U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

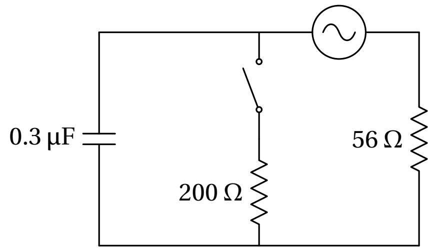
MESTRADO INTEGRADO EM ENG. INFORMÁTICA E COMPUTAÇÃO 2019/2020

EIC0014 — FÍSICA II — 2º ANO, 1º SEMESTRE 16 de janeiro de 2020

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 56 Ω, quando o interruptor estiver aberto e quando estiver fechado.



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

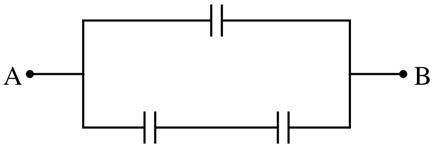
PERGUNTAS. Respostas certas, 0.8 valores, erradas, −0.2, em branco, 0.

3. Um condensador de 4 μF, inicialmente descarregado, e uma resistência de 50 kΩ, 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 $30\,t$, em unidades SI. Encontre a expressão para a voltagem na resistência, em função do tempo (em unidades SI).

(A) $6\left(t - e^{-5\,t}\right)$
(B) $6\,e^{-5\,t}$
(C) $6\left(1 - e^{-5\,t}\right)$
(D) $6\,t\,e^{-5\,t}$
(E) $6\left(t + e^{-5\,t}\right)$

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) $C/2$
(B) $3\,C$
(C) $C/3$
(D) $2\,C/3$
(E) $3\,C/2$

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
(B) 2.16 mJ
(C) 23.04 mJ
(D) 28.8 mJ
(E) 7.2 mJ

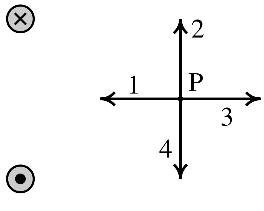
Resposta: ☐

6. Dentro do cubo definido por $0 \le x \le 3$, $0 \le y \le 3$ e $0 \le z \le 3$ existe campo elétrico dado pela expressão $\vec{E} = (4 + x)\,\hat{\imath}$ (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 $\vec{B} = 0$
(B) 3
(C) 4
(D) 2
(E) 1

Resposta: ☐

8. Uma resistência de 1.2 kΩ 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 $f = 70$ Hz. Determine a corrente máxima no sistema.

(A) 18.41 mA
(B) 19.3 mA
(C) 25.0 mA
(D) 13.56 mA
(E) 19.11 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)** $6.39\cos(\pi\,t + 0.265)$

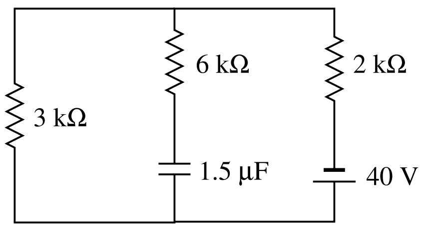
Resposta: ☐

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 kΩ, 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

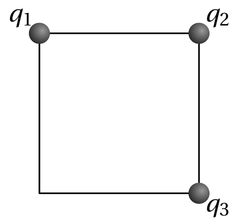
Resposta: ☐

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, $q_1 = 4\times10^{-8}$ C, $q_2 = -5\times10^{-8}$ C e $q_3 = 2\times10^{-8}$ 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

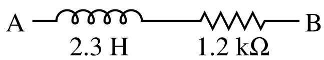
Resposta: ☐

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 $f = 60$ Hz.



(A) 1.7 kΩ **(C)** 1.2 kΩ **(E)** 2.07 kΩ
(B) 1.66 kΩ **(D)** 1.48 kΩ

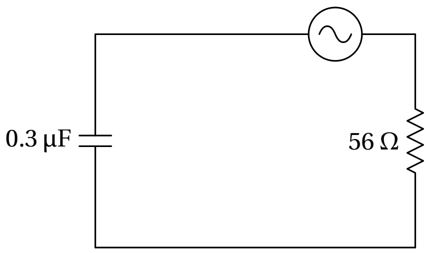
Resposta: ☐

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 Ω 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 ($100/|Z_{\text{t}}|$).

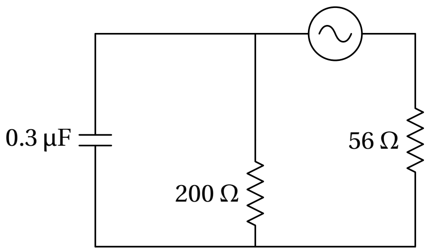
Quando o interruptor estiver aberto, a resistência de 56 Ω estará em série com o condensador, tal como mostra o diagrama à direita. Como tal, em unidades SI,



$$Z_{\text{t}} = 56 - \frac{\text{i}}{2\,\pi\times 2000\times 0.3\times 10^{-6}} = 56 - \text{i}\,265.3$$

$$|Z_{\text{t}}| = \sqrt{56^2 + 265.3^2} = 271.1 \quad\Longrightarrow\quad I_{\text{ef}} = \frac{100}{271.1} = 0.369\ \text{A}$$

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



$$Z_{\text{t}} = 56 + \left(\frac{1}{200} + \text{i}\,2\,\pi\times 2000\times 0.3\times 10^{-6}\right)^{-1}$$

$$Z_{\text{t}} = 56 + \frac{1}{0.005 + \text{i}\,0.00377} = \frac{1.28 + \text{i}\,0.2111}{0.005 + \text{i}\,0.00377} \quad\Longrightarrow\quad |Z_{\text{t}}| = \frac{\sqrt{1.28^2 + 0.2111^2}}{\sqrt{0.005^2 + 0.00377^2}} = 207.2$$

E a corrente eficaz é:

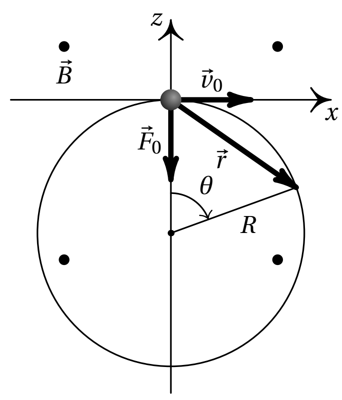
$$I_{\text{ef}} = \frac{100}{207.2} = 0.483\ \text{A}$$

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

$$\vec{F}_0 = 1.602\times 10^{-19}\left(184\times 10^3\,\hat{\imath}\times(-0.062\,\hat{\jmath})\right) = -1.8276\times 10^{-15}\,\hat{k}$$

Observe-se que o peso do protão, 1.637×10^{-26} 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 protão 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 protão 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 protão, 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:

$$\vec{r} = R\left(\sin\theta\,\hat{\imath} + \cos\theta\,\hat{k}\right) - R\,\hat{k} \tag{1}$$

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

$$1.8276\times10^{-15} = 1.67\times10^{-27}\left(\frac{184000^2}{R}\right) \quad\Longrightarrow\quad R = \frac{5.654\times10^{-17}}{1.8276\times10^{-15}} = 0.03094\ \text{m}$$

E a velocidade angular (constante) é igual a,

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{184000}{0.03094} = 5.947\times10^{6}\ \text{s}^{-1}$$

O ângulo em $t = 0.85$ µs obtém-se integrando a equação diferencial:

$$\omega = \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} \quad\Longrightarrow\quad 5.947\times10^{6}\int\limits_0^{0.85\times10^{-6}}\mathrm{d}t = \int\limits_0^{\theta}\mathrm{d}\theta \quad\Longrightarrow\quad \theta = 5.947\times0.85 = 5.055$$

Finalmente, o vetor posição encontra-se substituindo R e θ na equação 1 (resposta em metros):

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

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 aberto ____ 0.8
- Módulo dessa impedância ____ 0.4
- Cálculo da corrente eficaz com o interruptor aberto ____ 0.4
- Cálculo da impedância total com o interruptor fechado ____ 1.6
- Módulo dessa impedância ____ 0.4
- Cálculo da corrente eficaz com o interruptor fechado ____ 0.4

Problema 2

- Determinação do plano da trajetória ____ 0.4
- Identificação do movimento circular uniforme e posição do centro da trajetória ____ 0.8
- Cálculo do raio da trajetória ____ 0.4
- Cálculo da velocidade angular ____ 0.4
- Cálculo do ângulo no instante final ____ 0.4
- Expressão para o vetor posição e cálculo desse vetor no instante final ____ 1.6