

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FÍSICA

Eletricidade e Magnetismo I
Prova P3 – 04/12/2020

Observações:

- A prova tem duração de 2,0 horas.
- Preencha todas as folhas de resposta com seu nome e número USP de forma legível.
- Esta prova pode ser realizada com consulta. Justifique, no entanto, todas as suas respostas com comentários, fórmulas e cálculos intermediários. Não esqueça das unidades das grandezas físicas pedidas.

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) \quad \overline{dF} = I \overline{dl} \times \vec{B} \quad \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = -\vec{\nabla}V \quad \vec{\mu} = I \vec{A}$$

$$\vec{p} = q\vec{r} \quad V(r_2) - V(r_1) = -\int_{r_1}^{r_2} \vec{E} \cdot \overline{dl} \quad V = \frac{U}{q} \quad \oint \vec{E} \cdot \overline{dA} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B} \quad C = \frac{Q}{V} \quad W = U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad u_E = \frac{\epsilon_0 E^2}{2}$$

$$\oint \vec{B} \cdot \overline{dl} = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} \quad \oint \vec{B} \cdot \overline{dA} = 0 \quad P = RI^2 \quad V = RI$$

$$\epsilon = \oint \vec{E} \cdot \overline{dl} = -\frac{d\phi_B}{dt} \quad \phi_B = \int \vec{B} \cdot \overline{dA} \quad u_B = \frac{B^2}{2\mu_0} \quad U_B = \frac{LI^2}{2}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I \overline{dl} \times \hat{r}}{r^2} \quad J = \frac{I}{A} \quad \epsilon = -L \frac{dI}{dt} \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{Tm/A}$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2} \quad \frac{d}{dt} \ln(x) = \frac{1}{x} \frac{dx}{dt} \quad I_D = \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$$

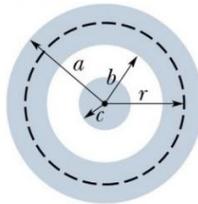
Questão 1. Responda o que se pede, justificando sempre suas afirmações.

[0,5] **a)** Explique em detalhes qual foi a alteração introduzida por Maxwell na Lei de Ampère.

[0,5] **b)** Um tópico de interesse nas pesquisas em física é a busca (por enquanto sem êxito) de um polo magnético isolado, chamado de monopolo magnético. Se tal entidade fosse descoberta, como poderia ser reconhecida? Quais seriam suas propriedades?

[0,5] **c)** Um estudante afirma que, se um ímã cai ao longo do eixo de um tubo de cobre vertical, ele acaba atingindo uma velocidade terminal (constante) mesmo quando não existe resistência do ar. Explique se isso ocorreria ou não.

Questão 2. A figura mostra uma seção reta de um cabo coaxial longo de raios a , b e c . Correntes i de mesmo valor e sentidos opostos estão uniformemente distribuídas nos dois condutores (regiões escuras). Obtenha expressões para o módulo do campo magnético $B(r)$ em função da distância radial r para



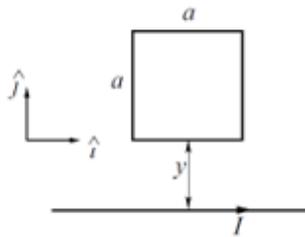
[0,5] **a)** $r < c$;

[0,5] **b)** $c < r < b$;

[1,0] **c)** $b < r < a$;

[0,2] **d)** $r > a$.

Questão 3. Uma espira quadrada de lado a e resistência R está sobre uma mesa, a uma distância y de um fio muito longo sobre o eixo x que transporta uma corrente I , conforme mostra a figura. O módulo do campo produzido pelo fio é $B = \mu_0 I / (2\pi r)$, onde r é a distância até o fio.

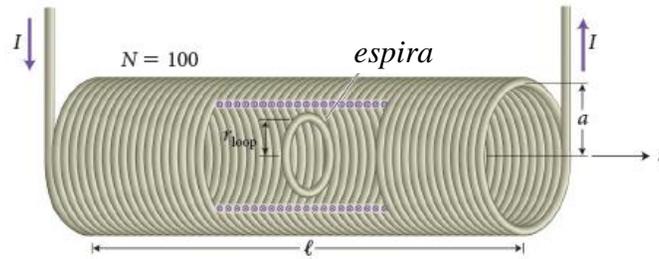


[1,0] **a)** Calcule o fluxo do campo magnético produzido pelo fio através da espira.

[1,0] **b)** A espira é movimentada na direção \hat{j} , afastando-se do fio com velocidade constante $v = dy/dt$. Determine o sentido e valor da corrente induzida i na espira.

[0,2] **c)** Determine o valor da corrente induzida se a espira é movimentada para a direita (direção \hat{i}), mantendo constante a distância y até o fio.

Questão 4. Um solenoide de comprimento $\ell = 2,5 \times 10^{-1}$ m e raio $a = 3,0 \times 10^{-2}$ m é composto por 100 voltas. Uma espira de raio $r_e = 1,0 \times 10^{-2}$ m é colocada concentricamente no ponto médio do solenoide, como mostra a figura. A espira possui uma resistência de $R = 5,0$ V/A. Após $t = 0$ s a corrente no solenoide segue a função $I(t) = bt$, onde $b = 2,0 \times 10^{-1}$ A/s. Para $t > 0$ s, responda:



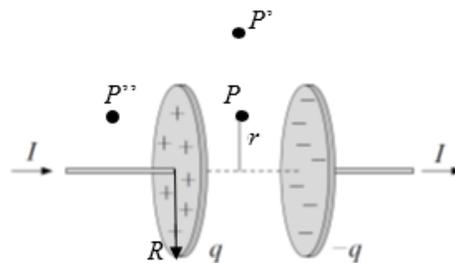
[0,5] a) Qual o campo dentro do solenoide?

[0,5] b) Qual a fem induzida na espira?

[0,6] c) Qual a magnitude e a direção do campo elétrico que resultam da variação de fluxo de campo magnético na espira?

[0,5] d) Encontre a magnitude e a direção da corrente induzida na espira?

Questão 5. Um capacitor de placas paralelas circulares, no vácuo, está sendo **carregado**, como indica a figura abaixo. As placas têm raio R e a corrente de condução nos fios no instante t é igual a $I(t)$.



[1,0] a) Determine a direção e sentido do campo magnético \vec{B} dentro do capacitor, e expresse seu módulo a uma distância arbitrária r ($r < R$) do centro das placas em termos da corrente I .

[0,5] b) Expresse o módulo do campo magnético \vec{B} dentro do capacitor como função do módulo do campo \vec{E} entre suas placas.

[0,5] (c) Ordene os pontos P , P' , P'' conforme o valor do módulo do campo magnético em ordem crescente.