

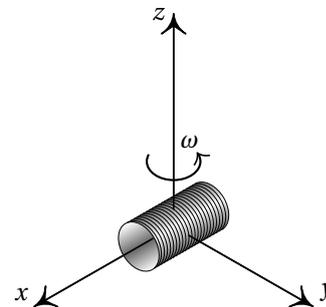
**Duração: 90 minutos.** Pode consultar unicamente um formulário de uma folha A4 (frente e verso). Pode usar calculadora ou PC, mas unicamente para realizar cálculos e não para consultar apontamentos ou comunicar com outros!  
Use os valores  $\epsilon = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $k = 9.00 \times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

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

1. (6 valores) A bobina cilíndrica na figura tem 23 espiras de raio 1.6 cm. O eixo da bobina coincide com o eixo dos  $x$ , em  $t = 0$ , mas em  $t > 0$  roda no plano  $xy$  com velocidade angular constante  $\omega = 40 \text{ s}^{-1}$ , no sentido indicado na figura. Na região onde a bobina roda existe campo magnético variável:

$$\vec{B} = 2.2e^{-14t} \hat{j} \quad (\text{unidades SI})$$

Determine a expressão da f.e.m. induzida na bobina, em função do tempo  $t$ , para  $t > 0$ .



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

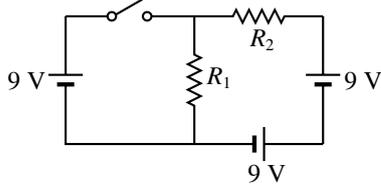
2. Uma bateria de automóvel, com f.e.m. de 12 V e energia total de 1.6 kW·h, está a ser usada numa UPS para manter em funcionamento um sistema informático durante uma avaria na rede elétrica pública. Estima-se que a corrente média no sistema será 8 A. Calcule o tempo, em horas, que a UPS poderá manter o sistema a funcionar.
- (A) 16.7                      (C) 8.3                      (E) 75.0  
(B) 55.6                      (D) 133.3
- Resposta:
3. Um objeto A, inicialmente com carga nula, entra em contato com uma barra de vidro, carregada com carga positiva. No instante em que a barra toca no objeto A:
- (A) Passam eletrões de A para a barra.  
(B) Passam protões da barra para A.  
(C) Passam protões de A para a barra.  
(D) Passam protões da barra para A e eletrões de A para a barra.  
(E) Passam eletrões da barra para A.
- Resposta:
4. Num condensador ligado a uma fonte ideal com f.e.m.  $\epsilon$  a energia eletrostática armazenada é  $U$ . Se  $\epsilon$  for diminuída até  $\epsilon/2$ , a energia passará a ser:
- (A)  $U/2$                       (C) a mesma  $U$                       (E)  $U/4$   
(B)  $2U$                       (D)  $4U$
- Resposta:
5. A expressão do campo elétrico numa região do espaço é  $\vec{E} = x^2 \hat{i}$  (unidades SI). Calcule a diferença de potencial  $V_B - V_A$ , onde as coordenadas dos pontos A e B são  $A = (1, 0, 0)$  e  $B = (4, 0, 0)$ .
- (A) 21.0 V                      (C) 63.0 V                      (E) -63.0 V  
(B) -21.0 V                      (D) -189.0 V
- Resposta:
6. Uma bobina com 300 espiras quadradas, com arestas de 5 cm, encontra-se numa região onde existe campo magnético uniforme, com módulo de 0.1 T, perpendicular ao plano das espiras. Calcule o fluxo magnético através da bobina.
- (A) 75.0 mT·m<sup>2</sup>                      (C) 7.5 mT·m<sup>2</sup>                      (E) 0.25 mT·m<sup>2</sup>  
(B) 15.0 mT·m<sup>2</sup>                      (D) 25.0 mT·m<sup>2</sup>
- Resposta:
7. Uma resistência de 100 kΩ e um condensador de 2 μF, inicialmente descarregado, ligam-se em série a uma fonte de tensão variável. Se  $t$  representa o tempo, a partir do instante  $t = 0$  em que são ligados os dispositivos, a expressão da tensão da fonte é  $5t$ , em unidades SI. Determine a intensidade da corrente no circuito no instante  $t = 0.1$  segundo.
- (A) 16.07 μA                      (C) 13.93 μA                      (E) 3.93 μA  
(B) 24.07 μA                      (D) 8.93 μA
- Resposta:
8. Duas cargas pontuais encontram-se sobre o eixo dos  $x$ , em  $x = -2 \text{ cm}$  e  $x = 10 \text{ cm}$ . O valor da carga em  $x = -2 \text{ cm}$  é +1 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  $x = 1 \text{ cm}$  sobre o eixo dos  $x$ , calcule o valor da segunda carga.
- (A) -1 nC                      (C) -4 nC                      (E) -5 nC  
(B) -2 nC                      (D) -3 nC
- Resposta:
9. A resistência de um condutor metálico é 3 kΩ, a 20°C. Quando a temperatura aumenta para 70°C, a resistência aumenta para 3.7 kΩ. Calcule o valor do coeficiente de temperatura,  $\alpha$ , a 20°C.
- (A) 0.01027 °C<sup>-1</sup>                      (C) 0.00467 °C<sup>-1</sup>                      (E) 0.00187 °C<sup>-1</sup>  
(B) 0.00560 °C<sup>-1</sup>                      (D) 0.00747 °C<sup>-1</sup>
- Resposta:

10. Uma partícula com carga negativa desloca-se no sentido positivo do eixo dos  $z$ , numa região onde o campo elétrico é nulo, mas existe campo magnético uniforme, no sentido positivo do eixo dos  $x$ . Em que direção e sentido aponta a força magnética sobre a partícula?

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

Resposta:

11. No circuito da figura,  $R_1 = 13 \text{ k}\Omega$  e  $R_2 = 21 \text{ k}\Omega$ . Calcule a intensidade da corrente que circula pela resistência  $R_2$  quando o interruptor estiver fechado.



- (A) 0.429 mA
- (B) 1.286 mA
- (C) 0.692 mA
- (D) 1.125 mA
- (E) 0.529 mA

Resposta:

12. Se a equação diferencial de um circuito for:  $3\ddot{V} + V = 2V_e$ , qual será a sua função de transferência?

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

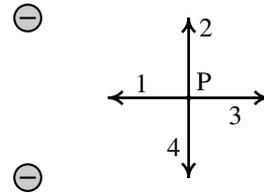
Resposta:

13. Para medir a resistência interna duma fonte de tensão, esta foi ligada a duas resistências idênticas, cada uma com  $20 \Omega$ . Quando as duas resistências foram ligadas em série, a corrente através da fonte foi de 20 mA, e quando foram ligadas em paralelo, a corrente através da fonte foi igual a 32 mA. Determine o valor da resistência interna da fonte.

- (A)  $40 \Omega$
- (B)  $20 \Omega$
- (C)  $10 \Omega$
- (D)  $50 \Omega$
- (E)  $30 \Omega$

Resposta:

14. Qual das setas representa a direção e sentido do campo elétrico  $\vec{E}$  no ponto P, produzido pelas duas cargas pontuais na figura, com o mesmo valor absoluto e com os sinais indicados na figura?



- (A) 4
- (B) Nenhuma, porque  $\vec{E} = 0$
- (C) 1
- (D) 3
- (E) 2

Resposta:

15. Em coordenadas cartesianas, a expressão do campo elétrico numa região do espaço é:

$$ax^2y \cos(2z) \hat{i} + 2x^3 \cos(2z) \hat{j} - 4x^3y \sin(2z) \hat{k}$$

Determine o valor da constante  $a$ .

- (A) 4
- (B) 2
- (C) 1
- (D) 3
- (E) 6

Resposta:

**Problema 1.** A velocidade angular é igual à derivada do ângulo entre o eixo da bobina e o eixo dos  $x$ :  $\dot{\theta} = \omega = 40$ . Como esse ângulo é igual a zero no instante  $t = 0$ , a expressão do ângulo em função do tempo é (unidades SI):

$$\theta = 40 t$$

e a expressão do versor normal à bobina, em função do tempo, é:

$$\hat{n} = \cos(40 t) \hat{i} + \sin(40 t) \hat{j}$$

O fluxo magnético através da bobina é a soma dos fluxos em todas as espiras (unidades SI):

$$\Psi = N \iint_{\text{espira}} (\vec{B} \cdot \hat{n}) dA = N \pi r^2 (\vec{B} \cdot \hat{n}) = 23\pi(0.016)^2 (2.2 e^{-14t}) \sin(40 t) = 0.04069 e^{-14t} \sin(40 t)$$

A f.e.m. induzida é igual a menos a derivada do fluxo magnético em ordem ao tempo:

$$\varepsilon = -\frac{d\Psi}{dt} = e^{-14t} (0.5697 \sin(40 t) - 1.628 \cos(40 t))$$

## Perguntas

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

## Critérios de avaliação

### Problema 1

- Obtenção da expressão para  $\vec{B} \cdot \hat{n}$  (ou módulo do campo vezes cosseno do ângulo entre a normal e o campo) em função do tempo \_\_\_\_\_ 3 (50%)
- Cálculo da área das espiras \_\_\_\_\_ 0.9 (15%)
- Multiplicação pelo número de espiras para obter o fluxo na bobina \_\_\_\_\_ 0.9 (15%)
- Derivação do fluxo magnético (produto de duas funções) para obter a f.e.m. induzida \_\_\_\_\_ 1.2 (20%)