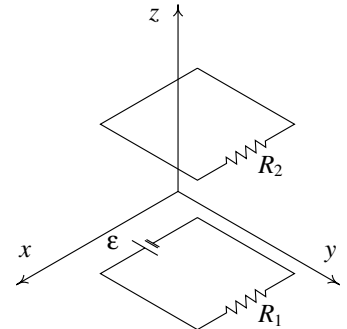


**Duração:** Duas horas. Com consulta de formulário e uso de calculadora.

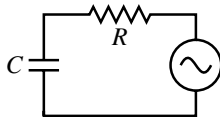
- (3 valores). Um sistema de três cargas pontuais está em equilíbrio (a força electrostática sobre cada carga é nula). Sabendo que duas das cargas são  $q$  e  $-3q$ , separadas por uma distância  $d$ , calcule o valor e a posição da terceira carga.
- (5 valores). Os dois circuitos representados na figura são paralelos ao plano  $xy$ . A fonte é ideal, com  $fem$  de  $8.4\text{ V}$ . A resistência  $R_1$  é feita de um material com resistividade  $\rho_{20} = 32\ \mu\Omega \cdot \text{m}$  e coeficiente de temperatura  $\alpha = 0.005$  (ambos medidos a  $20^\circ\text{C}$ ). No instante  $t = 0$ , a temperatura é  $20^\circ\text{C}$  e a resistência  $R_1$  é igual a  $2.7\text{ k}\Omega$ . Nos instantes seguintes a temperatura aumenta  $5^\circ\text{C}$  cada minuto. (a) Escreva uma expressão matemática para a intensidade da corrente em  $R_1$ , em função do tempo  $t$ , para  $t > 0$ . (b) Nesta folha do enunciado indique na figura o sentido da corrente induzida em  $R_2$  e na folha da resolução justifique como chegou a essa conclusão.



**PERGUNTAS**

**Cotação:** Total, 12 valores. Cada resposta certa, 0.8, erradas,  $-0.2$ , em branco, 0. Arredonde as suas respostas ao número de algarismos significativos usados nas respostas dadas.

- No circuito da figura, se aumentarmos a frequência da fonte, o que acontece à corrente eficaz?
- Se a distância entre duas pequenas esferas com carga for reduzida a metade, e a carga de cada esfera for reduzida a metade, a força eléctrica entre elas será:



- (A) Permanece constante.
- (B) Aumenta.
- (C) Diminui.
- (D) Poderá aumentar ou diminuir, dependendo do valor de  $R$ .
- (E) Poderá aumentar ou diminuir, dependendo do valor de  $C$ .

Resposta:

- Se  $f(t)$  for uma função contínua, qual das seguintes é uma propriedade da função impulso unitário  $\delta(t)$ ?

- (A)  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(\tau) \delta(t - \tau) d\tau = f(t - \tau)$
- (B)  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(\tau) \delta(t - \tau) d\tau = \delta(\tau)$
- (C)  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(\tau) \delta(t - \tau) d\tau = f(t)$
- (D)  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(\tau) \delta(t - \tau) d\tau = \delta(t)$
- (E)  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(\tau) \delta(t - \tau) d\tau = f(\tau)$

Resposta:

- (A) 4 vezes menor.
- (B) Igual.
- (C) 4 vezes maior.
- (D) 16 vezes maior.
- (E) 16 vezes menor.

Resposta:

- Num ecrã LCD de um televisor, qual das seguintes propriedades da luz é utilizada para produzir as imagens?

- (A) efeito fotoeléctrico.
- (B) difracção.
- (C) refração.
- (D) polarização.
- (E) reflexão.

Resposta:

- A espessura da membrana das células dos seres vivos é da ordem de  $8 \times 10^{-9}\text{ m}$ . O campo eléctrico através da membrana pode tomar valores da ordem de  $8.8 \times 10^6\text{ N/C}$ . Admitindo que esse campo é aproximadamente uniforme, qual seria a diferença de potencial entre as superfícies interior e exterior da membrana?

- (A)  $1.1 \times 10^{15}\text{ V}$ .
- (B)  $3.4\text{ V}$ .
- (C)  $9.1 \times 10^{-16}\text{ V}$ .
- (D)  $70\text{ mV}$ .
- (E)  $1.7\text{ V}$ .

Resposta:

8. Em qualquer ponto  $(x,y)$  no plano  $xy$ , a componente  $y$  do campo eléctrico produzido por duas cargas pontuais é:

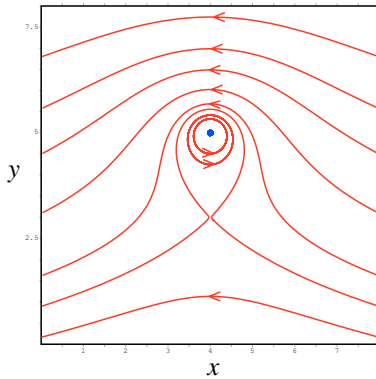
$$E_y = + \frac{360(y-2)}{[x^2 + (y-2)^2]^{3/2}} + \frac{630y}{[(x-2)^2 + y^2]^{3/2}}$$

Em que as distâncias são medidas em cm, as cargas em nC e o campo em  $\mu\text{N/nC}$ . Qual é o valor da carga no ponto  $(0, 2)$ ?

- (A) 11 nC                      (C) 4 nC                      (E) -7 nC  
(B) 7 nC                        (D) -4 nC

Resposta:

9. A figura mostra as linhas de campo magnético, no plano  $xy$ , produzidas por um fio com corrente dentro de um campo magnético uniforme. O fio é rectilíneo, muito comprido e paralelo ao eixo dos  $z$ . Indique a direcção e sentido da força magnética que actua sobre o fio.



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

Resposta:

10. Num condutor ligado a uma pilha com fem de 1.5 V, circulam  $3 \times 10^{16}$  electrões de condução durante 3 segundos. Calcule a potência média fornecida pela fem.

- (A) 1.20 mW                      (C) 6.00 mW                      (E) 1.92 mW  
(B) 0.24 mW                      (D) 2.40 mW

Resposta:

11. Um condensador de placas planas paralelas tem duas armaduras quadradas, com 8.0 cm de lado, separadas de 0.4 mm. O espaço entre as duas está preenchido com papel, com rigidez dieléctrica 16 kV/mm. Calcule o potencial de ruptura do condensador.

- (A) 12800 V                      (C) 640 V                      (E) 6400 V  
(B) 128000 V                      (D) 64000 V

Resposta:

12. Dois condensadores com capacidades  $3.0 \mu\text{F}$  e  $6.0 \mu\text{F}$  são ligados em série a uma fonte de 6 V. Calcule a diferença de potencial no condensador de  $3.0 \mu\text{F}$ .

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

Resposta:

13. Uma barra de borracha, carregada com carga negativa, aproxima-se de um objecto A, inicialmente com carga nula. No instante em que a barra toca no objecto A:

- (A) Passam prótons de A para a barra.  
(B) Passam prótons da barra para A e electrões de A para a barra.  
(C) Passam electrões da barra para A.  
(D) Passam electrões de A para a barra.  
(E) Passam prótons da barra para A.

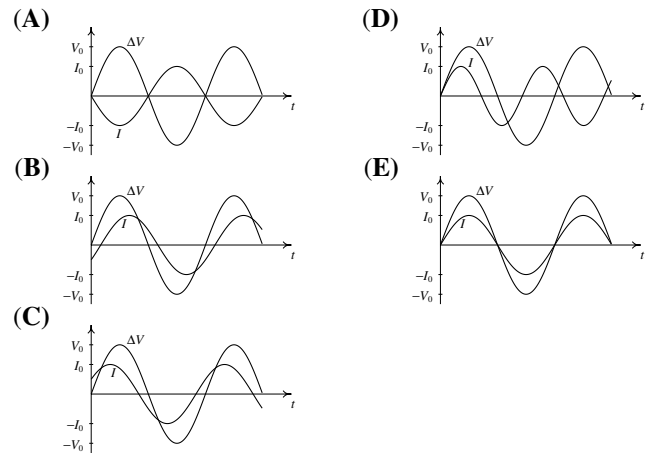
Resposta:

14. Uma condição necessária e suficiente para que exista uma fem induzida num circuito fechado é a existência de:

- (A) cargas de condução no circuito.  
(B) campo magnético variável através do circuito.  
(C) movimento do circuito em relação ao campo magnético.  
(D) corrente eléctrica através do circuito.  
(E) fluxo magnético variável através do circuito.

Resposta:

15. Uma resistência de  $320 \Omega$ , um condensador de  $2 \mu\text{F}$  e um indutor de 3 H são ligados em série a uma fonte de tensão alternada com frequência de 70 Hz. Qual dos gráficos representa melhor a tensão da fonte,  $\Delta V$ , e a corrente  $I$  no circuito, em função do tempo?



Resposta:

16. Ligam-se em paralelo três resistências de 1.4 k $\Omega$ , 2.5 k $\Omega$  e 3.9 k $\Omega$ . Calcule a resistência equivalente.

- (A) 4.97 k $\Omega$                       (C) 0.73 k $\Omega$                       (E) 2.19 k $\Omega$   
(B) 1.09 k $\Omega$                       (D) 1.66 k $\Omega$

Resposta:

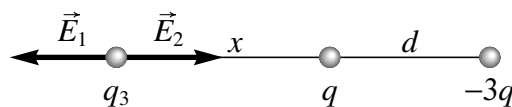
17. Um condensador de  $732 \mu\text{F}$ , inicialmente descarregado, é carregado ligando uma pilha de 8 V, com resistência interna de 120  $\Omega$ . Calcule a carga no condensador 0.2 s após ter sido ligada a pilha.

- (A) 1576.5  $\mu\text{C}$                       (C) 4204.1  $\mu\text{C}$                       (E) 1051.0  $\mu\text{C}$   
(B) 7357.2  $\mu\text{C}$                       (D) 5255.1  $\mu\text{C}$

Resposta:

## Problemas

1. A terceira carga deverá ser colocada no ponto de equilíbrio do campo produzido pelas cargas  $q$  e  $-3q$ ; nomeadamente, na região onde esses dois campos são opostos e mais perto da carga  $q$  do que da carga  $-3q$ :



o sinal de  $q_3$  deverá ser oposto ao sinal de  $q$ , para que as forças produzidas por  $q_3$  e  $-3q$  sobre a carga  $q$  tenham sentidos opostos.

Os módulos dos vectores  $\vec{E}_1$  e  $\vec{E}_2$  devem ser iguais no ponto onde se encontra  $q_3$ :

$$\frac{k|q|}{x^2} = \frac{k3|q|}{(x+d)^2} \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{x+d}{x}\right)^2 = 3$$

$$x+d = \sqrt{3}x \quad \Rightarrow \quad x = \frac{d}{\sqrt{3}-1} = 1.366d$$

Para que a carga  $q$  esteja num ponto de equilíbrio, os módulos dos campos produzidos por  $q_3$  e  $-3q$  nesse ponto deverão ser iguais:

$$\frac{k|q_3|}{x^2} = \frac{k(3|q|)}{d^2} \quad \Rightarrow \quad \frac{|q_3|}{|q|} = \frac{3(1.366d)^2}{d^2}$$

$$|q_3| = 5.60|q| \quad \Rightarrow \quad q_3 = -5.60q$$

2. (a) A temperatura  $T$ , em graus Celsius, em função do tempo é:

$$T = 20 + \frac{5}{60}t$$

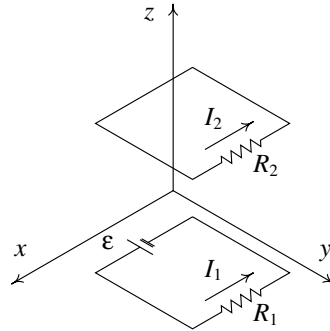
em que  $t$  é medido em segundos. A resistência  $R_1$  (em ohms) em função da temperatura é:

$$R_1 = R_1(20^\circ \text{C}) [1 + \alpha(T - 20)] = 2700 \left[ 1 + 0.005 \left( \frac{5}{60}t \right) \right] = 2700 + 1.125t$$

e a corrente (em amperes) é:

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1} = \frac{8.4}{2700 + 1.125t}$$

(b) A corrente  $I_1$  é no sentido anti-horário e diminui em função do tempo. Assim, o fluxo magnético no circuito 2 é na direcção e sentido de  $\vec{e}_z$  e a variação desse fluxo é na direcção e sentido de  $-\vec{e}_z$ . De acordo com a lei de Lenz, o campo induzido no circuito 2 será no sentido de  $\vec{e}_z$  e, portanto, a corrente induzida no circuito 2 será no sentido anti-horário:



## Perguntas

- |      |      |       |       |       |
|------|------|-------|-------|-------|
| 3. B | 6. D | 9. D  | 12. D | 15. B |
| 4. C | 7. D | 10. D | 13. C | 16. C |
| 5. B | 8. C | 11. E | 14. E | 17. D |