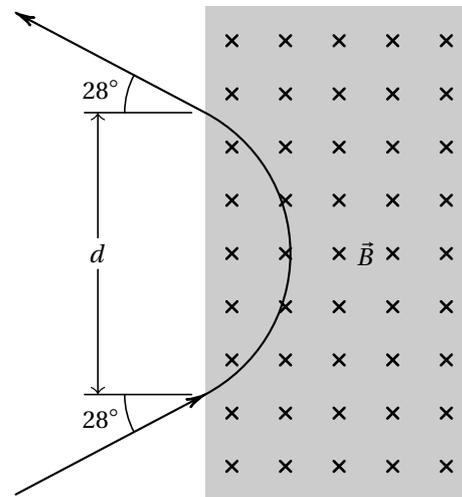


**Duração: 90 minutos.** Pode consultar unicamente um formulário de uma folha A4 (frente e verso). Pode usar calculadora ou PC, mas unicamente para realizar cálculos e não para consultar apontamentos ou comunicar com outros!  
Use os valores  $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $k = 9.00 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$  e  $k_m = 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m}/\text{A}$ .

Nome: \_\_\_\_\_

1. (6 valores) Um protão desloca-se no vácuo, com velocidade de  $1.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ , entrando numa região retangular onde existe campo magnético constante  $\vec{B}$ , perpendicular à sua velocidade, como mostra a figura. No ponto onde o protão penetra o campo magnético, a sua velocidade faz um ângulo de  $28^\circ$  com a fronteira do retângulo. Após a trajetória circular dentro do campo magnético, o protão sai do retângulo com velocidade que faz novamente um ângulo de  $28^\circ$  com a fronteira do retângulo. Sabendo que o módulo do campo magnético é  $0.64 \text{ T}$ , e a massa do protão é  $1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ , determine a distância  $d$  entre os pontos onde o protão entra e sai do retângulo com campo magnético.



**PERGUNTAS.** Respostas certas, 1 valor, erradas, -0.25, em branco, 0. Indique as respostas neste enunciado e não na folha de exame.

2. Duas cargas pontuais encontram-se sobre o eixo dos  $x$ , em  $x = -2 \text{ m}$  e  $x = 4 \text{ m}$ . O valor da carga em  $x = -2 \text{ m}$  é  $+2 \mu\text{C}$ , mas o valor da outra carga é desconhecido. Sabendo que o potencial eletrostático total é nulo em  $x = 2 \text{ m}$ , determine o valor da segunda carga.

- (A)  $+8 \mu\text{C}$                       (C)  $+1 \mu\text{C}$                       (E)  $-1 \mu\text{C}$   
(B)  $-4 \mu\text{C}$                       (D)  $+4 \mu\text{C}$

Resposta:

3. Duas cargas pontuais são colocadas sobre o eixo dos  $x$ : uma carga de  $3 \mu\text{C}$  em  $x = -1.0 \text{ m}$  e outra carga de  $-4 \mu\text{C}$  na origem. Calcule o módulo do campo elétrico no ponto  $x = 1.0 \text{ m}$ , no eixo dos  $x$ .

- (A)  $22.5 \text{ mN}/\mu\text{C}$                       (C)  $29.25 \text{ mN}/\mu\text{C}$                       (E)  $49.5 \text{ mN}/\mu\text{C}$   
(B)  $42.75 \text{ mN}/\mu\text{C}$                       (D)  $2.25 \text{ mN}/\mu\text{C}$

Resposta:

4. O campo magnético numa região do espaço é  $4\hat{i} + 2\hat{j} + 6\hat{k}$  (unidades SI). Determine o módulo do binário magnético numa espira triangular, com vértices na origem e nos pontos  $(2.4, 0, 0)$  e  $(0, 4.8, 0)$  (unidades SI), percorrida por uma corrente de  $1 \text{ A}$ .

- (A)  $28.8 \text{ N}\cdot\text{m}$                       (C)  $20.8 \text{ N}\cdot\text{m}$                       (E)  $25.8 \text{ N}\cdot\text{m}$   
(B)  $31.0 \text{ N}\cdot\text{m}$                       (D)  $36.9 \text{ N}\cdot\text{m}$

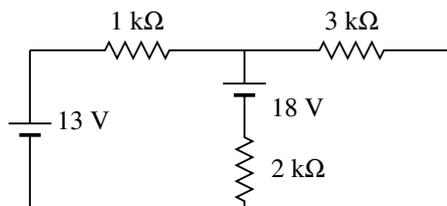
Resposta:

5. Liga-se um condensador de  $50 \text{ pF}$  a uma pilha de  $1.5 \text{ V}$  até ficar completamente carregado; determine o valor da energia eletrostática armazenada no condensador.

- (A)  $9.0 \times 10^{-11} \text{ J}$                       (D)  $12.38 \times 10^{-11} \text{ J}$   
(B)  $16.88 \times 10^{-11} \text{ J}$                       (E)  $5.63 \times 10^{-11} \text{ J}$   
(C)  $2.25 \times 10^{-11} \text{ J}$

Resposta:

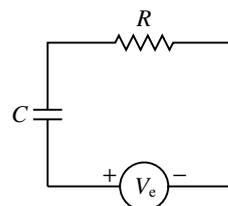
6. Determine a intensidade da corrente na resistência de  $3 \text{ k}\Omega$ .



- (A)  $1 \text{ mA}$                       (C)  $3 \text{ mA}$                       (E)  $5 \text{ mA}$   
(B)  $4 \text{ mA}$                       (D)  $2 \text{ mA}$

Resposta:

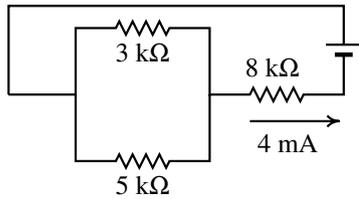
7. No circuito da figura,  $R = 3 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 2 \mu\text{F}$  e a corrente na resistência, em função do tempo ( $t > 0$ ) é  $I(t) = e^{-t}$ , em mA, se  $t$  estiver em ms. Calcule a transformada de Laplace,  $\tilde{V}_e$ , da tensão da fonte (com  $s$  em kHz).



- (A)  $\frac{2s+3}{s^2+s}$                       (C)  $\frac{0.5s+3}{s^2+s}$                       (E)  $\frac{3s+0.5}{s^2+s}$   
(B)  $\frac{s+6}{s^2+s}$                       (D)  $\frac{3s+2}{s^2+s}$

Resposta:

8. No circuito da figura, sabendo que a corrente através da resistência de  $8\text{ k}\Omega$  é  $4\text{ mA}$ , calcule a corrente na resistência de  $5\text{ k}\Omega$ .



- (A)  $0.5\text{ mA}$       (C)  $1.5\text{ mA}$       (E)  $3\text{ mA}$   
 (B)  $2.5\text{ mA}$       (D)  $2\text{ mA}$

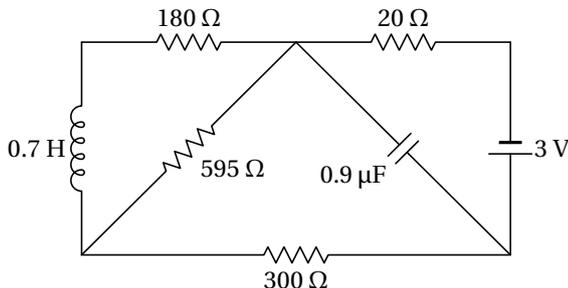
Resposta:

9. Numa pilha como a que foi construída por Volta coloca-se um disco de zinco e por cima um disco de cartão, embebido em água salgada, e um disco de cobre. Se sobre esses 3 discos forem colocados mais 6 discos, seguindo a mesma sequência zinco, cartão, cobre, qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- (A) A carga máxima da pilha triplica-se  
 (B) A f.e.m. da pilha diminui para um terço  
 (C) A f.e.m. da pilha triplica-se  
 (D) A f.e.m. da pilha continua igual  
 (E) A carga máxima da pilha diminui para um terço

Resposta:

10. Determine a corrente através do indutor quando o circuito atingir o estado estacionário.



- (A)  $1.674\text{ mA}$       (C)  $3.512\text{ mA}$       (E)  $5.027\text{ mA}$   
 (B)  $4.222\text{ mA}$       (D)  $2.688\text{ mA}$

Resposta:

11. Quando uma barra de chumbo é esfregada com uma pele de coelho, o chumbo fica com carga negativa. Mas se a barra de chumbo for esfregada com um bloco de borracha, o chumbo fica com carga positiva. Se o bloco de borracha for esfregado com a pele de coelho, qual das afirmações é verdadeira?

- (A) Os dois objetos ficam com carga positiva.  
 (B) A borracha fica com carga positiva e a pele com carga negativa.  
 (C) Os dois objetos ficam com carga negativa.  
 (D) Os dois objetos ficam com carga nula.  
 (E) A borracha fica com carga negativa e a pele com carga positiva.

Resposta:

12. Duas superfícies condutoras esféricas isoladas têm raios de  $3\text{ cm}$  e  $6\text{ cm}$  e centro comum. A superfície menor tem carga total de  $7\text{ nC}$  e a carga total na superfície maior é  $-10\text{ nC}$ . Calcule o módulo do campo elétrico num ponto que se encontra a  $4\text{ cm}$  do centro das esferas.

- (A)  $17.5\text{ kV/m}$       (C)  $39.38\text{ kV/m}$       (E)  $70.0\text{ kV/m}$   
 (B)  $56.25\text{ kV/m}$       (D)  $100.0\text{ kV/m}$

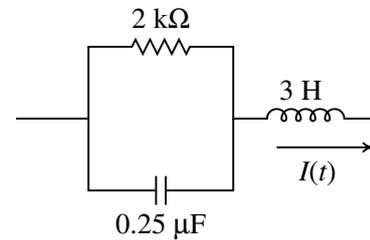
Resposta:

13. Sabendo que a rigidez dielétrica do ar é  $3\text{ kV/mm}$ , determine o raio mínimo que deverá ter uma esfera condutora, rodeada de ar, para poder manter uma carga total de  $6\text{ C}$  sem se descarregar.

- (A)  $44.7\text{ m}$       (C)  $26.8\text{ m}$       (E)  $1207.5\text{ m}$   
 (B)  $134.2\text{ m}$       (D)  $670.8\text{ m}$

Resposta:

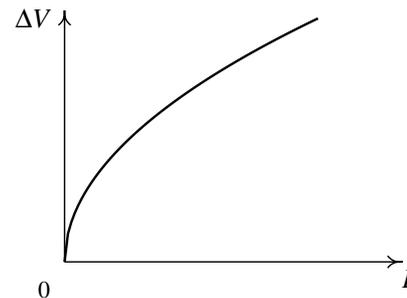
14. No circuito do diagrama, sabendo que a corrente através do indutor é  $I(t) = e^{-2t}$  (em mA se o tempo estiver em ms), calcule a corrente através da resistência, em função do tempo.



- (A)  $0.5e^{-2t}$       (D)  $(2+t)e^{-2t}$   
 (B)  $2e^{-2t}$       (E)  $e^{-2t}$   
 (C)  $2te^{-2t}$

Resposta:

15. A figura mostra a característica tensão-corrente de um dispositivo. O que é que se pode concluir sobre a resistência  $R$  desse dispositivo, em função da corrente  $I$ ?



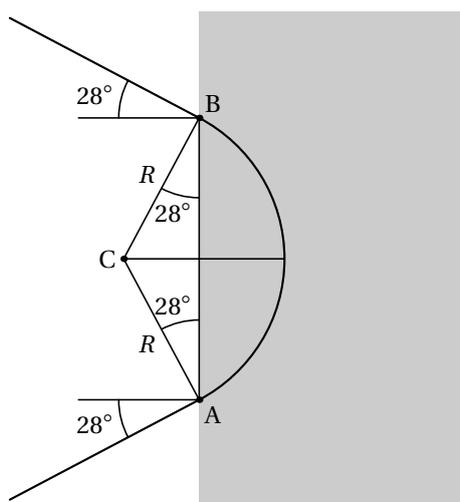
- (A) Diminui até um valor mínimo e logo aumenta.  
 (B) Diminui em função de  $I$ .  
 (C) Aumenta em função de  $I$ .  
 (D) Aumenta até um valor máximo e logo diminui.  
 (E) Permanece constante.

Resposta:

**Problema 1.** Dentro do retângulo com campo magnético constante o movimento é circular uniforme com raio:

$$R = \frac{mv}{|q|B}$$

Nos pontos onde o próton entra e sai dessa região (A e B na figura seguinte), a velocidade é tangente ao arco de círculo dentro do retângulo. Como tal, o triângulo ABC, onde C é o centro do arco, tem dois lados de comprimento  $R$  e dois ângulos de  $28^\circ$ :



A partir da figura conclui-se que:

$$d = \overline{AB} = 2R \cos 28^\circ = \frac{2mv \cos 28^\circ}{|q|B} = \frac{2 \times 1.673 \times 10^{-27} \times 10^6 \times 0.8829}{1.6 \times 10^{-19} \times 0.64} = 28.85 \text{ mm}$$

## Perguntas

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 2. E | 7. E  | 12. C |
| 3. C | 8. C  | 13. B |
| 4. E | 9. C  | 14. C |
| 5. E | 10. E | 15. B |
| 6. B | 11. E |       |

## Crítérios de avaliação

### Problema 1

- Identificação do movimento circular uniforme e determinação do raio do arco \_\_\_\_\_ 1.8 (30%)
- Identificação do triângulo com lado igual a  $R$  e ângulo de  $28^\circ$  \_\_\_\_\_ 3 (50%)
- Obtenção do valor correto de  $d$  a partir do triângulo \_\_\_\_\_ 1.2 (20%)