

FÍSICA DISCURSIVA

01 - Recentemente foram realizadas no Brasil as Paralimpíadas. Uma das modalidades esportivas disputadas foi o basquetebol. Em um determinado jogo foi observado que um jogador, para fazer a cesta, arremessou a bola quando o centro de massa da mesma estava a uma altura de 1,4 m. O tempo transcorrido desde o instante em que a bola deixa a mão ao jogador até ter o seu centro de massa coincidindo com o centro do aro foi de 1,1 s. No momento do lançamento o centro de massa da bola estava a uma distância horizontal de 4,4 m do centro do aro da cesta, estando este aro a uma altura de 3,05 m. Conforme pode ser observado na figura a seguir. Considerando a massa da bola igual a 600 g, que a resistência do ar é desprezível, o valor absoluto da aceleração gravidade como sendo 10 m/s^2 e utilizando todas as unidades no Sistema Internacional de Unidades, determine:

a) A velocidade horizontal da bola ao atingir o centro do aro.

$$m = 600 \text{ g} = 0,6 \text{ kg}$$
$$a = -10 \text{ m/s}^2$$

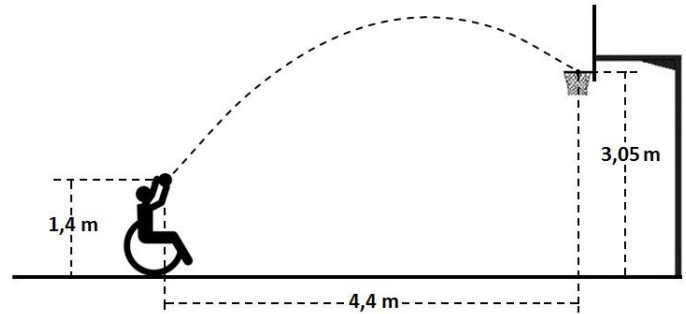
$$\text{Resp.: } V_x = 4 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 1,1 \text{ s}$$
$$\Delta x = 4,4 \text{ m}$$

$$V_x = \Delta x / \Delta t$$

$$V_x = 4,4 \text{ m} / 1,1 \text{ s}$$

$$V_x = 4 \text{ m/s}$$



b) A velocidade inicial vertical da bola.

$$y = y_0 + V_{oy} \cdot t + a \cdot t^2 / 2$$

$$V_{oy} = [3,05 - 1,4 - (-10) \cdot 1,1^2 / 2] / 1,1$$

$$\text{Resp.: } V_{oy} = 7 \text{ m/s}$$

$$y - y_0 - a \cdot t^2 / 2 = V_{oy} \cdot t$$

$$V_{oy} = (1,65 + 5 \cdot 1,21) / 1,1 = 7 \text{ m/s}$$

$$V_{oy} = (y - y_0 - a \cdot t^2 / 2) / t$$

c) A energia cinética da bola no momento do lançamento (considerando o exato instante em que a bola deixa a mão do atleta).

Como a energia cinética é uma grandeza física escalar, basta calcular a energia cinética relativa à velocidade de cada eixo e somar ambas energias.

$$K = K_x + K_y = m \cdot V_x^2 / 2 + m \cdot V_y^2 / 2 = 0,6 \cdot 4^2 / 2 + 0,6 \cdot 7^2 / 2$$

$$\text{Resp.: } 19,5 \text{ J}$$

$$K = 4,8 + 14,7 = 19,5 \text{ J}$$

Ou: Calculando o módulo da velocidade e calculando a energia cinética.

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2 \Rightarrow K = m \cdot V^2 / 2 = m \cdot (V_x^2 + V_y^2) / 2 = 19,5 \text{ J}$$

02 - Foi feito um estudo, com uma associação de resistores de acordo com a figura a seguir e esta associação foi conectada a uma fonte de tensão com força eletromotriz 7,5 V e resistência interna "r". Os valores dos resistores da associação estão na figura indicados. Todos os fios condutores são ideais e os resistores são ôhmicos. Foi verificado que a intensidade de corrente elétrica no resistor de R₂ era de 0,5 A, determine:

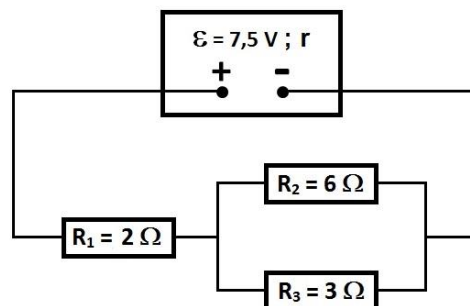
a) O resistor equivalente da associação:

$$1/R_{23} = 1/R_2 + 1/R_3 ; R_{23} = R_2 \cdot R_3 / (R_2 + R_3) =>$$

$$R_{23} = 6 \cdot 3 / (6 + 3) = 18 / 9 = 2 \Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R_{23} = 2 + 2 = 4 \Omega$$

Resp.: 4 Ω



b) A tensão elétrica nos extremos da associação de resistores:

Se a corrente em R₂ é i₂ = 0,5 A, a tensão sobre ele é:

$$U_2 = 6 \cdot 0,5 = 3 \text{ V};$$

Com isso, a tensão em R₃ também, é 3 V e a corrente em R₃ é:

$$i_3 = U_3 / R_3 = 3 / 3 = 1 \text{ A} ;$$

A soma de i₂ com i₃ é a corrente elétrica em R₁, logo: i₁ = i₂ + i₃ = 0,5 + 1 = 1,5 A;

Essa corrente é a mesma a ser considerada para o resistor equivalente à associação dos resistores. A tensão elétrica aplicada nos extremos da associação é, então:

$$U_{\text{associação}} = R_{eq} \cdot i_1 = 4 \cdot 1,5 = 6 \text{ V}$$

Resp.: 6 V

c) A resistência interna do gerador:

Resp.: 1 Ω

O rendimento do gerador pode ser calculado por: $\eta = 1 - r \cdot i_{\text{gerador}} / \epsilon$ ou por $\eta = U / \epsilon$

A corrente i_{gerador} é a mesma corrente elétrica que passa no resistor R₁, logo:

$$\eta = 1 - r \cdot i_{\text{gerador}} / \epsilon ; r = (-\eta + 1) \cdot \epsilon / i_{\text{gerador}} ; r = (-U / \epsilon + 1) \cdot \epsilon / i_{\text{gerador}} = (-6 / 7,5 + 1) \cdot 7,5 / 1,5 = 0,2 \cdot 7,5 = 1 \Omega$$

Ou:

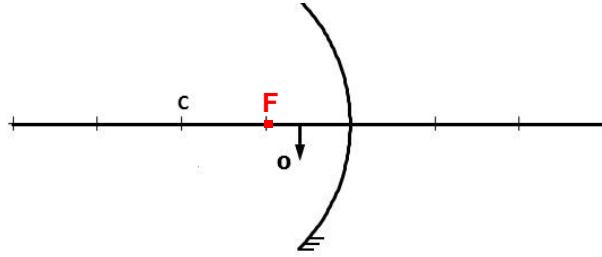
Se a força eletromotriz é 7,5 V e somente 6 V estão disponíveis nos extremos do gerador, é porque a perda de tensão dentro do gerador foi:

$$U' = \epsilon - U = 7,5 - 6 = 1,5 \text{ V}$$

A queda de tensão U' corresponde ao produto da corrente elétrica no gerador multiplicada pela intensidade de corrente elétrica que o atravessa (i₁), logo:

$$U' = r \cdot i_1 \Rightarrow r = U' / i_1 = 1,5 / 1,5 = 1 \Omega$$

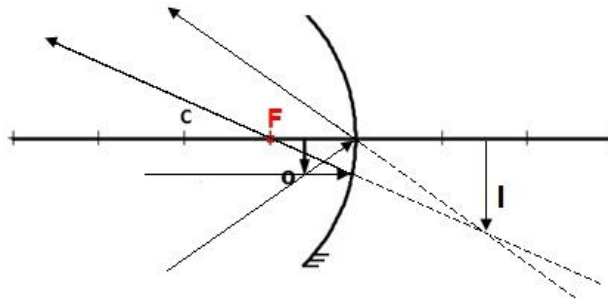
- 03 - Um espelho côncavo com raio de curvatura 10 cm e centro em C, foi posicionado de acordo com a figura a seguir. Um objeto O, com 2 cm de altura, está localizado a 3 cm do espelho e orientado para baixo, a partir do eixo principal. Os segmentos que podem ser observados sobre o eixo principal são equidistantes entre si.



- a) Na figura, assinale o foco do espelho, ressaltando-o por meio da letra F.

O foco está no centro da distância entre o espelho e o centro de curvatura do espelho, sobre o eixo principal. É o ponto F.

- b) Determine, graficamente na figura, a imagem formada, representando adequadamente no mínimo dois raios “notáveis”, antes e após a ocorrência da reflexão.



- c) Determine, apresentando os devidos cálculos, o tamanho da imagem. É sabido que a ampliação corresponde ao simétrico da razão entre a distância da imagem ao espelho e a distância do objeto ao espelho ou a razão entre o tamanho da imagem e o tamanho do objeto, com as devidas orientações.

$$f = R / 2 = 10 / 2 = 5 \text{ cm ;}$$

Resp.: **-5,0 cm**

$$O = - 2 \text{ cm}$$

$$p = 3 \text{ cm}$$

$$1/f = 1/p + 1/p'$$

$$p' = f \cdot p / (p - f) = 5 \cdot 3 / (3 - 5) = - 7,5 \text{ cm}$$

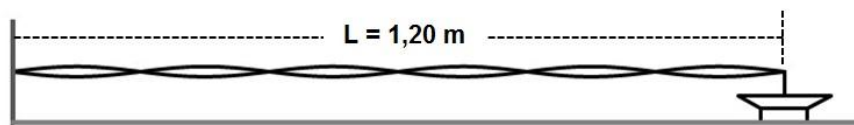
$$A = - p' / p = - (- 7,5 / 3) = 2,5$$

$$A = I / O$$

$$I = A \cdot O$$

$$I = 2,5 \cdot (- 2) = - 5,0 \text{ cm}$$

05 - Em um estudo sobre ondas estacionárias foi feita uma montagem onde uma fina corda teve uma extremidade presa em uma parede e a outra em um alto falante. Verificou-se que o comprimento da corda, desde a parede até o alto falante era de 1,20 m. O alto falante foi conectado a um gerador de sinais de maneira que houve a formação de uma onda estacionária, quando o gerador emitia uma onda com frequência 6 Hz, conforme é mostrado na figura a seguir. Determine:



a) O comprimento de onda da onda estacionária.

Resp.: **0,40 m**

$$\lambda = L / n = 1,20 / 3 = \mathbf{0,40 \text{ m}}$$

b) A velocidade de propagação da onda na corda.

Resp.: **2,4 m/s**

$$v = \lambda \cdot f = 0,4 \cdot 6 = \mathbf{2,4 \text{ m/s}}$$

06 - Uma máquina térmica teórica ideal teve um dimensionamento tal que, a cada ciclo, ela realizaria trabalho de 50 cal e cederia 150 cal para a fonte fria. A temperatura prevista para a fonte quente seria 127°C. Determine:

a) O rendimento desta máquina térmica.

Resp.: $\eta = \mathbf{0,25 = 25\%}$

$$\tau = 50 \text{ cal}; \quad Q_c = 150 \text{ cal} \quad \Rightarrow \quad Q_r = \tau + Q_c = 50 \text{ cal} + 150 \text{ cal} = 200 \text{ cal}$$

O rendimento pode ser calculado por:

$$\eta = \tau / Q_r = 50 \text{ cal} / 200 \text{ cal} = 0,25 = 25\% \quad \text{ou:}$$

$$\eta = 1 - Q_c / Q_r = 1 - 150 / 200 = 1 - 0,75 = 0,25 = 25\%$$

b) A temperatura prevista para a fonte fria, em graus celsius.

a) Resp.: **27°C**

Por se tratar de máquina térmica ideal (mesmo rendimento da máquina de Carnot): $\eta = 1 - T_F / T_Q$

$$T_{\text{Quente}} = T_Q = 127^\circ\text{C} = (127 + 273) \text{ K} = 400 \text{ K} \quad (\text{exige-se que o candidato saiba converter as escalar de temperatura})$$

$$\eta = 1 - T_F / T_Q \quad \Rightarrow \quad \eta - 1 = - T_F / T_Q$$

$$T_F = (1 - \eta) \cdot T_Q = (1 - 0,25) \cdot 400 = 0,75 \cdot 400 = 300 \text{ K} = 300 \text{ K} - 273 \text{ K} = 27^\circ\text{C}$$

Ou:

Para uma máquina térmica ideal é válida a proporção direta entre as temperaturas e as quantidades de calor, a saber:

$$\frac{T_Q}{T_F} = \frac{Q_r}{Q_c} \Rightarrow T_F = \frac{Q_c \cdot T_Q}{Q_r} = \frac{150 \cdot 400}{200} = 300 \text{ K} - 273 \text{ K} = 27^\circ\text{C}$$

07 - O raio da roda de uma bicicleta é 35 cm. No centro da roda tem uma engrenagem cujo raio é 4 cm. Esta engrenagem, por meio de uma corrente, é acionada por outra engrenagem com raio 8 cm. O pedal da bicicleta movimenta a engrenagem de raio 8 cm. Um ciclista desloca-se, fazendo uso desta bicicleta e, a cada três voltas do pedal, é necessário o transcurso de 2 s. Determine:

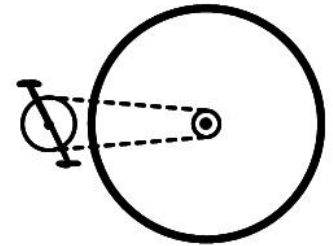
Obs.: represente a constante pi apenas por π . Não é necessário substituir o seu valor numérico nos cálculos.

a) A velocidade angular da engrenagem do pedal, em radianos por segundo.

$$R_{\text{pedal}} = 8 \text{ cm}; \quad n = 3 \text{ voltas}; \quad t = 2 \text{ s}$$

$$\omega = 3 \text{ voltas} / 2 \text{ s} = 1,5 \text{ voltas} / \text{s} = 1,5 \cdot 2 \cdot \pi \text{ rad} / \text{s} = 3 \pi \text{ rad} / \text{s}$$

Resp.: $3 \pi \text{ rad} / \text{s}$



b) O valor absoluto da velocidade linear de um dos elos da corrente que liga a engrenagem do pedal à engrenagem da roda.

A velocidade de cada elo é a mesma velocidade tangencial da engrenagem com raio 8 cm e da engrenagem com raio 4 cm.

$$V_{\text{engrenagem do pedal}} = \omega \cdot R_{\text{pedal}} = 3 \cdot \pi \cdot 8 = 24 \pi \text{ cm/s}$$

Resp.: $24 \pi \text{ cm/s}$ ou $0,24 \pi \text{ m/s}$

c) A distância percorrida pela bicicleta se o ciclista mantiver a velocidade constante, nas condições citadas no enunciado do problema, durante 5 minutos?

A velocidade da tangencial da engrenagem do centro da roda é a mesma velocidade tangencial da engrenagem do pedal.

$$R_{\text{centro da roda}} = 4 \text{ cm}; \quad t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s.}$$

$$V_{\text{engrenagem do pedal}} = V_{\text{centro da roda}} = \omega_{\text{centro da roda}} \cdot R_{\text{centro da roda}}$$

Resp.: $63.000 \pi \text{ cm} = 630 \pi \text{ m}$

$$\omega_{\text{centro da roda}} = V_{\text{centro da roda}} / R_{\text{centro da roda}} = 24 \pi / 4 = 6 \pi \text{ rad} / \text{s}$$

$$\omega_{\text{roda}} = \omega_{\text{centro da roda}} = 6 \pi \text{ rad} / \text{s} = V_{\text{roda}} / R_{\text{roda}}$$

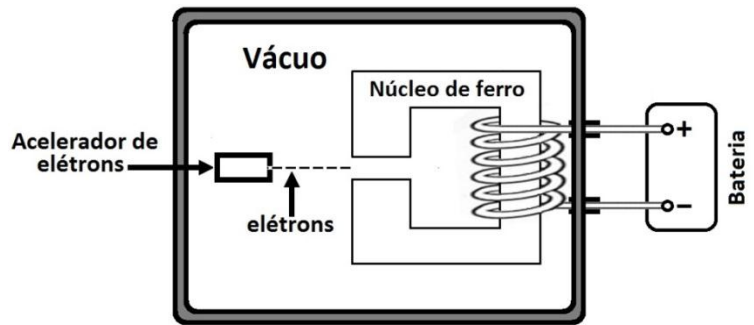
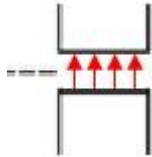
$$V_{\text{roda}} = \omega_{\text{roda}} \cdot R_{\text{roda}} = 6 \pi \cdot 35 = 210 \pi \text{ cm} / \text{s}$$

$$x = V_{\text{roda}} \cdot t = 210 \pi \cdot 300 = 63000 \pi \text{ cm} = 630 \pi \text{ m}$$

08 - Em uma câmara com vácuo, um acelerador de elétrons emite elétrons, os quais saem do acelerador em movimento retilíneo uniforme com trajetória horizontal. Um dispositivo composto por um núcleo de ferro, um solenoide e uma bateria, conforme mostrado na figura, produz um campo magnético uniforme de 0,03 T no entreferro do núcleo de ferro. O sistema tem dimensionamento tal que o campo magnético é significativo apenas no entreferro.

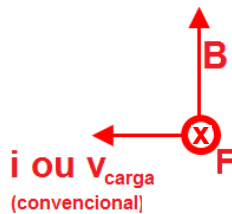
- a) Represente, no entreferro do núcleo de ferro da figura, as linhas de campo magnético. Justifique a sua resposta.

A corrente elétrica sai pelo polo positivo e, ao percorrer o solenoide ela gera um campo magnético que, pela regra da mão direita, no núcleo, dentro do solenoide, ele está orientado de cima para baixo, logo, no entreferro ele estará orientado de baixo para cima.



- b) Qual o comportamento da trajetória a ser descrita pelos elétrons ao penetrarem no entreferro do núcleo de ferro, inclusive com a indicação do sentido do movimento a ser executado, no início do movimento no entreferro, por ação do campo magnético? Justifique a sua resposta.

Por aplicação da regra da mão direita:



- a) Considerando os valores aproximados, por conveniência de cálculo, para algumas das grandezas físicas mostradas abaixo, determine a aceleração de cada elétron que penetra no entreferro do núcleo de ferro se a velocidade deles, ao iniciar o movimento no entreferro, for de 400 m/s:

$$m_{\text{elétron}} = 9.10^{-31} \text{ kg}$$

$$q_{\text{elétron}} = 1,5.10^{-19} \text{ C}$$

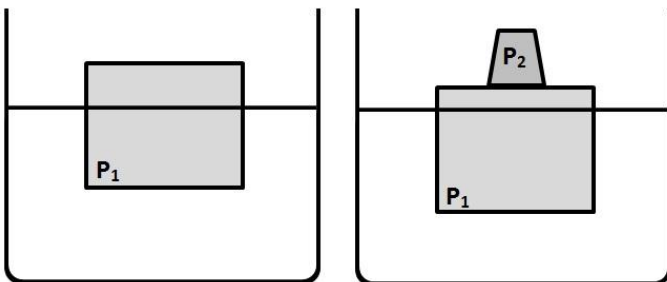
$$F = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\theta$$

$$\text{Resp.: } 2.10^{12} \text{ m/s}^2$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{q \cdot v \cdot \text{sen}\theta}{m} ; a = \frac{F}{m} = \frac{1,5.10^{-19} \cdot 400 \cdot 0,03 \cdot \text{sen } 90^\circ}{9.10^{-31}} = 2.10^{12} \text{ m/s}^2$$

09 - Um corpo com peso P_1 flutua em um líquido de maneira que o volume submerso é $1,1 \text{ m}^3$. Sobre ele foi colocado um outro corpo com peso $P_2 = 1050 \text{ N}$ e, com este procedimento, verificou-se que o conjunto dos dois corpos afunda mais um pouco de maneira que o volume submerso passou a ser $1,2 \text{ m}^3$, conforme é mostrado na figura a seguir. Considere o valor da aceleração gravitacional 10 m/s^2 . Sabendo-se que o empuxo corresponde ao peso do líquido deslocado, determine o valor da massa específica (densidade) do líquido no Sistema Internacional de Unidades.

$$\text{Resp.: } \rho = 1050 \text{ kg/m}^3 = 1,050 \text{ g/cm}^3$$



Situação 1: o empuxo é dado por:

$$P_1 = \rho \cdot V_1 \cdot g$$

Situação 2:

$$P_1 + P_2 = \rho \cdot V_2 \cdot g \text{ ou:}$$

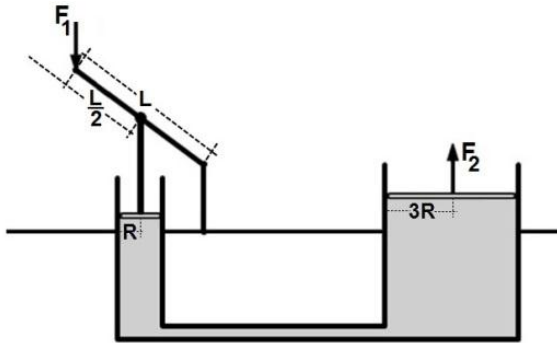
$$\rho \cdot V_1 \cdot g + P_2 = \rho \cdot V_2 \cdot g$$

$$\rho \cdot V_2 \cdot g - \rho \cdot V_1 \cdot g = P_2$$

$$\rho \cdot g \cdot (V_2 - V_1) = P_2$$

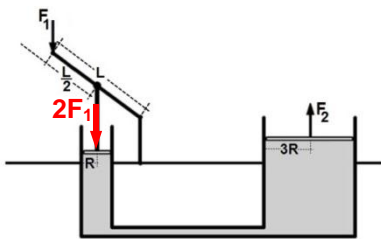
$$\rho = P_2 / [(V_2 - V_1) \cdot g] = 1050 / [(1,2 - 1,1) \cdot 10]$$

10 - O sistema representado na figura abaixo corresponde a uma prensa hidráulica com acionamento por meio de uma alavanca. O sistema está dimensionado de tal maneira que a alavanca aciona o êmbolo do cilindro menor da prensa no seu ponto central e o raio do êmbolo do cilindro maior é o triplo do raio do êmbolo do cilindro menor. Mostre qual seria a força F_2 disponível no cilindro maior, em relação à força F_1 , vertical, aplicada no cilindro menor?



Vantagem mecânica da alavanca (ganho em força da alavanca): 2

O trabalho realizado pela força F_1 é o mesmo trabalho realizado pela força aplicada sobre o pistão de raio R . Se o deslocamento do pistão é metade do deslocamento do extremo da alavanca, por ação de F_1 , então a força sobre o pistão é o dobro de F_1 .



Pelo princípio de Pascal, as variações de pressão são as mesmas em todos os pontos do fluido, logo, a variação de pressão no pistão de cilindro de raio R é igual à força $2F_1$, sobre ele aplicada, dividida pela área, a qual é igual à pressão no cilindro 2, que seria a força F_2 dividida pela área, ou seja:

$$\frac{2F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

$$\frac{2F_1}{2\pi R^2} = \frac{F_2}{2\pi(3R)^2}$$

$$\frac{2F_1}{R^2} = \frac{F_2}{9R^2}$$

$$F_2 = 18 F_1$$

Resp.: $F_2 = 18 F_1$