Electromagnetismo e Óptica
Primeiro Semestre 2007

Série 2

1. O campo magnético numa dada região do espaço é dado por $\vec{B} = 4\vec{e}_x + 11\vec{e}_y$ (Tesla). Um electrão ($q_e = -1.6 \times 10^{-19}$ C) entra nesta região com velocidade $\vec{v} = -2\vec{e}_x + 3\vec{e}_y - 7\vec{e}_z \; ms^{-1}$.

   a) Determine a força exercida sobre o electrão pelo campo magnético

   b) Qual o trabalho realizado pelo campo magnético sobre o electrão ?

   c) Houve variação da energia cinética do electrão ?

2. Um protão ($q_p = 1.6 \times 10^{-19} \; C, \; m_p = 1.67 \times 10^{-27} \; Kg$) viaja com uma velocidade $v = 8 \times 10^6 \; ms^{-1}$ segundo o eixo dos xx. Entra numa região onde existe um campo magnético de 2,5 Tesla, que é perpendicular ao eixo zz e faz um ângulo de 60^o com o eixo dos xx. Determine a intensidade inicial da força magnética sobre o protão e a sua aceleração nesse momento.

3. Um protão move-se numa órbita circular de raio 14 cm quando se encontra sob a acção de um campo magnético uniforme de 0,35 Tesla.

   a) Qual terá de ser a direcção de $\vec{B}$?

   b) Qual o valor da velocidade linear e da frequência ciclotrónica do protão ?

   c) Se um electrão se movesse no mesmo campo, à mesma velocidade, qual seria o raio da trajectória e a frequência ciclotrónica do electrão ?

4. Seja um fio de cobre de 1 mm^2 de secção, percorrido por uma corrente de intensidade 1 A. Sabendo que a massa específica do Cobre é $\rho = 8,96\ g.cm^{-3}$, o seu peso atómico $m = 63,54\ g.mol^{-1}$, o número de Avogadro $N = 6,02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$ e que cada átomo contribui com um electrão para o "gás electrónico", determinar a velocidade média desse "fluido". Comente o resultado obtido.

   Solução : $v = \frac{i}{\rho_m S} = 7,4 \times 10^{-5}\ m.s^{-1}$

5. O dieléctrico dum condensador plano cujas armaduras, de área S, estão á distância d, é composto por duas camadas homogéneas de espessura d_1 e d_2, de constantes dieléctricas ϵ_1 e ϵ_2 e condutividades σ_{c1} e σ_{c2}, tal que $d = d_1 + d_2$. A diferença de potencial entre as armaduras é V. Determinar a densidade de carga eléctrica verdadeira e a densidade de corrente sobre a superficie de separação das duas camadas.

   Solução :

   $$|J| = \frac{V}{\frac{d_1}{\sigma_{c1}} + \frac{d_2}{\sigma_{c2}}} \qquad \sigma = \frac{V\left(\frac{\epsilon_2}{\sigma_{c2}} - \frac{\epsilon_1}{\sigma_{c1}}\right)}{\left(\frac{d_1}{\sigma_{c1}} + \frac{d_2}{\sigma_{c2}}\right)}$$

6. Seja um condensador esférico definido pelos raios $R_1 = 2\ cm,\ R_2 = 5\ cm,\ R_2' = 5.1\ cm$. O espaço entre as armaduras está completamente preenchido por um meio de $\epsilon_r = 4\ e\ \sigma_c = 10^{-2}\ \Omega^{-1}.m^{-1}$. Ligam-se as armaduras a fontes de modo a que $V_1 = 10\ V\ e\ V_2 = 0\ V$. Determinar:

   a)As cargas $\rho, \rho', \sigma, \sigma'$.

   b)O valor da intensidade de corrente.

   c)A resistência do meio.

   Solução :

   a)$\rho = 0; \rho' = 0;\ |\sigma_i| = \frac{\epsilon V_1 R_1 R_2}{R_i^2 (R_2 - R_1)}$

   b) $i = \frac{4\pi\sigma_c V_1 R_1 R_2}{R_2 - R_1}$

   c) $R = \frac{V_1}{i}$

7. Uma bateria de força electromotriz ϵ e resistência interna r , fornece uma potência P a uma resistência R.

   a) Estabelecer a lei de variação da potência em função de R e obter as condições em que a potência fornecida é máxima.

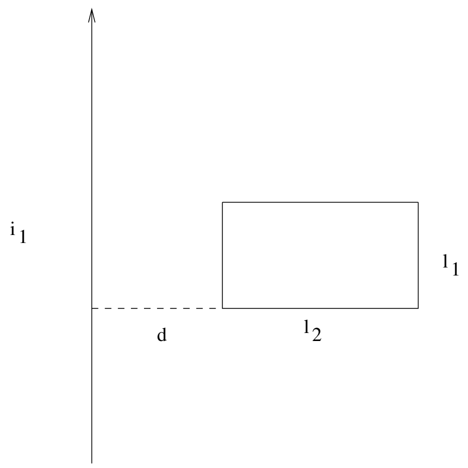
   b) Usar o resultado da alinea anterior para calcular a resistência interna duma bateria.

   Solução : $P = R(\frac{\epsilon}{r+R})^2$; $r = R$

8. Calcule $\vec{H}$ no centro de uma espira quadrada de lado L, onde circula uma corrente I.

   Solução : $\vec{H} = \frac{2\sqrt{2}I}{\pi L}\vec{e}_z$

9. Considere um fio rectangular no qual circula uma corrente I_2. No mesmo plano encontra-se outro fio percorrido por uma corrente I_1 e de comprimento $L \gg l_1$, l_2.



   a) Qual a força no fio rectangular? Qual a força no outro fio?

   b) Calcule o momento do binário no fio rectangular.

Solução :

a) $|F| = 2I_1 I_2 \frac{\mu_0}{4\pi} l_1 (\frac{1}{a} - \frac{1}{a+l_2})$

b) $\vec{M} = 0$

10. Um disco circular não condutor de raio a possui uma carga σ C/m^2 uniformemente distribuída. O disco roda em torno do seu centro com uma velocidade angular ω. Determine o valor do campo de indução magnética no centro do disco.

    Solução : $\vec{B} = \frac{\mu_0}{2} \sigma \omega a \vec{e}_z$

11. Considere ainda o disco referido no problema anterior. Calcule agora o campo de indução magnética, num ponto do eixo de rotação do disco situado a uma distância b do seu centro, na aproximação de b ser muito maior que o raio a do disco.

    Solução : $\vec{B} = \frac{\mu_0 \sigma \omega a^4}{8b^3} \vec{e}_z$

12. Determine o campo $\vec{B}$ criado no interior ou exterior dum cabo rectilíneo de comprimento infinito e raio R, percorrido pela intensidade de corrente i distribuida uniformemente na secção. Desenhe as linhas de força deste campo.

    Solução : $|\vec{B}|_{ext} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r}$; $\qquad |\vec{B}|_{int} = \frac{\mu_0}{2\pi} i \frac{r}{R^2}$

13. Sejam dois fios paralelos, à distância d, percorridos pela mesma intensidade de corrente i, mas em sentidos opostos. Determinar o campo $\vec{B}$:

    a) num ponto do plano que contém os fios.

    b) num ponto do plano mediano.

    c) num ponto qualquer do espaço.

Solução :

a) $\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi}(\frac{1}{x-\frac{d}{2}} - \frac{1}{x+\frac{d}{2}})\vec{e}_y$

b) $\vec{B} = -\frac{\mu_0 i}{2\pi}\frac{d}{x-\frac{d}{2}}\vec{e}_y$

c) $\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi}\ i\ \left(\frac{1}{x-r_2}\vec{e}_{\theta 2} - \frac{1}{x-r_1}\vec{e}_{\theta 1}\right)$

14. No intante t, o electrão A passa no ponto O, movendo-se segundo O_z com a velocidade $v_A = 1000\ km.s^{-1}$. No "mesmo instante", o electrão B passa no ponto $x = 1\ m,\ y = 0,\ z = 0$ com a velocidade $v_B = 2000\ km.s^{-1}$, paralela a O_z. Ainda "no mesmo instante", o electrão C passa no ponto $x = 0,\ y = 0,\ z = 3\ m$ com a velocidade $v_C = 1000\ km.s^{-1}$. Determinar as forças que: A exerce sobre B, B exerce sobre A; A sobre C e C sobre A. Solução : $\vec{F}_{p'p} = \mu_0 q q' \vec{v}_p \times \frac{\vec{v}' \times \vec{r}_{p'p}}{4\pi r^3_{p'p}}$

15. Determine o coeficiente de indução mútua entre o fio e o circuito rectangular do problema 9.

    Solução : $L = \frac{\mu_0 l_1}{2\pi} \ln \frac{a+l_2}{a}$

16. Seja um circuito rectangular, percorrido por uma corrente i. O campo $\vec{B}$, criado pela própria corrente exerce forças de Laplace. Verifique que o sentido dessas forças é "para fora" e tende a aumentar o valor algébrico do fluxo. Por isso, um circuito de comprimento fixo e forma flexível, percorrido por uma corrente, tende a assumir a forma de uma circunferência.