

**Questão 1** – A pressão  $P$  no interior de um fluido em equilíbrio varia com a profundidade  $h$  como  $P = P_0 + \rho gh$ . A equação dos gases ideais relaciona a pressão, o volume e a temperatura do gás como  $PV = nRT$ , onde  $n$  é o número de moles e  $R$  é a constante dos gases ideais.

Uma bolha de gás de  $1,0 \text{ cm}^3$  desprende-se do fundo de um lago, a  $30,0 \text{ m}$  de profundidade, onde a temperatura é de  $5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . A temperatura na superfície do lago é de  $17,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Considere a densidade da água  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  e a pressão atmosférica  $P_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Considere a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- a) Calcule a pressão no fundo do lago.

$$P = 10^5 \text{ N/m}^2 + 1000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 30 \text{ m} = 4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

- b) Calcule as temperaturas em Kelvin equivalentes às temperaturas de  $5,0 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $17,0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$T_1 = 273 + 5 = 278 \text{ K}$$

$$T_2 = 273 + 17 = 290 \text{ K}$$

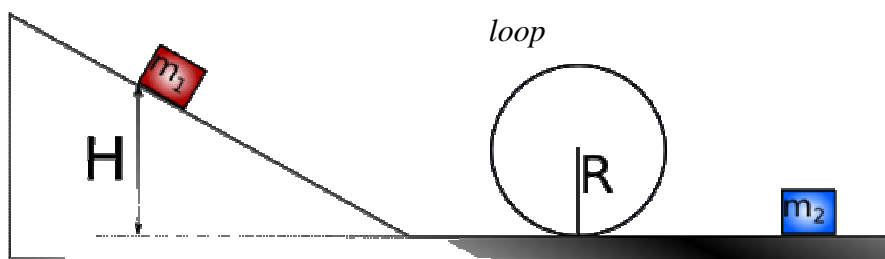
- c) Calcule o volume da bolha ao atingir a superfície do lago, supondo que a temperatura do gás no interior da bolha, quando esta chega à superfície, seja de  $17,0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{4,0 \times 10^5 \times 1}{278} = \frac{10^5 \times V_2}{290}$$

$$V_2 = \frac{290}{278} \times 4 = 1,04 \times 4 = 4,16 \text{ cm}^3$$

**Questão 2** – Um objeto de massa  $m_1 = 2,0 \text{ kg}$  é solto de uma altura  $H = 10 \text{ m}$ , em relação ao solo, em um plano inclinado. Após o plano inclinado, existe um *loop* de raio  $R = 1,0 \text{ m}$  e um objeto de massa  $m_2 = 4,0 \text{ kg}$  em repouso, como ilustra a figura a seguir. Desprezando qualquer forma de dissipação de energia, responda às perguntas abaixo.



a) O objeto de massa  $m_1$  conseguirá fazer a volta no *loop*? Justifique sua resposta.

Como não há dissipação de energia, a soma das energias potencial e cinética no alto do loop é igual à energia potencial no alto da rampa:  $m_1 g H = m_1 g 2R + \frac{1}{2} m_1 v^2$ . No alto do loop, a força centrípeta é igual à soma da força peso e da normal:  $\frac{mv^2}{R} = mg + N$ . Na situação de velocidade mínima em que o objeto completa a volta no loop, a força normal tende a zero. Assim,  $\frac{m_1 v_{\min}^2}{R} = m_1 g \therefore v_{\min}^2 = gR$ . Substituindo  $v_{\min}^2 = gR$  na equação de conservação da energia, encontramos o valor mínimo  $H_{\min}$  da altura em que o objeto é solto na rampa para que faça a volta no loop:

$$m_1 g H_{\min} = m_1 g 2R + \frac{1}{2} m_1 g R$$

$$H_{\min} = 2R + \frac{1}{2} R = \frac{5}{2} R = 2,5m$$

Como  $H = 10 \text{ m}$ , o objeto fará a volta no loop.

b) Considerando que o objeto de massa  $m_1$  faça a volta no *loop*, calcule a sua velocidade imediatamente antes de colidir com o objeto de massa  $m_2$ .

$$m_1 g H = \frac{1}{2} m_1 v^2$$

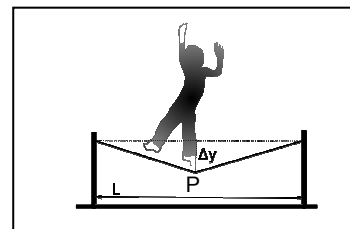
$$v = \sqrt{2gH} = 10\sqrt{2} \text{ m/s}$$

c) Calcule a velocidade do objeto de massa  $m_2$ , logo após a colisão com o objeto de massa  $m_1$ , considerando que eles sofrem uma colisão perfeitamente inelástica.

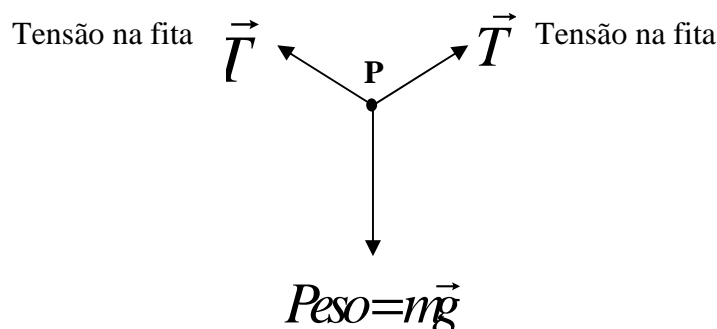
$$m_1 v = (m_1 + m_2) v_f$$

$$v_f = \left( \frac{m_1}{m_1 + m_2} \right) v = \frac{2}{6} \times 10\sqrt{2} = \frac{10}{3} \sqrt{2} \text{ m/s}$$

**Questão 3** – Um esporte que, a cada dia, fica mais popular é o *slackline*, conhecido também como corda bamba. Em uma montagem, uma fita é tensionada entre dois suportes a uma distância  $L=10,0\text{ m}$ , e uma pessoa de massa  $m = 65,0\text{ kg}$  sobe exatamente no meio da fita e fica parada em equilíbrio, como ilustra a figura ao lado. Nessa situação, a fita desce, em relação à horizontal, uma distância  $\Delta y = \frac{5}{\sqrt{3}}\text{ m}$ , no ponto onde a pessoa subiu. Com essas informações, e considerando a aceleração da gravidade  $g = 10\text{ m/s}^2$ :



- a) Faça um diagrama das forças que atuam no ponto **P** onde a pessoa se apoia sobre a fita. Identifique cada uma das forças.



- b) Calcule a tensão na fita com a pessoa sobre ela.

$$\text{sen } \alpha = \frac{\Delta y}{x} = \frac{5/\sqrt{3}}{\sqrt{5^2 + 5^2/3}} = \frac{5/\sqrt{3}}{10/\sqrt{3}} = \frac{1}{2}$$

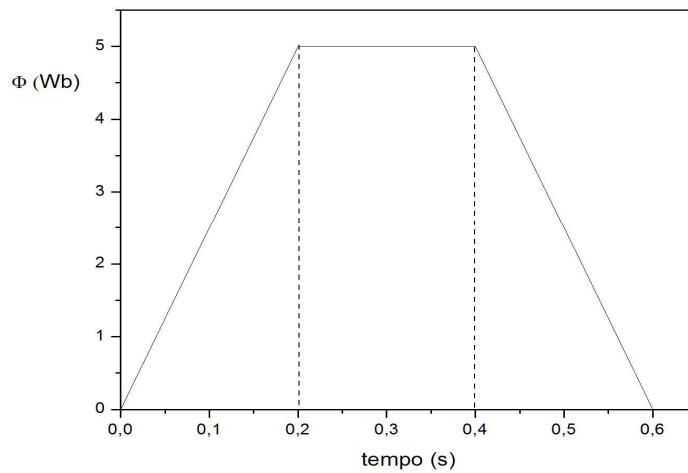
$$2T \text{sen } \alpha = P = mg$$

$$T = \frac{mg}{2 \text{sen } \alpha} = \frac{65 \times 10}{2 \times \frac{1}{2}} = 650\text{ N}$$

- c) Calcule a constante elástica da fita.

A variação de comprimento da metade da fita é  $(x-5)\text{ m} = \left(\frac{10}{\sqrt{3}} - 5\right)\text{ m} = 0,77\text{ m}$ . E a variação de comprimento da fita inteira é  $2 \times 0,77 = 1,44\text{ m}$ . Como a variação de comprimento é causada por uma força  $T = 650\text{ N}$ , a constante elástica  $K$  da fita é  $K = \frac{650\text{ N}}{1,44\text{ m}} = 451\text{ N/m}$

**Questão 4** – Em uma aula de laboratório, os alunos construíram o seguinte gráfico da variação do fluxo do campo magnético em função do tempo.

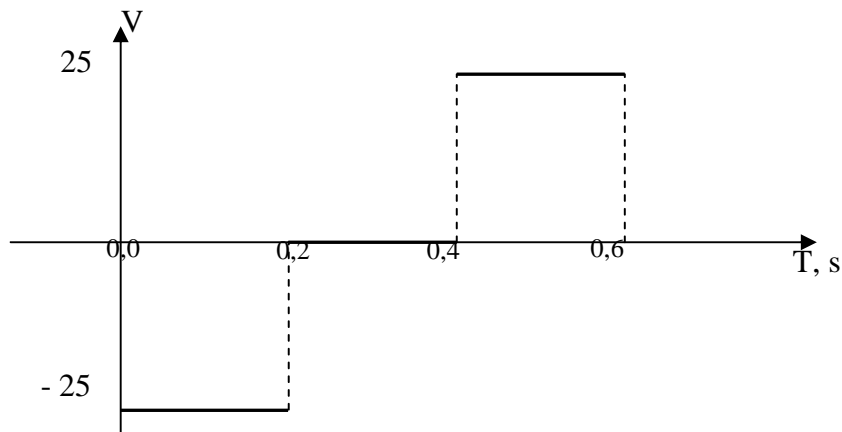


- a) Com base nesse gráfico, calcule a força eletromotriz (*f.e.m.*) induzida nos intervalos de 0,0 s a 0,2 s, de 0,2 s a 0,4 s e de 0,4 s a 0,6 s.

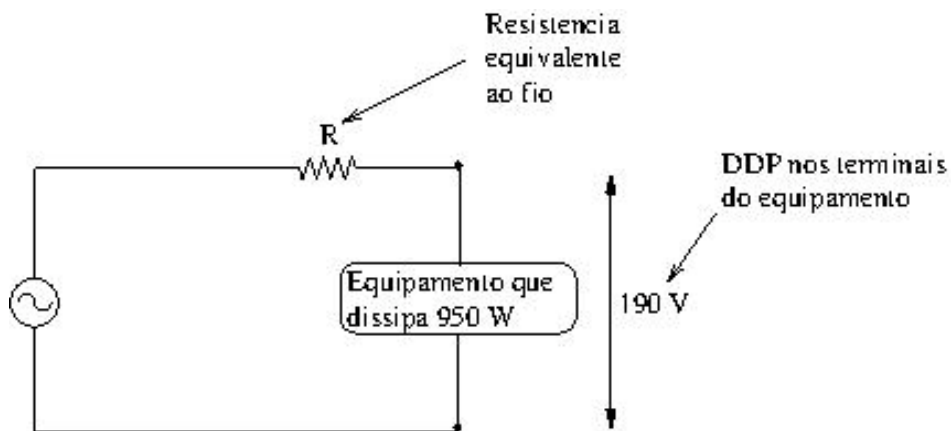
$$fem = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad fem_{(0-0,2)} = -\frac{5,0-0,0}{0,2-0,0} = -25V$$

$$fem_{(0,2-0,4)} = -\frac{5,0-5,0}{0,4-0,2} = 0V \quad fem_{(0,4-0,6)} = -\frac{0,0-5,0}{0,6-0,4} = +25V$$

- b) Construa o gráfico da *f.e.m.* induzida em função do tempo.



**Questão 5** – Um engenheiro eletricitista faz um projeto elétrico de uma oficina e, pelos seus cálculos, deverá utilizar  $10,0\text{ m}$  de cabos elétricos de cobre, com seção de  $2,5\text{ mm}^2$ , para poder ligar um novo equipamento à rede elétrica. O circuito projetado é mostrado na figura a seguir.



Sabendo que a resistividade do cobre é igual a  $1,72 \times 10^{-8}\ \Omega\text{m}$  e supondo que todo o cabo foi utilizado, determine:

- a) A resistência elétrica do cabo.

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1,72 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m} \times \frac{10\text{ m}}{2,5 \times 10^{-6}\ \text{m}^2} \approx 0,069\ \Omega$$

- b) A queda de tensão no cabo, ao conectar um equipamento de  $950,0\text{ W}$  de potência que funcione submetido a uma ddp de  $190,0\text{ V}$  em seus terminais.

$$P = VI \quad \therefore \quad I = \frac{950\text{ W}}{190\text{ V}} = 5\text{ A}$$

$$V = RI = 0,069 \times 5 = 0,34\text{ V}$$