

## Questão 1.

Deve ser admitido que a água ferve a 100 °C. A temperatura final da água e do bloco é 100 °C.

Calor recebido pela água:

$$Q_{ag} = M_{ag} C_{ag} (100-20) = 4600 \times 1 \times 80$$

$$Q_{ag} = 368000 \text{ cal}$$

Massa de água evaporada:

$$M_{vap} = 4600 + 8000 - 12540 = 60 \text{ g}$$

Calor para vaporização da água:

$$Q_{vap} = M_{vap} L = 60 \times 540 = 32400 \text{ cal}$$

Calor cedido pelo latão:

$$Q_{La} = M_{La} C_{La} (T_{forno} - 100) = 8000 \times 0,097 (T_{forno} - 100)$$

$$Q_{La} = Q_{ag} + Q_{vap}$$

$$Q_{La} = R_{La} C_{La} (T_{forno} - 100) = 8000 \times 0,097 (T_{forno} - 100)$$

$$776 (T_{forno} - 100) = 368000 + 32400$$

a)  $T_{forno} = 100 + 516 = 616 \text{ °C}$

b)  $Q_{La} = 776 (T_f - 100) = 400416 \text{ cal}$

$$\Delta V_{La} + Q_{La} = 0$$

$$\Delta V_{La} = U_{final} - U_{inicial} = -Q_{La}$$

$$\Delta U_{La} = -400416 \text{ cal}$$

## Questão 2.

As velocidades do som na água e no ar são:

$$v_{ar} = 340 \text{ m/s} \quad v_{ag} = 1500 \text{ m/s}$$

Se  $t_{ar}$  e  $t_{ag}$  são os tempos para percorrer a distância  $s$ :

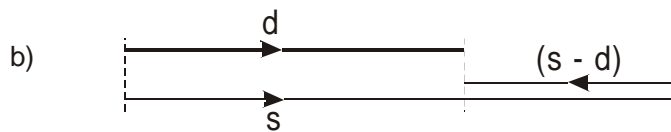
$$s = v_{ar} t_{ar} \quad \text{e} \quad s = v_{ag} t_{ag}$$

a)  $t_{ar} - t_{ag} = 2,5 \text{ s}$

$$t_{ar} - t_{ag} = \frac{s}{v_{ar}} - \frac{s}{v_{ag}} = 2,5 \text{ s}$$

$$s = \frac{2,5 \text{ s}}{\left(\frac{1}{v_{ar}} - \frac{1}{v_{ag}}\right)} = \frac{2,5 \text{ s}}{\left(\frac{1}{340} - \frac{1}{1500}\right)}$$

$$s = 1099 \text{ m}$$



Pelo ar o som percorre a distância  $d$ , enquanto pela água a distância percorrida é:

$$2s - t_{ar}t = v_{ag}t$$

$$t = \frac{2s}{v_{ag} + v_{ar}} = \frac{2 \times 1099}{1500 + 340}$$

$$t = 1,19 \text{ s}$$

### Questão 3.

Pela conservação da quantidade de movimento:

$$mV = (m + M_A)V_f$$

$V_f = 2\text{ m/s}$  é a velocidade do carrinho

$M_A = 0,400\text{ kg}$  é a massa do carrinho

$m = 0,100\text{ kg}$  é a massa de modelar

$V =$  é a velocidade da massa de modelar

$$V = \frac{m + M_A}{m} V_f = \frac{0,1 + 0,4}{0,1} 2 = 10\text{ m/s}$$

a) A quantidade de movimento da massa de modelar é

$$p = mV = 1,0\text{ kgm/s}$$

b) A energia cinética da massa de modelar é:

$$E_c = \frac{1}{2} mV^2 = 5,0\text{ J}$$

A energia potencial da mola é:

$$E_p = \frac{1}{2} Kx^2$$

Admitindo conservação da energia e mola de massa desprezível:

$$E_p = E_c \text{ ou } \frac{1}{2} Kx_0^2 = 5,0\text{ J}$$

Para  $E_0 = 0,10\text{ m}$

$$K = 1000\text{ N/m}$$

### Questão 4.

A aceleração do movimento é:

$$a = 10g = 100 \text{ m/s}^2$$

a)  $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$  ou  $\Delta t = \frac{\Delta V}{a}$

$$\Delta V = 2160 \text{ km/h} = \frac{2160}{3,6} \text{ m/s} = 600 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = \Delta V / a = 6 \text{ s}$$

b)  $\bar{I} = F \times \Delta t$

Onde a força  $F = ma = 80 \times 100 = 8000 \text{ N}$

$$\bar{I} = 48000 \text{ Ns}$$

## Questão 5.

O tempo de travessia da ponte é igual ao tempo de queda da pedra

a) Se  $s$  é o comprimento da ponte:

$$s = vt \quad \text{onde } v = 72 \text{ km/h}$$

$$h = \frac{1}{2} gt^2 = 80 \text{ m}, \quad t = \sqrt{\frac{160}{9}} = 4 \text{ s}$$

$s = vt = 80 \text{ m}$
-------------------------

b) Na direção horizontal e perpendicular à ponte a pedra se move uma distância

$$v_t = v_H t = 5 \times 4 = 20 \text{ m}$$

Na direção horizontal e paralela à ponte, a pedra acompanha o veículo. Assim, a pedra estará na linha vertical a 20 m da ponte e do veículo, e 80 m abaixo, no instante de queda.

## Questão 6.

a) Na aceleração para cima, a força exercida sobre Pedro é:

$$F_1 = P + ma = 600 \text{ N}$$

Onde  $P = mg$ ,  $a$  é a aceleração e  $m$  é a massa  
Na desaceleração, a força é:

$$F_2 = P - ma = 400 \text{ N}$$

Somando as equações:

$$2P = 1000 \text{ N}$$

$$P = 500 \text{ N e } m = 50 \text{ kg}$$

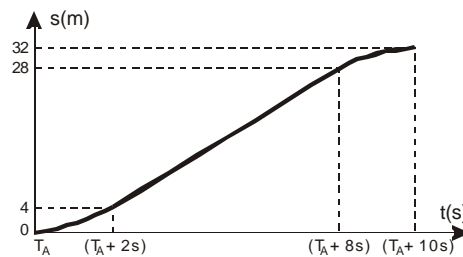
Substituindo em

$$a = \frac{600 - P}{m} = 2 \text{ m/s}^2$$

No instante  $T_1$ ,  $v = 4 \text{ m/s}$

$$v = a (T_1 - T_A) \text{ ou } = \frac{v}{a} = 2 \text{ s}$$

$$T_1 = T_A + 2\text{s}, T_B = T_2 + 2\text{s e } T_2 = T_1 + 6\text{s}$$



Questão 7.

a) Força centrípeta :  $F_1 = m \frac{v^2}{R}$

Onde  $V = 180 \text{ km/h} = 50 \text{ m/s}$  e  $R = 125 \text{ m}$

O trabalho realizado na frenagem do carro ( $F_2 \times d$ ) é igual à variação da energia cinética:

$$\frac{1}{2} mv^2 = F_2 d \quad (d = 100 \text{ m})$$

Como  $mv^2 = F_1 R$ ,  $(\frac{1}{2}) F_1 R = F_2 d$  ou

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{2d}{R} = 1,6$$

b) A velocidade angular  $\omega$  é:

$$\omega = \frac{v}{R} = 0,4 \text{ rd/s}$$

## Questão 8.

A energia potencial do objeto transforma-se em energia cinética no solo. O trabalho realizado sobre o objeto no solo é igual a esta energia cinética. O impulso da força é a quantidade de movimento do objeto ao bater no solo.

$$a) \quad v^2 = v_0^2 + 2gh = 2gh \quad (h = 80 \text{ m})$$

$$v = \sqrt{2gh} = 40 \text{ m/s}$$

$$m\Delta v = F\Delta t \quad (\Delta v = v = 40 \text{ m/s})$$

$$(m = 0,4 \text{ kg} \quad \text{e} \quad F = 4000 \text{ N})$$

$$\Delta t = \frac{m\Delta v}{F} = 4 \times 10^{-3} \text{ s} = 4 \text{ ms}$$

$$b) \quad mgh = Fd$$

$$d = \frac{mgv}{F} = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$$

Questão 9.

- a) A velocidade da esteira é igual à velocidade linear de um ponto na borda do cilindro:

$$v = \omega R \quad \text{onde } R = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

e  $\omega$  é velocidade angular:

$$\omega = 2\pi f \quad \text{onde } f = 10 \text{ Hz}$$

$$V = 2\pi f R = 3,14 \text{ m/s}$$

A pessoa deve se mover em relação à esteira com esta velocidade e em sentido oposto.

- b) Força de atrito máxima é:

$$f_{\text{at}} = \mu N = \mu P = \mu mg$$

$$\mu = 0,6 \quad m = 20 \text{ kg} \quad f_{\text{at}} = 120 \text{ N}$$

aceleração máxima:  $a = f_{\text{at}}/m$   
 $a = 6 \text{ m/s}^2$

A aceleração linear de um ponto na borda do cilindro é igual à aceleração da esteira. Se  $\alpha$  é a aceleração angular do cilindro:

$$a = \alpha R$$

e

$$\alpha = \frac{a}{R} = 120 \text{ rd/s}^2$$

## Questão 10.

a) A pressão hidrostática é:

$$P_H = dgh$$

$$h = 50 \text{ m} \quad \text{e} \quad d = 1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ou} \quad P_H = 5,0 \text{ atm}$$

Esta é a pressão exercida apenas pela coluna de água, sem incluir a pressão atmosférica.

b) A força necessária é  $F = P_H S$

onde

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (0,05)^2}{4} = 1,96 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$F = P_H S = 5,0 \times 10^5 \times 1,96 \times 10^{-3} = 982 \text{ N}$$

Esta força equivale ao peso de uma pessoa de 98 kg e não seria possível segurar com uma mão. Com as duas mãos somente uma pessoa extremamente forte.

Questão 11.

a) Admitindo temperatura inicial e final iguais:

$$P_i V_i = P_f V_f$$

$$P_i = 0,8 \text{ atm}, V_i = 15 \text{ l e } V_f = 15 + 5 = 20 \text{ l}$$

$$P_f = \frac{P_i V_i}{V_f} = 0,6 \text{ atm}$$

b)  $T = 27 \text{ }^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$ ,  $V_i = 15 \text{ l} = 0,015 \text{ m}^3$

$$P_i = 0,8 \text{ atm} = 0,8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_i V_i = nRT$$

$$n = \frac{P_i V_i}{RT} = \frac{0,8 \times 10^5 \times 0,015}{8,31 \times 300}$$

$$n = 0,48$$

Questão 12.

$$\begin{aligned} \text{a) } p_i &= 0,9 \text{ atm} = 0,9 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \\ p_e &= 0,3 \text{ atm} = 0,3 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

A força interna sobre a janela é:

$$F_i = p_i S \quad \text{onde} \quad S = 0,25 \times 0,40 = 0,10 \text{ m}^2$$

$$F_i = 9000 \text{ N}$$

e a força externa é:

$$F_e = p_e S = 3000 \text{ N}$$

A força resultante é:

$F = F_i - F_e = 6000 \text{ N}$
----------------------------------

b) Para área  $S' = 1 \text{ m}^2$ :

$$F' = (p_i - p_e) S' = 60.000 \text{ N}$$

Esta força equivale ao peso de 6000 kg. A janela deveria ser extremamente forte para suportar esta força.

### Questão 13.

a) O MRUV ocorre entre 20 e 25 s, com aceleração:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4 - 2}{25 - 20} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

Considerando  $t_0 = 20 \text{ s}$  como instante inicial:

$$v_0 = 2 \text{ m/s}$$

$$t' = t - t_0$$

$$s = s_0 + v_0 t' + \frac{a}{2} t'^2 = s_0 + 2t' + 0,2 t'^2$$

$$v = v_0 + at' = 2 + 0,4 t'$$

b) De 0 a 10 s :

$$v = 2 \text{ m/s}, \quad \Delta t = 10 \text{ s} \quad \text{e} \quad \Delta s_1 = v \Delta t = 2 \times 10 = 20 \text{ m}$$

De 10 a 20 s:

$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

velocidade estimada:  $\bar{v} \cong 1 \text{ m/s}$

$$\Delta s_2 \cong v \Delta t = 10 \text{ m}$$

De 20 a 25 s:  $\Delta t = 5 \text{ s} = t'$

$$\Delta s_3 = 2t' + 0,2 t'^2 = 15 \text{ m}$$

O deslocamento total é aproximadamente:

$$\Delta s = \Delta s_1 + \Delta s_2 + \Delta s_3 \cong 45 \text{ m}$$

## Questão 14.

- a) A velocidade do ultra-som é aproximadamente igual à velocidade do som no ar:

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$\Delta s = v \Delta t$$

No percurso de ida e volta:

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{3,4}{340} = 0,01 \text{ s}$$

$\Delta t = 0,01 \text{ s}$ ou $\Delta t = 10 \text{ ms}$
---

- b)  $v = \lambda f$                    $f = 6,8 \times 10^4 \text{ Hz}$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{6,8 \times 10^4}$$

$\lambda = 5 \times 10^{-3} \text{ m} = 5 \text{ mm}$
---

## Questão 15.

A velocidade da onda dentro da fibra é:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3,0 \times 10^8 \text{ m/s}}{1,5} = 2,0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

a) O percurso total de ida e volta é:

$$\Delta s = 2 \times 6000 \text{ km} = 1,2 \times 10^7 \text{ m}$$

$$\Delta s = v \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{1,2 \times 10^7}{2,0 \times 10^8} = 0,06 \text{ s}$$

$$\Delta t = 0,06 \text{ s} = 60 \text{ ms}$$

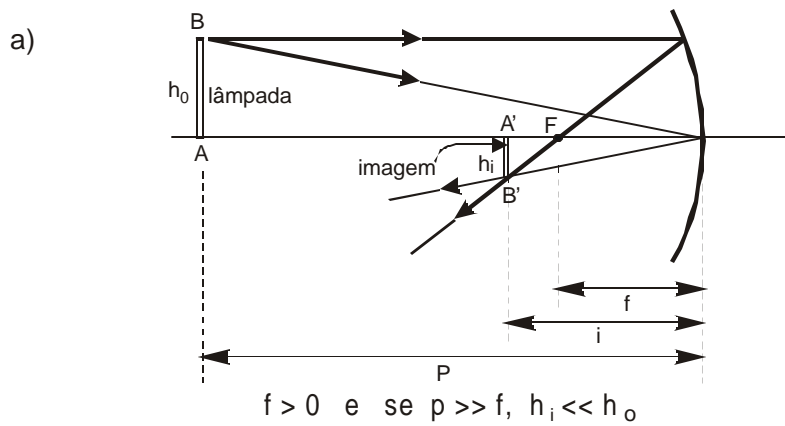
b) Para propagação no ar a velocidade é:

$$c = nv$$

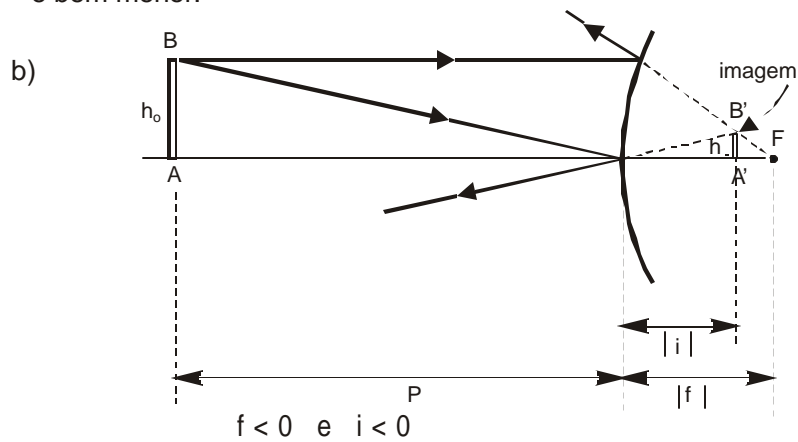
Isto é, a velocidade é 1,5 vezes maior e o tempo seria 1,5 vezes menor:

$$\Delta t = \frac{0,06 \text{ s}}{1,5} = 0,04 \text{ s} = 40 \text{ ms}$$

## Questão 16.



Forma-se uma imagem real e invertida à distância  $i$  da calota, e bem menor.



Forma-se uma imagem virtual, não-invertida e à distância  $|i|$  da calota. O tamanho da imagem é menor ( $h_i < h_0$ ).