

Fundação CECIERJ – Vice Presidência de Educação Superior à Distância
Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
Gabarito da 2ª Avaliação à Distância de Física para Computação – 2017.2

Questão 1 (2,5 ponto): Imagine que é final de semana e você decide reformar sua garagem. Enquanto você está reformando, você percebe que precisa emendar temporariamente um fio de cobre de 80m de comprimento e 1,00mm de diâmetro com um fio de alumínio de 49m de comprimento, que tem o mesmo diâmetro. A corrente máxima nos fios é 2,00A. a) (1 ponto) Determine a queda de potencial em cada fio deste sistema quando a corrente é 2,00A. b) (1,5 ponto) Determine o campo elétrico em cada fio quando a corrente é 2,00A.

Solução

a) Segundo a lei de Ohm a queda de potencial é diretamente proporcional à corrente no material vezes sua resistência ($V=IR$). Assim, aplicando a lei de Ohm temos no cobre $V_{cu} = IR_{cu}$ e para o fio de alumínio $V_{al} = IR_{al}$

Por outro lado, sabe-se que a resistência R de um fio condutor é proporcional ao comprimento L do fio e inversamente proporcional à área de sua seção transversal A , ou seja $R = \frac{\rho L}{A}$.

Logo, substituindo as resistências respectivas na expressão da lei de Ohm

$$V_{cu} = IR_{cu} = I \frac{\rho_{cu} L}{A_{cu}} = (2,00A) \frac{(1,7 \times 10^{-8} \Omega m)(80m)}{\frac{1}{4} \pi (10^{-3} m)^2} \cong 3,46V$$

$$V_{al} = IR_{al} = I \frac{\rho_{al} L}{A_{al}} = (2,00A) \frac{(2,8 \times 10^{-8} \Omega m)(49m)}{\frac{1}{4} \pi (10^{-3} m)^2} \cong 3,49V$$

b) A queda de potencial em um segmento de fio, por onde passa uma corrente I , está relacionada ao campo elétrico pela expressão $V_a - V_b = E \Delta L$ sendo que o ΔL é o comprimento do fio.

Assim, o campo para o fio de cobre será $E_{cu} = \frac{V_{cu}}{L_{cu}} = \frac{3,46V}{80m} = 43mV/m$ e para o fio de alumínio será $E_{al} = \frac{V_{al}}{L_{al}} = \frac{3,49V}{49m} = 71mV/m$

Questão 2 (2,5 ponto): Um campo magnético uniforme faz um ângulo de 60 graus com o eixo de um enrolamento circular de 50 voltas e raio de 5cm. O módulo do campo magnético aumenta a uma taxa de 85T/s, enquanto sua direção permanece fixa. Qual o módulo da FEM induzida?

Solução

A força eletromotriz (FEM) induzida é igual a N vezes a taxa de variação do fluxo através de uma espira. Assim, sabemos que o campo é uniforme (tem a mesma magnitude e direção) conforme informado no enunciado, portanto o fluxo através de cada espira é simplesmente dado por: $\Phi_m = N \cdot \vec{B} \cdot \hat{n} \cdot A = B \cdot A \cdot \cos\theta$ onde $A = \pi \cdot r^2$ e θ é o ângulo entre a direção de \vec{B} e a direção da normal \hat{n} .

Por outro lado, o módulo da FEM induzida é dado pela lei de Faraday

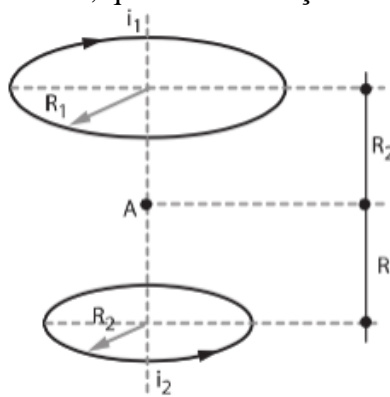
$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt}$$

Assim, calcula-se a FEM, por substituição, como

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = \frac{d(N \cdot B \cdot A \cos\theta)}{dt} = N \cdot \pi \cdot r^2 \cos\theta \frac{dB}{dt}$$
$$\varepsilon = -(50) \cdot \pi \cdot (0,05\text{m})^2 \cdot \cos 60 \cdot \left(\frac{85\text{T}}{\text{s}}\right) \cong -16,69\text{V}$$
$$|\varepsilon| = 16,69\text{V}$$

Portanto o módulo da FEM induzida é 16,69V.

Questão 3 (2,5 pontos): Duas espiras de raios R_1 e R_2 , estão colocadas horizontalmente conforme mostra a figura. Por elas circulam correntes $i_1=2\text{A}$, e $i_2=8\text{A}$. Sabendo que o campo resultante no ponto A é nulo, qual será a relação entre os raios R_1 , R_2 ?



Solução

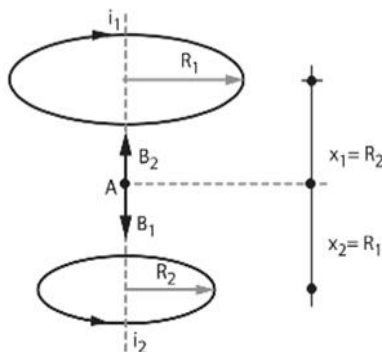


Figura 1

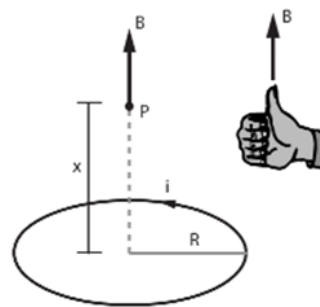


Figura 2

A lei de Biot-Savart, deduzida também por Ampere, disse que o campo magnético $d\vec{B}$ devido a um anel de corrente $I d\vec{l}$ é dado por $d\vec{B} = \frac{\mu_0 I d\vec{l} \times \vec{r}}{4\pi r^3}$, onde o ângulo $\theta = 90^\circ$.

Por outro lado, a mesma lei disse que o campo $d\vec{B}$ sobre o eixo de um anel de corrente é

dado por

$$B = \frac{\mu_o i R^2}{2\pi(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

Utilizando a regra da mão direita as figuras 1 e 2 mostram o sentido da corrente.

Utilizando a expressão acima, temos que os campos, para cada espira, são:

$$B_1 = \frac{\mu_o i R_1^2}{2\pi(R_1^2 + R_2^2)^{3/2}}$$

$$B_2 = \frac{\mu_o i R_2^2}{2\pi(R_2^2 + R_1^2)^{3/2}}$$

Logo, segundo enunciado o campo no ponto A é nulo, portanto temos: $B_1 = B_2$

$$\begin{aligned}\frac{\mu_o i_1 R_1^2}{2\pi(R_1^2 + R_2^2)^{3/2}} &= \frac{\mu_o i_2 R_2^2}{2\pi(R_2^2 + R_1^2)^{3/2}} \\ i_1 R_1^2 &= i_2 R_2^2 \\ 2A \times R_1^2 &= 8A \times R_2^2 \\ R_1^2 &= 4R_2^2 \\ R_1 &= 2R_2 \\ \frac{R_1}{R_2} &= 2\end{aligned}$$

Portanto, a relação entre os raios de ambas espiras é de 2.

Questão 4 (2,5 ponto): Imagine que você tem na cozinha um circuito de 20A e 120V, nela conectam-se uma torradeira de 1800W, uma frigideira elétrica de 1,3kW e uma lâmpada de 100W. a)(1,5ponto) Qual é a corrente para cada aparelho e qual sua resistência? b)(1,0 ponto) Esta combinação fará o fusível queimar? explique.

Solução

a) Considere que os três aparelhos, conectados no mesmo circuito, estão ligados em paralelo, pois o fato de ligar um dispositivo não afeta os outros que estão no circuito. Vale lembrar que, em uma combinação com resistores em paralelo o que se mantém constante é a diferença de potencial cujo valor é 120V informado no enunciado.

Por outro lado, a corrente que passa por cada aparelho pode ser determinado através da potência entregue ao dispositivo que é a corrente multiplicada pela tensão, ou seja $P = Vi$.

$$\begin{aligned}I_{torradeira} &= \frac{P_{torradeira}}{V} = \frac{1800W}{120V} = 15A \\ I_{frigideira} &= \frac{P_{frigideira}}{V} = \frac{1,3 \times 10^3 W}{120V} = 11A \\ I_{lâmpada} &= \frac{P_{lâmpada}}{V} = \frac{100W}{120V} = 0,83A\end{aligned}$$

Observe que, o enunciado informa o valor da queda de potencial. Logo para obter a resistência R de cada aparelho utilizamos a expressão $P = V^2/R$

$$R_{torradeira} = \frac{V^2}{P_{torradeira}} = \frac{(120V)^2}{1800W} = 8\Omega$$

$$R_{frigideira} = \frac{V^2}{P_{frigideira}} = \frac{(120V)^2}{1,3 \times 10^3 W} = 11\Omega$$

$$R_{lâmpada} = \frac{V^2}{P_{lâmpada}} = \frac{(120V)^2}{100W} = 144\Omega$$

b) A corrente total no fusível é a soma de todas as correntes, ou seja:

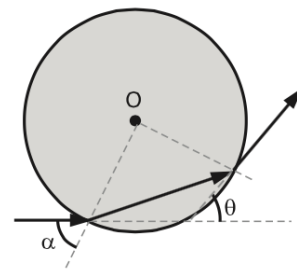
$$I = I_{torradeira} + I_{frigideira} + I_{lâmpada}$$

$$I = 15A + 11A + 0,83A = 27A$$

Portanto, uma corrente tão grande 27A está acima dos 20A do fusível, logo essa combinação fará o fusível queimar.

Exercícios extras

Questão 5 (0,5 ponto): Um raio luminoso incide sobre um corpo esférico transparente formando um ângulo α respeito à normal, conforme mostra a figura. Se o índice de refração do vidro é $4/3$. Determinar o ângulo que forma o raio emergente em relação ao raio incidente quando α é 53 graus.



Solução

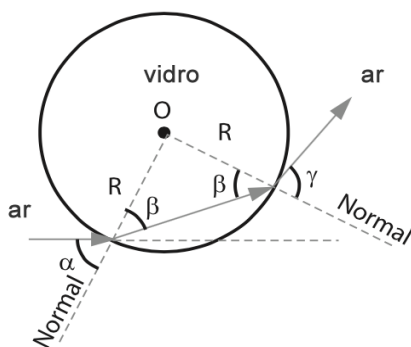


Figura 1

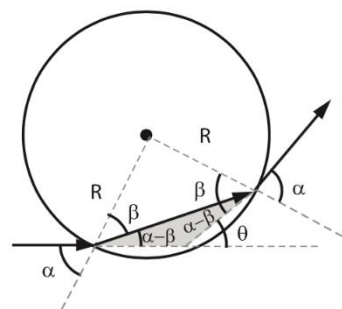


Figura 2

A partir da lei de Snell que descreve a relação entre os ângulos de incidência e refração sobre um meio, como mostra a figura 1 podemos identificar o raio que incide com a expressão $n_{ar} \text{sen} \alpha = n_v \text{sen} \beta$. E quando o raio sai será $n_v \text{sen} \alpha = n_{ar} \text{sen} \gamma$

A partir dessas expressões podemos deduzir que $\text{sen} \alpha = \text{sen} \gamma$, portanto $\alpha = \gamma$ conforme mostra a figura 2. Portanto vemos que $\theta = 2(\alpha - \beta)$.

Utilizando novamente a lei de Snell $n_{ar} \text{sen} \alpha = n_v \text{sen} \beta$ temos $\text{sen} \alpha = \frac{4}{3} \text{sen} \beta$.

Segundo o enunciado $\alpha = 53^\circ$ então $\text{sen} 53^\circ = \frac{4}{3} \text{sen} \beta \rightarrow \beta = 37^\circ$

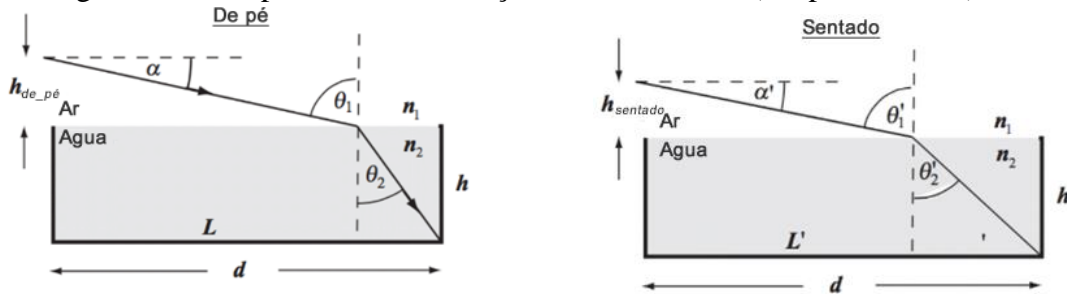
Finalmente, $\theta = 2(53^\circ - 37^\circ) = 32^\circ$

Portanto, o ângulo que forma o raio emergente em relação ao incidente quando $\alpha = 53^\circ$ é de 32°

Questão 6 (0,5 ponto): Imagine que 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 30 graus abaixo da horizontal. Entretanto, quando você senta na borda da piscina, o fundo do lado oposto parece estar a um ângulo de apenas 15 graus abaixo da horizontal. Desenhar e 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.

Solução

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



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

$$\begin{aligned}\theta_1 &= 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ \\ \theta'_1 &= 90^\circ - \alpha' = 90^\circ - 15^\circ = 75^\circ\end{aligned}$$

Observe que, segundo as figuras, as expressões para determinar a distância desde a posição do observador (de pé e sentado) são:

$$\begin{aligned}L &= h_{de_pé} \tan \theta_1 \\ L' &= h_{sentado} \tan \theta'_1\end{aligned}$$

Utilizando os dados fornecidos no enunciado temos

$$\begin{aligned}L &= (1,80m) \tan 60 = 3,12m \\ L' &= (0,9m) \tan 75 = 3,36m\end{aligned}$$

Por outro lado,

$$\begin{aligned}\tan \theta_2 &= \frac{l}{h} = \frac{d - L}{h} \\ \tan \theta'_2 &= \frac{l'}{h} = \frac{d - L'}{h}\end{aligned}$$

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:

$$\theta_2 = \text{sen}^{-1} \left[\frac{n_1}{n_2 \text{sen} \theta_1} \right]$$

$$\theta_2 = \text{sen}^{-1} \left[\frac{1,00}{1,25 \times \text{sen} 60^\circ} \right] = 67,48^\circ$$

Para o observador sentado:

$$\theta'_2 = \text{sen}^{-1} \left[\frac{n_1}{n_2 \text{sen} \theta'_1} \right]$$

$$\theta'_2 = \text{sen}^{-1} \left[\frac{1,00}{1,25 \times \text{sen} 75^\circ} \right] = 55,91^\circ$$

Finalmente, utilizamos os resultados obtidos em:

$$d = \frac{[(3,36m) \tan 67,48^\circ - (3,12m) \tan 55,91^\circ]}{(\tan 67,48^\circ - \tan 55,91^\circ)} = \frac{(8,10 - 4,61)}{0,93} = 3,75m$$

para $h = \frac{d-L}{\tan \theta_2} = \frac{(3,75m-3,12m)}{\tan 67,48^\circ} = 0,26m$ de profundidade.