FEUP - MIEIC **FÍSICA II - EIC0014 - 2011/2012**

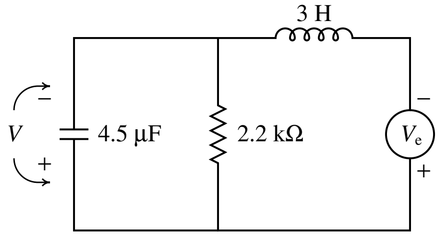
NOME:____ **LOG-IN FEUP:**__________

Exame de recurso 31 de janeiro de 2012

Duração: Duas horas. Com consulta de formulário e utilização de meios de cálculo. Note que os meios de cálculo não podem ser usados como meios de comunicação ou de consulta da matéria! A violação desta regra implica exclusão imediata.

1. (4 valores). Uma carga pontual de -3.6 nC encontra-se na origem e uma segunda carga pontual de 4.7 nC encontra-se na posição $y = 4.3$ cm, no eixo dos y. Calcule o campo elétrico resultante dessas duas cargas no ponto em $x = 8.4$ cm, no eixo dos x. Se um eletrão fosse colocado nesse mesmo ponto, calcule a força elétrica sobre ele. Escreva as suas respostas em forma vetorial, indicando as unidades.

2. (4 valores). A figura mostra o diagrama de circuito de um filtro. O sinal de entrada é V_e e o sinal de saída é V. Encontre a função de transferência do filtro e a equação diferencial que permite calcular $V(t)$ para um sinal de entrada $V_e(t)$ dado.



PERGUNTAS. *Cotação:* Respostas certas, 0.8, erradas, -0.2, em branco, 0. Cada pergunta tem uma única resposta. Serão avaliadas apenas as respostas que apareçam na caixa de **Resposta** (e não na folha de exame ou de rascunho).

3. Em qualquer ponto (x,y) no plano xy, as componentes do campo elétrico produzido por duas cargas pontuais são:

$$E_x = \frac{360\,x}{[x^2 + (y+1)^2]^{3/2}} - \frac{450\,x}{[x^2 + (y-1)^2]^{3/2}}$$

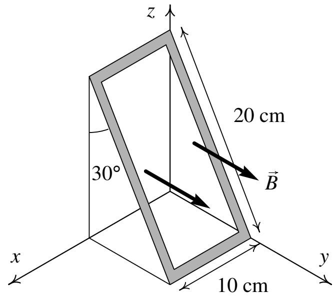
$$E_y = \frac{360\,(y+1)}{[x^2 + (y+1)^2]^{3/2}} - \frac{450\,(y-1)}{[x^2 + (y-1)^2]^{3/2}}$$

Em que as distâncias são medidas em cm, as cargas em nC e o campo em μN/nC. Encontre a posição do ponto onde o campo é nulo.

(A) (17.9, 0) **(C)** (-17.9, 0) **(E)** (0, 0)
(B) (0, -17.9) **(D)** (0, 17.9)

Resposta: ☐

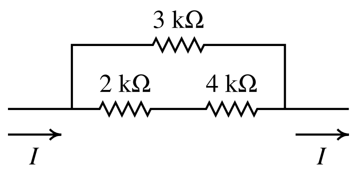
4. Uma espira retangular, com arestas de 10 cm e 20 cm, encontra-se inclinada 30° em relação ao plano xz, como mostra a figura. Calcule o fluxo magnético produzido através da espira por um campo magnético uniforme, na direção e sentido do eixo dos y, com módulo de 3.5 T.



(A) 0.035 T·m^2 **(C)** 3.5 T·m^2 **(E)** 0.105 T·m^2
(B) 0.07 T·m^2 **(D)** 0.061 T·m^2

Resposta: ☐

5. No circuito da figura, sabendo que a corrente total que circula através do sistema é $I = 18$ mA, calcule a diferença de potencial na resistência de 2 kΩ.



(A) 126 V **(C)** 108 V **(E)** 24 V
(B) 12 V **(D)** 54 V

Resposta: ☐

6. Uma onda eletromagnética plana propaga-se no sentido positivo do eixo dos z. Num dado instante, $t = 0$, o valor do campo elétrico, em função de z é dado pela expressão: $E = E_0 \sin(4.7\,z)$ (unidades SI). Calcule o comprimento de onda.

(A) 110 cm **(C)** 82 cm **(E)** 94 cm
(B) 134 cm **(D)** 170 cm

Resposta: ☐

7. A dualidade onda-partícula da luz consiste em que algumas das suas propriedades podem ser explicadas unicamente se a luz for uma onda, enquanto que outras só podem ser explicadas se a luz for um conjunto de partículas (fotões). A interferência da luz é evidência experimental de qual dessas duas naturezas da luz?

(A) Onda. **(C)** Ambas. **(E)** Nenhuma.
(B) Partícula. **(D)** Onda plana.

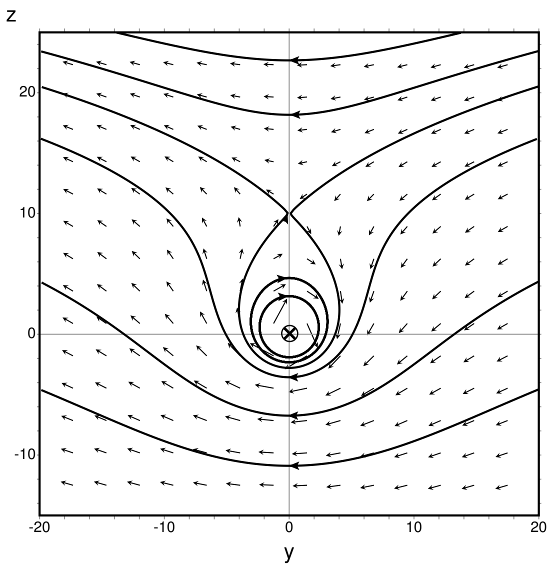
Resposta: ☐

8. Uma bobina tem indutância de 38 mH e resistência de 40 Ω. Calcule o módulo da impedância da bobina, para uma tensão alternada com frequência de 150 Hz.

(**A**) 151.6 Ω (**C**) 53.7 Ω (**E**) 64.8 Ω
(**B**) 26.8 Ω (**D**) 75.8 Ω

Resposta: ☐

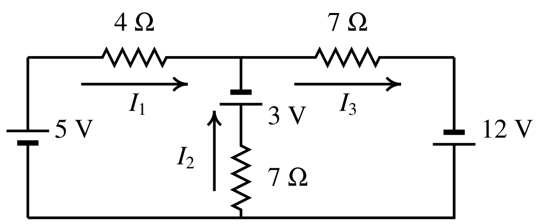
9. A figura mostra o campo magnético, no plano yz, produzido por um fio com corrente dentro de um campo magnético uniforme. O fio é retilíneo, muito comprido e paralelo ao eixo dos x. Indique a direção e sentido da força magnética que atua sobre o fio.



(**A**) Sentido positivo do eixo dos y
(**B**) Sentido positivo do eixo dos x
(**C**) Sentido negativo do eixo dos y
(**D**) Sentido positivo do eixo dos z
(**E**) Sentido negativo do eixo dos z

Resposta: ☐

10. Qual é a equação da malha do lado direito no circuito?



(**A**) $9 - 7I_2 + 7I_3 = 0$ (**D**) $15 - 7I_2 + 7I_3 = 0$
(**B**) $9 - 7I_2 - 7I_3 = 0$ (**E**) $9 + 7I_2 - 7I_3 = 0$
(**C**) $15 - 7I_2 - 7I_3 = 0$

Resposta: ☐

11. Um circuito de corrente alternada é composto por várias resistências e indutores. Qual dos números complexos na lista poderá ser a impedância equivalente do circuito?

(**A**) $-2.3 - \mathrm{i}\,1.2$ (**D**) $-2.3 + \mathrm{i}\,1.2$
(**B**) $2.3 + \mathrm{i}\,1.2$ (**E**) $\mathrm{i}\,1.2$
(**C**) $2.3 - \mathrm{i}\,1.2$

Resposta: ☐

12. Duas cargas pontuais encontram-se sobre o eixo dos x, em $x = -5$ cm e $x = 1$ cm. A carga em $x = -5$ cm é igual a $+2$ nC mas o valor da outra carga é desconhecido. Arbitrando potencial igual a zero no infinito e sabendo que o potencial também é nulo no ponto $x = -2$ cm sobre o eixo dos x, calcule o valor da segunda carga.

(**A**) -2 nC (**C**) -1 nC (**E**) -4 nC
(**B**) -3 nC (**D**) -5 nC

Resposta: ☐

13. O coeficiente de temperatura do alumínio a 20°C, é igual a 0.0039. Se a resistência de uma barra de alumínio é 65 Ω a 20°C, qual será a resistência quando a barra for aquecida até 88°C?

(**A**) 108.1 Ω (**C**) 99.5 Ω (**E**) 73.6 Ω
(**B**) 82.2 Ω (**D**) 85.7 Ω

Resposta: ☐

14. Dois condensadores com capacidades 5 μF e 10 μF são ligados em série a uma fonte de 6 V. Calcule a diferença de potencial no condensador de 5 μF.

(**A**) 1 V (**C**) 2 V (**E**) 5 V
(**B**) 4 V (**D**) 3 V

Resposta: ☐

15. Num condutor ligado a uma pilha com fem de 1.5 V, circulam 8×10^{16} eletrões de condução durante 2 segundos. Calcule a energia fornecida pela pilha durante esse intervalo.

(**A**) 61.44 mJ (**C**) 5.76 mJ (**E**) 76.8 mJ
(**B**) 36.48 mJ (**D**) 19.2 mJ

Resposta: ☐

16. Se a equação diferencial de um circuito for: $3\,V'' + V = -2V_e$, qual será a sua função de transferência?

(**A**) $\dfrac{2}{s^2+3}$ (**C**) $\dfrac{2}{3\,s^2+1}$ (**E**) $\dfrac{-2}{3\,s^2+1}$
(**B**) $\dfrac{2\,s}{3\,s^2+1}$ (**D**) $\dfrac{2\,s}{s^2+3}$

Resposta: ☐

17. Num sistema de três cargas pontuais, $q_1 = 2$ nC, $q_2 = 2$ nC e $q_3 = 2$ nC, a distância entre as cargas 1 e 2 é 2 cm, entre as cargas 1 e 3 é 3 cm, e entre as cargas 2 e 3 é 4 cm. Calcule a relação entre as forças elétricas produzidas pelas cargas 1 e 2 sobre a carga 3.

(**A**) 4/3 (**C**) 16/9 (**E**) 9/16
(**B**) 32/9 (**D**) 9/8

Resposta: ☐

FEUP - MIEIC **FÍSICA 2 - EIC0014 - 2011/2012**

Exame de recurso **Resolução**

31 de janeiro de 2012 Jaime Villate

Problemas

1. Há duas formas de resolver este problema. A primeira, usada no capítulo 1, consiste em calcular o módulo do campo produzido por cada carga e a seguir desenhar as posições das cargas e do ponto, para calcular as componentes x e y de cada campo, usando trigonometria, e poder somar as componentes. A segunda forma, que vamos usar aqui, consiste em escrever a expressão do capítulo 6 para as componentes do campo elétrico de um sistema de cargas pontuais, e substituir as posições e valores das duas cargas, que neste caso são:

$$x_1 = 0 \qquad y_1 = 0 \qquad q_1 = -3.6 \qquad x_2 = 0 \qquad y_2 = 4.3 \qquad q_2 = 4.7$$

e o ponto onde vamos calcular o campo: $x = 8.4$, $y = 0$. No sistema de unidades que estamos a usar, as distâncias são medidas em cm, as cargas em nC e, portanto a constante de Coulomb será:

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2} = 90 \frac{\mu\text{N}\cdot\text{cm}^2}{\text{nC}^2}$$

Substituindo esses valores na expressão para as componentes do campo obtemos:

$$E_y = \frac{k\,q_1(x-x_1)}{\left[(x-x_1)^2+(y+y_1)^2\right]^{3/2}} + \frac{k\,q_2(x-x_2)}{\left[(x-x_2)^2+(y+y_2)^2\right]^{3/2}} = \frac{90\times(-3.6)\times 8.4}{(8.4^2)^{3/2}} + \frac{90\times 4.7\times 8.4}{\left[8.4^2+(-4.3)^2\right]^{3/2}} = -0.3635$$

$$E_y = \frac{k\,q_1(y-y_1)}{\left[(x-x_1)^2+(y+y_1)^2\right]^{3/2}} + \frac{k\,q_2(y-y_2)}{\left[(x-x_2)^2+(y+y_2)^2\right]^{3/2}} = \frac{90\times(-3.6)\times 0}{(8.4^2)^{3/2}} + \frac{90\times 4.7\times(-4.3)}{\left[8.4^2+(-4.3)^2\right]^{3/2}} = -2.165$$

Em forma vetorial, o campo é:

$$\vec{E} = (-0.3635\,\vec{e}_x - 2.165\,\vec{e}_y)\ \frac{\mu\text{N}}{\text{nC}}$$

A força sobre o eletrão calcula-se multiplicando o campo pela carga do eletrão, em nC:

$$\vec{F} = -1.6\times 10^{-10}\,(-0.3635\,\vec{e}_x - 2.165\,\vec{e}_y) = \left(5.82\times 10^{-11}\,\vec{e}_x + 3.46\times 10^{-10}\,\vec{e}_y\right)\ \mu\text{N}$$

2. Começaremos por definir um sistema de unidades consistentes. Se escolhermos kΩ para as impedâncias, como o henry (H) é igual a $\Omega\cdot\text{s} = \text{k}\Omega\cdot\text{ms}$, se medirmos a indutância em H e o tempo em ms, seremos consistentes com a impedância em kΩ. Finalmente μF é equivalente a $\mu\text{s}/\Omega = \text{ms}/\text{k}\Omega$; assim, podemos medir a capacidade em μF, sendo consistente com a impedância em kΩ e o tempo em ms.

No sistema de unidades escolhido, a impedância da resistência é 2.2, a impedância do indutor é $3\,s$ e a impedância do condensador é $1/(4.5\,s)$. A tensão de saída é a mesma que no sistema do condensador e a resistência em paralelo, que tem impedância:

$$Z_1 = \frac{2.2\left(\dfrac{1}{4.5\,s}\right)}{2.2 + \dfrac{1}{4.5\,s}} = \frac{2.2}{9.9\,s+1}$$

Para calcular essa tensão, precisamos saber a corrente, que é a mesma corrente que circula no sistema de Z_1 em série com a impedância $3\,s$ do indutor; consequentemente:

$$\tilde{I} = \frac{\widetilde{V}_e}{Z_1 + 3\,s} = \frac{\widetilde{V}_e}{\dfrac{2.2}{9.9\,s+1} + 3\,s} = \frac{(9.9\,s+1)\widetilde{V}_e}{29.7\,s^2 + 3\,s + 2.2}$$

e a tensão no sistema do condensador em paralelo com a resistência é:

$$\widetilde{V} = Z_1\,\tilde{I} = \left(\frac{2.2}{9.9\,s+1}\right)\left(\frac{(9.9\,s+1)\widetilde{V}_e}{29.7\,s^2+3\,s+2.2}\right) = \frac{2.2\,\widetilde{V}_e}{29.7\,s^2+3\,s+2.2} \tag{1}$$

Assim, concluímos que a função de transferência é igual a:

$$\widetilde{H} = \frac{\widetilde{V}}{\widetilde{V}_e} = \frac{2.2}{29.7\,s^2+3\,s+2.2}$$

onde a frequência s deverá ser medida em kHz (inverso das nossas unidades de ms para o tempo).

A equação 1 pode ser escrita na forma equivalente:

$$\left(29.7\,s^2 + 3\,s + 2.2\right)\widetilde{V} = 2.2\,\widetilde{V}_e$$

A transformada inversa de essa equação será a equação diferencial do filtro:

$$29.7\,V'' + 3\,V' + 2.2\,V = 2.2\,V_e$$

Perguntas

3. B

4. D

5. B

6. B

7. A

8. C

9. D

10. B

11. B

12. A

13. B

14. B

15. D

16. E

17. C