

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.] Considere um campo \vec{F} com a mesma direcção em todos os pontos do espaço e cujo módulo varia linearmente ao longo de uma direcção normal à direcção do campo, como se ilustra na figura.

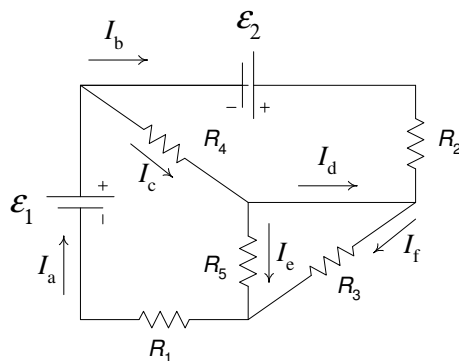


Pode-se afirmar que:

- A. \vec{F} é um campo conservativo
- B. \vec{F} pode ser um campo electrostático no vazio
- C. \vec{F} não pode ser um campo electrostático no vazio
- D. \vec{F} deriva de uma função potencial V de acordo com $\vec{F} = -\nabla V$.
- E. $\vec{\nabla} \times \vec{F} = 0$

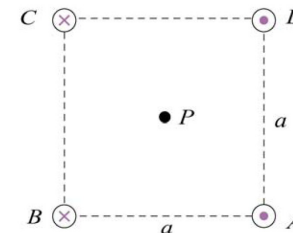
2. [1.5 val.] Considere o circuito da figura seguinte e os sentidos das correntes nela arbitrados. A análise deste circuito permite concluir que:

- A. $I_a = I_b + I_c$
- B. $\mathcal{E}_1 = R_1 I_a + I_c R_4 + R_5 I_e$
- C. $I_a = I_b + I_d + I_e$
- D. $R_5 I_e = R_3 I_f$
- E. Nenhuma das equações anteriores está correcta

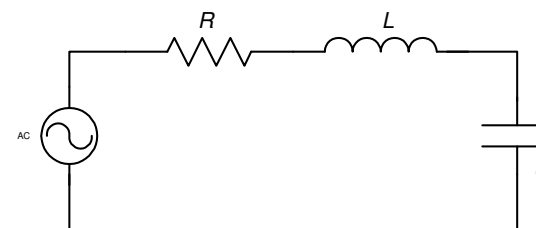


3. [1.5 val.] Quatro fios paralelos de comprimento infinito, todos percorridos por correntes contínuas de intensidade I , dispõem-se como se ilustra na figura. As correntes A e D apontam para fora da página e as correntes B e C apontam para dentro. O módulo do campo magnético \vec{B} no ponto P , situado no centro do quadrado, vale:

- A. zero
- B. $2\sqrt{2}\mu_0 I / (\pi a)$
- C. $8\sqrt{2}\mu_0 I / (\pi a)$
- D. $\mu_0 I / (2\pi a)$
- E. $2\mu_0 I / (\pi a)$



4. [1.5 val.] Considere um circuito RLC série, em que a fonte fornece uma tensão alternada $V = V_0 \cos(\omega t)$.



São válidas as seguintes afirmações:

- A. O módulo da impedância do circuito vale $R + \omega L + (\omega C)^{-1}$
- B. O módulo da impedância do circuito vale $[R^2 + (\omega L - (\omega C)^{-1})^2]^{1/2}$
- C. A corrente e a tensão na resistência estão em fase.
- D. A corrente e a tensão na bobina estão em fase.
- E. A corrente e a tensão no condensador estão em fase.

Parte II (14 valores)

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

5. [4.0 val.]

a) Considere uma distribuição superficial de carga eléctrica (estática), sobre uma superfície regular S . Utilizando o teorema de Gauss da electrostática analise a continuidade do campo eléctrico quando se atravessa S num ponto P , no qual a densidade superficial de carga é $\sigma(P)$, no que diz respeito à componente normal a S .

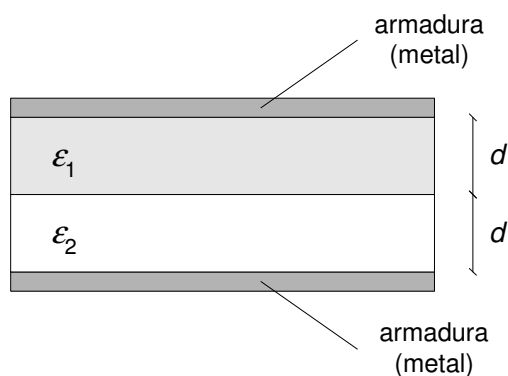
b) Numa certa região do espaço (vazio) encontra-se uma superfície esférica de raio R com carga total q , uniformemente distribuída. Sabendo que o campo no interior dessa superfície é nulo, utilize as propriedades de continuidade/descontinuidade do campo eléctrico ao atravessar a superfície carregada para determinar o campo eléctrico fora da esfera.

c) Determine a energia electrostática da distribuição de carga que dá origem ao campo considerado na alínea anterior.

6. [4.0 val.] Considere o condensador de placas circulares paralelas esquematizado na figura. A área de cada uma das placas é $A = 10 \text{ cm}^2$ e a separação entre as placas é $2d = 5.0 \text{ mm}$. O condensador está preenchido com dois materiais de constantes dieléctricas relativas diferentes: $\epsilon_1 = 3.0$ na metade superior e $\epsilon_2 = 6.0$ na metade inferior. Os dois materiais têm permeabilidade magnética relativa $\mu_r = 1$. Admita que o campo eléctrico no interior do condensador é uniforme.

a) Determine a capacidade do condensador.

b) Num certo instante o condensador tem carga $Q = 1.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ na armadura superior e carga igual e de sinal contrário na armadura inferior. Determine o campo eléctrico no interior das armaduras e no interior dos dois dieléctricos.

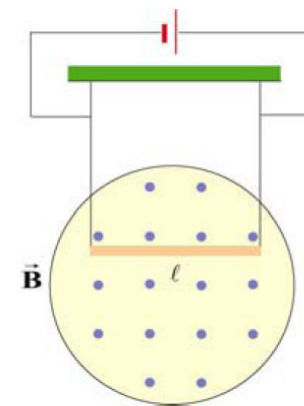


c) Suponha que se liga o condensador a uma fonte e se aplica uma tensão que varia no tempo a uma taxa constante de 3.0 V/s . Determine o campo magnético \vec{B} induzido a uma distância de 1.0 cm do eixo central do condensador, nas duas regiões preenchidas com dieléctricos (metade superior e metade inferior).

7. [3.0 val.] Uma barra metálica de peso P e comprimento l está suspensa por dois fios flexíveis, de massa desprezável, de modo a fechar um circuito de corrente contínua e ficar sob acção de um campo magnético \vec{B} uniforme e estacionário, como se ilustra na figura. O campo \vec{B} aponta para fora da página e está estabelecido numa região de secção circular.

a) Sabendo que a tensão mecânica nos fios é nula, determine a intensidade e sentido da corrente no circuito.

b) Suponha agora que num certo intervalo de tempo se faz descer a barra (e todo o circuito) com velocidade constante, mas mantendo-se a barra totalmente imersa na região onde está estabelecido \vec{B} . Durante esse intervalo de tempo a tensão mecânica nos fios permanece nula? Justifique.

**8. [3.0 val.]**

a) Determine, usando a Lei de Biot-Savart, o campo de indução magnética \vec{B} no centro de uma espira circular de raio a percorrida por uma corrente contínua de intensidade I .

b) Uma espira circular de raio a é colocada no interior de uma bobina (de raio $R > a$ e comprimento $l \gg R$ e com n espiras por unidade de comprimento), perpendicularmente ao eixo da bobina. Determine o coeficiente de indução mútua entre a bobina e a espira.