

Avaliação Teórica – Magnetostática

Data: 22/04/2014

Nome do aluno: _____

Nos problemas a seguir, não esqueça de indicar as unidades das grandezas escalares e vetoriais!

Responda na própria folha ou no verso da folha.

- 1) Identifique e circule na Figura 1 qual a configuração que representa **incorretamente** a relação entre corrente elétrica (I) e campo magnético (\mathbf{H}).

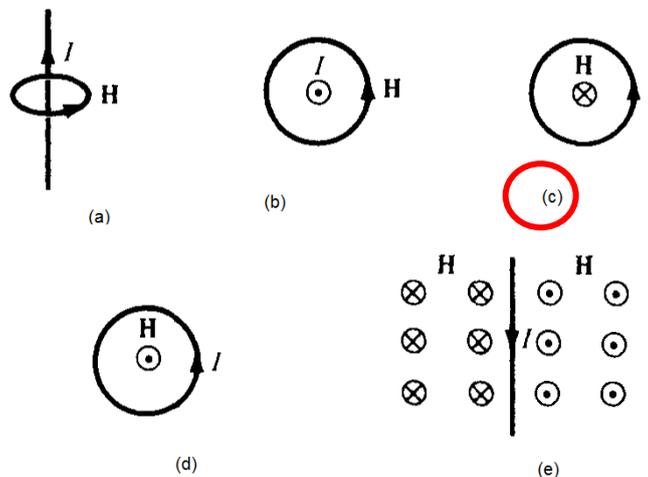


Figura 1

- 2) Nas figuras abaixo, o campo magnético \mathbf{H} circula pelo caminho fechado L indicado. Encontre $\nabla \times \mathbf{H}$ para cada item. Assuma que a área limitada pelos contornos é, em todos os casos, 2 m^2 .

Justifique suas respostas.

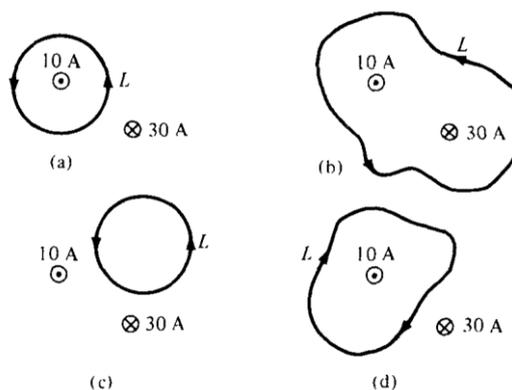


Figura 2

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} = \frac{\text{corrente dentro do loop}}{\text{Área de loop}} \quad \text{(a) } 5 \text{ A/m}^2 \quad \text{(b) } 10 \text{ A/m}^2 \quad \text{(c) } 0 \text{ A/m}^2 \quad \text{(d) } 5 \text{ A/m}^2$$

- 3) Um pesquisador guardou dois ímãs permanentes dentro de uma sacola de volume V . Cada ímã permanente gera um campo magnético cuja intensidade da densidade de fluxo magnético é 0.2 T . Qual o valor do divergente da densidade de fluxo magnético \mathbf{B} no volume limitado pela sacola? Justifique sua resposta.

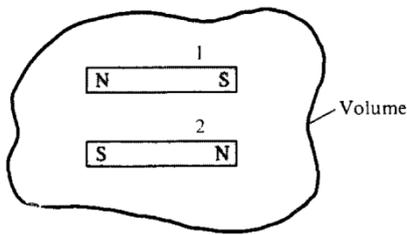


Figura 3

De acordo com a Lei de Gauss / Equação de Maxwell no magnetismo, $\text{div}(\mathbf{B}) = \nabla \cdot \mathbf{B} = 0$, pois está de acordo com a não existência de monopólos magnéticos (fontes ou drenos de linhas de fluxo magnético).

- 4) A Figura 4 mostra uma partícula de carga elétrica $Q = -40 \text{ nC}$ em movimento, cuja magnitude da velocidade é $|\mathbf{v}| = 1 \times 10^8 \text{ m/s}$. A carga acaba de entrar na região onde existe um campo magnético com densidade de fluxo de intensidade $|\mathbf{B}| = 0.25 \text{ T}$. As direções de campo e velocidade estão indicadas na Figura.

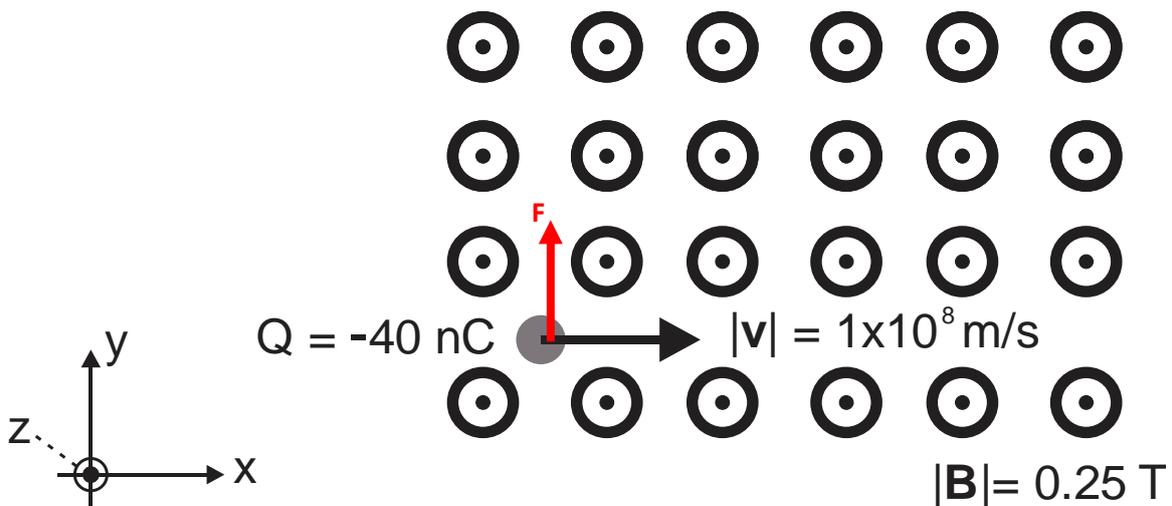


Figura 4

Encontre:

- Escreva \mathbf{v} e \mathbf{B} na forma vetorial.
 $\mathbf{v} = 1 \times 10^8 \mathbf{a}_x$ e $\mathbf{B} = 0.25 \mathbf{a}_z$
- Calcule intensidade da força resultante \mathbf{F} sobre a carga Q ao entrar no campo magnético (instante indicado na Figura 4). Indique a direção da força com uma seta sobre a carga.
 $|\mathbf{F}| = Q|\mathbf{v}||\mathbf{B}|\sin(\theta_{\mathbf{v}\mathbf{B}}) = -40 \times 10^{-9} \times 1 \times 10^8 \times 0.25 \times (1) = -1 \text{ N}$
- Escreva a força calculada no item (b) na forma vetorial.
A direção do produto vetorial é: $\mathbf{a}_{\mathbf{v} \perp \mathbf{B}} = -\mathbf{a}_y$; portanto, a força resultante na forma vetorial é $\mathbf{F} = 1 \mathbf{a}_y$.
- Encontre um vetor unitário que aponta na direção da força do item (c). É o próprio \mathbf{F} , pois $|\mathbf{F}| = 1$.

- 5) Suponha agora que uma carga $Q = -1 \text{ nC}$ esteja sob influência do campo magnético mostrado na Figura 5 abaixo, movendo-se na direção \mathbf{a}_x com velocidade de $|\mathbf{v}| = 1 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Obs.: A carga e o campo estão desenhados no plano xy .

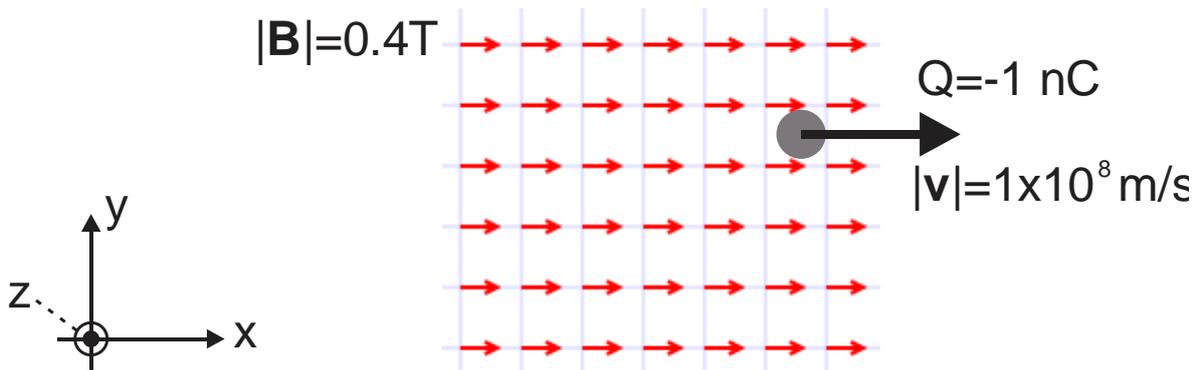


Figura 5

- a) Escreva \mathbf{v} e \mathbf{B} na forma vetorial.

$$\mathbf{v} = 1 \times 10^8 \mathbf{a}_x \text{ e } \mathbf{B} = 0.25 \mathbf{a}_x$$

- b) Calcule intensidade da força resultante \mathbf{F} sobre a carga Q ao entrar no campo magnético, conforme indicado na figura. Indique a direção da força com uma seta sobre a carga.

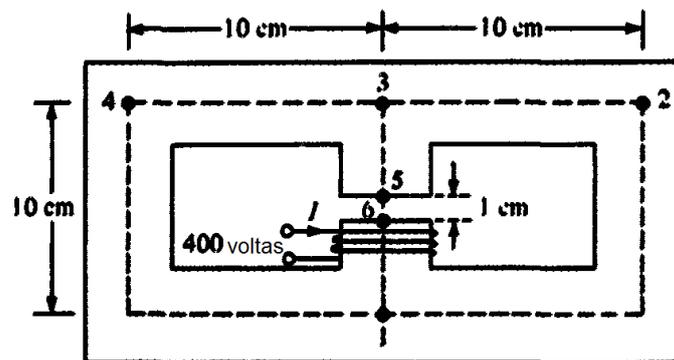
$$|\mathbf{F}| = 0 \text{ N, pois } \sin(\theta_{\mathbf{v}\mathbf{B}}) = 0.$$

- c) Suponha que a carga está se movendo na direção indicada pela Figura 5 devido à ação de um campo elétrico constante $\mathbf{E} = -2\mathbf{a}_x \text{ V/m}$. Escreva a equação da Lei de Lorentz e calcule a força resultante.

$$\mathbf{F} = Q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) = Q\mathbf{E} = (-1 \times 10^{-9})(-2\mathbf{a}_x) = 2\mathbf{a}_x \text{ nN}$$

- 6) Seja o circuito magnético da Figura 6.

Assuma que a permeabilidade relativa do material é $\mu_r = 50\mu_0$ e que todos os trechos do material possuem a mesma seção de área $A = 10 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ (espessura \times profundidade). Assuma $\mu_r^{(ar)} = 1$ para o *gap*.



- a) Desenhe o circuito equivalente magnético.
b) Encontre o valor das relutâncias envolvidas no circuito magnético. Qual é a maior relutância? Justifique.

$$\mathcal{R}_{341} = \mathcal{R}_{321} = \frac{l_{321}}{\mu_r \mu_0 A} = 3.7995 \times 10^{12} \frac{\text{A}}{\text{Wb}}; \quad \mathcal{R}_{1653} = \frac{l_{1653}}{\mu_r \mu_0 A} = 1.1399 \times 10^{12} \frac{\text{A}}{\text{Wb}};$$

$$\mathcal{R}_{ar} = \frac{l_{gap}}{\mu_0 A} = 7.9577 \times 10^6 \frac{\text{A}}{\text{Wb}}$$

A relutância do material é maior porque o material é diamagnético ($\mu_r < 1$).

- c) Calcule o fluxo magnético ϕ gerado pela fonte de força magnetomotriz se a corrente é de $I = 44.6 \text{ A}$.

$$\phi = \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{R}_{eq}} = \frac{17840 \widetilde{NI}}{\underbrace{\mathcal{R}_{ar} + \mathcal{R}_{1653} + \frac{\mathcal{R}_{341}}{2}}_{3.0396 \times 10^{12}}} = 5.8691 \text{ nWb}$$

d) Qual a densidade de fluxo **B** magnético no gap de ar? $\mathbf{B} = \phi/A = 5.8691 \mu\text{Wb/m}^2$

e) Calcule a indutância resultante do enrolamento que gerou o fluxo do item (c).

$$L = \frac{N\phi}{I} = \frac{400 \times 5.8691 \times 10^{-6}}{44.6} = 52,638 \text{ nH}$$