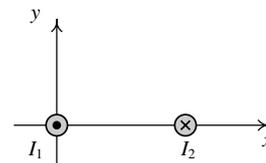


Prova com consulta de formulário e uso de computador. Duração 2 horas.

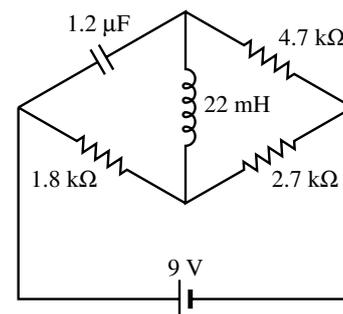
Nome do estudante: \_\_\_\_\_

Pode consultar unicamente um formulário (folha A4) e utilizar calculadora ou PC. 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). A figura representa dois fios com correntes em sentidos opostos, perpendiculares ao plano  $xy$ , que passam pela origem (fio 1) e pelo ponto  $(x, y) = (2, 0)$  (distâncias em metros). A intensidade da corrente no fio 1 é  $I_1 = 2.1$  A e no fio 2 é  $I_2 = 3.6$  A. Calcule o módulo do campo magnético no ponto de coordenadas  $(x, y) = (2, -1)$ .

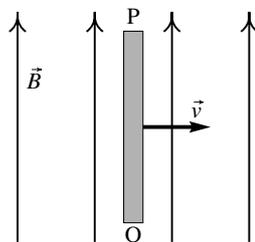


2. (4 valores). No circuito representado no diagrama, a fonte foi ligada no instante  $t = 0$  e nesse instante o condensador estava descarregado. Calcule as correntes em cada resistência, no instante  $t = 0$  e no limite  $t \rightarrow \infty$ .



**PERGUNTAS.** Respostas certas, 0.8 valores, erradas, -0.2, em branco, 0.

3. Uma barra metálica de comprimento  $l$  desloca-se com velocidade constante  $v$ , para a direita, como mostra a figura, dentro de um campo magnético uniforme, com módulo  $B$  e apontando para cima, na direção paralela à barra. Calcule a diferença de potencial inducida  $V_Q - V_P$  entre os extremos da barra.



- (A)  $-l v B$       (C)  $-v B$       (E)  $l v B$   
(B)  $v B$       (D) 0

Resposta:

4. Um condensador tem placas paralelas quadradas, com 15.0 cm de lado, separadas de 0.2 mm. Se o condensador for carregado até uma diferença de potencial de 15 V, calcule a carga armazenada no condensador.

- (A) 70.7 nC      (C) 1.06 nC      (E) 14.9 nC  
(B) 1.70 nC      (D) 6.37 nC

Resposta:

5. A energia potencial elétrica de uma partícula com carga negativa:

- (A) Nunca poderá ser nula.  
(B) Será sempre menor que a energia de uma partícula com sinal oposto.

- (C) Será maior nos pontos onde o potencial for menor.  
(D) Será maior nos pontos onde o potencial for maior.  
(E) Será sempre negativa.

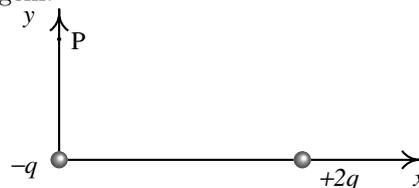
Resposta:

6. Qual das seguintes propriedades caracteriza uma onda eletromagnética harmónica?

- (A) Campos em direções específicas.  
(B) Campos elétrico e magnético perpendiculares.  
(C) Frequência com valor específico.  
(D) Velocidade perpendicular aos campos elétrico e magnético.  
(E) Velocidade numa direção específica.

Resposta:

7. Uma carga pontual  $-q$  encontra-se na origem, e uma segunda carga  $+2q$  encontra-se no ponto com  $x = 10$  cm,  $y = 0$ . Existe um ponto P, no semieixo positivo dos  $y$ , onde o potencial do sistema é nulo. Calcule a distância desde P até à origem.



- (A) 10.0 cm      (C) 11.55 cm      (E) 5.0 cm  
(B) 7.07 cm      (D) 5.77 cm

Resposta:

8. Calcule a resistência de um secador de cabelo de 180 W a 230 V.

- (A) 180.0  $\Omega$       (C) 0.71  $\Omega$       (E) 293.89  $\Omega$   
 (B) 1.28  $\Omega$       (D) 16.33  $\Omega$

Resposta:

9. Um quadrado com 1 cm de lado encontra-se numa região do espaço onde existe um campo elétrico uniforme, com módulo de 7 kN/C, e numa direção que faz um ângulo de 60° com o quadrado. Calcule o valor absoluto do fluxo elétrico através do quadrado.

- (A) 0.035 kN·m<sup>2</sup>/C      (D) 0.61 N·m<sup>2</sup>/C  
 (B) 0.7 N·m<sup>2</sup>/C      (E) 0.35 N·m<sup>2</sup>/C  
 (C) 0.061 kN·m<sup>2</sup>/C

Resposta:

10. Uma partícula com carga elétrica desloca-se horizontalmente, na direção oeste, com velocidade de  $5.3 \times 10^6$  m/s, numa região onde existe um campo magnético vertical, apontando para baixo, com módulo  $6.9 \times 10^{-4}$  T. Sabendo que a força magnética sobre a partícula é na direção norte e de módulo  $7.9 \times 10^{-15}$  N, calcule a carga da partícula.

- (A)  $-2.16 \times 10^{-18}$  C      (D)  $6.07 \times 10^{-5}$  C  
 (B)  $2.16 \times 10^{-18}$  C      (E)  $-6.07 \times 10^{-5}$  C  
 (C)  $-2.16 \times 10^{-14}$  C

Resposta:

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

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

Resposta:

12. Se  $R$ ,  $L$  e  $C$  representam a resistência, a indutância e a capacidade num circuito, qual das seguintes expressões tem unidades de frequência ao quadrado?

- (A)  $R/L$       (C)  $L/C$       (E)  $C/R$   
 (B)  $LC$       (D)  $L/R$

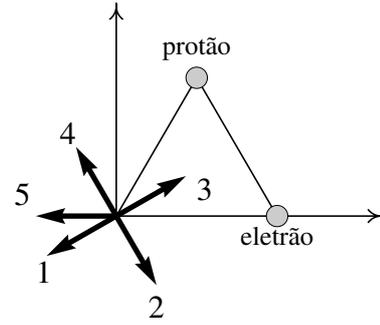
Resposta:

13. Uma onda eletromagnética propaga-se no sentido positivo do eixo dos  $x$ . Num certo ponto e num certo instante, o campo magnético da onda aponta na direção e sentido negativo do eixo dos  $z$ . Em que direção e sentido apontará o campo elétrico nesse ponto e no mesmo instante?

- (A) No sentido positivo do eixo dos  $y$ .  
 (B) No sentido negativo do eixo dos  $z$ .  
 (C) No sentido negativo do eixo dos  $y$ .  
 (D) No sentido negativo do eixo dos  $x$ .  
 (E) No sentido positivo do eixo dos  $z$ .

Resposta:

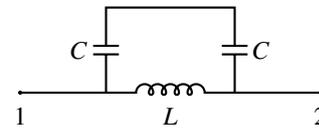
14. Um próton e um eletrão encontram-se em dois dos vértices de um triângulo equilátero e o terceiro vértice é a origem, como mostra a figura. Qual dos 5 vetores representa melhor o campo elétrico na origem?



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

Resposta:

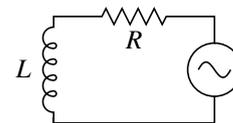
15. Calcule a impedância complexa equivalente entre os pontos 1 e 2, para tensão/corrente alternada com frequência angular  $\omega$ .



- (A)  $\frac{i(2LC\omega^2 - 1)}{2C\omega}$       (D)  $\frac{i(LC\omega^2 - 2)}{2C\omega}$   
 (B)  $\frac{i2L\omega}{1 - 2LC\omega^2}$       (E)  $\frac{i2L\omega}{2 - LC\omega^2}$   
 (C)  $\frac{iL\omega}{1 - 2LC\omega^2}$

Resposta:

16. No circuito da figura, se aumentamos a frequência da fonte, o que acontecerá à corrente eficaz?



- (A) Poderá aumentar ou diminuir, dependendo do valor de  $R$ .  
 (B) Diminuirá.  
 (C) Permanecerá igual.  
 (D) Aumentará.  
 (E) Poderá aumentar ou diminuir, dependendo do valor de  $L$ .

Resposta:

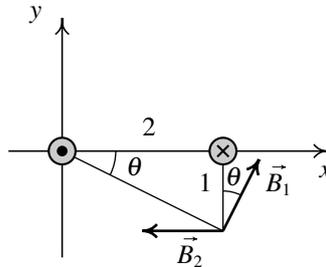
17. Um condensador de 240 nF, inicialmente descarregado, liga-se em série a uma resistência de 10 k $\Omega$  e a uma pilha de 12 V com resistência interna desprezável. Calcule a carga armazenada no condensador após um tempo bastante elevado.

- (A) 5.76  $\mu\text{C}$       (C) 2.88  $\mu\text{C}$       (E) 288  $\mu\text{C}$   
 (B) 57.6  $\mu\text{C}$       (D) 28.8  $\mu\text{C}$

Resposta:

## Problemas

1. Cada um dos fios produz linhas de campo magnético que são circunferências no plano  $xy$ , com centro no fio. Assim, usando a regra da mão direita, começamos por desenhar os vetores  $\vec{B}_1$  e  $\vec{B}_2$  dos campos produzidos pelos dois fios no ponto em questão:



o ponto encontra-se a 1 metro do fio 2 e a  $\sqrt{2^2 + 1^2}$  metros do fio 1 e, portanto, os módulos dos dois campos são:

$$B_1 = \frac{2k_m I_1}{r_1} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 2.1}{\sqrt{2^2 + 1^2}} = \frac{4.2 \times 10^{-7}}{\sqrt{5}} \text{ T}$$

$$B_2 = \frac{2k_m I_2}{r_2} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 3.6}{1} = 7.2 \times 10^{-7} \text{ T}$$

Observando a figura acima, vemos que o seno do ângulo  $\theta$  é igual a  $1/\sqrt{5}$  e o seu cosseno é igual a  $2/\sqrt{5}$ . Consequentemente, a soma vectorial dos dois campos é:

$$\vec{B} = (B_1 \sin \theta - B_2) \vec{e}_x + B_1 \cos \theta \vec{e}_y = -6.36 \times 10^{-7} \vec{e}_x + 1.68 \times 10^{-7} \vec{e}_y \text{ (T)}$$

e o seu módulo é:

$$B = \sqrt{6.36^2 + 1.68^2} \times 10^{-7} = 6.58 \times 10^{-7} \text{ T}$$

2. Usaremos os valores das resistências em  $k\Omega$  e o valor da *fem* em volts, para obter as correntes em mA.

No instante inicial, o condensador é equivalente a um fio com resistência nula e o indutor a um interruptor aberto; o diagrama do circuito equivalente é o que se mostra à direita. Na resistência de 4.7 a corrente é:

$$I_1 = \frac{9}{4.7} = 1.91 \text{ mA}$$

As duas resistências de 1.8 e 2.7 estão em série e, portanto, a corrente em cada uma delas é igual a:

$$I_2 = \frac{9}{2.7 + 1.8} = 2.0 \text{ mA}$$

Quando o tempo for bastante elevado, o condensador comportar-se-á como um interruptor aberto e o indutor como um fio com resistência nula; o diagrama do circuito equivalente é representado à direita. A resistência equivalente entre os eléctrodos da fonte é:

$$1.8 + 4.7 \parallel 2.7 = 1.8 + \frac{4.7 \times 2.7}{4.7 + 2.7} = 1.8 + 1.715 = 3.515$$

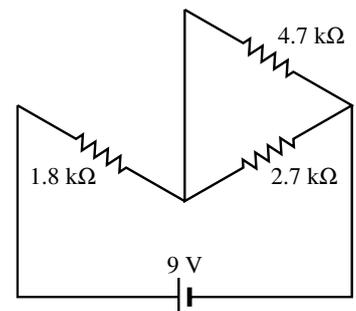
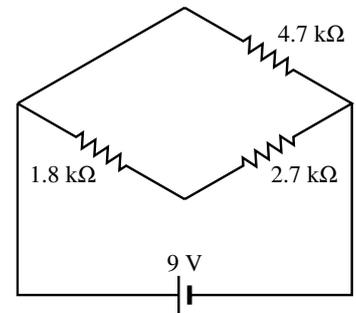
e a corrente fornecida pela fonte é:

$$I_3 = \frac{9}{3.515} = 2.56 \text{ mA}$$

Essa é a corrente que passa pela resistência de 1.8 e produz uma diferença de potencial de  $2.56 \times 1.715 = 4.390 \text{ V}$  nas resistências de 4.7 e 2.7 em paralelo. A corrente nas resistências de 4.7 e 2.7 são:

$$I_4 = \frac{4.390}{4.7} = 0.93 \text{ mA}$$

$$I_5 = \frac{4.390}{2.7} = 1.63 \text{ mA}$$



## Perguntas

- |      |      |       |                          |       |
|------|------|-------|--------------------------|-------|
| 3. D | 6. C | 9. D  | 12. Nenhuma ( $1/(LC)$ ) | 15. E |
| 4. E | 7. D | 10. A | 13. C                    | 16. B |
| 5. C | 8. E | 11. C | 14. B                    | 17. C |