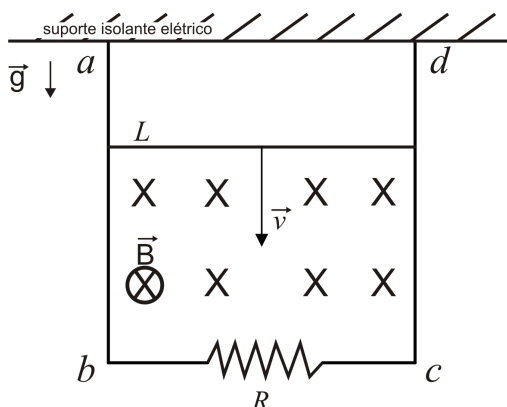


1

Analise a figura a seguir, que representa o esquema de um circuito com a forma da letra U, disposto perpendicularmente à superfície da Terra.



Esse circuito é composto por condutores ideais (sem resistência) ligados por um resistor de resistência $5\ \Omega$. Uma barra L , também condutora ideal, com massa $m = 1\text{ kg}$ e comprimento $\ell = 1\text{ m}$, encaixada por guias condutoras ideais em suas extremidades, desliza sem atrito e sempre perpendicularmente aos trilhos ab e cd . Todo o conjunto está imerso em um campo magnético constante, no espaço e no tempo, de módulo $B = 1\text{ T}$, com direção perpendicular ao plano do circuito e cujo sentido é entrando na folha. A barra é abandonada iniciando o seu movimento a partir do repouso.

Desprezando a resistência do ar e considerando que $g = 10 \frac{m}{s^2}$, calcule

- a) a corrente elétrica induzida no circuito após o equilíbrio;
b) a força eletromotriz após o equilíbrio.

Justifique sua resposta apresentando todos os cálculos realizados.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

QUESTÃO 1 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Mecânica, eletricidade e magnetismo.

Resposta esperada:

- a) A barra inicia seu movimento a partir do repouso com módulo de velocidade $v = 0$ até atingir a velocidade de equilíbrio devido à força magnética induzida, que se contrapõe à força peso. Nessa situação de equilíbrio, tem-se que

$$\vec{F}_m = -\vec{P}$$

Em módulo, tem-se que

$$F_m = B i l \sin(90^\circ) \Rightarrow F_m = B i l$$

e

$$P = m g$$

Essa condição de equilíbrio fornece:

$$m g = B i l \Rightarrow i = \frac{m g}{B l} = \frac{1 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{1 \text{ T} \cdot 1 \text{ m}} = 10 \text{ A}$$

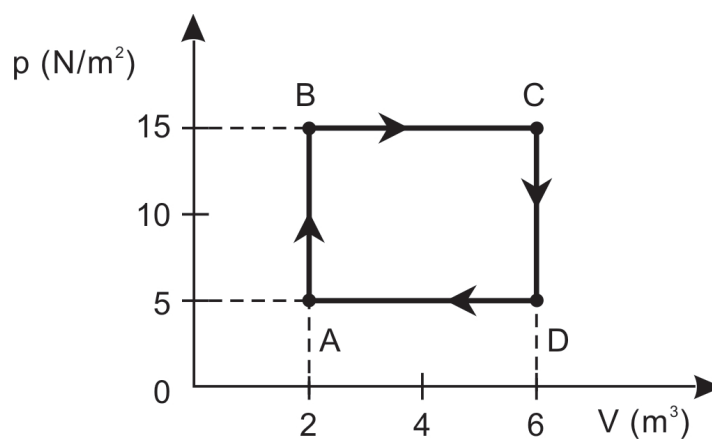
- b) Como o conjunto forma um circuito fechado com resistência R , então

$$\varepsilon = R i \Rightarrow \varepsilon = 5 \Omega \cdot 10 \text{ A} = 50 \text{ V}$$

Portanto, a força eletromotriz induzida no circuito após o equilíbrio é de 50 V.

2

Analise o gráfico a seguir, que representa uma transformação cíclica $ABCD A$ de 1 mol de gás ideal.



- a) Calcule o trabalho realizado pelo gás durante o ciclo $ABCD$.
- b) Calcule o maior e o menor valor da temperatura absoluta do gás no ciclo (considere $R = 8 \frac{J}{K \text{ mol}}$).

Justifique sua resposta apresentando todos os cálculos realizados.

[illegible]

QUESTÃO 2 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Termodinâmica: trabalho e calor, temperatura e gás perfeito.

Resposta esperada:

- a) O trabalho no ciclo $ABCD A$ não é nulo somente ao longo das transformações isobáricas, sendo igual à soma dos trabalhos de cada segmento do ciclo. Desse modo,

$$\tau_{BC} = p \Delta V = 15 \cdot (6 - 2) \text{ J} = 60 \text{ J}$$

enquanto

$$\tau_{DA} = 5 \cdot (2 - 6) \text{ J} = -20 \text{ J}$$

sendo o valor do trabalho no ciclo

$$\Delta\tau = 40 \text{ J}$$

que também corresponde à área do retângulo que define o ciclo.

- b) A equação de estado de um gás ideal é dada por

$$p V = n R T$$

Para 1 mol de um gás ideal, tem-se

$$T = \frac{p V}{R}$$

de onde segue que o maior valor da temperatura é

$$T = \frac{15 \cdot 6}{8} = \frac{45}{4} = 11,25 \text{ K}$$

enquanto o menor valor é

$$T = \frac{5 \cdot 2}{8} = \frac{5}{4} = 1,25 \text{ K}$$

3

Para colocar um pacote de 40 kg sobre a carroceria de seu veículo, um entregador de encomendas utiliza uma rampa inclinada para puxá-lo. A rampa, de 3 m de comprimento, está apoiada no chão e na carroceria e faz um ângulo de 20° com o chão, que é plano. O coeficiente de atrito cinético entre a rampa e o pacote é $0,2$. O entregador emprega uma força sobre o pacote que o faz subir pelo plano inclinado com velocidade constante. O entregador não desliza sobre a carroceria quando puxa o pacote.

Considerando o enunciado, o $\cos(20^\circ) = 0,94$, o $\sin(20^\circ) = 0,34$ e a $g = 10 \frac{m}{s^2}$,

- a) faça o diagrama de corpo livre e calcule o trabalho realizado pelo entregador sobre o pacote até este alcançar a carroceria do veículo;
- b) calcule a variação da energia potencial do pacote.

Justifique sua resposta apresentando todos os cálculos realizados.

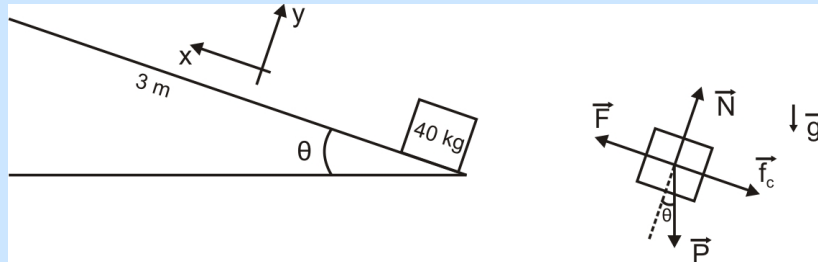
This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

QUESTÃO 3 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Conservação de energia: trabalho e energia, energia cinética e potencial, forças conservativas e não conservativas.

Resposta esperada:

a) O diagrama de corpo livre é apresentado a seguir.



O trabalho realizado pelo entregador para colocar o pacote sobre a carroceria é $W = F d$, pois a força age na direção do deslocamento.

A distância percorrida é $d = 3 \text{ m}$.

O módulo da força, F , que o entregador realiza sobre o pacote para que este suba com velocidade constante, de acordo com o sistema de coordenadas apresentado no diagrama de corpo livre, é $F = \mu_c P \cos(\theta) + P \sin(\theta)$, pois, como o pacote sobe com velocidade constante, isso significa que a força resultante sobre o pacote é igual a 0 (zero).

No eixo x , tem-se

$$F - f_c - P \sin(\theta) = 0$$

$$F = f_c + P \sin(\theta)$$

No eixo y , tem-se

$$N - P \cos(\theta) = 0$$

$$N = P \cos(\theta)$$

E como $f_c = \mu_c N = \mu_c P \cos(\theta)$, então $F = \mu_c P \cos(\theta) + P \sin(\theta)$,

$$W = F d = P (\mu_c \cos(\theta) + \sin(\theta)) d$$

$$W = M g (\mu_c \cos(\theta) + \sin(\theta)) d = 40 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,2 \cdot 0,94 + 0,34) \cdot 3 \text{ m}$$

$$W = 633,6 \text{ J}$$

b) A variação da energia potencial do pacote é $U = M g h$, onde h é a diferença de altura entre o chão e a carroceria do veículo. Nesse caso, $h = d \sin(\theta)$, de modo que

$$U = M g d \sin(\theta)$$

$$U = 40 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3 \text{ m} \cdot \sin(20^\circ)$$

$$U = 1200 \text{ J} \cdot 0,34$$

$$U = 408 \text{ J}$$

4

Observe o aspersor de impulso para jardim representado na figura a seguir.



Esse aparelho possui um orifício circular de saída de 2 mm de diâmetro, e seu bico faz um ângulo de 30° com a horizontal. Esse aspersor, quando colocado em funcionamento, fica no nível do chão e lança o jato de água em um movimento parabólico que alcança o chão a uma distância de 3 m . Considere que a velocidade da água na mangueira até o aspersor é desprezível, com relação à velocidade de saída da água do aparelho, e que a velocidade de saída da água do aspersor é v . Despreze a resistência do ar.

Dados: densidade da água $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$; $\cos(30^\circ) = 0,87$; $\sin(30^\circ) = 0,5$; pressão atmosférica $= 1,01 \times 10^5 Pa$;
 $g = 10 \frac{m}{s^2}$

Com base no enunciado, calcule

- a) a velocidade de saída da água do aspersor;
- b) a diferença de pressão necessária para o jato de água alcançar os 3 m.

Justifique sua resposta apresentando todos os cálculos realizados.

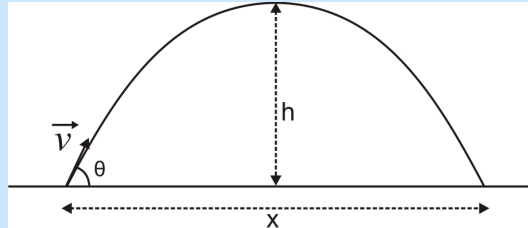
This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

QUESTÃO 4 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Dinâmica do movimento. Propriedades gerais de fluidos: equação de Bernoulli.

Resposta esperada:

a) O jato de água é lançado pelo aspersor e tem sua trajetória parabólica, como representado na figura a seguir.



O jato de água é lançado com uma velocidade \vec{v} e faz um ângulo de θ com a horizontal. Desse modo, a água tem componentes de velocidade no eixo x e no eixo y , dados por

$|\vec{v}_x| = v \cos(\theta)$, que é constante no tempo;

$|\vec{v}_y| = v \sin(\theta)$, que varia no tempo em função da aceleração da gravidade.

O módulo da velocidade v pode ser obtido pela expressão $v_{x0} = \frac{x}{t'}$, onde x é o alcance máximo e t' o tempo total do percurso. Esse tempo t' pode ser obtido do movimento realizado no eixo y , ou seja,

$$v_{yf} = v_{y0} - gt$$

$$v_{yf} = 0 \text{ (o ponto mais alto da trajetória)}$$

$$t = \frac{v_{y0}}{g}$$

$$t = \frac{v \sin(\theta)}{g}$$

O dobro desse tempo fornece o tempo total da trajetória $t' = 2t$.

Então,

$$x = v_{x0} t'$$

$$x = v \cos(\theta) 2t$$

$$x = v \cos(\theta) 2 \frac{v \sin(\theta)}{g}$$

$$x = \frac{v^2 2 \cos(\theta) \sin(\theta)}{g}$$

$$v^2 = \frac{x g}{2 \cos(\theta) \sin(\theta)}$$

$$v = \sqrt{\frac{x g}{2 \cos(\theta) \sin(\theta)}}, \text{ que é a expressão da velocidade de saída da água,}$$

$$v = \sqrt{\frac{3 \text{ m} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2 \cdot 0,87 \cdot 0,5}} \approx 5,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) Como o aspersor está no nível do solo, não existe diferença significativa de altura entre a entrada e a saída da água, e como a velocidade da água na mangueira é desprezível em relação à velocidade de saída, da equação de Bernoulli aplicada a um ponto dentro da mangueira e um ponto logo após a água sair do aspersor, tem-se

$$p_1 = p_0 + \frac{1}{2} \rho v^2, \text{ onde } p_1 \text{ é a pressão dentro da mangueira e } p_0 \text{ é a pressão atmosférica.}$$

$$\Delta p = p_1 - p_0 = \frac{1}{2} \rho v^2 = \frac{1}{2} \rho \frac{x g}{2 \cos(\theta) \sin(\theta)}$$

$$\Delta p = \frac{\rho x g}{4 \cos(\theta) \sin(\theta)}$$

$$\Delta p = \frac{10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3 \text{ m} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{4 \cdot 0,87 \cdot 0,5}$$

$$\Delta p \approx 17241 \text{ Pa}$$