4300270 – Eletricidade e Magnetismo I

Prova Substitutiva – 17/12/2021

Nome:____**Nº USP**__________

AVISOS:

• Escolha apenas dois exercícios, resolva e entregue no site da disciplina no "local para entrega das provas" até 13:00 hs do dia 17 de dezembro.

•O prazo para entrega dos outros dois exercícios será 20 de dezembro (segunda-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

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

$$\varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}\,\mathrm{F/m}$$

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

$$\vec{F}_{ij} = \frac{kq_iq_j}{r_{ij}^2}\hat{r}_{ij} \qquad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\hat{r} \qquad \oint_S \vec{E}.d\vec{A} = \frac{Q_S}{\varepsilon_0}$$

$$U = qV \qquad \Delta U = q\Delta V \qquad V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{N}\frac{q_i}{r_i} \qquad V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int\frac{dq}{r}$$

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_i\sum_{j<i}\frac{q_iq_j}{r_{ij}} \qquad V_{ab} = V_a - V_b = \int_a^b \vec{E}\cdot d\vec{l} \qquad \Delta V = V_b - V_a = -\int_a^b \vec{E}\cdot d\vec{l}$$

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

$$C = \frac{Q}{V} \qquad C = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \qquad U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{CV^2}{2} = \frac{QV}{2}$$

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: $\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{R_i}$

$\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{\text{Wb}}{\text{A.m}}$ $\varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N.m}^2}$

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

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

$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$ $U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$

$\oint \vec{B}.d\vec{l} = \mu_0 I_{env}$ $\varepsilon = \oint E \cdot dl = -\frac{d\phi_B}{dt}$ $\varepsilon = \int \left(\vec{v} \times \vec{B}\right) \cdot d\vec{l}$

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

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

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

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

Campo no eixo de um anel de raio R, carga Q, com o centro do anel na origem no plano yz

$$\vec{\mathrm{E}}=\frac{\mathrm{kQx}}{\left(\mathrm{x}^2+R^2\right)^{\frac{3}{2}}}\vec{i}$$

Campo no eixo de um disco de raio R, carga Q, com o centro do disco na origem no plano yz

$$\vec{\mathrm{E}}=\frac{2\mathrm{kQ}}{R^2}\left(1-\frac{x}{\left(x^2+R^2\right)^{\frac{1}{2}}}\right)\vec{i}$$

Lei de Gauss para dielétricos:

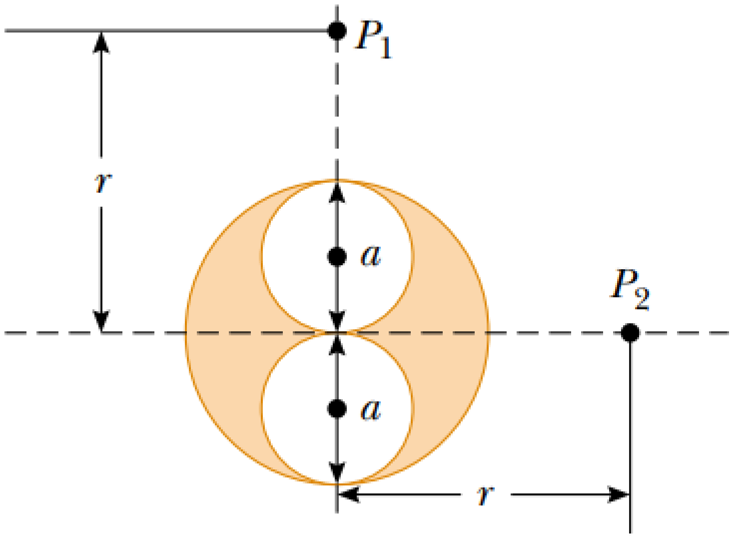
$$\oint\vec{\mathrm{D}}.\mathrm{d}\vec{\mathrm{A}}=\mathrm{Q}_{\mathrm{livre}}$$

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

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

1) Um cilindro longo de raio a tem duas cavidades cilíndricas de diâmetro a através de todo o seu comprimento, como mostrado na figura abaixo, que representa uma seção transversal. Uma corrente I é dirigida para fora da página e é uniforme ao longo da seção transversal do condutor. Em termos de μ_0, I, r e a, responda:

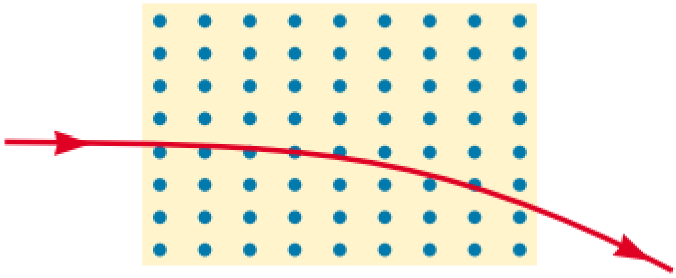
(0,5): (a) Determine a densidade de corrente J do condutor.
(1,0): (b) Encontre o módulo e a direção do campo magnético em P_1.
(1,0): (c) Encontre o módulo e a direção do campo magnético em P_2.



2) Prótons com energia cinética de 5,00 MeV estão movendo na direção x e entra em um campo magnético $\mathbf{B}$=(0,0500 $\mathbf{k}$) T dirigido para fora da página e se estendendo de x=0 até x=1,00 m, como mostrado na figura. Use 1 eV=1,60 $\times 10^{-19}$ J e adote o eixo x para a direita e o eixo y para cima. $\mathbf{k}$ é o versor do eixo z.

(1,5): (a) Calcule a componente y da velocidade do próton quando ele deixa o campo magnético.

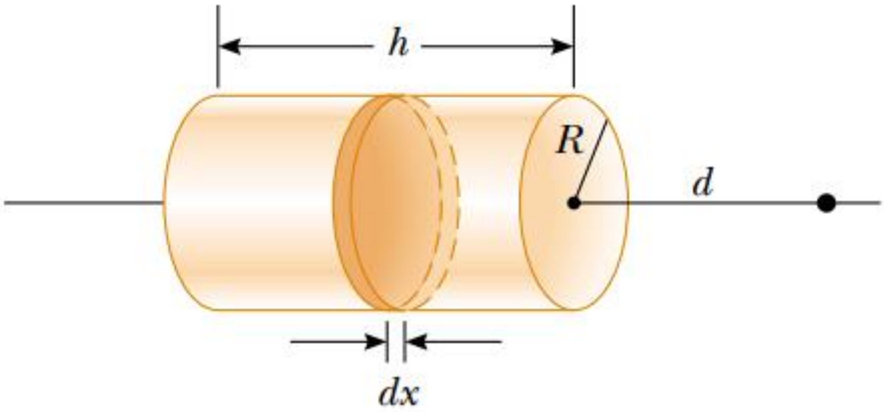
(1,0): (b) Encontre o ângulo α entre o vetor velocidade do fluxo de prótons antes de entrar na região de campo e imediatamente depois de sair da região de campo.



3) Considere uma casca cilíndrica uniformemente carregada tendo carga total *Q* distribuída em toda superfície, raio *R* e altura *h*. Dica: (Use o campo elétrico de um anel de corrente ou o campo elétrico de um disco, considerando o sistema como sobreposição de vários anéis ou discos, ver formulário).

(1,25): a) Determine o campo elétrico a uma distância *d* da borda direita, como mostrado na figura.

(1,25): b) Considere agora um cilindro sólido com as mesmas dimensões, carregando a mesma carga *Q*, uniformemente distribuída em todo o seu volume. Encontre o campo elétrico criado no mesmo ponto.



4) Um disco de dióxido de titânio (κ=173) tem uma área de 1,00 cm^2 e espessura de 0,100 mm. Alumínio é evaporado sobre as placas para formar com capacitor de placas paralelas, onde κ é a constante dielétrica.

(1,0): a) Calcule a capacitância.

(0,5): b) Quando este capacitor é carregado com uma bateria de 12.0 V por um tempo suficientemente longo, qual é a carga armazenada no capacitor.

(0,5): c) Para a situação na parte b, qual é a densidade da carga superficial induzida.

(0,5): d) Qual é o campo elétrico E dentro do capacitor.

5) Uma bobina retangular de resistência R tem N voltas, comprimento l e largura w, como mostrado na figura. A bobina move na horizontal, da esquerda para a direita, com velocidade $\boldsymbol{v}$ e ela passa por uma região com campo magnético $\boldsymbol{B}$ entrando na página. Determine o módulo e a direção da força $\boldsymbol{F}$ resultante sobre a bobina.
(1,0): a) Quando ela entra na região do campo magnético (mas não totalmente).
(1,0): b) Quando ela move completamente dentro do campo.
(0,5): c) Quando ela deixa a região do campo (mas não totalmente).