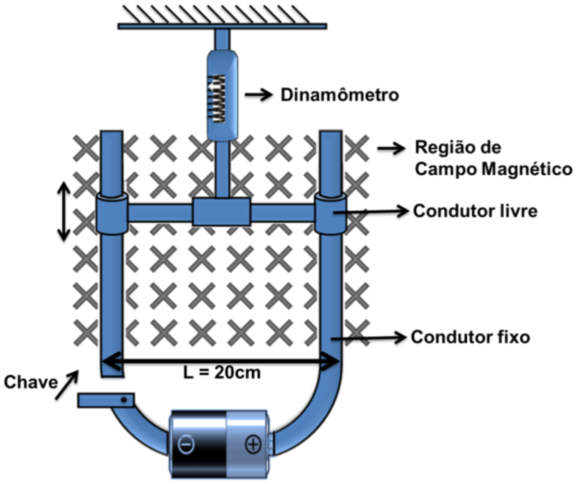
➢ **Na solução da prova, use, quando necessário, g = 10 m/s^2, c = 3 x10^8 m/s, m$_e$ = 9 x 10^{-31} kg, π = 3.**

Questão 1

Um fio condutor rígido de massa igual a 200 g e comprimento L=20 cm é ligado ao restante do circuito através de contatos deslizantes sem atrito, como mostra a figura abaixo. O plano da figura é vertical. Inicialmente, a chave está aberta. O fio condutor é preso a um dinamômetro e se encontra em uma região com campo magnético de módulo B = 1,0T, entrando perpendicularmente no plano da figura. Com base nessas informações, faça o que se pede.



a) Calcule a força medida pelo dinamômetro com a chave aberta, estando o fio rígido em equilíbrio.

Com a chave aberta, a corrente no condutor é nula e portanto o dinamômetro indica somente o peso da barra:

$$P = m.g$$
$$P = 200\times10^{-3}kg\cdot10\,m/s^2 = 2N$$

b) Determine a direção e a intensidade da corrente elétrica no circuito após o fechamento da chave, sabendo-se que o dinamômetro passa a indicar leitura igual a zero.

Para que o dinamômetro indique leitura igual a zero é necessário que a força magnética tenha mesmo módulo, mesma direção, mas sentido contrário à força peso. Esta situação é alcançada com a corrente percorrendo o circuito no sentido horário, ou seja, sentido contrário ao indicado pela posição da pilha da figura do texto. A intensidade desta corrente pode ser determinada igualando-se o módulo da força magnética com o módulo da força peso:

$$F_m = B\cdot i\cdot\ell$$
$$P = m.g$$
$$\mathrm{m}\cdot\mathrm{g} = \mathrm{B}\cdot\mathrm{i}\cdot\ell \Rightarrow i = \frac{m\cdot g}{B\cdot\ell}$$
$$i = \frac{2N}{1T\cdot2\times10^{-1}m} = 10A$$

c) Calcule a tensão da bateria, sabendo-se que a resistência total do circuito é de 6,0 Ω.

Aplicando a Lei de Ohm: $V = R\cdot i \quad \Rightarrow \quad V = 6\Omega\cdot10A = 60V$

Questão 2

Newtinho observa, em uma praia do Rio Paraibuna, um senhor utilizando um sistema de detecção de metais. Chegando a sua casa, ele pesquisou sobre o tema e descobriu que seu princípio de funcionamento é baseado na lei de indução de Faraday: "A força eletromotriz induzida por um fluxo de campo magnético variável atravessando uma espira gera uma corrente elétrica". Assim, sempre que o detector se aproximar de um objeto metálico, o campo magnético do detector será alterado e, consequentemente, modificará a corrente que passa pela espira. Newtinho descobriu que alguns modelos são fabricados com espiras de cobre com 6,0 cm de raio e seu campo magnético sofre uma variação de 1×10^{-2} T em 2×10^{-2} s. Com base nessas informações, calcule:

a) A força eletromotriz induzida na bobina.

$$|\varepsilon| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Delta(A \cdot B)}{\Delta t}\right| = A\left|\frac{\Delta \mathrm{B}}{\Delta \mathrm{t}}\right|; \quad \mathrm{A} = \pi \cdot \mathrm{r}^2$$

$$|\varepsilon| = \pi \cdot r^2 \cdot \left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right|$$

$$|\varepsilon| = 3 \cdot \left(6{,}0 \times 10^{-2}\right)^2 m^2 \cdot \frac{1 \times 10^{-2} T}{2 \times 10^{-2} s} = 5{,}4 \times 10^{-3} V$$

$$|\varepsilon| = 5{,}4 mV$$

b) A corrente que passa pela bobina, considerando que a resistência elétrica da mesma é de 3,5 kΩ.

Aplicando a Lei de Ohm: $V = R \cdot i \qquad \Rightarrow \qquad 5{,}4 \times 10^{-3} V = 3{,}5 \times 10^{3} \Omega \cdot i$

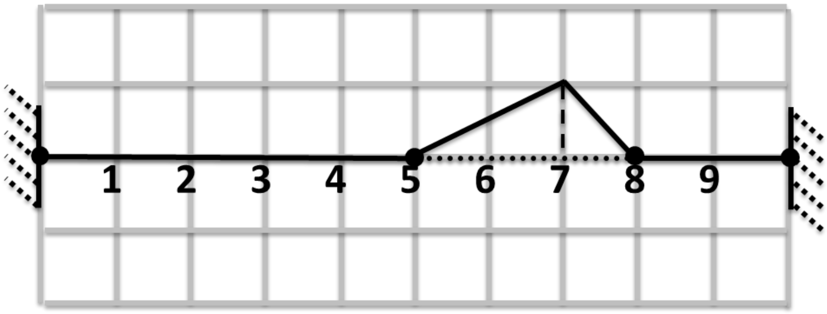
$$i = \frac{5{,}4 \times 10^{-3} V}{3{,}5 \times 10^{3} \Omega} = 1{,}54 \times 10^{-6} A$$

$$i = 1{,}54 \ \mu A$$

Proibido escrever na prova informações como: apelidos, desenhos, nome, números, símbolos e tudo o que possa identificar o candidato.

Questão 3

Uma corda de comprimento L = 10 m tem fixas ambas as extremidades. No instante t = 0,0 s, um pulso triangular inicia-se em x = 0,0 m, atingindo o ponto x = 8,0 m no instante t = 4,0 s, como mostra a figura abaixo. Com base nessas informações, faça o que se pede.

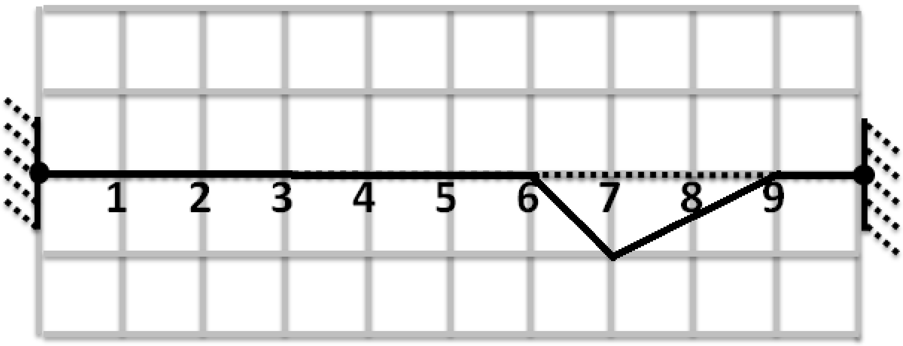


a) Determine a velocidade de propagação do pulso.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

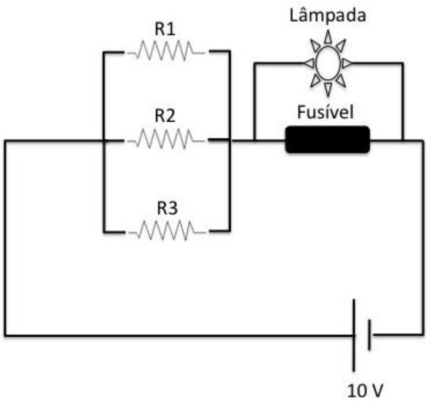
$$v = \frac{8m}{4s} = 2\, m/s$$

b) Desenhe o perfil da corda no instante t = 7,0 s.



Questão 4

Um fusível é um dispositivo de proteção contra sobrecarga em circuitos. Geralmente, é um filamento ou lâmina de um metal ou liga metálica de baixo ponto de fusão que é inserido em um ponto de um circuito. Caso a intensidade de corrente elétrica supere um determinado valor, o filamento se funde por efeito Joule, interrompendo a passagem da corrente elétrica pelo fusível. Um aluno de laboratório de eletrônica projetou um circuito que está representado na figura abaixo. Esse circuito foi projetado para que, caso ocorra uma sobrecarga, o elemento fusível de resistência elétrica desprezível se quebre. Nessa situação, a corrente do circuito é instantaneamente limitada a um valor mais baixo e a lâmpada se acende. Os valores das resistências elétricas dos resistores são todos iguais a 6,0 Ω e o valor da resistência da lâmpada é de 3,0 Ω. Com base nessas afirmações, faça o que se pede.



a) Calcule a resistência elétrica equivalente do circuito, na condição em que o fusível não esteja rompido.

Com fusível inteiro, não há passagem de corrente pela lâmpada. A Resistência em paralelo dos três resistores em paralelo vale:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_{eq} = \frac{6}{3}\Omega = 2\Omega$$

b) Qual é a corrente elétrica que passa pelo circuito na condição do item anterior?

$$V = R_{eq} \cdot i$$

$$i = \frac{V}{R_{eq}} \Rightarrow i = \frac{10V}{2\Omega} \Rightarrow i = 5A$$

c) Qual é a corrente elétrica que passará pelos resistores R1, R2 e R3, após o fusível se partir?

$$R'_{eq} = \frac{6}{3}\Omega + 3\Omega = 5\Omega$$

$$i = \frac{V}{R'_{eq}} \Rightarrow i = \frac{10V}{5\Omega} = 2A;$$ esta é a nova corrente do circuito. Assim, a corrente que passa pelos resistores vale:

$\mathrm{i} = 2/3A = 0{,}666A$ em cada resistor.

d) Imagine que a lâmpada tem uma eficiência luminosa de 10 %, então, qual será a potência emitida pela lâmpada, após o fusível ser partido?

$P_{ele} = V \cdot i$; na lâmpada, $\mathrm{V = R \cdot i \Rightarrow V = 3\Omega \cdot 2A = 6V}$

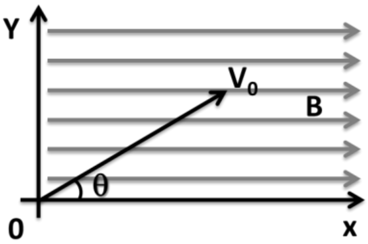
$\therefore P_{ele} = 6V \cdot 2A = 12W$

Sendo a eficiência de conversão de energia elétrica em energia luminosa de 10%, então:

$\mathrm{P_{lum}} = 0{,}1 \cdot P_{ele} \Rightarrow \mathrm{P_{lum}} = 0{,}1 \cdot 12W = 1{,}2W$

Questão 5

O Professor de Física relembrou aos alunos que uma partícula com carga Q, que se move em um campo **B**, com velocidade $\mathbf{V_0}$, fica sujeita a uma força **F**, normal ao plano formado por **B** e $\mathbf{V_0}$, sendo $\mathbf{V_{0y}}$ a componente da velocidade normal a B. Na sequência, ele pediu a seus alunos que resolvessem a seguinte questão: Imaginem um partícula de massa m = 1,6 x 10^{-27} kg, com carga elétrica q = 1,6 x 10^{-19} C, lançado de x = y = 0,0 m, com velocidade V_0 = 5 x 10^6 m/s, em uma região onde atua um campo magnético uniforme **B**, na direção x. A velocidade V_0, que forma um ângulo θ com o eixo x, tem componentes V_{0y} = 3 x10^6 m/s. A partícula descreve um movimento em forma de hélice, voltando a cruzar o eixo x, com a mesma velocidade inicial, a uma distância d = 12,0 m do ponto 0. Desconsiderando a ação do campo gravitacional, determine:



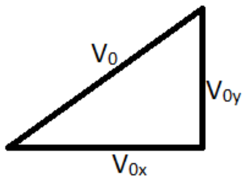
a) O intervalo de tempo t, em s, que a partícula leva para chegar em d.

Na direção x, paralela à $\vec{B}$, o movimento é retilíneo e uniforme.

$$\begin{cases} \text{usando:} \quad v_0^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2 \\ v_{0x} = \left(\sqrt{(5\times10^6)^2 - (3\times10^6)^2}\right) m/s = 4\times10^6\ m/s \end{cases}$$

$$v_{0x} = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{d}{v_{0x}}$$

$$\Delta t = \frac{12m}{4\times10^6\ m/s} = 3\times10^{-6}\ s$$



b) O raio R, em m, do cilindro que contém a trajetória em hélice da partícula.

No plano perpendicular à figura, o movimento é circular e uniforme, com período T=3x10^{-6}s.

$$v_{0y} = \frac{2\cdot\pi\cdot R}{T} \Rightarrow R = \frac{v_{0y}\cdot T}{2\cdot\pi}$$

$$R = \frac{3\times10^6\ m/s\cdot 3x10^{-6}\ s}{6} = \frac{9}{6}m = 1{,}5m$$

c) A intensidade do campo magnético **B**, em tesla, que provoca esse movimento.

O raio da trajetória também pode ser deduzido a partir da força centrípeta:

$$|F_c| = \frac{\mathrm{m}\cdot \mathrm{v}^2}{\mathrm{R}} \Rightarrow \mathrm{R} = \frac{\mathrm{m}\cdot\mathrm{v}^2}{|\mathrm{F_c}|}; \qquad |\mathrm{F_m}| \equiv |F_c| = \mathrm{q}\cdot\mathrm{v}\cdot B\cdot \mathrm{sen}\theta; \quad \mathrm{v}\cdot\mathrm{sen}\theta = v_{0y}\,; \quad v_{0y} = \frac{2\cdot\pi\cdot R}{T}$$

$$\text{logo:} \quad \mathrm{R} = \frac{\mathrm{m}\cdot\mathrm{v}_{0y}^2}{\mathrm{q}\cdot\mathrm{v}_{0y}\cdot\mathrm{B}} = \frac{\mathrm{m}\cdot\mathrm{v}_{0y}}{\mathrm{q}\cdot\mathrm{B}}$$

$$\text{ou ainda substituindo } v_{0y} = \frac{2\cdot\pi\cdot R}{T} \Rightarrow \mathrm{R} = \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{q}\cdot\mathrm{B}}\cdot\frac{2\cdot\pi\cdot R}{T} \Rightarrow B = \frac{2\cdot\pi\cdot m}{q\cdot T}$$

$$\text{usando:} \quad \mathrm{R} = \frac{\mathrm{m}\cdot\mathrm{v}_{0y}}{\mathrm{q}\cdot\mathrm{B}} \Rightarrow \quad 1{,}5\mathrm{m} = \frac{1{,}6\times10^{-27}\mathrm{kg}\cdot 3\times10^6\ m/s}{1{,}6\times10^{-19}\mathrm{C}\cdot\mathrm{B}} \qquad \therefore \mathrm{B} = 2\times10^{-2}\mathrm{T}$$