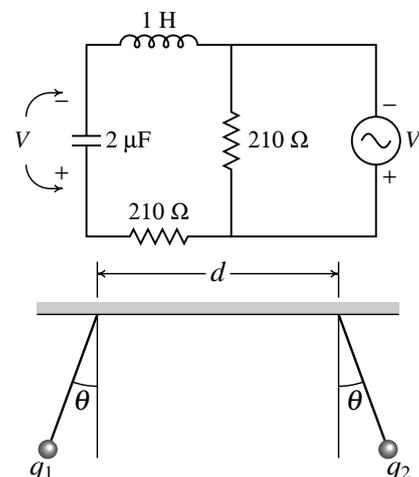


Nome: _____

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! Use $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

1. (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 condensador, como indica a figura. Encontre a expressão da função de resposta em frequência, em função de ω .



2. (4 valores). Duas pequenas esferas condutoras, com cargas $q_1 = +300 \text{ nC}$ e $q_2 = +500 \text{ nC}$, e com a mesma massa m , são coladas a dois fios, cada um com 8 cm de comprimento. Os fios são logo colados numa barra horizontal, em dois pontos a uma distância $d = 15 \text{ cm}$ entre si. A repulsão eletrostática entre as cargas faz com que os dois fios se inclinem um ângulo $\theta = 10^\circ$ em relação à vertical. Determine o valor da massa m .

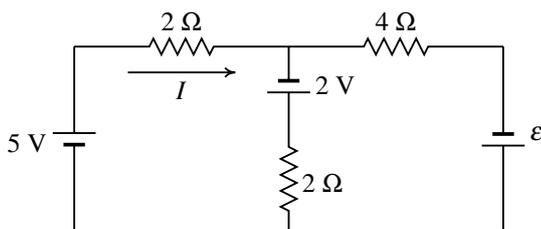
PERGUNTAS. Respostas certas, 0.8 valores, erradas, -0.2, em branco, 0.

3. Determine a intensidade da corrente numa bobina com indutância de 2.8 H e resistência de 762 Ω , 1 mili-segundo após ter sido ligada a uma f.e.m. de 5 V.

- (A) 3.127 mA (C) 2.345 mA (E) 1.563 mA
(B) 3.908 mA (D) 0.782 mA

Resposta:

4. No circuito da figura, sabendo que a corrente I é igual a 2.5 A, determine o valor da f.e.m. ε .



- (A) 6 V (C) 2 V (E) 5 V
(B) 7 V (D) 10 V

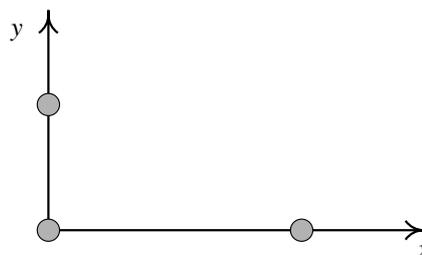
Resposta:

5. 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 30 W. Se as mesmas duas resistências fossem ligadas em paralelo à mesma bateria, qual seria a potência total que dissipavam nesse caso?

- (A) 120.0 W (C) 15.0 W (E) 7.5 W
(B) 60.0 W (D) 30.0 W

Resposta:

6. A figura representa três fios condutores retilíneos, muito compridos e paralelos ao eixo dos z , com correntes no sentido positivo desse eixo. O primeiro fio passa pelo ponto $(x, y) = (0, 1 \text{ cm})$ e tem corrente de 0.51 A, o segundo fio passa pela origem e tem corrente de 0.25 A e o terceiro fio passa pelo ponto $(x, y) = (2 \text{ cm}, 0)$ e tem corrente de 0.23 A. Calcule o módulo da força magnética resultante, por unidade de comprimento, no fio que passa pela origem.



- (A) 2.61 $\mu\text{N/m}$ (C) 0.37 $\mu\text{N/m}$ (E) 0.52 $\mu\text{N/m}$
(B) 0.44 $\mu\text{N/m}$ (D) 0.87 $\mu\text{N/m}$

Resposta:

7. O potencial no plano xy é dado pela expressão:

$$V = +\frac{18}{\sqrt{x^2 + (y - 2)^2}} + \frac{36}{\sqrt{(x - 2)^2 + y^2}}$$

em kV, se x e y estiverem em mm. Determine o valor da carga pontual no ponto $(2, 0)$.

- (A) 2 nC (C) 6 nC (E) 4 nC
(B) -4 nC (D) -2 nC

Resposta:

8. Determine o módulo do campo elétrico no ponto $x = 1.0$ m, no eixo dos x , produzido por duas cargas pontuais: a primeira, com $3 \mu\text{C}$, encontra-se no eixo dos x em $x = -1.0$ m, e a segunda, de $-4 \mu\text{C}$, encontra-se na origem.

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

Resposta:

9. Quando uma bobina de 0.521 H é ligada a uma fonte de tensão alternada, com tensão máxima 12 V e frequência $f = 20$ Hz, a corrente máxima nela é 3.62 mA. Determine o valor da resistência dessa bobina.

- (A) $3.31 \text{ k}\Omega$ (C) $1.99 \text{ k}\Omega$ (E) 688Ω
 (B) $4.61 \text{ k}\Omega$ (D) $2.76 \text{ k}\Omega$

Resposta:

10. Numa região existe campo elétrico uniforme, com módulo de $6 \text{ kN}/\text{C}$. Determine o valor absoluto do fluxo elétrico através dum quadrado com 4 cm de aresta, colocado nessa região, sabendo que o plano do quadrado faz um ângulo de 60° com o campo.

- (A) $0.48 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{C}$ (D) $0.831 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{C}$
 (B) $8.31 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$ (E) $9.6 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$
 (C) $4.8 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$

Resposta:

11. Qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- (A) Dentro de um condutor isolado o campo elétrico é sempre nulo.
 (B) O campo elétrico na superfície de um condutor isolado é nulo.
 (C) Numa região do espaço, se não existir carga o campo elétrico será nulo.
 (D) O campo elétrico dentro de uma esfera oca é sempre nulo.
 (E) Se a carga total num condutor isolado for nula, não haverá carga em nenhuma parte da sua superfície.

Resposta:

12. Calcule a potência média fornecida por uma pilha com f.e.m. de 1.5 V, durante um intervalo de 4 segundos, sabendo que o número de elétrons de condução que saíram do eletrodo negativo durante esse intervalo foram 2×10^{16} .

- (A) 1.2 mW (C) 0.6 mW (E) 3.0 mW
 (B) 0.96 mW (D) 0.12 mW

Resposta:

13. O coeficiente de temperatura do chumbo a 20°C , é igual a 0.0043 . Duas resistências de chumbo têm valores de $1.1 \text{ k}\Omega$ e $3.2 \text{ k}\Omega$, quando a temperatura é de 20°C . Determine o valor da resistência equivalente, quando essas duas resistências são ligadas em paralelo e a temperatura aumenta até 65°C .

- (A) $1.12 \text{ k}\Omega$ (C) $1.05 \text{ k}\Omega$ (E) $0.98 \text{ k}\Omega$
 (B) $0.82 \text{ k}\Omega$ (D) $0.89 \text{ k}\Omega$

Resposta:

14. Sabendo que a função de transferência de um circuito é:

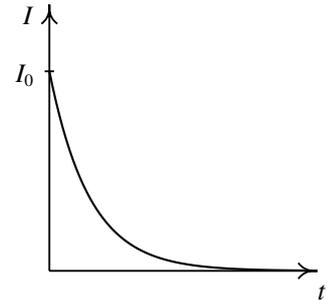
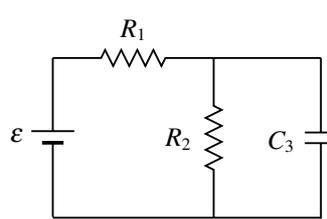
$$\frac{1}{s+2} + \frac{1}{s+3}$$

determine a equação diferencial desse circuito.

- (A) $\ddot{V} + 2\dot{V} + 6V = \dot{V}_e + 3V_e$
 (B) $\ddot{V} + 2\dot{V} + V = \dot{V}_e + 3V_e$
 (C) $\dot{V} + 2V = \dot{V}_e + 3V_e$
 (D) $\ddot{V} + 5\dot{V} + 6V = V_e$
 (E) $\ddot{V} + 5\dot{V} + 6V = 2\dot{V}_e + 5V_e$

Resposta:

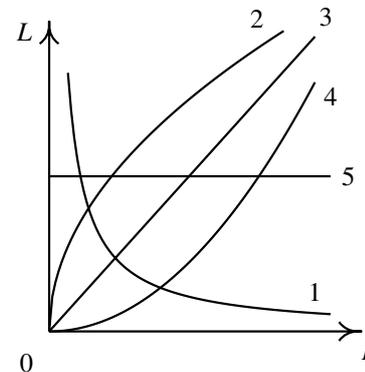
15. No circuito da figura, o condensador encontra-se descarregado no instante $t = 0$. Se I_1 for a corrente na resistência R_1 , I_2 a corrente na resistência R_2 e I_3 a corrente no condensador C_3 , quais dessas três correntes são representadas corretamente pelo gráfico da figura?



- (A) unicamente I_2 e I_3 (D) unicamente I_1 e I_3
 (B) unicamente I_1 (E) unicamente I_2
 (C) unicamente I_3

Resposta:

16. Qual das 5 curvas no gráfico representa melhor a indutância L de uma bobina, em função da sua corrente I ?



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

Resposta:

17. Ligam-se dois condensadores com capacidades $8 \mu\text{F}$ e $16 \mu\text{F}$, em série, a uma f.e.m. de 30 V. Determine a carga no condensador de $8 \mu\text{F}$.

- (A) $200 \mu\text{C}$ (C) $160 \mu\text{C}$ (E) $120 \mu\text{C}$
 (B) $80 \mu\text{C}$ (D) $40 \mu\text{C}$

Resposta:

Problema 1. Usando unidades de μC para a capacidade e H para a indutância, como $LC = Z_L/(Z_C s^2)$ tem unidades de tempo ao quadrado, então o tempo deverá ser medido em ms e a frequência em kHz. As impedâncias ($Z_L = L s$) deverão então ser medidas em $\text{k}\Omega$. Nessas unidades, os valores das impedâncias das resistências, do indutor e do condensador no circuito são:

$$Z_R = 0.21 \quad Z_L = s \quad Z_C = \frac{1}{2s}$$

No ramo onde está o condensador, encontram-se em série o condensador, o indutor e uma das resistências, com impedância total:

$$Z = 0.21 + s + \frac{1}{2s} = \frac{2s^2 + 0.42s + 1}{2s}$$

A transformada da voltagem nesse ramo é a própria transformada da voltagem de entrada, \tilde{V}_e . Como tal, a transformada da corrente através desse ramo é:

$$\tilde{I} = \frac{\tilde{V}_e}{Z} = \frac{2s\tilde{V}_e}{2s^2 + 0.42s + 1}$$

e a transformada da voltagem no condensador (sinal de saída) é:

$$\tilde{V} = Z_C \tilde{I} = \frac{\tilde{V}_e}{2s^2 + 0.42s + 1}$$

A função de transferência do circuito é,

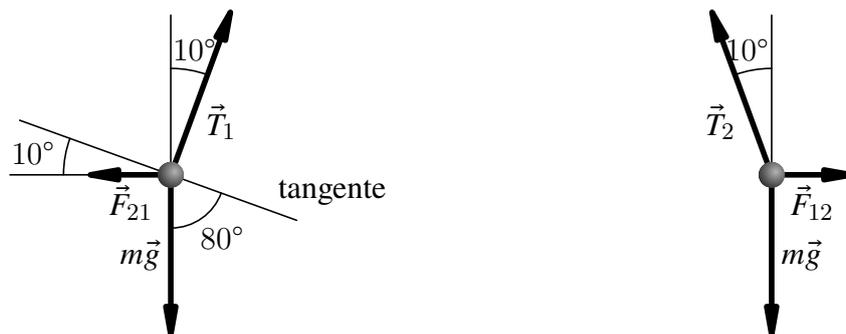
$$H(s) = \frac{\tilde{V}}{\tilde{V}_e} = \frac{1}{2s^2 + 0.42s + 1}$$

Finalmente, a função de resposta em frequência é:

$$H(i\omega) = \frac{1}{1 - 2\omega^2 + i0.42\omega}$$

em que a frequência angular ω é dada em kHz.

Problema 2. Os diagramas de corpo livre das duas esferas são os seguintes:



onde \vec{T}_1 e \vec{T}_2 são as tensões nos dois fios, \vec{F}_{21} é a força elétrica da esfera 2 sobre a esfera 1 e \vec{F}_{12} é a força elétrica da esfera 1 sobre a esfera 2.

Realmente basta um dos diagramas para determinar o valor de m . E como a soma das 3 forças externas sobre cada esfera é nula, por estarem em repouso, e os módulos das forças elétricas \vec{F}_{21} e \vec{F}_{12} são iguais, os módulos das duas tensões são iguais e os dois diagramas são equivalentes.

A distância entre as duas esferas (em metros) é,

$$r = 0.15 + 2 \times 0.08 \times \sin(10^\circ) = 0.1778$$

E, usando a lei de Coulomb,

$$F_{21} = F_{12} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-7} \times 5 \times 10^{-7}}{0.1778^2} = 0.0427 \text{ (N)}$$

A soma das 3 forças igual a zero implica que a soma das suas componentes, ao longo de qualquer direção, é nula. Em particular, a soma das componentes na direção tangente indicada na figura é igual a:

$$m g \cos(80^\circ) - F_{21} \cos(10^\circ) = 0 \implies m = \frac{F_{21} \cos(10^\circ)}{g \cos(80^\circ)} = \frac{0.0427 \cos(10^\circ)}{9.8 \cos(80^\circ)} = 0.02472 \text{ (kg)}$$

A massa das esferas é de 24.7 gramas.

Perguntas

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

Critérios de avaliação

Problema 1

- Cálculo da impedância do ramo do condensador, com unidades compatíveis0.8
- Cálculo da corrente no condensador0.8
- Cálculo da voltagem no condensador0.8
- Determinação da função de transferência0.8
- Substituição da frequência ω e obtenção da função pedida, indicando as unidades usadas.....0.8

Problema 2

- Cálculo da distância entre as cargas0.4
- Cálculo do módulo da força elétrica0.8
- Diagrama de corpo livre indicando as direções das forças1.2
- Equação (ou equações) da soma das componentes das forças igual a zero0.8
- Obtenção do valor da massa, com ordem de grandeza correta e indicando as suas unidades0.8