

**Física III-4323203**  
**Escola Politécnica-2025**  
**Prova REC**  
**Folha de Respostas A**

Esta avaliação tem 120 minutos de duração.

Tempo mínimo de permanência na sala de aula: 60 minutos.

É proibido o uso de calculadoras.

Não serão respondidas perguntas nos últimos 20 minutos de prova.

Descarte e entregue somente a folha de respostas.

**Observação:** As demais versões (B,C e D) diferem apenas pela ordem das questões e alternativas, apresentando as mesmas respostas corretas para cada questão.

|     | $Q_1$ | $Q_2$ | $Q_3$ | $Q_4$ | $Q_5$ | $Q_6$ | $Q_7$ | $Q_8$ | $Q_9$ | $Q_{10}$ |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| (a) |       |       |       | $X$   | $X$   |       |       |       |       |          |
| (b) |       |       | $X$   |       |       |       | $X$   |       |       | $X$      |
| (c) | $X$   |       |       |       |       |       |       |       | $X$   |          |
| (d) |       |       |       |       |       | $X$   |       | $X$   |       |          |
| (e) |       | $X$   |       |       |       |       |       |       |       |          |

# A

## Questão 1

Um cilindro condutor, de raio  $b$  e altura  $H$ , carrega uma densidade de corrente  $\vec{J} = \frac{J_0}{r} \hat{z}$ , onde  $J_0$  é uma constante e  $r$  é a distância ao eixo  $z$  do cilindro. O corrente  $I$  total que atravessa o cilindro na direção de  $\vec{J}$  escreve-se:

(a)  $I = J_0 \pi b$

(b)  $I = \frac{J_0}{b} \pi H$

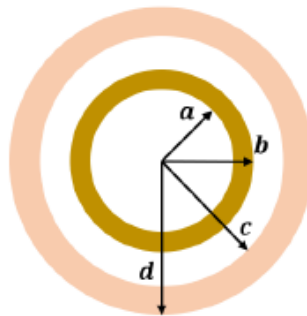
(c)  $I = J_0 2 \pi b$

(d)  $I = J_0 \pi b H$

(e)  $I = \frac{J_0}{r} \pi b^2$

## Questão 2

A figura mostra uma configuração de 2 esferas condutoras ocas sem nenhum excesso de carga. Os raios internos e externos de cada uma das esferas estão indicados na figura. As esferas estão em equilíbrio eletrostático. Um carga pontual  $Q$  é colocada na região  $r < a$ , bastante próxima da superfície interna de raio  $r = a$ . As cargas totais sobre as superfícies de raio  $r = a$ ,  $r = b$ ,  $r = c$  e  $r = d$  escrevem-se:



- (a)  $-Q$  ( $r = a$ ),  $0$  ( $r = b$ ),  $0$  ( $r = c$ ) e  $Q$  ( $r = d$ )
- (b)  $-Q$  ( $r = a$ ),  $Q$  ( $r = b$ ),  $0$  ( $r = c$ ) e  $0$  ( $r = d$ )
- (c)  $-Q$  ( $r = a$ ),  $0$  ( $r = b$ ),  $0$  ( $r = c$ ) e  $0$  ( $r = d$ )
- (d)  $-Q$  ( $r = a$ ),  $0$  ( $r = b$ ),  $Q$  ( $r = c$ ) e  $0$  ( $r = d$ )
- (e)  $-Q$  ( $r = a$ ),  $Q$  ( $r = b$ ),  $-Q$  ( $r = c$ ) e  $Q$  ( $r = d$ )

### Questão 3

Um capacitor de placas paralelas é constituído por duas placas condutoras separadas por uma distância  $D$  e de área  $A$ . Cargas  $Q$  e  $-Q$  estão sobre as placas e o campo elétrico entre as placas é dado por:

$$\vec{E} = \frac{Q}{\epsilon_0 A} \hat{z}$$

Fios são acoplados às placas e usados para descarregar o capacitor. Durante a descarga, a variação a carga no capacitor assume a forma  $dQ/dt = I(t)$ . Sobre o campo magnético  $\vec{B}$  na região entre as placas, podemos afirmar:

- (a) É proporcional a  $Q(t)$ , está na direção  $-\hat{\phi}$  (sentido horário) e é devido a corrente de deslocamento gerada pela variação do campo  $\vec{E}$ .
- (b) É proporcional a  $I(t)$ , está na direção  $-\hat{\phi}$  (sentido horário) e é devido a corrente de deslocamento gerada pela variação do campo  $\vec{E}$ .
- (c) É igual a 0, uma vez que o campo  $\vec{E}$  não pode variar entre as placas metálicas.
- (d) É proporcional a  $I(t)$ , está na direção  $\hat{r}$  (para fora da região das placas) e é devido a corrente de deslocamento gerada pela variação do campo  $\vec{E}$ .
- (e) É igual a 0, uma vez que o campo  $\vec{B}$  não pode variar entre as placas. Sendo nulo em  $t = 0$ , deve permanecer nulo.

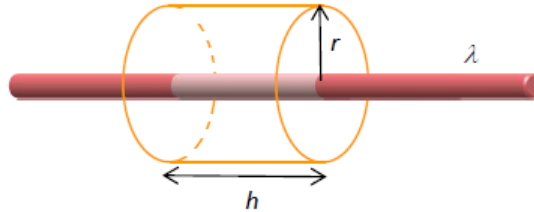
### Questão 4

Um cilindro condutor longo e de raio  $a$ , carrega uma densidade de corrente  $\vec{J} = J_1 \hat{z}$ . Sendo  $s$  a distância radial ao eixo  $z$  do cilindro, o campo magnético  $\vec{B}$  nas regiões  $s < a$  e  $s > a$ , é dado por:

- (a)  $\vec{B} = \frac{\mu_0}{2} J_1 s \hat{\phi}$  ( $s < a$ ) e  $\vec{B} = \frac{\mu_0}{2s} J_1 a^2 \hat{\phi}$  ( $s > a$ )
- (b)  $\vec{B} = \frac{\mu_0}{2s} J_1 a^2 \hat{\phi}$  ( $s < a$ ) e  $\vec{B} = \frac{\mu_0}{2s} J_1 a^2 \hat{\phi}$  ( $s > a$ )
- (c)  $\vec{B} = \frac{\mu_0}{2} J_1 s \hat{r}$  ( $s < a$ ) e  $\vec{B} = \frac{\mu_0}{2s} J_1 a^2 \hat{r}$  ( $s > a$ )
- (d)  $\vec{B} = \frac{\mu_0}{2s} J_1 a^2 \hat{r}$  ( $s < a$ ) e  $\vec{B} = \frac{\mu_0}{2s} J_1 a^2 \hat{r}$  ( $s > a$ )
- (e)  $\vec{B} = 0$  ( $s < a$ ), pois é dentro do condutor e  $\vec{B} = 0$  ( $s > a$ ), sem correntes na região.

### Questão 5

Na figura abaixo representamos um fio longo carregado, cuja densidade linear de carga é  $\lambda$ . Nesta configuração, temos um campo elétrico  $\vec{E} \neq 0$  em todo o espaço. A lei de Gauss é aplicada ao problema, considerando a superfície fechada cilíndrica da figura. Sobre o módulo do campo elétrico,  $E$ , e o fluxo de campo elétrico,  $\Phi_E$ , através das bases do cilindro, podemos afirmar que:



- (a)  $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$  e  $\Phi_E = 0$
- (b)  $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$  e  $\Phi_E = \frac{\lambda h}{\epsilon_0}$
- (c)  $E = 0$  e  $\Phi_E = \frac{\lambda h}{\epsilon_0}$
- (d)  $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$  e  $\Phi_E = \frac{\pi r^2 \lambda}{\epsilon_0}$
- (e)  $E = 0$  e  $\Phi_E = 0$ , pois a carga total no fio é nula.

### Questão 6

Sobre o comportamento de capacitores e indutores em circuitos, podemos afirmar que:

- (a) Após um longo tempo, indutores comportam-se como um fio ideal e capacitores armazenam energia construindo um campo magnético.
- (b) Capacitores e indutores armazenam energia acumulando carga.
- (c) Após um longo tempo, capacitores comportam-se como um fio ideal e indutores armazenam energia acumulando carga.
- (d) Indutores armazenam energia construindo um campo magnético e resistem à mudanças de correntes no circuito.
- (e) Quando conectamos uma bateria ideal a um indutor e a um capacitor, todos em série, a corrente máxima do sistema é atingida após um tempo bastante longo.

### Questão 7

A componente elétrica de uma onda eletromagnética escreve-se  $\vec{E} = E_0 \cos(ky + kz + \omega t)\hat{x}$ . O campo magnético  $\vec{B}$  associado a esta onda é:

- (a)  $\vec{B} = \frac{E_0}{c} \cos(ky + kz + \omega t)\hat{y}$
- (b)  $\vec{B} = \frac{E_0}{\sqrt{2}c} \cos(ky + kz + \omega t)(-\hat{y} + \hat{z})$
- (c)  $\vec{B} = \frac{E_0}{\sqrt{2}c} \cos(ky + kz + \omega t)(\hat{z} + \hat{y})$
- (d)  $\vec{B} = \frac{E_0}{c} \sin(ky + kz + \omega t)\hat{z}$
- (e)  $\vec{B} = \frac{E_0}{c} \cos(ky + kz + \omega t)\hat{x}$

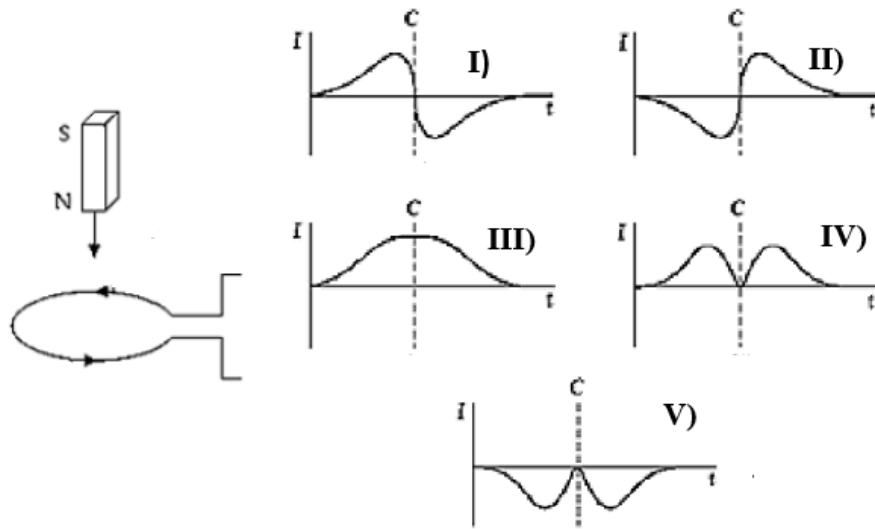
### Questão 8

Uma partícula de massa  $m$  e carga  $Q$  é acelerada por um campo elétrico uniforme ao longo de um tempo  $\Delta t$ . A partícula vai do repouso até uma certa velocidade  $\vec{v} = v_0 \hat{i}$ . O campo elétrico que acelerou a partícula escreve-se:

- (a)  $\vec{E} = 0$ , pois não há variação de energia cinética da partícula.
- (b)  $\vec{E} = \frac{mv_0}{Q\Delta t} \hat{j}$
- (c)  $\vec{E} = \frac{2mv_0}{Q(\Delta t)^2} \hat{i}$
- (d)  $\vec{E} = \frac{mv_0}{Q\Delta t} \hat{i}$
- (e)  $\vec{E} = \frac{2mv_0}{Q(\Delta t)^2} \hat{j}$

### Questão 9

Na figura abaixo, à esquerda, ilustramos a seguinte situação: deixa-se cair uma barra magnética através de uma espira. O campo magnético da barra está, muito aproximadamente, na direção ao longo do comprimento da barra. Na figura da espira, as setas indicam o sentido positivo da corrente. São propostos cinco gráficos para representar a corrente induzida na espira. Nestes gráficos, o tempo  $C$  indica o tempo no qual o ponto médio da barra passa através da espira. O gráfico que melhor representa a corrente na espira ao longo da situação descrita é:



(a) IV

(b) V

(c) I

(d) II

(e) III

### Questão 10

Um material ohmico de baixa condutividade,  $\sigma$ , preenche o espaço entre duas cascas cilíndricas condutoras e coaxiais. As cascas possuem altura  $H$  e raios  $a$  e  $b$  (onde  $b > a$ ). Um instrumento sensível detecta uma corrente uniforme  $I_0$  fluindo da casca interna para a casca externa. Tomando  $r$  como a distância entre um ponto na região do material de baixa condutividade e o eixo comum dos cilindros, a campo elétrico na região do material de baixa condutividade ( $a < r < b$ ) escreve-se:

(a)  $\vec{E} = \frac{I_0}{2\pi\sigma(a-b)H} \hat{r}$

(b)  $\vec{E} = \frac{I_0}{2\pi\sigma r H} \hat{r}$

(c)  $\vec{E} = \frac{I_0}{\pi\sigma(a^2-b^2)} \hat{r}$

(d)  $\vec{E} = \frac{I_0}{\pi\sigma(a^2-b^2)} \hat{\theta}$

(e)  $\vec{E} = \frac{I_0}{2\pi\sigma(a-b)H} \hat{\theta}$

## Formulário

$$\vec{F} = \frac{qq'(\vec{r} - \vec{r}')}{4\pi\epsilon_0|\vec{r} - \vec{r}'|^3}, \quad \vec{F} = q\vec{E}, \quad \vec{E} = \frac{q(\vec{r} - \vec{r}')}{4\pi\epsilon_0|\vec{r} - \vec{r}'|^3}, \quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{(\vec{r} - \vec{r}')dq}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3},$$

$$p = qd, \quad \vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}, \quad U = -\vec{p} \cdot \vec{E}, \quad \Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}, \quad \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0},$$

$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0|\vec{r} - \vec{r}'|}, \quad V_B - V_A = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{\ell}, \quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r}, \quad \vec{E} = -\vec{\nabla}V,$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_i \frac{q_i}{r_i}, \quad U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i < j} \frac{q_i q_j}{r_{ij}}, \quad C = Q/V, \quad C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots,$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots, \quad U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{CV^2}{2} = \frac{QV}{2}, \quad u = \frac{\epsilon_0}{2} E^2,$$

$$dR = \rho \frac{d\ell}{A}, \quad R = \int dR, \quad V = RI, \quad \vec{J} = \sigma \vec{E} = \frac{1}{\rho} \vec{E},$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2}), \quad \int \frac{xdx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \sqrt{x^2 + a^2}$$

$$V_B - V_A = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{\ell}, \quad \vec{E} = -\vec{\nabla}V, \quad dR = \rho \frac{d\ell}{A}, \quad R = \int dR, \quad V = RI, \quad \vec{J} = \sigma \vec{E} = \frac{1}{\rho} \vec{E},$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0, \quad d\vec{F} = Id\vec{\ell} \times \vec{B}, \quad \vec{\mu} = I\vec{A}, \quad d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{\ell} \times \hat{r}}{r^2}, \quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_{int}.$$

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}, \quad d\vec{\tau} = \vec{r} \times d\vec{F}, \quad \vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}, \quad U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B},$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_m}{dt}, \quad d\vec{F} = Id\vec{\ell} \times \vec{B}, \quad \Phi^{total} = LI, \quad \Phi_{21}^{total} = M_{21}I_1 = MI_1, \quad u_m = \frac{B^2}{2\mu_0}, \quad U_m = \frac{LI^2}{2},$$

$$u_e = \frac{\epsilon_0 E^2}{2}, \quad \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0}, \quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0, \quad \mathcal{E} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d}{dt} \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = -\frac{d\Phi_m}{dt},$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d}{dt} \int \vec{E} \cdot d\vec{A}, \quad I = \int \vec{J} \cdot d\vec{A}, \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}, \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0, \quad \vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t},$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}, \quad \nabla^2 \vec{E} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}, \quad \nabla^2 \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2}, \quad c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}, \quad \vec{B} = \frac{\hat{c} \times \vec{E}}{c},$$

$$f = 1/T, \quad \vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}, \quad S = uc, \quad u = u_e + u_m = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} + \frac{B^2}{2\mu_0}, \quad I = \langle S \rangle = \frac{E_m B_m}{2\mu_0},$$

$$\langle \cos^2(kx - \omega t + \phi) \rangle = \langle \sin^2(kx - \omega t + \phi) \rangle = 1/2, \quad \langle \cos(kx - \omega t + \phi) \sin(kx - \omega t + \phi) \rangle = 0,$$

$$\cos A + \cos B = 2 \cos \left( \frac{A+B}{2} \right) \cos \left( \frac{A-B}{2} \right), \quad \cos A - \cos B = 2 \sin \left( \frac{A+B}{2} \right) \sin \left( \frac{A-B}{2} \right).$$

$$\sin A + \sin B = 2 \sin \left( \frac{A+B}{2} \right) \cos \left( \frac{A-B}{2} \right)$$

Dado um campo vetorial  $\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}$ , o rotacional do campo é dado por:

$$\vec{\nabla} \times \vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ A_x & A_y & A_z \end{vmatrix}$$