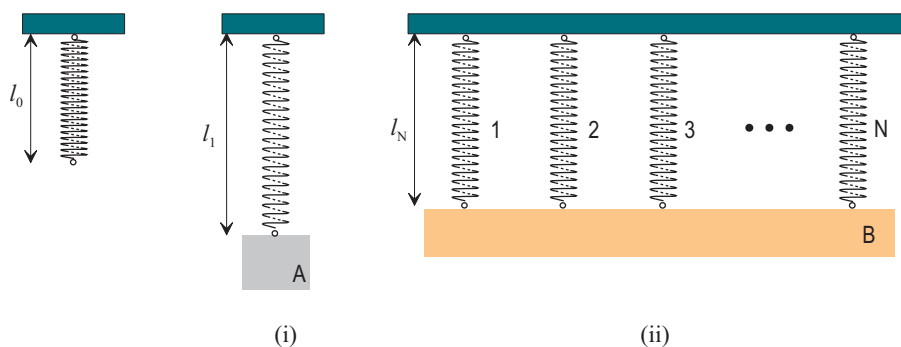


Figura 1.2

- c) A figura 1.3 representa um acelerador de electrões. A massa em repouso do electrão é aproximadamente $m_e = 0,51 \text{ MeV}/c^2$. Em cada parte linear do acelerador estão aplicados 5 dispositivos que permitem criar, cada um deles, uma diferença de potencial de 1 MV. Determinar a energia cinética e a energia total de um electrão depois de passar o primeiro dispositivo (considerar que o electrão é injectado no acelerador com velocidade nula). Qual a energia, a velocidade e o momento linear de um electrão depois de ter dado 5 voltas completas ao acelerador?

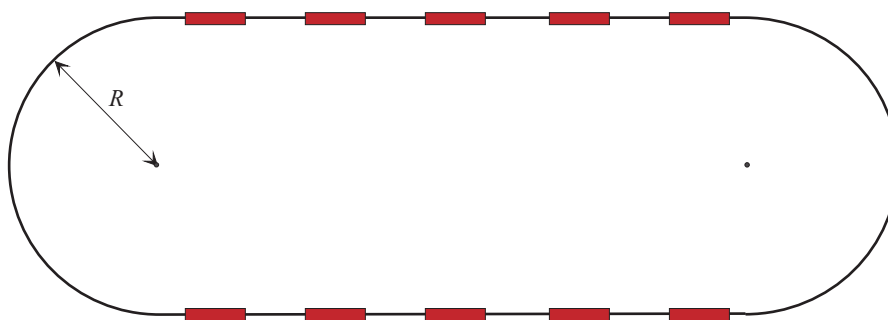


Figura 1.3

- d) Determinar o valor do campo de indução magnética, B , e caracterizar este campo quanto a direcção e sentido, que é necessário aplicar para que um electrão com velocidade de grandeza v descreva os troços circulares do acelerador.
- e) Considerar a distribuição de cargas indicada na figura 1.4. Cada linha representa um plano infinito com uma distribuição de carga uniforme de densidade constante $+\sigma$ ou $-\sigma$. Determinar o campo eléctrico em todo o espaço fora das distribuições de cargas. (Utilizar os versores indicados na figura.)
- Nota: se não souber determinar o campo eléctrico produzido por um plano uniformemente carregado, considere que esse campo é uniforme de valor E .*

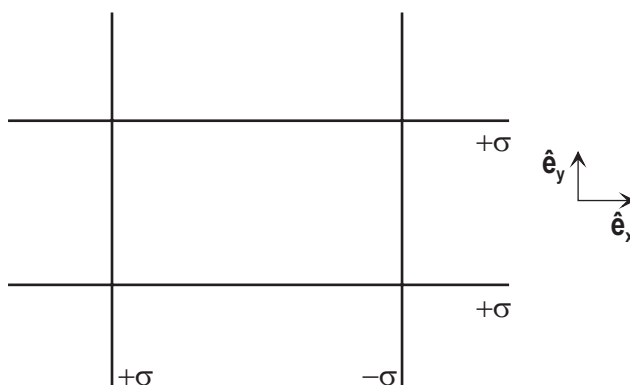


Figura 1.4

II. Mecânica e Termodinâmica

Num recipiente cilíndrico de paredes adiabáticas há n moles de um gás perfeito monoatômico em equilíbrio termodinâmico. O pistão – de espessura desprezável e que desliza sem atrito no interior do cilindro – tem massa m , secção A e está à altura l do fundo do cilindro. É largado um objecto (partícula) também de massa m de uma certa altura h . Depois de se atingir o equilíbrio verifica-se que o pistão desceu de l' relativamente à sua posição inicial (figura 2.1). Considerar que a pressão exterior é nula.

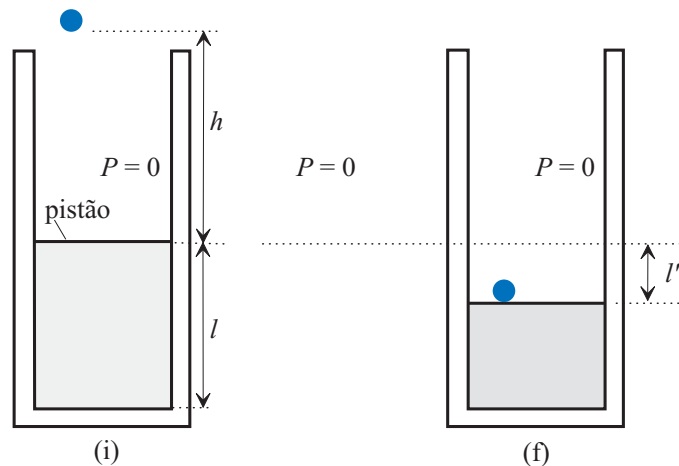


Figura 2.1

- Determinar a temperatura inicial do gás, T_i , em função das quantidades já referidas, da aceleração da gravidade, g , e da constante (molar) dos gases perfeitos, R .
- Designando por T_f a temperatura do gás na situação final, escrever a variação da energia interna do gás, ΔU .
- Obter a relação entre l' e os comprimentos l e h e representar graficamente a função $l'=l'(h)$, considerando l um parâmetro.
- Discutir as condições em que ocorre o abaixamento máximo do pistão e aquelas em que há subida do pistão relativamente à sua posição inicial (a que se fica a dever esta subida?).

III. Ioiô

A figura 3.1 representa um ioiô de massa M e momento de inércia em torno do eixo que passa pelo centro de massa I . O fio tem espessura e massa desprezáveis.

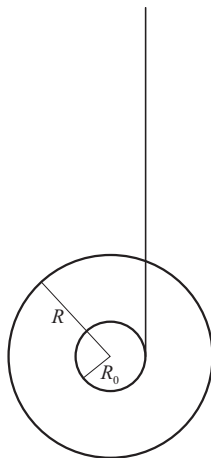


Figura 3.1

- a) Representar as forças aplicadas no ioiô.
- b) Mostrar que o ioiô desce com aceleração constante dada por

$$a = \left(1 + \frac{I}{MR_0^2} \right)^{-1} g ,$$

onde g é a aceleração da gravidade.

- c) Calcular a tensão no fio.
- d) Mostrar que durante o movimento do ioiô há conservação de energia mecânica.
- e) Considerar agora que o ioiô está apoiado numa mesa como mostra a figura 3.2, sendo \vec{F} uma força constante. O coeficiente de atrito é suficientemente elevado para que o ioiô role sem haver escorregamento. Mostrar que a força de atrito tem o valor

$$f_a = F \frac{MR_0 + I}{MR^2 + I} .$$

Indicar o seu sentido e obter o valor mínimo do coeficiente de atrito estático para que haja rolamento sem escorregamento.

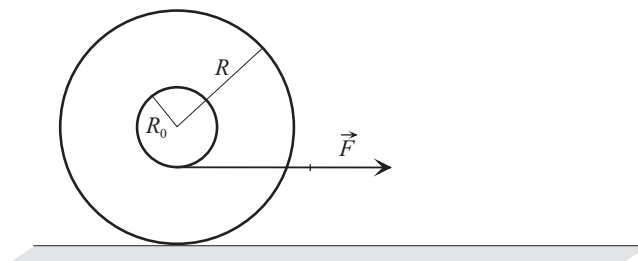


Figura 3.2