

Prova 1, 03/09/2014, Prof. Paulo Freitas Gomes

Física 3. Curso: Física

Nome: _____ Matrícula: _____

Dados: $\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$, carga elementar do elétron $-e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, volume da esfera $\frac{4}{3}\pi R^3$, área da esfera $4\pi R^2$. Use V para o potencial elétrico e τ para o volume.

1) Duas esferas idênticas de massa m estão suspensas em fios de seda de comprimento L , como indicado na figura 1(a). Cada esfera possui uma carga pontual q . Mostre que se o ângulo θ for muito pequeno, a distância d no equilíbrio entre as esferas será dada por:

$$d = \sqrt[3]{\frac{q^2 L}{2\pi\varepsilon_0 m g}}$$

Sugestão: quando $\theta \approx 0$, temos que $\tan \theta \approx \sin \theta$.

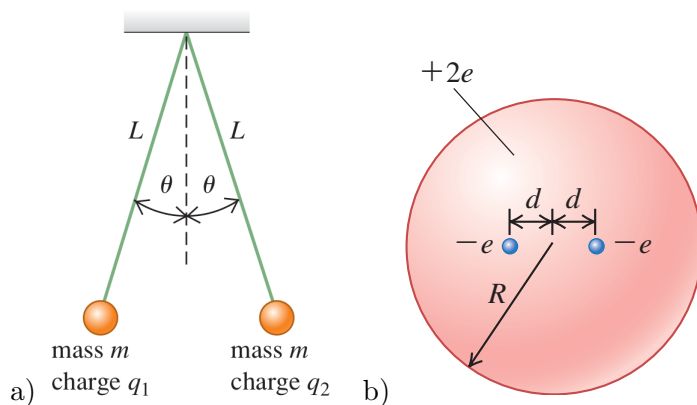


Figura 1: (a) Figura referente ao problema 1. (b) Átomo do Modelo de Thomson, referente ao problema 2.

2) **Modelo de Thomson para o átomo.** Usando o modelo (incorreto) de Thomson, considere um átomo constituído por dois elétrons, cada um com carga $-e$, espalhados no interior de uma esfera de raio R com uma carga total $+2e$, veja figura 1(b). No equilíbrio, cada elétron está a uma distância d do centro do átomo. a) Desenhe os vetores de todas as forças atuando no elétron da direita, indicando adequadamente qual a origem de cada força. b) Calcule o módulo dessas forças. c) Considerando que o sistema está em equilíbrio, calcule a distância d .

3) **Energia do núcleo.** Qual é a energia necessária para montar um núcleo atômico contendo três prótons, se o modelarmos como um triângulo equilátero de lado $a = 2 \times 10^{-15}$ m (veja figura 2(a)), com um próton em cada vértice? Suponha que os prótons partiram de uma distância muito grande. Carga do próton = e .

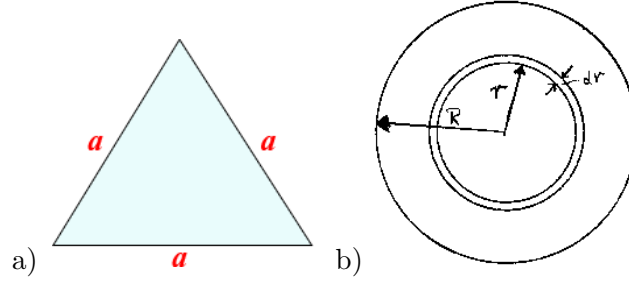


Figura 2: (a) Triângulo equilátero de lado a , referente ao problema 3. (b) Ilustração da seção transversal de uma casca esférica diferencial de espessura dr e raio interno r dentro de uma esfera de raio R . Figura referente ao problema 4.

4) **Energia própria de uma esfera de carga.** Uma esfera sólida de raio R contém uma carga Q distribuída uniformemente por todo seu volume. Ache a energia necessária para montar essa distribuição de carga. Essa é a chamada energia própria ou auto-energia da distribuição de carga. Dica: o volume de uma casca esférica de raio interno r e com uma espessura muito pequena dr é a área superficial da esfera vezes a espessura: $d\tau = 4\pi r^2 dr$, veja figura 2(b).

Fórmulas para consulta

$$\begin{aligned} \vec{F} &= \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r} & \vec{E} &= \frac{\vec{F}}{q_0} & \int_S \vec{E} \cdot d\vec{A} &= \frac{Q_S}{\epsilon_0} & W &= \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{l} \\ V_b - V_a &= - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} & U_{ij} &= \frac{Q_i Q_j}{4\pi\epsilon_0 r_{ij}} & \tan \theta &= \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \\ V &= \frac{dU}{dQ} & V(r) &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} & \rho &= \frac{dQ}{d\tau} = \frac{Q}{\tau} & \sum_i \vec{F}_i &= m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \end{aligned}$$