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 cm³* desprende-se do fundo de um lago, a *30,0 m* de profundidade, onde a temperatura é de *5,0 ºC*. A temperatura na superfície do lago é de *17,0 ºC*. Considere a densidade da água $\rho = 1000\ kg/m^3$ e a pressão atmosférica $P_0 = 10^5\ N/m^2$. Considere a aceleração da gravidade $g = 10\ m/s^2$:

a) Calcule a pressão no fundo do lago.

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

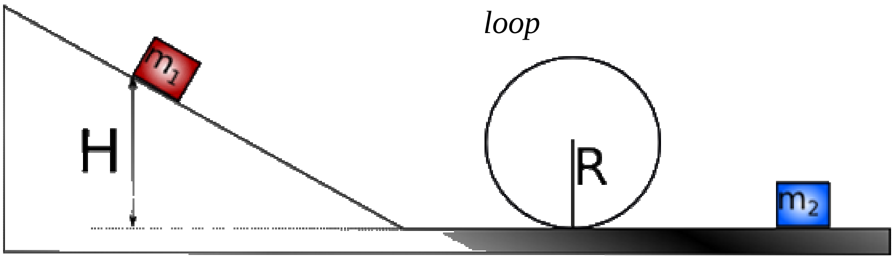
b) Calcule as temperaturas em Kelvin equivalentes às temperaturas de *5,0 ºC* e *17,0 ºC*.

$$T_1 = 273 + 5 = 278K$$
$$T_2 = 273 + 17 = 290K$$

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 ºC*.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$
$$\frac{4,0\times 10^5 \times 1}{278} = \frac{10^5 \times V_2}{290}$$
$$V_2 = \frac{290}{278}\times 4 = 1,04\times 4 = 4,16 cm^3$$

Questão 2 – Um objeto de massa *m_1 = 2,0 kg* é solto de uma altura *H = 10 m,* em relação ao solo, em um plano inclinado. Após o plano inclinado, existe um *loop* de raio *R = 1,0 m* e um objeto de massa *m_2 = 4,0 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, $\frac{m_1 v^2_{\min}}{R} = m_1 g \therefore v^2_{\min} = gR$. Substituindo $v^2_{\min} = gR$ 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:

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

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

Como H =10 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.

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

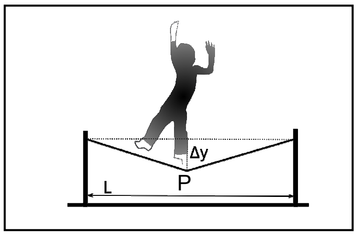
$$v = \sqrt{2gH} = 10\sqrt{2} m/s$$

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.

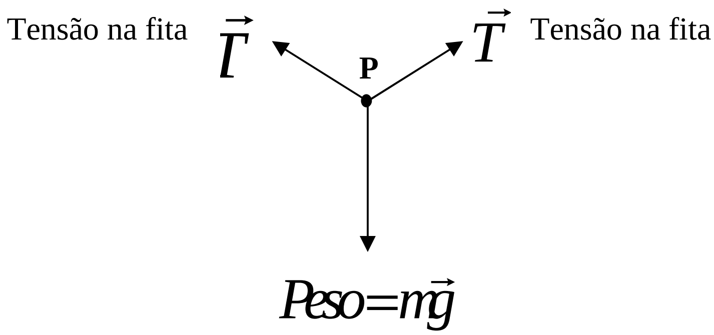
$$m_1 v = (m_1 + m_2) v_f$$

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

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 m,* e uma pessoa de massa *m = 65,0 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 $\Delta y = \frac{5}{\sqrt{3}}\, m$, no ponto onde a pessoa subiu. Com essas informações, e considerando a aceleração da gravidade *g = 10 m/s²*:



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.

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

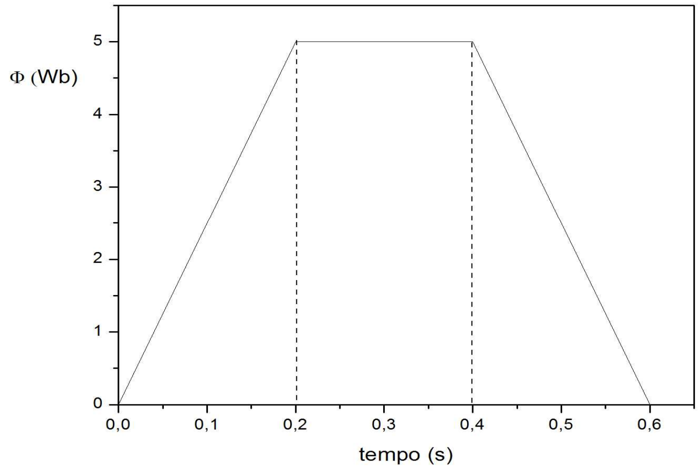
$$2T sen\,\alpha = P = mg$$

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

c) Calcule a constante elástica da fita.

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

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

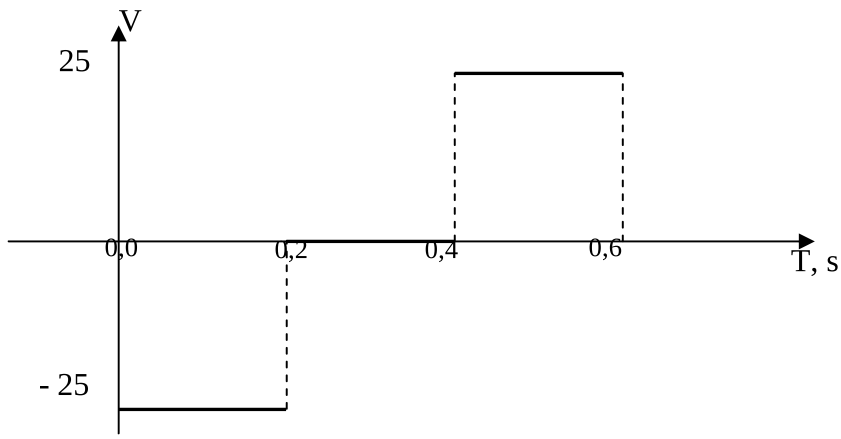


a) Com base nesse gráfico, calcule a força eletromotriz (*f.e.m.*) induzida nos intervalos de *0,0 s* a 0,2 s, de *0,2 s* a *0,4 s* e de *0,4 s* a *0,6 s*.

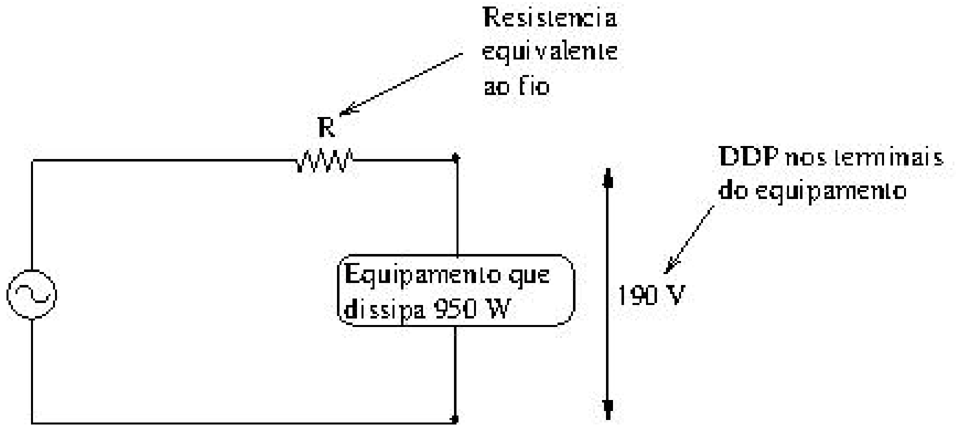
$$fem = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \qquad fem_{(0-0,2)} = -\frac{5,0-0,0}{0,2-0,0} = -25V$$

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

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



Questão 5 – Um engenheiro eletricista faz um projeto elétrico de uma oficina e, pelos seus cálculos, deverá utilizar *10,0 m* de cabos elétricos de cobre, com seção de *2,5 mm²*, 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 $1{,}72 \times 10^{-8}\ \Omega m$ e supondo que todo o cabo foi utilizado, determine:

a) A resistência elétrica do cabo.

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

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

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

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