Escola Quark / Olimpíadas Internacionais de Física — 2008

Electromagnetismo — I

1. Considerar um anel circular de raio R com densidade uniforme de carga λ C/m.

   a) Calcular o campo eléctrico num ponto sobre o eixo do anel à distância z do centro.

   b) Determinar o valor de z, para o qual o campo assume o seu valor máximo.

   c) Considerar uma carga $-q$, de massa m colocada sobre o eixo do anel, a uma distância $z << R$. Mostrar que esta carga (considerada pontual) executará um movimento harmónico simples cuja frequência é dada por

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{kqQ}{mR^3}}, \quad \text{com } k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \quad \text{e} \quad Q - \text{carga total do anel}$$

2. a) Obter o campo eléctrico da questão anterior a partir do cálculo do potencial eléctrico.

   b) Comentar os resultados obtidos para o campo e para o potencial nas duas situações seguintes: $z \gg R$ e $z \ll R$.

3. Uma superfície semi-esférica de raio a está carregada com uma distribuição uniforme de carga de densidade σ C/m^2. Determinar o campo eléctrico no centro da esfera.

4. Um cabo coaxial de comprimento L é formado por um fio metálico de raio a coaxial com um cilindro oco de raio $b > a$. Considera-se $L \gg b$. Aplica-se uma diferença de potencial V entre o fio e o condutor exterior.

   a) Determinar a expressão do campo eléctrico na região $a < r < b$.

   b) Determinar a força por unidade de área que o condutor interior exerce sobre o exterior. Qual a força total exercida por unidade de comprimento do cabo?

   c) Suponha que se libertam electrões com velocidade desprezável da superfície $r = b$. Obter a velocidade dos electrões em $r = a$.

5. O modelo de Thomson para o átomo de hidrogénio considerava uma esfera de raio R com a carga total $+e$, uniformemente distribuída no volume, e um electrão (carga $-e$) posicionado no centro da esfera.

   a) Verificar que o electrão está em equilíbrio no centro da esfera e se for ligeiramente afastado dessa posição passará a oscilar em torno dela. Determinar a frequência das oscilações.

   b) Determinar o valor de R para o qual o electrão oscilaria com frequência $f = 2,47 \times 10^{15}$ Hz (frequência da luz correspondente a uma das linhas do espectro do hidrogénio).

6. Uma corrente estacionária I dirigida paralelamente ao eixo percorre um condutor compreendido entre dois cilindros muito longos de eixos paralelos e raios R e a (com $R > a$), como mostra a figura 1. A distância entre os eixos dos cilindros é d.

   Calcular o campo $\vec{B}$ no interior do condutor de raio a.

7. Uma placa metálica muito longa, de largura d conduz uma corrente I, uniformemente distribuída. Obter o campo $\vec{B}$ num ponto P à distância a da placa (ver figura 2).

8. Considerar dois planos paralelos, percorridos por correntes estacionárias, de densidade uniforme $\vec{k}_0 = -k\hat{e}_z$ e $\vec{k}_d = k\hat{e}_z$, localizados em $y = 0$ e $y = d$, respectivamente.

   a) Calcular o campo magnético $\vec{B}$ em todo o espaço.

   b) Considerar a saída de um selector de velocidades de iões positivos colocada num ponto P equidistante dos planos, $y = d/2$; supondo que os iões têm massa m e carga q e são ejectados com velocidade $\vec{v} = v_0\hat{e}_z$, calcular o mínimo valor que k poderá ter para que os iões passem tangencialmente a um dos planos de corrente sem colidir com ele. Fazer um esboço da trajectória dos iões.

   c) Calcular a força por unidade de área que um plano exerce sobre o outro.

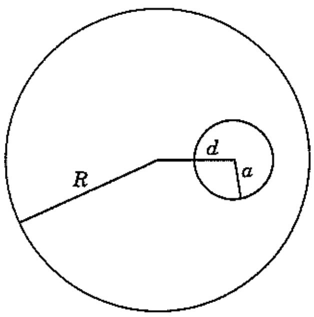

Figura 1

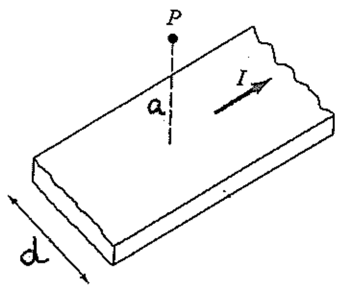

Figura 2