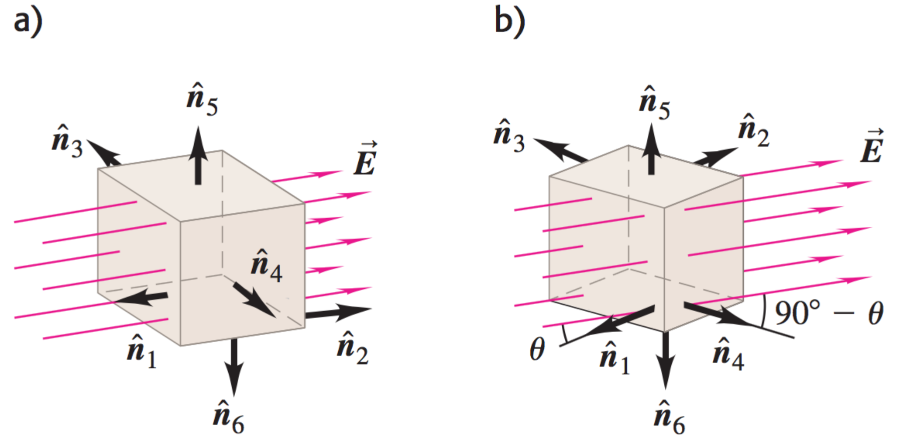
Fundação CECIERJ – Vice Presidência de Educação Superior à Distância
Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
2ª Avaliação à Distância de Física para Computação – 2018.1

Nome: ____ Pólo: _____________

Questão 1 (2,0 pontos)

Um cubo de aresta L 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 pontos) o cubo é orientado com duas de suas faces perpendiculares ao campo $\vec{E}$, conforme se mostra na Figura a; b) (1,0 pontos) quando gira-se o cubo um ângulo θ como na Figura b.



<u>Solução</u>

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 mostra por cada face os vetores unitários cujo sentido é entrando ou saindo do cubo.
Observe também que o ângulo entre o campo $\vec{E}$ e $\hat{n}_1$ é de 180°. O ângulo entre o campo $\vec{E}$ e $\hat{n}_2$ é de 0° e o ângulo entre o campo $\vec{E}$ e os demais vetores unitários é 90°.
Por outro lado, cada face tem L^2 de área, portanto o fluxo que atravessa por cada face é:

$$\Phi_{E1} = \vec{E}.\hat{n}_1 A = EL^2 cos180 = -EL^2$$
$$\Phi_{E2} = \vec{E}.\hat{n}_2 A = EL^2 cos0 = +EL^2$$
$$\Phi_{E3} = \Phi_{E4} = \Phi_{E5} = \Phi_{E6} = EL^2 cos90 = 0$$

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, ou seja:
$$\Phi_E = \Phi_{E1} + \Phi_{E2} + \Phi_{E3} + \Phi_{E4} + \Phi_{E5} + \Phi_{E6}$$

Substituindo temos:
$$\Phi_E = -EL^2 + EL^2 + 0 + 0 + 0 + 0$$

$\boldsymbol{\Phi_E = 0}$
Portanto, o fluxo total de campo elétrico que atravessa o cubo é zero.

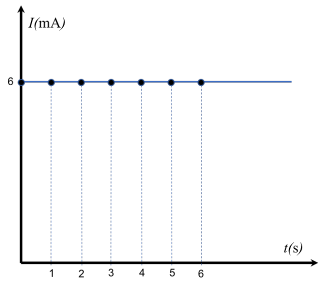
b) Segundo a figura os fluxos que atravessam as faces 1 e 3 são negativos, pois o campo $\vec{E}$ está dirigido no sentido dessas faces. Por outro lado, o campo elétrico $\vec{E}$ nas faces 2 e 4 se dirige para fora do cubo. Portanto, o fluxo é positivo para as faces 2 e 4. Assim temos as seguintes expressões:

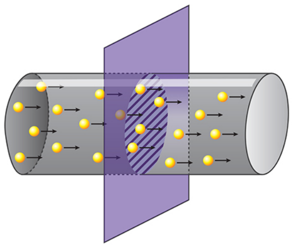
$$\Phi_{E1} = \vec{E}.\hat{n}_1 A = EL^2 cos\,(180 - \theta) = -EL^2 cos\theta$$
$$\Phi_{E2} = \vec{E}.\hat{n}_2 A = +EL^2 cos\theta$$
$$\Phi_{E3} = \vec{E}.\hat{n}_3 A = EL^2 cos\,(90 + \theta) = -EL^2 sen\theta$$
$$\Phi_{E4} = \vec{E}.\hat{n}_4 A = EL^2 cos\,(90 - \theta) = +EL^2 sen\theta$$
$$\Phi_{E5} = \Phi_{E6} = EL^2 cos 90 = 0$$

Portanto, o fluxo total é:
$$\Phi_E = \Phi_{E1} + \Phi_{E2} + \Phi_{E3} + \Phi_{E4} + \Phi_{E5} + \Phi_{E6} = 0$$
$$\Phi_E = -EL^2 cos\theta + EL^2 cos\theta - EL^2 sen\theta + EL^2 sen\theta + 0 + 0 = \mathbf{0}$$

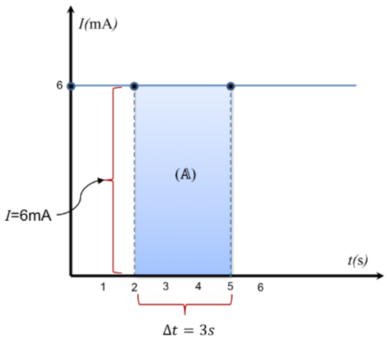
Questão 2 (2,0 pontos)

a) (1,0 pontos) No seguinte gráfico, mostra-se como varia a intensidade de corrente elétrica em um condutor em função do tempo. Qual será a quantidade de carga que passa pela seção transversal do condutor desde t=2s até t=5s? explique seu procedimento.





<u>Solução</u>



Observe no gráfico que a intensidade de corrente não muda; portanto ela é constante. Por outro lado, por definição sabemos que num intervalo de tempo t, pela secção transversal S passará uma determinada quantidade de carga, ou seja $I = \frac{|Q|}{\Delta t}$ logo

$$|Q| = I\Delta t$$

A representação da área ressaltada, no gráfico acima, é dada por $I\Delta t$ e esta por sua vez representa à área $|Q|$.
Logo utilizando os valores informados no enunciado temos que I=6mA e
$\Delta t = 5 - 2 = 3s$

Portanto, $|Q| = (6\times10^{-3}A)(3s) = \mathbf{18mC}$

Observação: No caso em que I seja variável, ou seja a corrente não ser constante, a quantidade de carga num intervalo de tempo será determinada através da área sob a curva.

b) (1,0 pontos) Um condutor metálico ôhmico é submetido a diversos voltagens em suas terminais e mede-se a intensidade de corrente, sendo os resultados os seguintes:

V_{AB}**(V)**	24	*m*	*2x*
I**(A)**	*x*	*8*	*3*

Qual será a intensidade de corrente através do condutor quando a ddp nos terminais do condutor é 18V?

Solução

Para determinar a intensidade de corrente elétrica devemos aplicar a Lei de Ohm dado por: $I = V_{AB}/R$

Observe que o enunciado informa o valor da ddp nos terminais que é $V_{AB} = 18V$.

Por outro lado, devemos conhecer o valor da resistência do condutor, pois é necessário saber se o condutor é ôhmico. No caso de condutores ôhmicos a resistência sempre é constante, ou seja $R = V_{AB}/I$

Logo, a partir dos dados da tabela podemos extrair as seguintes relações:

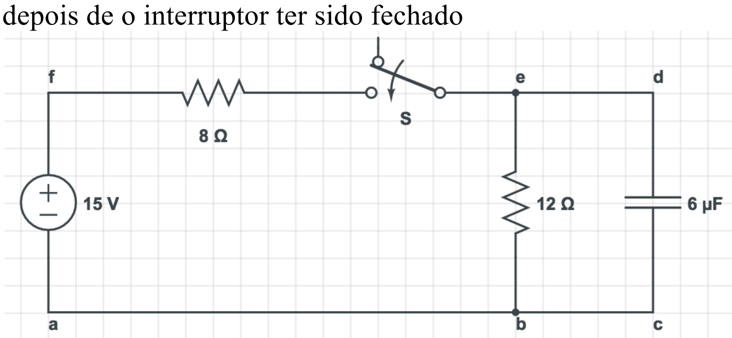
$$R = \frac{V_{AB}}{I} = \frac{24}{x} = \frac{m}{8} = \frac{2x}{3}$$
$$x^2 = 36 \Rightarrow \text{x=6A}$$

Logo, substituindo em $R = \frac{24}{x} = \frac{24V}{6A} = 4\Omega$. Com este valor podemos determinar a intensidade de corrente através do condutor, ou seja $I = \frac{18V}{4\Omega} = 4{,}5A$

Portanto, a intensidade de corrente através do condutor é de **4,5A**

Questão 3 (1,5 pontos)

O capacitor de 6uF no circuito mostrado na figura abaixo está inicialmente descarregado. Determine a corrente no resistor de 8ohm e a corrente no resistor de 12ohm (a) (0,5 pontos) imediatamente depois de o interruptor ter sido fechado e (b) (0,5 pontos) um longo tempo depois de o interruptor ter sido fechado. (c) (0,5 pontos) Determine a carga no capacitor após um longo tempo depois de o interruptor ter sido fechado



Solução

a) Observe que o capacitor inicialmente está descarregado, portanto a diferença de potencial inicial no capacitor é zero.

Note que o capacitor de 6uF e o resistor de 12 Ω ambos estão conectados em paralelo e, a diferença de potencial é a mesma para eles. Portanto, a diferença de potencial inicial no resistor de 12 Ω também é zero.

Aplicando a lei das malhas à malha externa onde se encontra o resistor de 12 Ω, a corrente no resistor é:

$$15V - (8\Omega)I_{8\Omega} - \frac{0}{C}) = 0$$

$$I_{8\Omega} \cong \mathbf{1{,}9A}$$

Logo, a corrente na malha que contém o resistor de 12 Ω e o capacitor de 6uF é:

$$I_{12\Omega}(12\Omega) - \frac{0}{C} = 0$$
$$\boldsymbol{I_{12\Omega} = 0}$$

b) Para o caso depois de um longo tempo, observemos que o capacitor estará completamente carregado (não haverá fluxo de carga em suas placas) e a corrente em ambos os resistores será a mesma. Portanto, aplicando a lei de malhas temos:

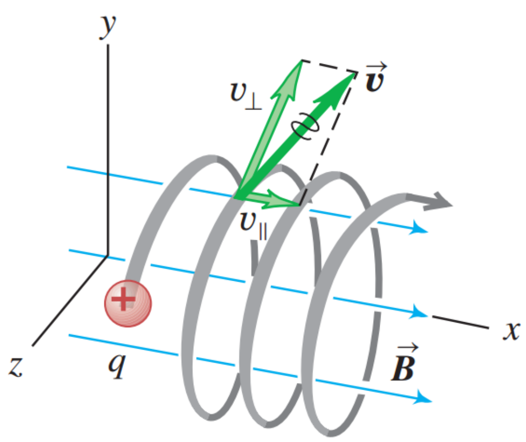
$$15V - (8{,}0\Omega)I_1 - (12{,}0\Omega)I_1 = 0$$
$$\boldsymbol{I_1 = 0{,}75A}$$

c) Para determinar a carga no capacitor depois de um longo tempo, precisamos utilizar a diferença de potencial no resistor de 12 Ω e no capacitor é igual. Logo temos:

$$I_1(12\Omega) = \frac{Q_1}{C}$$
$$Q_1 = (0{,}75A)(12\Omega)(6{,}0uF) = \mathbf{54uC}$$

Questão 4 (2,0 pontos)

Em uma situação como é mostrado na figura abaixo, a partícula carregada corresponde a um próton ($q = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C, $m = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg) e o campo magnético uniforme está dirigido ao longo do eixo x com magnitude de 0,80 T. Somente a força magnética atua sobre o próton. Em t=0, o próton tem componentes de velocidade $v_x = 1{,}75 \times 10^5$ m/s, $v_y = 0$ e $v_z = 2{,}25 \times 10^5$ 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).



<u>**Solução**</u>

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 $\hat{k} \times \hat{\imath} = \hat{\jmath}$

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

$F = qv_zB\hat{j}$

Substituindo temos:

$F = (1{,}6\times10^{-19}C)(2{,}25\times10^5 m/s)(0{,}80T)\hat{j}$
$F \cong (2{,}9\times10^{-14}N)\hat{j}$

A aceleração pode ser calculada pela segunda lei de Newton.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{2{,}9\times10^{-14}N}{1{,}67\times10^{-27}Kg}\hat{j} = (1{,}73\times10^{13}m/s^2)\hat{j}$$

Observe-se 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:

$R = \frac{m\,v_z}{|q|B} = \frac{(1{,}67\times10^{-27}Kg)(2{,}25\times10^5 m/s)}{(1{,}60\times10^{-19}C)(0{,}80T)}$
$R = 2{,}93\times10^{-3}m$
$R = 2{,}94mm$

Portanto, o raio da trajetória helicoidal é **2,94mm**.

- A **rapidez angular** está dada por:

$$\omega = \frac{|q|B}{m}$$

Substituindo temos:

$\omega = \frac{(1{,}60\times10^{-19}C)(0{,}80T)}{(1{,}67\times10^{-27}Kg)} \cong 7{,}7\times\frac{10^7 rad}{s}$

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

- 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:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

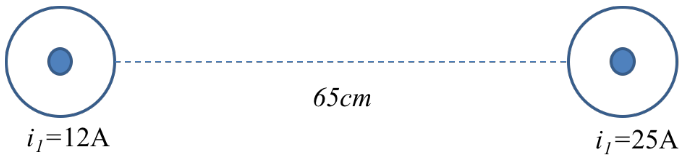
Substituindo temos:

$T = \frac{2\pi}{7{,}7\times10^7 rad/s} \cong 0{,}82\times10^{-7}s$

Logo, o avanço será v_xT , ou seja $(1{,}75\times\frac{10^5 m}{s})(0{,}82\times10^{-7}s) \cong \boldsymbol{144mm}$

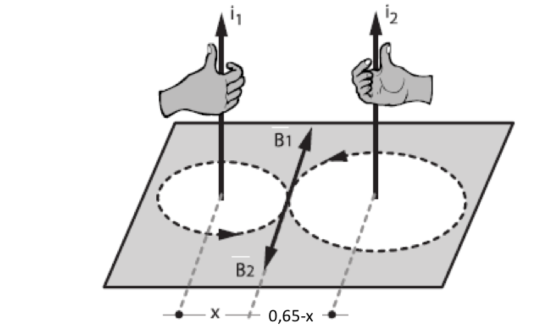
Note-se que o avanço da hélice é maior ao raio da trajetória helicoidal. Ou seja, a trajetória helicoidal está mais esticada do que aparece na figura.

Questão 5 (1,0 pontos)
A figura mostra as seções retas de dois fios retilíneos perpendiculares ao plano da página. Os fios transportam correntes elétricas i_1 e i_2. A que distância do fio, que conduz i_1, a indução magnética resultante é zero? Considere i_1 =12A; i_2=25A e distância entre os fios 65cm.



<u>Solução</u>

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 $\rightarrow \frac{u_o i_1}{2\pi r_1} = \frac{u_o i_2}{2\pi r_2} \rightarrow \frac{u_o i_1}{2\pi x} = \frac{u_o i_2}{2\pi(0,65-x)} \rightarrow \frac{12A}{x} = \frac{25A}{0,65-x} \rightarrow$ $\boldsymbol{x = 0,21m}$

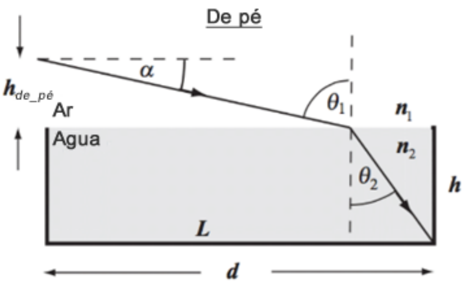
Finalmente, concluímos que a 21 cm à direta da corrente i_1, a indução magnética resultante será zero.

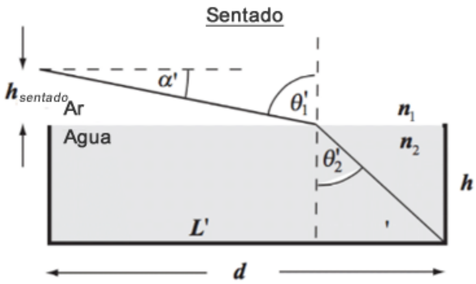
Questão 6 (1,5 pontos)

Você está parado na margem de uma piscina e olhando diretamente para o lado oposto. Você nota que o fundo do lado oposto da piscina parece estar a um ângulo de 20 graus abaixo da horizontal. Entretanto, quando você senta na borda da piscina, o fundo do lado oposto parece estar a um ângulo de 78 graus com a normal. a) (0,5 pontos) Desenhar e b) (1,0 pontos) determinar a largura e a profundidade da piscina. Considere o índice de refração da água igual a 1,25 e o índice de refração do ar 1,0. Suponha que, quando está parado a altura entre seus pés e olhos é de 1,80m e, 0,9m quando está sentado na borda da piscina.

<u>Solução</u>

a) As imagens abaixo representam as situações do observador (em pé e sentado).





b) Utilizaremos a lei de Snell e a geometria da piscina para determinar a profundidade da mesma.

$\theta_1 = 90° - \alpha = 90° - 20° = 70°$
$\theta_1' = 78°$

Observe que, segundo as figuras, as expressões para determinar a distância desde a posição do observador (de pé e sentado) são:
$L = h_{de\_pé} tan\theta_1$
$L' = h_{sentado}\ tan\theta_1'$

Utilizando os dados fornecidos no enunciado temos:
$L = (1{,}80m)tan\ 70 = 4{,}95m$
$L' = (0{,}9m)\ tan\ 78 = 4{,}23m$

Por outro lado,
$$Tan\ \theta_2 = \frac{l}{h} = \frac{d-L}{h}$$
$$Tan\ \theta_2' = \frac{l'}{h} = \frac{d-L'}{h}$$

Realizamos uma divisão $\frac{Tan\ \theta_2}{Tan\ \theta_2'} = \frac{d-L}{d-L'}$

$$d = \frac{(L'\ Tan\ \theta_2 - L\ Tan\ \theta_2')}{(Tan\ \theta_2 - Tan\ \theta_2')}$$

Em seguida aplicando a lei de Snell e substituindo pelos valores fornecidos no enunciado, para o observador em pé temos:
$$\theta_2 = sen^{-1}\left[\frac{n_1 sen\theta_1}{n_2}\right]$$
$$\theta_2 = sen^{-1}\left[\frac{1{,}00 \times sen70}{1{,}25°}\right] = 48{,}74°$$

Para o observador sentado:
$$\theta_2' = sen^{-1}\left[\frac{n_1 sen\theta_1'}{n_2}\right]$$
$$\theta_2' = sen^{-1}\left[\frac{1{,}00 \times sen78°}{1{,}25}\right] = 51{,}49°$$

Finalmente, utilizamos os resultados obtidos em:

$$d = \frac{[(4{,}23m)tan48{,}74° - (4{,}95)tan51{,}49°]}{(tan48{,}74° - tan51{,}49°)} = \frac{(4{,}82 - 6{,}22)}{-0{,}12} \cong \mathbf{11{,}67}\boldsymbol{m}$$

para $h = \frac{d-L}{tan\theta_2} = \frac{(11{,}67m-4{,}95m)}{tan48{,}74°} \cong \mathbf{5{,}89}\boldsymbol{m}$ de profundidade.