Fundação CECIERJ – Vice Presidência de Educação Superior à Distância

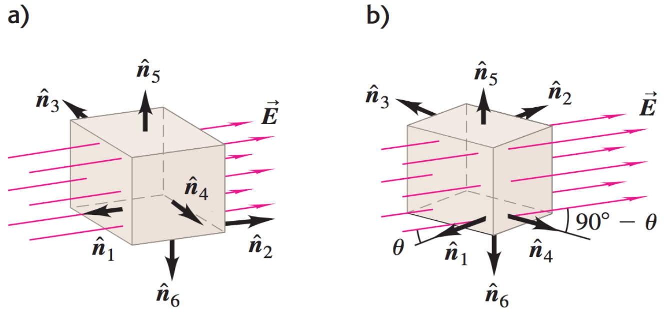
Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação

Gabarito da 2ª Avaliação Presencial de Física para Computação – 2018.2

Nome: ______________________________ Pólo: ____________

Observação: Em todas as questões, explique passo a passo todas as etapas do seu desenvolvimento. Não se limite à aplicação de fórmulas. O uso de calculadora é permitido.

Questão 1 (2,0 pontos): Um cubo de aresta L/6 localiza-se em uma região de campo elétrico uniforme $\vec{E}$ Determine o fluxo elétrico que passa através de cada face do cubo e o fluxo total através dele quando a) (1,0 ponto) o cubo é orientado com duas de suas faces perpendiculares ao campo $\vec{E}$, conforme se mostra na Figura a; b) (1,0 ponto) quando gira-se o cubo um ângulo θ como na Figura b.



Solução

a) Segundo enunciado o cubo se encontra numa região de campo elétrico uniforme. Isto implica que o vetor campo tem a mesma intensidade, mesma direção e mesmo sentido em todos os pontos.

De acordo com as figuras, as seis faces do cubo ($\hat{n}_1$ até $\hat{n}_6$), que são superfícies planas, são atravessadas pelas linhas de campo elétrico. Observe que se mostram, para cada face, os vetores unitários, cujos sentidos são sempre saindo do cubo.

Observe também que o ângulo entre o campo $\vec{E}$ e $\hat{n}_1$ é de 180º. O ângulo entre o campo $\vec{E}$ e $\hat{n}_2$ é de 0º e o ângulo entre o campo $\vec{E}$ e os demais vetores unitários é 90º.

Por outro lado, cada face tem $(L/6)^2 = L^2/36$ de área, portanto o fluxo que atravessa por cada face é:

$$\Phi_{E1} = \vec{E}.\hat{n}_1 A = E(L^2/36)\,cos180 = \frac{-EL^2}{36}$$

$$\Phi_{E2} = \vec{E}.\hat{n}_2 A = E(L^2/36) cos0 = +\frac{EL^2}{36}$$

$$\Phi_{E3} = \Phi_{E4} = \Phi_{E5} = \Phi_{E6} = E(L^2/36) cos90 = 0$$

Note que o fluxo é negativo na face 1, pois $\vec{E}$ está dirigido no sentido entrando ao cubo e, é positivo na face 2, pois $\vec{E}$ está na direção fora do cubo. Portanto, o fluxo total que atravessa o cubo será a soma dos fluxos através das seis faces:

$$\Phi_E = \Phi_{E1} + \Phi_{E2} + \Phi_{E3} + \Phi_{E4} + \Phi_{E5} + \Phi_{E6}$$

$$\Phi_E = \frac{-EL^2}{36} + \frac{EL^2}{36} + 0 + 0 + 0 + 0$$

$$\boldsymbol{\Phi_E = 0}$$

Portanto, o fluxo total de campo elétrico que atravessa o cubo é zero.

b) Segundo a figura os fluxos que atravessam as faces 1 e 3 são negativos, pois o campo $\vec{E}$ está dirigido no sentido dessas faces. Por outro lado, o campo elétrico $\vec{E}$ nas faces 2 e 4 se dirige para fora do cubo. Portanto, o fluxo é positivo para as faces 2 e 4. Assim temos as seguintes expressões:

$$\Phi_{E1} = \vec{E}.\hat{n}_1 A = \frac{EL^2}{36} cos\,(180 - \theta) = -\frac{EL^2}{36} cos\theta$$

$$\Phi_{E2} = \vec{E}.\hat{n}_2 A = +\frac{EL^2}{36} cos\theta$$

$$\Phi_{E3} = \vec{E}.\hat{n}_3 A = \frac{EL^2}{36} cos\,(90 + \theta) = -\frac{EL^2}{36} sen\theta$$

$\Phi_{E4} = \vec{E}.\hat{n}_4 A = \frac{EL^2}{36} cos\,(90-\theta) \; = +\frac{EL^2}{36} sen\theta$

$\Phi_{E5} = \Phi_{E6} = \frac{EL^2}{36} cos 90 = 0$

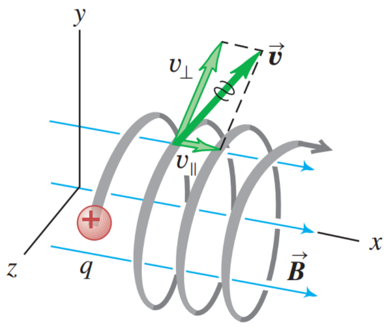
Portanto, o fluxo total é:

$\Phi_E = \Phi_{E1} + \Phi_{E2} + \Phi_{E3} + \Phi_{E4} + \Phi_{E5} + \Phi_{E6} = 0$

$\Phi_E = -\frac{EL^2}{36} cos\theta + \frac{EL^2}{36} cos\theta - \frac{EL^2}{36} sen\theta + \frac{EL^2}{36} sen\theta + 0 + 0 = \mathbf{0}$

Portanto, o fluxo total de campo elétrico que atravessa o cubo é zero.

Questão 2 (2,0 pontos): Em uma situação como é mostrado na figura abaixo, a partícula carregada corresponde a um próton (q = 1,60 x 10^{-19} C, m =1,67 x 10^{-27} kg) e o campo magnético uniforme está dirigido ao longo do eixo x com magnitude de 0,70 T. Somente a força magnética atua sobre o próton. Em t=0, o próton tem componentes de velocidade v_x=2,0 x 10^5 m/s, v_y=0 e v_z=3,0x10^5 m/s. a)(1,0 pontos) Em t=0, determine a força sobre o próton e sua aceleração. b) (1,0 pontos) Encontre o raio da trajetória helicoidal, a rapidez angular do próton e o avance da hélice (distância percorrida ao longo do eixo da hélice em cada revolução).



Solução

Conforme o enunciado, observe-se que a componente paralela da velocidade do próton (ao longo de ***x***) dá origem a um movimento de translação. A componente perpendicular (no plano ***y-z***) origina um movimento circular uniforme (de rotação). Logo a sobreposição destes dois movimentos resulta em uma trajetória helicoidal.

a) Nesse cenário, a força está dada por $F = q\vec{v} \times \vec{B}$.

Como $V_y = 0$, o vetor velocidade é $\vec{v} = v_x\hat{\imath} + v_z\hat{k}$. Lembrando que $\hat{\imath} \times \hat{\imath} = 0$ e $\hat{k} \times \hat{\imath} = \hat{\jmath}$

$F = q\vec{v} \times \vec{B} = q\left(v_x\hat{\imath} + v_z\hat{k}\right) \times \vec{B}\hat{\imath}$

$F = qv_zB\hat{\jmath}$

Substituindo temos:

$F = (1{,}6 \times 10^{-19}C)(3{,}0 \times 10^5 m/s)(0{,}70T)\hat{\jmath}$

$F \cong (3{,}36 \times 10^{-14}N)\hat{\jmath}$

A aceleração pode ser calculada pela segunda Lei de Newton.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{3{,}36 \times 10^{-14}N}{1{,}67 \times 10^{-27}Kg}\hat{\jmath} = (2{,}01 \times 10^{13} m/s^2)\hat{\jmath}$$

Observe que a força é muito pequena e o valor da aceleração é muito grande, isto é pelo fato do próton ter massa pequena.

b) Em t=0, a componente da velocidade (v_z) é perpendicular ao campo $\vec{B}$. Como a partícula carregada descreve uma órbita circular no campo magnético **o raio** estará dado por:

$R = \frac{m\, v_z}{|q|B} = \frac{(1{,}67 \times 10^{-27}Kg)(3{,}0 \times 10^5 m/s)}{(1{,}60 \times 10^{-19}C)(0{,}70T)}$

$R = 4{,}47 \times 10^{-3} m$

$R = 4{,}47 mm$

Portanto, o raio da trajetória helicoidal é **4,47mm**.

– A **rapidez angular** está dada por: $\omega = \frac{|q|B}{m} = \frac{(1{,}60\times10^{-19}C)(0{,}70T)}{(1{,}67\times10^{-27}Kg)} \cong 6{,}71 \times \frac{10^7 rad}{s}$

Portanto, a rapidez angular do próton é $\mathbf{6,71\times10^{7}\,rad/s}$

– Finalmente, o **avanço da hélice** é a distância percorrida ao longo do eixo da hélice em cada revolução. Nesse sentido, antes devemos determinar o tempo gasto para dar uma volta completa, ou seja, o período de revolução: $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{6{,}71\times10^{7}rad/s}\cong0{,}94\times10^{-7}s$

Logo, o avanço será v_xT , ou seja $\left(2{,}0\times\frac{10^{5}m}{s}\right)(0{,}94\times10^{-7}s)\cong\mathbf{18,8mm}$

Note que o avanço da hélice é maior ao raio da trajetória helicoidal. Ou seja, a trajetória helicoidal está mais esticada do que aparece na figura.

Questão 3 (2,0 pontos): Um circuito está formado por 3 partes em série. A primeira compreende dois resistores em paralelo, cujas resistências são 3Ω e 9Ω respectivamente. A segunda é um resistor de 6Ω. A terceira está composta por 4 lâmpadas em paralelo, sendo 120Ω a resistência de cada. Se a intensidade da corrente em cada lâmpada é 0,8A determine: (a) Qual a corrente principal do circuito? (b) Qual o potencial aplicado? (c) Qual a potência dissipada pelo resistor de 9 Ω?

Figura 1

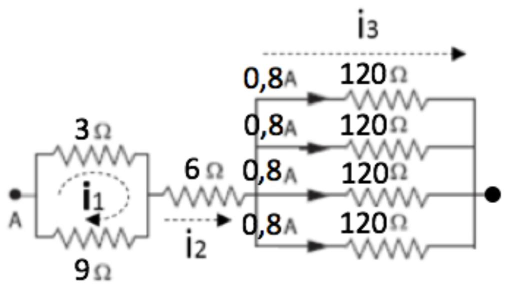


Figura 2

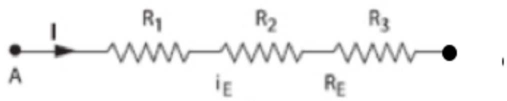
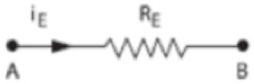


Figura 3



(a) Conforme a primeira figura (1), observe que, devido à configuração do circuito, a resistência equivalente poderá ser calculada por médio da figura (2), onde os resistores estão em série. Logo, observe-se que a corrente que passa entre os terminais A e B é $I=i_1=i_2=i_3$

Segundo a primeira de lei de Kirchhoff em um nó, a soma das correntes elétricas que entram é igual à soma das correntes que saem. Nesse sentido, note-se que a corrente i_2=i_3=0,8+0,8+0,8+0,8=3,2A

Portanto, a corrente principal do circuito é **3,2A**

(b) Para calcular o potencial entre os terminais A e B, basta determinar o valor da resistência equivalente R_E, conforme mostrado na figura (2) e (3).

$\frac{1}{R1}=\frac{1}{3}+\frac{1}{9}=\frac{4}{9}\rightarrow R1=\frac{9}{4}\Omega$

$\frac{1}{\mathrm{R3}}=4(\frac{1}{120})\rightarrow \mathrm{R3}=30\ \Omega$

$\mathrm{R_E}=\mathrm{R1}+\mathrm{R2}+\mathrm{R3}=\frac{9}{4}+6+30=38{,}25\ \Omega$

Finalmente, o potencial é $\mathrm{Ve}=\mathrm{IR_E}=(3{,}2)(38{,}25)=\mathbf{122,4V}$

(c) Sabemos que a potência dissipada, em um condutor (resistor), é dissipada como energia térmica. Portanto, para determinar a potência dissipada pelo resistor de 9Ω devemos considerar :

- Resistência equivalente da malha do resistor 9 Ω:

$$R'_{eq} = \frac{9 \times 3}{9+3} = 2{,}25\Omega$$

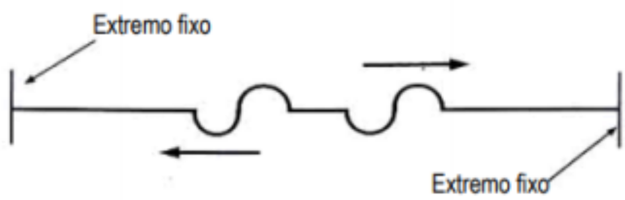
- Potencial entre as terminais da malha do resistor 9 Ω:

$$V'_{eq} = i_{total} R'_{eq} = 3{,}2A \times 2{,}25\Omega = 7{,}2V$$

- Por fim, a potência dissipada no resistor 6 Ω será:

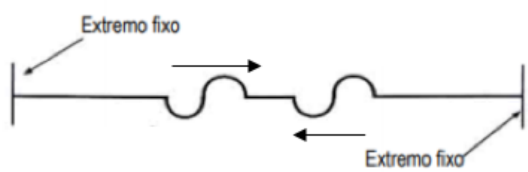
$$P_{9\Omega} = \frac{\left(V'_{eq}\right)^2}{R_{9\Omega}} = \frac{(7{,}2V)^2}{9\Omega} = \mathbf{5,76 Watts}$$

Questão 4 (2,0 pontos): Numa corda de massa desprezível, esticada e fixa nas duas extremidades, são produzidas, a partir do ponto médio, dois pulsos que se propagam mantendo a forma e a velocidade constantes, como mostra a figura a seguir. Descreva a forma resultante após a primeira reflexão delas e a forma resultante da completa superposição desses pulsos.

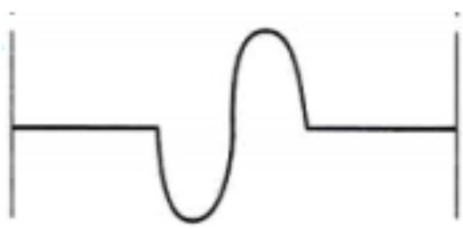


<u>**Solução**</u>

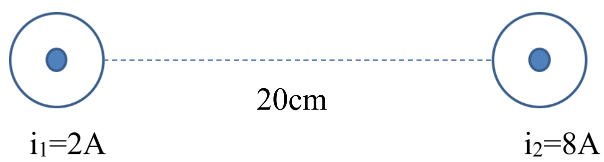
Observando que a primeira reflexão ocorre após o encontro com os extremos fixos, o que nos leva a uma inversão das fases, temos como resultado:



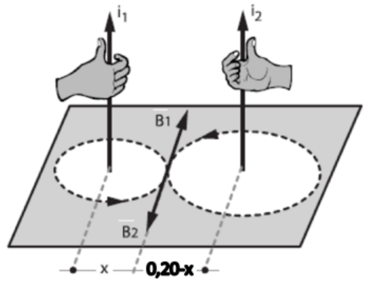
Após esse momento, a completa superposição ocorrerá o aumento das amplitudes do vale e da crista da onda, resultando em:



Questão 5 (2,0 pontos): Dois fios retilíneos perpendiculares ao plano da página conduzem corrente. Os fios transportam correntes elétricas i_1 e i_2, ambas no sentido "para fora" do plano do papel. A que distância do fio, que conduz i_1, a indução magnética resultante é zero? Considere $i_1 = 2A$; $i_2 = 8A$ e distância entre os fios 20cm.



Solução



Segundo o enunciado, os dois fios retilíneos são perpendiculares ao plano da página, então aplicando a regra da mão direita, como mostrado na figura, percebemos o sentido do campo magnético em torno dos fios condutores das correntes.

Logo, para que a indução magnética resultante seja zero em um ponto entre os dois fios, os campos magnéticos devem ser iguais, ou seja

B1=B2

$$\frac{u_o i_1}{2\pi r_1} = \frac{u_o i_2}{2\pi r_2} \rightarrow \frac{u_o i_1}{2\pi x} = \frac{u_o i_2}{2\pi(0{,}2-x)} \rightarrow \frac{2A}{x} = \frac{8A}{0{,}2-x} \rightarrow \boldsymbol{x = 0{,}04m}$$

Finalmente, concluímos que a indução magnética resultante será zero a 4 cm à direta do fio 1 (de corrente i_1).

Formulário: P = m.g	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$h = \frac{1}{2} g\, t^2$	F = m.a.	a = -w^2.y.	$\Phi = \vec{E}A$	
$I = \lvert Q \rvert / \Delta t$	$R = V_{AB}/I$	$Io = Q/RC$	$F = q\vec{v} \times \vec{B}$	$T = \frac{2\pi}{\omega}$	$\omega = \frac{\lvert q \rvert B}{m}$	$B = \frac{u_o i}{2\pi r}$
$\vec{E} = \vec{v} \times \vec{B}$	$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$	$P_{av} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$	$F = ma$	$\Delta S = v_o \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$	$P = \vec{T}.\vec{v}$	