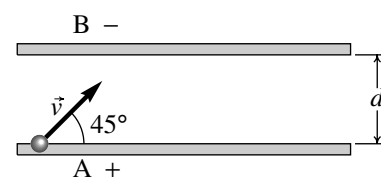


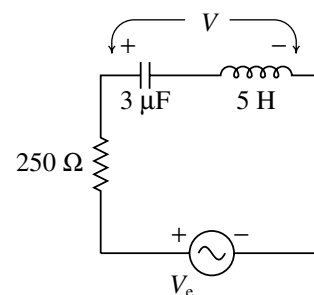
Nome: _____

Duração 2 horas. Prova com consulta de formulário e uso de computador. O formulário pode ocupar apenas uma folha A4 (frente e verso) e o computador pode ser usado unicamente para realizar cálculos e não para consultar apontamentos ou comunicar com outros!

1. (4 valores) Num sistema de vácuo há duas lâminas metálicas A e B, planas, paralelas e muito extensas, afastadas uma distância $d = 15$ cm entre si. A diferença de potencial entre as lâminas é de 4 V (maior potencial em A do que em B). Num instante é lançado um eletrão desde a superfície de A, com velocidade inicial de módulo 1.4 Mm/s, formando um ângulo de 45° com a lâmina, como mostra a figura. Determine em qual das duas lâminas, A ou B, bate primeiro o eletrão após ter sido lançado e a que distância desde o ponto inicial (a massa do eletrão é 9.109×10^{-31} kg).

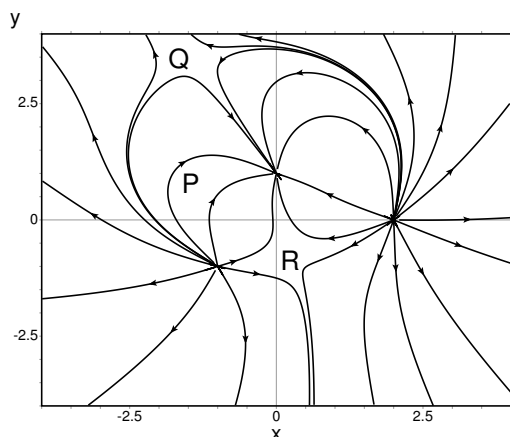


2. (4 valores) No filtro de frequências representado no diagrama, o sinal de entrada é a tensão V_e de uma fonte de tensão alternada, com frequência angular ω , e o sinal de saída é a tensão V medida no indutor e no condensador, como indica a figura. Encontre a expressão da função resposta de frequência, em função de ω .



PERGUNTAS. Avalia-se unicamente a **letra** que apareça na caixa de “Resposta”. **Cotação:** certas, 0.8 valores, erradas, -0.2, em branco ou ilegível, 0.

3. O gráfico mostra as linhas de campo elétrico de um sistema de cargas pontuais sobre o plano xy . Se E_P , E_Q e E_R representam o módulo do campo elétrico nos pontos P, Q e R, selecione a afirmação verdadeira.



- (A) $E_P > E_Q$
- (B) $E_R > E_P$
- (C) $E_P < E_Q$
- (D) $E_Q = E_P$
- (E) $E_R = E_P$

Resposta:

4. Um motor elétrico, alimentado por uma fonte com força eletromotriz de 230 V, é usado para realizar um trabalho de 5.34 kJ cada 3 segundos. Admitindo que a energia elétrica é transformada a 100% em energia mecânica, a corrente necessária será:

- (A) 17.03 A
- (B) 11.61 A
- (C) 7.74 A
- (D) 30.96 A
- (E) 25.54 A

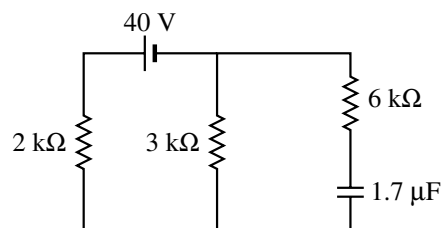
Resposta:

5. Uma bobina circular com 20 espiras, todas de raio 5.0 cm, encontra-se numa região onde existe campo magnético uniforme, de módulo 0.15 T e direção que faz um ângulo de 55° com a perpendicular à bobina. Calcule o módulo do momento do binário sobre a bobina quando esta for percorrida por uma corrente de 6.8 A.

- (A) 141.47 mN·m
- (B) 75.22 mN·m
- (C) 131.25 mN·m
- (D) 113.29 mN·m
- (E) 91.9 mN·m

Resposta:

6. Uma fonte de tensão constante foi ligada a um condensador e 3 resistências, como mostra o diagrama. Calcule a intensidade da corrente fornecida pela fonte no instante inicial em que é ligada.



- (A) 0 mA
- (B) 8 mA
- (C) 10 mA
- (D) 20 mA
- (E) 5 mA

Resposta:

7. Um indutor de 0.5 H e uma resistência de 3.6 k Ω ligam-se em série a uma fonte ideal com f.e.m. de 3 V. Em unidades SI, a expressão da corrente no circuito, em função do tempo, é: $0.83 \times 10^{-3} (1 - e^{-7194t})$. Calcule a diferença de potencial no indutor no instante $t = 0.139$ ms.

- (A) 1.9 V (C) 0.67 V (E) 1.1 V
(B) 4.75 V (D) 8.15 V

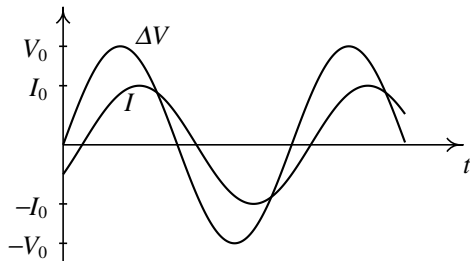
Resposta:

8. Duas cargas pontuais são colocadas sobre o eixo dos x : uma carga de 2 μC em $x = -1.0$ m e outra carga de -4 μC na origem. Calcule o módulo do campo elétrico no ponto $x = 1.0$ m, no eixo dos x .

- (A) 27.0 mN/ μC (C) 4.5 mN/ μC (E) 31.5 mN/ μC
(B) 40.5 mN/ μC (D) 45.0 mN/ μC

Resposta:

9. Uma resistência de 433 Ω , um condensador de 8 μF e um indutor de indutância L são ligados em série a uma fonte de tensão alternada com frequência angular $\omega = 250$ Hz. O gráfico mostra a tensão da fonte, ΔV , e a corrente I no circuito, em função do tempo. Qual dos valores na lista poderá ser o valor da indutância L ?



- (A) 1 H (C) 2 H (E) 3 H
(B) ∞ (D) 0

Resposta:

10. Um condensador com dielétrico é carregado com uma pilha até ficar com uma diferença de potencial V_0 . A seguir, desliga-se a pilha e retira-se o dielétrico; como será a diferença de potencial no condensador após ter sido retirado o dielétrico?

- (A) Menor que V_0
(B) Diminuirá exponencialmente
(C) Igual a V_0
(D) Maior que V_0
(E) Nula

Resposta:

11. Calcule a impedância equivalente de um indutor de 6 mH em paralelo com um condensador de 50 μF , em unidades de ohm e em função da frequência s em kHz.

- (A) $\frac{6s}{0.3s^2 + 1}$ (C) $\frac{6s}{0.05s^2 + 1}$ (E) $\frac{50s}{0.3s^2 + 1}$
(B) $\frac{50s}{s^2 + 1}$ (D) $\frac{0.05s}{6s^2 + 1}$

Resposta:

12. Uma partícula com carga elétrica desloca-se horizontalmente, na direção oeste, com velocidade de 7.3×10^6 m/s, numa região onde existe campo magnético uniforme com direção vertical, sentido de cima a baixo e módulo 5.2×10^{-4} T. Sabendo que a força magnética sobre a partícula aponta para norte e tem módulo igual a 7.9×10^{-15} N, calcule a carga da partícula.

- (A) -2.08×10^{-18} C (D) -11.09×10^{-5} C
(B) 2.08×10^{-18} C (E) -2.08×10^{-14} C
(C) 11.09×10^{-5} C

Resposta:

13. O campo elétrico numa região do espaço é $2\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}$ (unidades SI). Determine o valor do fluxo elétrico através do triângulo com vértices na origem e nos pontos (5.6, 0, 0) e (0, 4.8, 0), em unidades SI.

- (A) 67.2 (C) 53.76 (E) 48.38
(B) 134.4 (D) 26.88

Resposta:

14. Dois condensadores com capacidades 8 μF e 16 μF são ligados em série a uma fonte de 18 V. Calcule a carga no condensador de 8 μF .

- (A) 96 μC (C) 48 μC (E) 24 μC
(B) 72 μC (D) 120 μC

Resposta:

15. Duas resistências de 6.0 k Ω e 15.0 k Ω suportam cada uma potência máxima de 0.5 W sem se queimar. Determine a potência máxima que suporta o sistema dessas duas resistências ligadas em paralelo.

- (A) 1.0 W (C) 0.7 W (E) 0.6 W
(B) 0.8 W (D) 0.9 W

Resposta:

16. A expressão do campo elétrico numa região do espaço é $\vec{E} = x^3 \hat{i}$ (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) -63.75 V (C) -255.0 V (E) -1020.0 V
(B) 63.75 V (D) 255.0 V

Resposta:

17. Uma partícula com carga q encontra-se na origem. Qual das seguintes funções representa o potencial produzido por essa partícula ao longo do eixo dos x ? (admitindo potencial nulo no infinito).

- (A) $-\frac{kq}{|x|}$ (C) $\frac{kq}{|x|}$ (E) $\frac{kq}{x}$
(B) $\frac{k|q|}{x}$ (D) $-\frac{k|q|}{x}$

Resposta:

Problemas

Problema 1. Como as lâminas são muito extensas, o campo elétrico é aproximadamente constante e com módulo

$$E = \frac{\Delta V}{\Delta s} = \frac{4}{0.15} = 26.667 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

na direção perpendicular às lâminas, de A para B. A força elétrica sobre o eletrão, com carga negativa, é também perpendicular às lâminas, mas de B para A, e tem módulo $F = |q| E$. A aceleração produzida pelo campo sobre o eletrão, de B para A, tem o valor constante:

$$a = \frac{|q| E}{m} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 26.667}{9.109 \times 10^{-31}} = 4.684 \times 10^{12} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Comparada com essa aceleração, a aceleração da gravidade pode então ser desprezada e admite-se que a energia mecânica é unicamente energia cinética mais potencial elétrica. No vácuo a energia mecânica conserva-se porque não há forças dissipativas. Se o eletrão conseguisse chegar até à lâmina B, a conservação da energia mecânica implica:

$$\begin{aligned} \frac{m}{2} (v_A^2 - v_B^2) &= q (V_B - V_A) \\ \frac{9.109 \times 10^{-31}}{2} ((1.4 \times 10^6)^2 - v_B^2) &= -1.6 \times 10^{-19}(-4) \\ v_B &= 7.448 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Mas como a aceleração na direção paralela às lâminas é nula, a componente paralela da velocidade permanece sempre igual a:

$$v_x = 1.4 \times 10^6 \cos(45^\circ) = 9.899 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

E a velocidade total nunca pode ser menor que este valor. Como a velocidade obtida em B é menor, conclui-se que o eletrão não chegará até à lâmina B, mas seguirá uma trajetória parabólica que começa e termina na lâmina A. No ponto mais alto dessa parábola, a componente v_y da velocidade será nula, e a equação de movimento no eixo dos y é:

$$a_y = \frac{\Delta v_y}{\Delta t} \implies \Delta t = \frac{v_{0y}}{a_y} = \frac{9.899 \times 10^5}{4.684 \times 10^{12}} = 2.113 \times 10^{-7} \text{ s}$$

O tempo que demora o eletrão a regressar à lâmina A é o dobro e durante esse tempo a distância que se desloca na direção da lâmina A é:

$$\Delta x = 2 \Delta t v_x = 2 \times 2.113 \times 10^{-7} \times 9.899 \times 10^5 = 0.418 \text{ m}$$

Problema 2. Como $1 \Omega = 1/(\text{F}\cdot\text{Hz})$, então $1 \text{ k}\Omega = 1/(\mu\text{F}\cdot\text{kHz})$ e pode usar-se unidades de $\text{k}\Omega$ para a resistência, μF para a capacidade e kHz para as frequências s e ω . $1 \text{ H} = 1 \Omega/\text{Hz} = 1 \text{ k}\Omega/\text{kHz}$ e então a indutância deve ser dada em H. A resistência, o condensador e o indutor estão em série e a impedância equivalente é:

$$Z = 0.25 + \frac{1}{3s} + 5s = \frac{15s^2 + 0.75s + 1}{3s}$$

A transformada de Laplace da corrente em todos os elementos do circuito é:

$$\tilde{I} = \frac{\tilde{V}_e}{Z} = \frac{3s\tilde{V}_e}{15s^2 + 0.75s + 1}$$

onde \tilde{V}_e é a transformada do sinal de entrada. A transformada do sinal de saída é a impedância do condensador em série com o indutor, vezes a corrente:

$$\tilde{V} = \frac{15s^2 + 1}{3s} \tilde{I} = \frac{15s^2 + 1}{15s^2 + 0.75s + 1} \tilde{V}_e$$

A função de transferência é:

$$H(s) = \frac{\tilde{V}}{\tilde{V}_e} = \frac{15s^2 + 1}{15s^2 + 0.75s + 1}$$

e a função resposta de frequência é:

$$H(i\omega) = \frac{1 - 15\omega^2}{1 - 15\omega^2 + i0.75\omega}$$

Perguntas

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