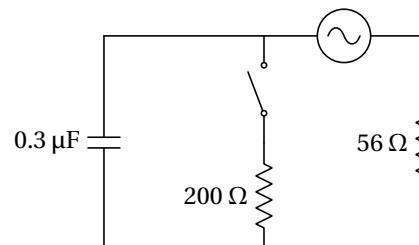


Duração 2 horas. Prova com consulta de formulário, em folha A4, e uso de dispositivo de cálculo, apenas para fazer contas e não para consultar apontamentos, exames anteriores ou formulários. O dispositivo não pode estar ligado à rede e só pode executar um programa de cada vez.

Li e compreendi o texto acima:

1. (4 valores) A fonte no circuito representado no diagrama tem tensão eficaz de 100 V e frequência de 2 kHz. Calcule a corrente eficaz na resistência de 56Ω , quando o interruptor estiver aberto e quando estiver fechado.



2. (4 valores) Um próton (massa 1.67×10^{-27} kg) encontra-se na origem, em $t = 0$, com velocidade $\vec{v} = 184 \hat{i}$ (km/s), dentro de uma região onde há vácuo e campo magnético uniforme: $\vec{B} = -0.062 \hat{j}$ (T). Determine a posição do próton em $t = 0.85 \mu\text{s}$.

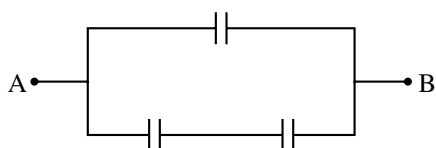
PERGUNTAS. Respostas certas, 0.8 valores, erradas, -0.2, em branco, 0.

3. Um condensador de $4 \mu\text{F}$, inicialmente descarregado, e uma resistência de $50 \text{ k}\Omega$, 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 $30t$, em unidades SI. Encontre a expressão para a voltagem na resistência, em função do tempo (em unidades SI).

- (A) $6(t - e^{-5t})$ (D) $6te^{-5t}$
(B) $6e^{-5t}$
(C) $6(1 - e^{-5t})$ (E) $6(t + e^{-5t})$

Resposta:

4. Cada um dos três condensadores na figura tem o mesmo valor da capacidade, C . Determine a capacidade equivalente entre A e B.



- (A) $C/2$ (C) $C/3$ (E) $3C/2$
(B) $3C$ (D) $2C/3$

Resposta:

5. Durante 8 segundos passaram 3×10^{16} eletrões de condução através de um condutor ligado a uma pilha com f.e.m. de 1.5 V. Determine a energia fornecida pela pilha durante esse intervalo.

- (A) 13.68 mJ (C) 23.04 mJ (E) 7.2 mJ
(B) 2.16 mJ (D) 28.8 mJ

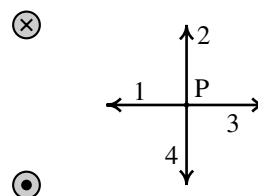
Resposta:

6. Dentro do cubo definido por $0 \leq x \leq 3$, $0 \leq y \leq 3$ e $0 \leq z \leq 3$ existe campo elétrico dado pela expressão $\vec{E} = (4 + x) \hat{i}$ (unidades SI). Como tal, pode afirmar-se que dentro do cubo:

- (A) A carga interna é negativa.
(B) A carga interna é nula.
(C) Existe um ponto de sela do campo.
(D) A carga interna é positiva.
(E) O fluxo elétrico é nulo.

Resposta:

7. Qual das setas representa a direção e sentido do campo magnético \vec{B} no ponto P, produzido pelos dois fios retilíneos e paralelos com correntes da mesma intensidade, nos sentidos indicados na figura?



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

Resposta:

8. Uma resistência de $1.2 \text{ k}\Omega$ e um indutor de 2.3 H ligam-se em série a uma fonte de tensão alternada com voltagem máxima de 30 V e frequência $f = 70 \text{ Hz}$. Determine a corrente máxima no sistema.

- (A) 18.41 mA (C) 25.0 mA (E) 19.11 mA
(B) 19.3 mA (D) 13.56 mA

Resposta:

9. O valor da constante de Coulomb, k , em unidades $\text{mN}\cdot\text{cm}^2/\text{nC}^2$ é aproximadamente:

(A) 0.09 (C) 90 (E) 9
(B) 0.009 (D) 9000

Resposta:

10. Num nó dum circuito de corrente alternada encontram-se 3 ramos diferentes. As correntes que entram no nó pelos ramos 1 e 2 são $3.7 \cos(\pi t + 0.432)$ e $1.9 \cos(\pi t + 0.123)$. Determine a expressão da corrente que sai pelo terceiro ramo.

(A) $4.98 \cos(\pi t + 0.271)$ (D) $5.28 \cos(\pi t + 0.381)$
(B) $5.99 \cos(\pi t + 0.252)$
(C) $5.54 \cos(\pi t + 0.328)$ (E) $6.39 \cos(\pi t + 0.265)$

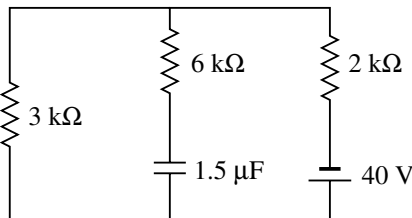
Resposta:

11. Ligam-se em série duas resistências idênticas a uma bateria ideal (resistência interna desprezável) e observa-se que a potência dissipada pelas duas resistências é 80 W. Se as mesmas duas resistências fossem ligadas em paralelo à mesma bateria, qual seria a potência total que dissipavam nesse caso?

(A) 320.0 W (C) 160.0 W (E) 80.0 W
(B) 40.0 W (D) 20.0 W

Resposta:

12. No circuito seguinte, determine a intensidade da corrente na resistência de 2 k Ω , no instante em que a carga no condensador é de 18 μC , com sinal positivo na armadura de cima.



(A) 14 mA (C) 10 mA (E) 5 mA
(B) 11 mA (D) 8 mA

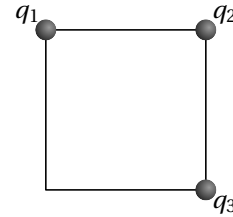
Resposta:

13. Se a resistência de uma barra de chumbo for 65 Ω a 20°C, qual será a resistência dessa mesma barra a 56°C? (O coeficiente de temperatura do chumbo a 20°C, é igual a 0.0043).

(A) 70.0 Ω (C) 85.1 Ω (E) 90.2 Ω
(B) 77.1 Ω (D) 75.1 Ω

Resposta:

14. Três cargas pontuais, $q_1 = 4 \times 10^{-8} \text{ C}$, $q_2 = -5 \times 10^{-8} \text{ C}$ e $q_3 = 2 \times 10^{-8} \text{ C}$ encontram-se em 3 dos vértices dum quadrado com 4 cm de aresta, tal como mostra a figura. Determine o módulo da força elétrica resultante na carga q_2 .



(A) 113.2 mN (C) 4.19 mN (E) 62.89 mN
(B) 12.58 mN (D) 2.52 mN

Resposta:

15. Liga-se uma bobina com indutância de 5.6 mH a uma fonte ideal de 1.5 V. Após 1.5 segundos, a corrente na bobina é igual a 4.7 mA. Calcule a força eletromotriz média induzida na bobina durante esse intervalo.

(A) 17.55 μV (C) 8.77 μV (E) 0.75 V
(B) 1.0 V (D) 3.13 mV

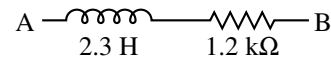
Resposta:

16. A carga total numa superfície condutora esférica de raio 5 cm é 4 nC. Uma segunda superfície condutora esférica, de raio 7 cm e concêntrica com a primeira, tem carga total 1 nC. Encontre o valor do potencial num ponto a 6 cm do centro das esferas, arbitrando potencial nulo no infinito.

(A) 729 V (C) 600 V (E) 1500 V
(B) 150 V (D) 750 V

Resposta:

17. Determine o módulo da impedância complexa entre os pontos A e B para uma tensão alternada com frequência $f = 60 \text{ Hz}$.



(A) 1.7 k Ω (C) 1.2 k Ω (E) 2.07 k Ω
(B) 1.66 k Ω (D) 1.48 k Ω

Resposta:

Problema 1. Em qualquer sistema com impedância complexa Z , a relação entre a tensão eficaz e a corrente eficaz é a seguinte:

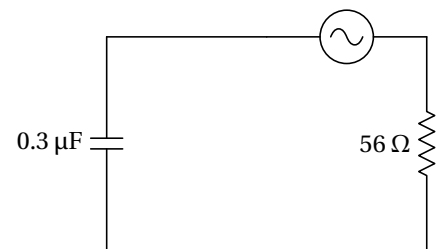
$$I_{\text{ef}} = \frac{V_{\text{ef}}}{|Z|}$$

Como a corrente eficaz através da resistência de $56 \, \Omega$ é igual à corrente eficaz fornecida pela fonte, será igual à voltagem eficaz da fonte, sobre o módulo da impedância total equivalente entre os terminais da fonte ($100/|Z_t|$).

Quando o interruptor estiver aberto, a resistência de $56 \, \Omega$ estará em série com o condensador, tal como mostra o diagrama à direita. Como tal, em unidades SI,

$$Z_t = 56 - \frac{i}{2\pi \times 2000 \times 0.3 \times 10^{-6}} = 56 - i265.3$$

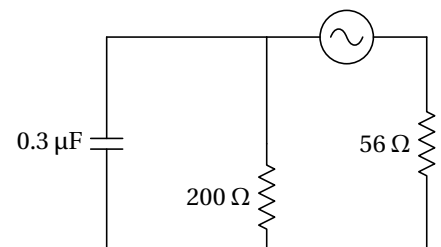
$$|Z_t| = \sqrt{56^2 + 265.3^2} = 271.1 \quad \Rightarrow \quad I_{\text{ef}} = \frac{100}{271.1} = 0.369 \, \text{A}$$



Quando o interruptor estiver fechado (diagrama à direita), a resistência de $56 \, \Omega$ estará em série com o conjunto do condensador em paralelo com a resistência de $200 \, \Omega$. Em unidades SI,

$$Z_t = 56 + \left(\frac{1}{200} + i2\pi \times 2000 \times 0.3 \times 10^{-6} \right)^{-1}$$

$$Z_t = 56 + \frac{1}{0.005 + i0.00377} = \frac{1.28 + i0.2111}{0.005 + i0.00377} \quad \Rightarrow \quad |Z_t| = \frac{\sqrt{1.28^2 + 0.2111^2}}{\sqrt{0.005^2 + 0.00377^2}} = 207.2$$



E a corrente eficaz é:

$$I_{\text{ef}} = \frac{100}{207.2} = 0.483 \, \text{A}$$

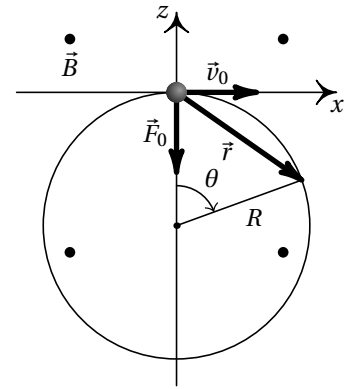
Problema 2. Em $t = 0$, a força magnética sobre o próton é (unidades SI):

$$\vec{F}_0 = 1.602 \times 10^{-19} (184 \times 10^3 \hat{i} \times (-0.062 \hat{j})) = -1.8276 \times 10^{-15} \hat{k}$$

Observe-se que o peso do próton, $1.637 \times 10^{-26} \, \text{N}$, é 11 ordens de grandeza inferior e, como tal, pode ser ignorado e não é necessário saber a direção da vertical.

Em $t = 0$, o próton será desviado na direção negativa do eixo dos z ; mais tarde, a força terá outra direção diferente, mas sempre no plano xz (plano perpendicular a \vec{B}). Como tal, a trajetória do próton estará no plano xz . Como a força magnética é sempre perpendicular à velocidade, o módulo desta não muda e o módulo da força normal (magnética) permanece constante. O resultado é um movimento circular uniforme, no plano xz , com centro no semieixo negativo dos z , tal como mostra a figura ao lado.

Basta uma variável para descrever a posição do próton, que pode ser o ângulo $\theta(t)$ indicado na figura, com $\theta = 0$ em $t = 0$. O vetor posição em qualquer instante $t \geq 0$ é:



$$\vec{r} = R (\sin \theta \hat{i} + \cos \theta \hat{k}) - R \hat{k} \quad (1)$$

O raio da trajetória determina-se igualando o módulo da força magnética à massa vezes a aceleração normal:

$$1.8276 \times 10^{-15} = 1.67 \times 10^{-27} \left(\frac{184000^2}{R} \right) \Rightarrow R = \frac{5.654 \times 10^{-17}}{1.8276 \times 10^{-15}} = 0.03094 \text{ m}$$

E a velocidade angular (constante) é igual a,

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{184000}{0.03094} = 5.947 \times 10^6 \text{ s}^{-1}$$

O ângulo em $t = 0.85 \mu\text{s}$ obtém-se integrando a equação diferencial:

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \Rightarrow 5.947 \times 10^6 \int_0^{0.85 \times 10^{-6}} dt = \int_0^{\theta} d\theta \Rightarrow \theta = 5.947 \times 0.85 = 5.055$$

Finalmente, o vetor posição encontra-se substituindo R e θ na equação ?? (resposta em metros):

$$\vec{r} = -0.02914 \hat{i} - 0.02055 \hat{k}$$

Perguntas

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

Critérios de avaliação

Problema 1

- Cálculo da impedância total com o interruptor aberto0.8
- Módulo dessa impedância0.4
- Cálculo da corrente eficaz com o interruptor aberto0.4
- Cálculo da impedância total com o interruptor fechado1.6
- Módulo dessa impedância0.4
- Cálculo da corrente eficaz com o interruptor fechado0.4

Problema 2

- Determinação do plano da trajetória0.4
- Identificação do movimento circular uniforme e posição do centro da trajetória0.8
- Cálculo do raio da trajetória0.4
- Cálculo da velocidade angular0.4
- Cálculo do ângulo no instante final0.4
- Expressão para o vetor posição e cálculo desse vetor no instante final1.6