

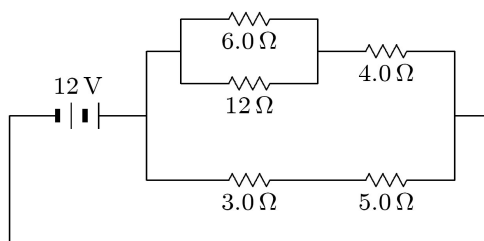
**Parte I (6 valores)**

Cada uma das questões de escolha múltipla que se seguem pode ter mais do que uma resposta correcta. As respostas têm que ser sucintamente justificadas.

1. [1.5 val.] Uma esfera condutora com uma cavidade esférica concêntrica é carregada ficando ao potencial V . O potencial no centro vale:

- A. V
- B. 0
- C. $-V$
- D. $2V$
- E. πV

2. [1.5 val.] Considere o seguinte circuito:



A intensidade de corrente na resistência de 5.0Ω vale:

- A. 0.42 A
- B. 0.67 A
- C. 1.5 A
- D. 2.4 A
- E. 3.0 A

3. [1.5 val.] Para determinar a direcção do campo magnético numa certa região introduzem-se sequencialmente nessa região partículas carregadas com diferentes direcções da velocidade de lançamento. A direcção do campo magnético é:

- A. a mesma que a direcção da velocidade de lançamento da partícula quando é nula a força magnética que sobre ela actua
- B. a mesma que a direcção da velocidade de lançamento da partícula quando é máxima a força magnética que sobre ela actua
- C. a mesma que a direcção da força magnética sobre a partícula
- D. perpendicular à direcção da velocidade de lançamento da partícula quando é nula a força magnética que sobre ela actua
- E. nenhuma das respostas anteriores está correcta

4. [1.5 val.] O rápido decaimento exponencial (em apenas alguns ciclos) da carga nas armaduras de um condensador num circuito oscilador RLC deve-se:

- A. à elevada indutância da bobina
- B. à elevada capacidade do condensador
- C. à pequena capacidade do condensador
- D. à elevada resistência do circuito
- E. nenhuma das respostas anteriores está correcta

Parte II (14 valores)

Identifique todos os símbolos que utilizar e justifique cuidadosamente as suas respostas.

5. [3.0 val.]

- a) Defina fluxo do campo eléctrico. Enuncie o Teorema de Gauss da electrostática no vazio, na forma integral, e demonstre-o a partir da lei de Coulomb e do princípio de sobreposição.
- b) Explique como se pode obter a expressão local (ou diferencial) do Teorema de Gauss da electrostática a partir da forma integral.
- c) Discuta a aplicabilidade da expressão local da alínea anterior para o caso do campo eléctrico induzido por um campo magnético variável no tempo.

6. [4.5 val.] Uma esfera neutra, de raio a , feita de um material dielétrico linear, isotrópico e homogéneo, de constante dielétrica relativa ϵ_r , é colocada numa região onde antes existia um campo eléctrico uniforme dirigido segundo o eixo dos zz : $\vec{E}_0 = E_0 \vec{u}_z$.

a) Sabendo que nas regiões interior ($r \leq a$) e exterior ($r \geq a$) à esfera, o potencial eléctrico, em coordenadas esféricas, é dado por

$$V(r, \theta) = -\frac{3E_0 r \cos \theta}{\epsilon_r + 2}, \quad (r \leq a)$$

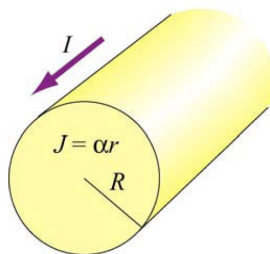
$$V(r, \theta) = -E_0 r \cos \theta + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 2} \frac{a^3 E_0 \cos \theta}{r^2}, \quad (r \geq a)$$

determine o vector campo eléctrico dentro e fora da esfera.

b) Determine as densidades de carga de polarização em volume e na superfície da esfera dielétrica. Descreva qualitativamente como se distribuem na esfera estas cargas de polarização (ilustre a sua resposta com um esquema).

c) Suponha que a esfera é posta a rodar com uma velocidade angular constante ω em torno do eixo dos zz . Produz-se um campo magnético? Se não, explique a razão. Se sim, faça um esquema com as linhas de campo magnético.

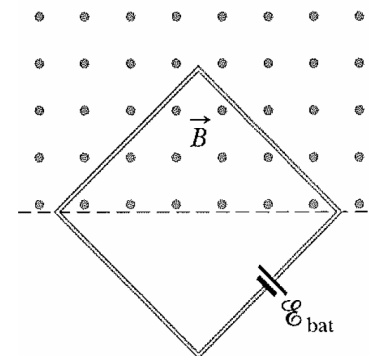
7. [3.0 val.] Considere um fio condutor cilíndrico, de raio R e comprimento infinito, percorrido por uma corrente contínua de densidade não uniforme $J = \alpha r$, onde α é uma constante e r é a distância ao eixo do cilindro.



a) Determine o campo magnético \vec{H} dentro e fora do condutor.

b) Suponha agora que se coloca paralelamente a este fio condutor, à distância $d \gg R$, um outro fio exactamente igual e percorrido por uma corrente semelhante. Determine a força por unidade de comprimento que os fios exercem entre si. A força é atractiva ou repulsiva?

8. [3.5 val.] Uma espira quadrada com os lados medindo 1.00 m e de resistência $R = 2.0 \Omega$ é colocada perpendicularmente a um campo de indução magnética uniforme, mas que varia no tempo a uma taxa constante, ficando apenas metade da área da espira sob acção do campo, como se indica na figura. A espira está ligada a uma bateria com força electromotriz de 1.00 V.



a) Existe alguma força electromotriz auto-induzida na espira? Justifique.

b) Sabendo que a força electromotriz resultante na espira vale 1.10 V, determine a taxa de variação do campo magnético.

c) Calcule a potência dissipada na espira por efeito Joule.