

4300270 – Eletricidade e Magnetismo I

Prova de Recuperação– 22/2/2022

Nome: _____ Nº USP _____

AVISOS:

- Escolha apenas dois exercícios, resolva e entregue no site da disciplina no “local para entrega das provas” até 11:30 hs do dia 22 de fevereiro.
- O prazo para entrega dos outros dois exercícios será 23 de fevereiro (quarta-feira) até as 23:59 hs, no novo link que será criado para este fim. A prova contém 5 questões e o aluno entregará apenas quatro questões.
- É permitido o uso de calculadoras, consulta a livros e slides das aulas mas NÃO aos colegas.
- Escreva de maneira legível e entregue uma cópia também legível.
- Justifique TODAS as suas respostas, bem como fórmulas utilizadas fora deste formulário.
- Para facilitar a correção, sempre que possível encontre a solução em função das variáveis literais e só no final substitua pelos valores numéricos.

Formulário

$$k = 8,99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$\int \frac{x \, dx}{x+d} = x - d \ln(x+d)$$

$$\vec{F}_{ij} = \frac{kq_i q_j}{r_{ij}^2} \hat{r}_{ij} \quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r} \quad \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_S}{\epsilon_0}$$

$$U = qV \quad \Delta U = q\Delta V \quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{r_i} \quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r}$$

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_i \sum_{j<i} \frac{q_i q_j}{r_{ij}} \quad V_{ab} = V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad \Delta V = V_b - V_a = -\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$E = -\vec{\nabla}V = -\left(\frac{\partial V}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial V}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial V}{\partial z} \hat{k} \right)$$

$$C = \frac{Q}{V} \quad C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{CV^2}{2} = \frac{QV}{2}$$

∴

Formulário

capacitores em série: $\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{C_i}$ em paralelo: $C_{eq} = \sum_{i=1}^N C_i$

constante dielétrica: $\kappa = \frac{C}{C_0}$ $\sigma_i = \sigma \left(1 - \frac{1}{\kappa}\right)$

$J = \frac{I}{A}$ $\vec{J} = nq\vec{v}_d$ $R = \frac{\rho l}{A}$

$J = \sigma E$ $E = \rho J$ $\sigma = \frac{1}{\rho}$

$V = RI$ $P = \varepsilon I$ $P = RI^2$

Resistor em série: $R_{eq} = \sum_{i=1}^N R_i$ em paralelo: $\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i}$

$\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{\text{Wb}}{\text{A} \cdot \text{m}}$ $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$

$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ $\phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$ $\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$

$d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}$ $\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$ $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$

$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$ $U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$ $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{env}$

$\varepsilon = \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\phi_B}{dt}$ $\varepsilon = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$

$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left(I_C + \varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} \right) = \mu_0 (I_C + I_d)$ $I_d = \varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$

$L = \frac{N\phi_B}{I}$ $\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$ $U = \frac{1}{2} LI^2$

$u = \frac{B^2}{2\mu_0}$ $M = \frac{N_2 \phi_{B2}}{I_1} = \frac{N_1 \phi_{B1}}{I_2}$

$\varepsilon_2 = -M \frac{dI_1}{dt}$ $\varepsilon_1 = -M \frac{dI_2}{dt}$

Formulário

Lei de Gauss para dielétricos:

$$\oint \vec{D} \cdot d\vec{A} = Q_{\text{livre}}$$

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E}$$

$$\kappa = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$$

campo de um fio reto percorrido por corrente:

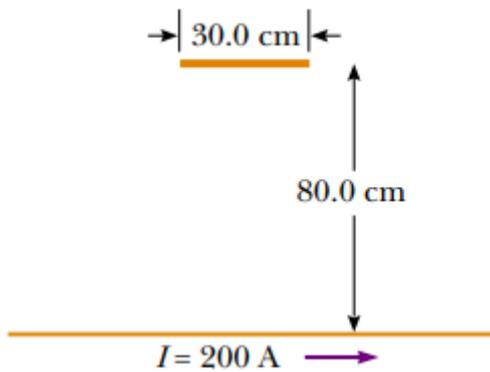
$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (\text{sen } \theta_1 + \text{sen } \theta_2)$$

1) Um fio de 30.0 cm de comprimento é mantido paralelo e inicialmente situado a 80.0 cm acima de um fio longo conduzindo uma corrente de 200 A e em repouso sobre o solo (ver figura). O fio de 30.0 cm é solto do repouso e cai, permanecendo paralelo com o fio longo à medida que cai. Assumindo que $g=9.8 \text{ m/s}^2$, responda:

(1,0): (a) Qual é o campo magnético que age no fio de 30.0 cm no instante em que ele é solto.

(1,0): (b) Encontre a força eletromotriz (fem) entre as extremidades do fio de 30.0 cm em função do tempo t depois que o fio é solto.

(0.5): (c) Qual é a fem entre as extremidades do fio de 30.0 cm no instante $t=0.20 \text{ s}$ depois que o fio é solto?



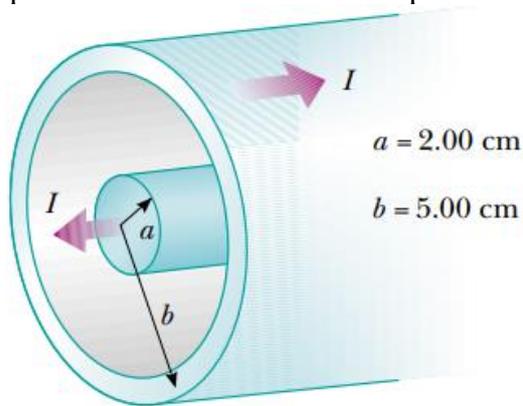
2) O uso de supercondutores tem sido proposto para a construção de linhas de transmissão de potência. Um simples cabo coaxial feito destes materiais poderia transportar 1.00 GW de potência em 200 kV, corrente direta, sem perdas (já que no regime supercondutor a resistência elétrica é nula). Um fio interno com um raio de 2.00 cm, feito de um material supercondutor, transporta corrente I em uma direção. O cabo externo cilíndrico de raio 5.00 cm, carregaria a corrente de retorno I .

(0,5): (a) Pelos valores de potência e diferença de potencial desta usina, calcule os valores da corrente I transportada.

(1,0): (b) Quais os campos magnéticos na superfície do condutor interno e na superfície do condutor externo?

(0,5): (c) Quanto de energia pode ser armazenado no espaço entre os condutores em uma linha supercondutora de 1000 km de comprimento.

(0,5): (d) Qual é a força e pressão exercida sobre o condutor externo em uma linha supercondutora de 100 m de comprimento?



3) Sejam dois capacitores de placas paralelas C_1 e C_2 ligados em paralelo. Os capacitores têm as mesmas dimensões (mesma área A e distância d), mas o de capacitância C_2 tem um dielétrico de constante dielétrica $\kappa=3.0$, ao passo que o C_1 é preenchido com ar. Uma fonte de 200 V é ligada aos capacitores para carregá-los e depois desligada. Em função de C_1 , responda:

(1,0): a) Qual a carga em cada um dos capacitores?

(0,5): b) Qual a energia eletrostática nos capacitores?

O dielétrico é removido do capacitor C_2 ficando também preenchido com ar.

(0,5): c) Qual a energia eletrostática que fica nos capacitores?

(0,5): d) Qual a voltagem final dos capacitores?

4) Um próton ($q=1.60\times 10^{-19}$ C, $m=1.67\times 10^{-27}$ kg) se desloca em um campo magnético $\mathbf{B}=(0.500\text{ T})\mathbf{i}$. Para $t=0$, o próton possui componente da velocidade $v_x=1.50\times 10^5$ m/s, $v_y=0$ e $v_z=2.00\times 10^5$ m/s.

(1,0): a) Quais são o módulo, a direção e o sentido da força magnética que atua sobre o létron?

Além do campo magnético, existe um campo elétrico, dado por $\mathbf{E}=(2.0\times 10^4\text{ V/m})\mathbf{i}$, no sentido $+x$.

(0,5): b) O próton terá uma componente de aceleração no sentido do campo elétrico?

(0,5): c) Descreva a trajetória do próton. O campo elétrico altera o raio da hélice? Explique. Qual o valor deste raio?

(0,5): d) Para $t=T/2$, em que T é o período do movimento circular do próton, qual é o componente x do deslocamento do próton a partir da sua posição inicial $t=0$.

- 5) Uma corrente I percorre um circuito com a geometria descrita na figura abaixo. Considere que a distância entre os dois segmentos horizontais e paralelos de fios a esquerda é muito pequena. Em função de μ_0 , R , L e I , responda:
- (1,0): a) Calcule o campo magnético, \mathbf{B}_1 em A gerado pelo semicírculo de raio R .
- (1,5): b) Calcule as contribuições do campo magnético em A de cada uma das outras partes dos fios. Qual o campo magnético total \mathbf{B} resultante em A .

