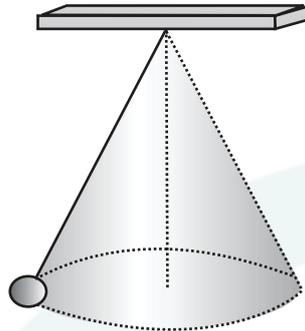


FÍSICA

Física – Questão 01

Durante uma aula de Física, o Professor Raimundo faz uma demonstração com um pêndulo cônico. Esse pêndulo consiste em uma pequena esfera pendurada na extremidade de um fio, como mostrado nesta figura:



nesse pêndulo, a esfera descreve um movimento circular com velocidade de módulo constante, em um plano horizontal, situado a 1,6 m abaixo do ponto em que o fio está preso ao teto. A massa da esfera é 0,40 kg, o raio de sua trajetória é 1,2 m e o comprimento do fio é 2,0 m. Considere a massa do fio desprezível. Despreze, também, qualquer tipo de atrito. Com base nessas informações:

1. **DESENHE** e **NOMEIE**, na figura, as forças que atuam na esfera.

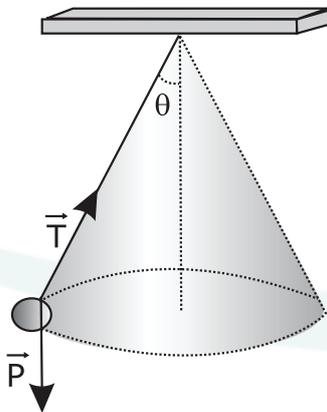
RESPONDA: Quais são os agentes que exercem essas forças?

2. **CALCULE** a tensão no fio.

3. **CALCULE** a energia cinética da esfera.

RESOLUÇÃO:

1.



\vec{T} : vetor tensão, exercida pela corda sobre a esfera.

\vec{P} : vetor força peso, devido à atração gravitacional que o planeta Terra exerce sobre a esfera.

2. A resultante das forças na vertical vale zero, pois a esfera se move num plano horizontal. Assim, a força peso e a componente vertical da tensão devem possuir módulos iguais.

$$P = T_{\text{vertical}} \rightarrow M \cdot g = T \cdot \cos\theta \rightarrow M \cdot g = T \cdot \frac{2,0}{1,6} \quad T = \frac{2,0}{1,6} \cdot 0,40 \cdot 10 = 5,0 \text{ N}$$

3. A força centrípeta, no movimento circular da esfera, é a componente horizontal da tensão na corda, assim,

$$F_c = T_{\text{horizontal}} = M \cdot \frac{v^2}{R} \rightarrow T \cdot \sin\theta = M \cdot \frac{v^2}{R}$$

A energia cinética é dada por $E_c = \frac{1}{2} \cdot M \cdot v^2$. Utilizando a equação 1 e a expressão da energia cinética, temos:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot M \cdot v^2; M \cdot v^2 = R \cdot T \cdot \text{sen}\theta$$

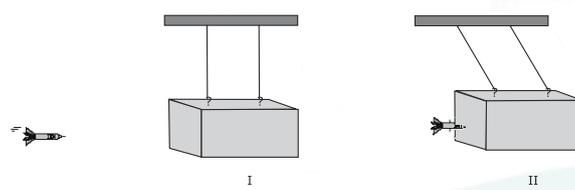
$$E_c = \frac{1}{2} \cdot T \cdot \text{sen}\theta \cdot R = \frac{1}{2} \cdot 5,0 \cdot \frac{1,2}{2,0} \cdot 1,2$$

$$E_c = 1,8 \text{ J}$$



Física – Questão 02

Para determinar a velocidade de lançamento de um dardo, Gabriel monta o dispositivo mostrado na Figura I.



Ele lança o dardo em direção a um bloco de madeira próximo, que se encontra em repouso, suspenso por dois fios verticais. O dardo fixa-se no bloco e o conjunto – dardo e bloco – sobe até uma altura de 20 cm acima da posição inicial do bloco, como mostrado na Figura II. A massa do dardo é 50 g e a do bloco é 100 g. Com base nessas informações,

1. **CALCULE** a velocidade do conjunto imediatamente após o dardo se fixar no bloco.
2. **CALCULE** a velocidade de lançamento do dardo.
3. **RESPONDA:**

A energia mecânica do conjunto, na situação mostrada na Figura I, é menor, igual ou maior que a energia do mesmo conjunto na situação mostrada na Figura II ? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

1. Por conservação da energia mecânica do conjunto dardo-bloco, do instante imediatamente após a fixação do dardo até o instante em que o conjunto sobe ao ponto de altura máxima, considerando nesse intervalo a ação de forças dissipativas desprezível, temos

$$E_{M_{\text{inicial}}} = E_{M_{\text{final}}} \quad \text{em que} \quad E_c: \text{ energia cinética}$$
$$E_{C_{\text{inicial}}} = E_{P_{\text{final}}} \quad E_p: \text{ energia potencial}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,20} = 2,0 \text{ m/s}$$

2. Por conservação da quantidade de movimento do sistema dardo-bloco, considerando desprezível a ação de forças externas ao sistema durante a penetração do dardo no bloco, temos:

$$Q_{\text{início}} = Q_{\text{fim}}; \quad Q_{\text{início}} = Q_{\text{dardo}}; \quad Q_{\text{fim}} = Q_{\text{conjunto}}$$

$$Q_{\text{dardo}} = Q_{\text{conjunto}} \Rightarrow m_{\text{dardo}} \cdot v_{\text{dardo}} = m_{\text{conjunto}} \cdot v_{\text{conjunto}}$$

$$v_{\text{dardo}} = \frac{(100 + 50) \cdot 2,0}{50} = 6,0 \text{ m/s}$$

3. A energia mecânica na situação da figura I é igual à energia cinética do dardo.

$$E_{MI} = E_{C_{\text{dardo}}} = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{dardo}} \cdot v_{\text{dardo}}^2 = \frac{1}{2} \cdot (0,050) \cdot (6,0)^2 = 0,90 \text{ J}$$

A energia mecânica na situação da figura II é a energia cinética do conjunto, após a fixação do dardo.

$$E_{MII} = E_{C_{\text{conjunto}}} = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{conjunto}} \cdot v_{\text{conjunto}}^2 = \frac{1}{2} \cdot (0,15) \cdot (2,0)^2 = 0,30 \text{ J}$$

A energia mecânica do conjunto, na situação da figura I, é maior que na figura II, pois, tendo a colisão provocado deformação do bloco, parte da energia mecânica foi dissipada.

Física – Questão 03

Pretendendo instalar um aquecedor em seu quarto, Daniel solicitou a dois engenheiros. Alberto Pedrosa e Nilton Macieira. fazerem, cada um, um projeto de um sistema de aquecimento em que se estabelecesse uma corrente de 10 A, quando ligado a uma rede elétrica de 220 V. O engenheiro Pedrosa propôs a instalação de uma resistência que, ligada à rede elétrica, aqueceria o quarto por efeito Joule.

Considere que o quarto de Daniel tem uma capacidade térmica de $1,1 \times 10^5 \text{ J/}^\circ\text{C}$.

1. Com base nessas informações, **CALCULE** o tempo mínimo necessário para que o aquecedor projetado por Pedrosa aumente de $5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ a temperatura do quarto.

Por sua vez, o engenheiro Macieira propôs a instalação, no quarto de Daniel, de uma bomba de calor, cujo funcionamento é semelhante ao de um aparelho de ar condicionado ligado ao contrário. Dessa forma, o trabalho realizado pelo compressor do aparelho é utilizado para retirar calor da parte externa e fornecer calor à parte interna do quarto. Considere que o compressor converte em trabalho toda a energia elétrica fornecida à bomba de calor. Com base nessas informações,

2. **RESPONDA:**

O sistema proposto por Macieira aquece o quarto mais rapidamente que o sistema proposto por Pedrosa? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

1. $C = 1,1 \cdot 10^5 \text{ J/}^\circ\text{C}$

Ligando um resistor à fonte de 220 V, de forma que circule por ele uma corrente de 10 A, como proposto por Pedrosa, será dissipada uma potência térmica de:

$$P = Vi = 220 \cdot 10 = 2\,200 \text{ W}$$

$$P = 2,2 \times 10^3 \text{ W}$$

$$\text{Mas } P = \frac{Q}{\Delta t}; \quad Q = C \cdot \Delta T$$

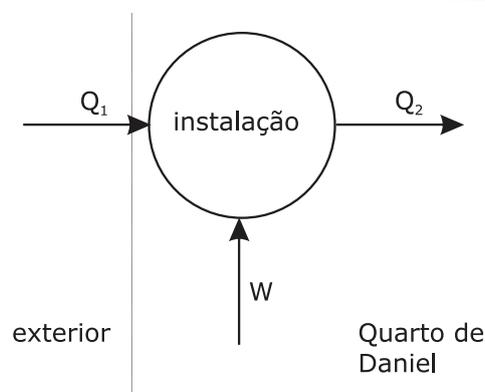
A quantidade de calor que deve ser fornecida ao quarto para elevar a sua temperatura de $5,0^\circ\text{C}$, é:

$$Q = 1,1 \times 10^5 \cdot 5 = 5,5 \times 10^5 \text{ J}$$

$$\Delta t = \frac{Q}{P} = \frac{5,5 \times 10^5}{2,2 \times 10^3} = 2,5 \times 10^2 \text{ /s}$$

$$\Delta t = 2,5 \times 10^2 \text{ /s}$$

2.



O sistema funciona como um refrigerador. Por conservação de energia, a quantidade de calor fornecida ao quarto por unidade de tempo é a soma da quantidade de calor proveniente do exterior mais o trabalho do compressor, tudo por unidade de tempo. Mas, como o compressor está ligado à fonte de 220 V e circula uma corrente de 10 A, a potência do compressor é $P = 2,2 \cdot 10^3 \text{ W}$. Ou seja, a instalação proposta por Macieira aquece mais rapidamente o quarto que aquela proposta por Pedrosa.

Física – Questão 04

Em uma loja de instrumentos musicais, dois alto-falantes estão ligados a um mesmo amplificador e este, a um microfone. Inicialmente, esses alto-falantes estão um ao lado do outro, como representado, esquematicamente, nesta figura, vistos de cima:



Ana produz, ao microfone, um som com frequência de 680 Hz e José Guilherme escuta o som produzido pelos alto-falantes. Em seguida, um dos alto-falantes é deslocado, lentamente, de uma distância d , em direção a José Guilherme. Este percebe, então, que a intensidade do som diminui à medida que esse alto-falante é deslocado.

1. **EXPLIQUE** por que, na situação descrita, a intensidade do som diminui.
2. **DETERMINE** o deslocamento d necessário para que José Guilherme ouça o som produzido pelos alto-falantes com intensidade mínima.

RESOLUÇÃO:

1. Com os alto-falantes na posição inicial, a distância deles a José Guilherme é a mesma. Com isso as ondas emitidas por eles percorrem a mesma distância até o observador (JG). Dessa forma, não há diferença entre os caminhos percorridos pelas ondas emitidas. Como as fontes estão em fase (estão ligados ao mesmo amplificador); José Guilherme está em uma posição de interferência construtiva.

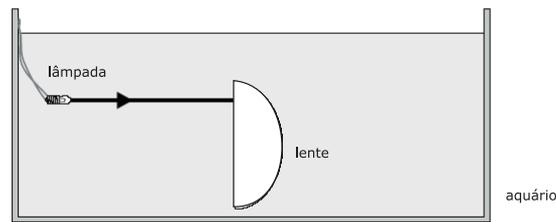
A medida que um alto-falante se aproxima dele, passa a existir uma diferença de caminho entre as ondas emitidas pelas duas fontes. Quando essa diferença de caminho for de $\frac{\lambda}{2}$, José Guilherme passará a ocupar um ponto de interferência destrutiva. Dessa forma, a medida que o alto-falante é deslocado até uma distância $d = \frac{\lambda}{2}$. A posição ocupada por J.G. deixa de ser de interferência construtiva e passa a ser de interferência destrutiva. Com isso, a intensidade do som ouvido por ele diminui.

2. A primeira vez que J.G ouvirá o som com intensidade mínima será com

$$d = \frac{\lambda}{2} . \text{ Com } v = \lambda \cdot f \rightarrow d = \frac{v}{2f}$$
$$d = 0,25 \text{ m}$$

Física – Questão 05

Em uma aula de Ciências, André mergulha uma lente oca e transparente, preenchida com ar, em um aquário cheio de água. Essa lente tem uma face plana e a outra curva, como representado nesta figura:



Um raio de luz emitido por uma lâmpada localizada no interior do aquário incide perpendicularmente sobre a face plana da lente. Considerando essas informações,

1. **TRACE**, na figura, a continuação da trajetória do raio de luz indicado até depois de ele atravessar a lente. **JUSTIFIQUE** sua resposta.
2. **INDIQUE**, na figura, a posição aproximada do foco à esquerda da lente. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

1. Pela lei de Snell: $n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2$

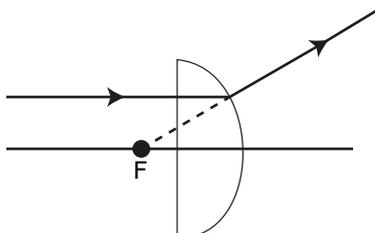
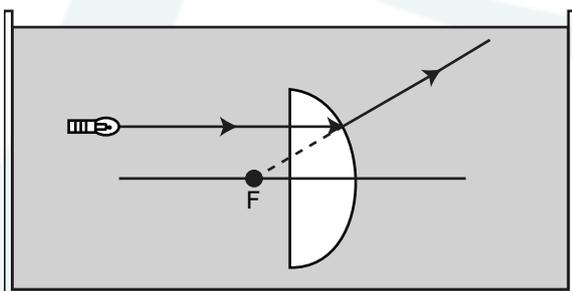
Como o raio de luz incide perpendicularmente à superfície de separação água e ar, $\theta_1 = 0^\circ$, com isso não ocorre desvio. Ao emergir da lente, o raio sofrerá um desvio. Como o índice de refração do ar (n_{ar}) é menor do que o índice de refração da água ($n_{\text{água}}$).

$$n_{\text{ar}} \text{ sen } \theta_1 = n_{\text{água}} \text{ sen } \theta_2$$

$$\frac{n_{\text{ar}}}{n_{\text{água}}} = \frac{\text{sen} \theta_1}{\text{sen} \theta_2}$$

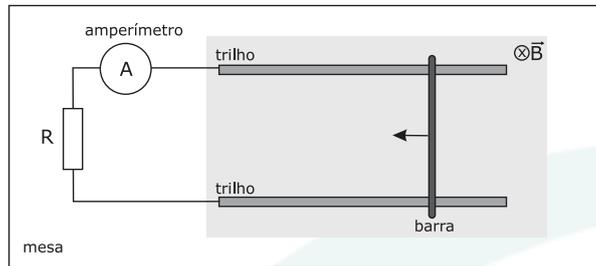
Dessa forma $\text{sen } \theta_2 < \text{sen} \theta_1$, portanto $\theta_2 < \theta_1$. Logo o raio de luz se aproxima da normal.

2. Como o raio emitido pela lâmpada é paralelo ao eixo principal da lente (divergente), o raio refratado deverá ter seu prolongamento passando pelo foco.



Física – Questão 06

Em uma aula de eletromagnetismo, o Professor Emanuel faz a montagem mostrada, esquematicamente, nesta figura:



Nessa montagem, uma barra de metal não magnética está em contato elétrico com dois trilhos metálicos paralelos e pode deslizar sobre eles, sem atrito. Esses trilhos estão fixos sobre uma mesa horizontal, em uma região onde há um campo magnético uniforme, vertical e para baixo, que está indicado, na figura, pelo símbolo \otimes . Os trilhos são ligados em série a um amperímetro e a um resistor R . Considere que, inicialmente, a barra está em repouso.

Em certo momento, Emanuel empurra a barra no sentido indicado pela seta e, em seguida, solta-a. Nessa situação, ele observa uma corrente elétrica no amperímetro.

Com base nessas informações,

1. **INDIQUE**, na figura, o sentido da corrente elétrica observada por Emanuel. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

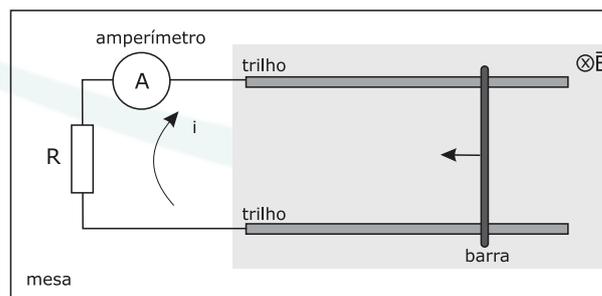
2. **RESPONDA:**

Após a barra ser solta, sua velocidade **diminui**, **permanece constante** ou **aumenta** com o tempo?

JUSTIFIQUE sua resposta.

RESOLUÇÃO:

1.

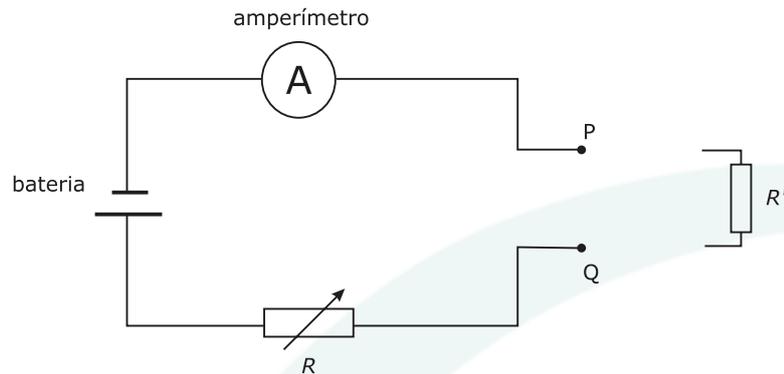


A corrente elétrica é observada no sentido horário, pois, de acordo com a Lei de Lenz, o sentido da corrente elétrica induzida é o sentido em que essa corrente produz um campo magnético para contrariar a variação de fluxo magnético. Com a barra se deslocando para a esquerda, o fluxo magnético no interior da espira tende a diminuir, o que faz com que surja uma corrente induzida no sentido horário contrariando a diminuição do fluxo.

2. A velocidade da barra diminui, porque a corrente elétrica convencional nela estabelecida está contida no plano da figura e orientada de cima para baixo. Com o uso da regra do tapa, verificamos que atua sobre ela uma força contida no plano da figura e orientada da esquerda para a direita, retardando o seu movimento.

Física – Questão 07

Um amperímetro pode ser utilizado para medir a resistência elétrica de resistores. Para isso, monta-se o circuito mostrado nesta figura:

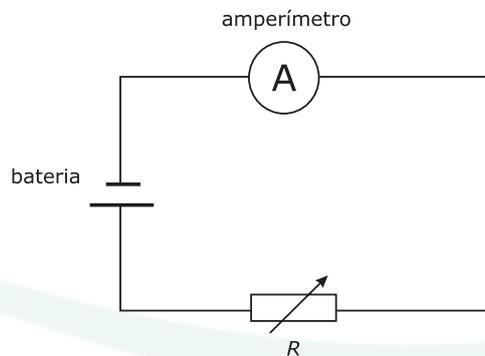


Nesse circuito, o amperímetro é ligado a uma bateria de 1,50 V e a uma resistência variável **R**. Inicialmente, os terminais **P** e **Q** – indicados na figura – são conectados um ao outro. Nessa situação, a resistência variável é ajustada de forma que a corrente no circuito seja de $1,0 \times 10^{-3}$ A. Guilherme utiliza esse circuito para medir a resistência R' de um certo componente. Para tanto, ele conecta esse componente aos terminais **P** e **Q** e mede uma corrente de $0,30 \times 10^{-3}$ A. Com base nessas informações, **DETERMINE** o valor da resistência R' .

RESOLUÇÃO:

1. Com os terminais P e Q conectados um ao outro temos o circuito:

Pela 1ª lei de Ohm:



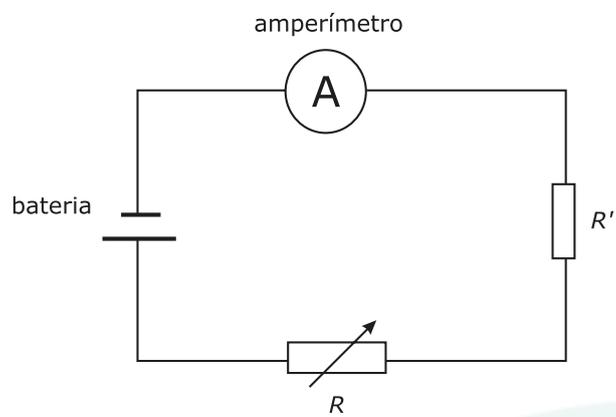
$$V = Ri$$

e considerando os instrumentos ideais:

$$1,5 = R \cdot 1 \times 10^{-3}$$

$$R = 1,5 \times 10^3 \, \Omega$$

Com R' conectado ao circuito, temos



Como R e R' estão em série, a resistência do circuito R_{eq} é dada por

$$R_{eq} = R + R'$$

Considerando que o valor do R não foi alterado, temos

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

$$1,5 = (1,5 \times 10^3 + R') \cdot 0,30 \times 10^{-3}$$

$$1,5 \times 10^3 + R' = 5 \times 10^3$$

$$R' = 3,5 \times 10^3 \Omega$$

Física – Questão 08

Em alguns laboratórios de pesquisa, são produzidas antipartículas de partículas fundamentais da natureza.

Cite-se, como exemplo, a antipartícula do elétron – o pósitron –, que tem a mesma massa que o elétron e carga de mesmo módulo, porém positiva.

Quando um pósitron e um elétron interagem, ambos podem desaparecer, produzindo dois fótons de mesma energia. Esse fenômeno é chamado de aniquilação. Com base nessas informações,

1. **EXPLIQUE** o que acontece com a massa do elétron e com a do pósitron no processo de aniquilação. Considere que tanto o elétron quanto o pósitron estão em repouso.
2. **CALCULE** a frequência dos fótons produzidos no processo de aniquilação.

RESOLUÇÃO:

1. As massas do elétron e do pósitron, que desaparecem no processo de aniquilação de par, correspondem às energias dos fótons emitidos no processo. O processo de conversão de matéria em energia é previsto pela teoria da relatividade de Einstein, e a relação entre as quantidades de massa (m) e energia (E) envolvidas estão assim relacionadas:

$$E = M \cdot c^2 \text{ em que } c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

2. A energia de um fóton (E) e a sua frequência (f) estão relacionadas pela expressão $E = h \cdot f$, em que h é a constante de Planck. Igualando as energias dos dois fótons ao equivalente em energia das massas das partículas aniquiladas (elétron e pósitron), temos

$$E_{\text{fótons}} = E_{\text{equivalentes das massas}}$$

$$2(h \cdot f) = 2 \cdot M_{\text{elétron}} \cdot c^2$$

$$f = \frac{M_{\text{elétron}} \cdot c^2}{h} = \frac{9,1 \times 10^{-31} (3,0 \times 10^8)^2}{6,6 \times 10^{-34}}$$

$$f = 1,2 \times 10^{20} \text{ Hz}$$