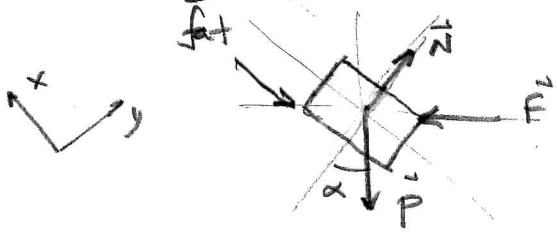
DESAFIO EM FÍSICA - 2009

1ª QUESTÃO

a) Isolando as forças que atuam sobre o bloco



* Como o bloco sobe com velocidade constante $\sum \vec{F}_i = 0$

* Como o bloco está em movimento, a força de atrito atuante é cinética, dada por $fat = \mu_c N$.

Decompomos as forças nas componentes x e y:

(1) $\sum F_x = 0 \Rightarrow F\cos\alpha - P\,sen\alpha - fat = 0 \Rightarrow$

$$F\cos\alpha - mg\,sen\alpha - \mu_c N = 0$$

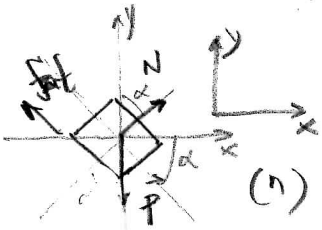
(2) $\sum F_y = 0 \Rightarrow N - F\,sen\alpha - P\cos\alpha = 0$

Queremos F, então substituímos N de (2) em (1):

$$F\cos\alpha - mg\,sen\alpha - \mu_c(F\,sen\alpha + mg\cos\alpha) = 0$$

$$\boxed{F = \frac{sen\alpha + \mu_c\cos\alpha}{(\cos\alpha - \mu_c\,sen\alpha)}\,mg}$$

b) Agora quer-se que o bloco fique girando a uma distância L fixa $\Rightarrow$ estará em movimento circular num plano horizontal. Assim, a resultante das forças no eixo x é centrípeta; e a resultante em y deve ser nula.



(1) $\sum F_x = F_{centrípeta} = \frac{mv^2}{L} \Rightarrow$

$$N\,sen\alpha - fat\cos\alpha = \frac{mv^2}{L}$$

A velocidade mínima claramente está relacionada à força de atrito estática máxima, dada por $\mu_e N$.

Assim,

(1) $N \operatorname{sen}\alpha - \mu_e N \cos\alpha = \dfrac{m v^2}{L}$

(2) $\sum F_y = 0 \Rightarrow N\cos\alpha + f_{at}\operatorname{sen}\alpha - P = 0$

$$N\cos\alpha + \mu_e N \operatorname{sen}\alpha - mg = 0 \Rightarrow N = \frac{mg}{\cos\alpha + \mu_e \operatorname{sen}\alpha}$$

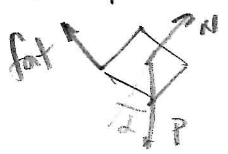
(2) em (1) :

$$\frac{\cancel{m} v^2}{L} = \frac{\operatorname{sen}\alpha - \mu_e\cos\alpha}{\cos\alpha + \mu_e\operatorname{sen}\alpha}\,\cancel{m} g \Rightarrow$$

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}\alpha - \mu_e\cos\alpha}{\cos\alpha + \mu_e\operatorname{sen}\alpha}\,Lg}}$$

onde aqui assume-se que se cumpre que $\operatorname{sen}\alpha > \mu_e\cos\alpha$

(note que esta é a condição dada no enunciado: "considere que, sem rotação, o bloco descesse", ou seja, o atrito estático não seria capaz de "segurar" o bloco. A força de atrito máxima é $f_{at}^{MAX} = \mu_e N$ e a relação limite entre α e μ_e vem da condição de equilíbrio:



$$N = mg\cos\alpha$$
$$f_{at}^{max} = mg\operatorname{sen}\alpha \Rightarrow \mu_e \cancel{mg}\cos\alpha = \cancel{mg}\operatorname{sen}\alpha$$
$$\operatorname{sen}\alpha = \mu_e\cos\alpha$$

portanto, se $\operatorname{sen}\alpha > \mu_e\cos\alpha$ o bloco desce)

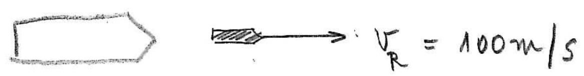
2ª QUESTÃO

$m_N = 5\times 10^3$ kg　　$m_A = 800$ kg

$v_N = 200$ m/s　　$v_A = 150$ m/s

a) $$v_{CM} = \frac{v_N \cdot m_N + v_A \cdot m_A}{(m_N + m_A)} = 193 \text{ m/s}$$

b) No referencial de repouso da nave:



; $m_p = 200 kg$

No referencial fixo às estrelas:

(p = projétil = míssil)

Por conservação de momento linear no referencial das estrelas:
momento_antes = momento_depois

ANTES: nave move-se com velocidade v_N.

$$P_{antes} = m_N \cdot v_N$$

DEPOIS: nave expele míssil $\Rightarrow$ $m_N' = m_N - m_p$

$$P_{depois} = m_N' \cdot v_N' + m_p \cdot v_p$$

$$\Rightarrow m_N v_N = (m_N - m_p) v_N' + m_p \cdot v_p \qquad (1)$$

Não conhecemos v_p diretamente, mas usamos transformação de velocidades: $v_p = v_N' + v_R$ (2) . (2) em (1):

$$m_N v_N = (m_N - m_p) v_N' + m_p (v_N' + v_R)$$

$$v_N' = \frac{m_N v_N - m_p v_R}{m_N} = \frac{(5 \times 10^3) \cdot 200 - 200 \cdot 100}{5 \times 10^3}$$

$$\Rightarrow \boxed{v_N' = 196 \ m/s}$$

c) choque totalmente inelástico. Conservação de momento:

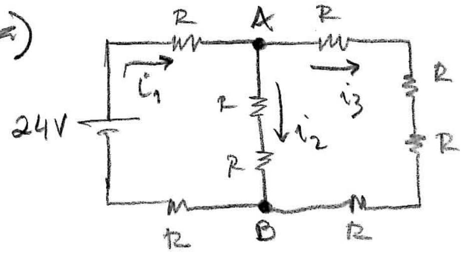
$$m_p \cdot v_p + m_A \cdot v_A = (m_p + m_A) v_F$$

sendo $v_p = v_N' + v_R = 196 + 100 = 296 \ m/s$

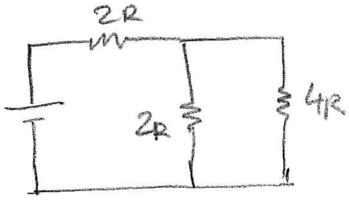
$$v_F = \frac{200 \cdot 296 + 800 \cdot 150}{1000} = 179 \ m/s$$

3ª QUESTÃO

a)

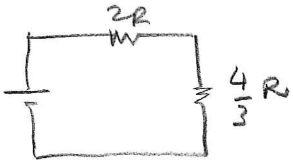


=

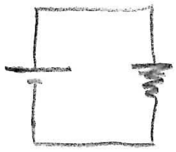


=

=



=



$R_{eq} = \frac{10}{3} R = 40\,\Omega$

$$i_1 = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{24\,V}{40\,\Omega} = 0.6\,A$$

$i_1 = i_2 + i_3$ sendo que $V_{AB} = 2R \cdot i_2 = 4R \cdot i_3$

$\Rightarrow i_2 = 2 i_3$

portanto $i_1 = 3 i_3 \Rightarrow i_3 = 0.2\,A$

$i_2 = 0.4\,A$

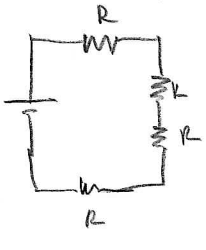
b) a maior corrente é i_1 $\Rightarrow$ devemos garantir que as resistências pelas quais i_1 passa tenham potência < 1.5W

$$P = i^2 R \Rightarrow i_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R}} = \sqrt{\frac{1.5\,W}{12\,\Omega}} = 0.35\,A$$

na configuração da letra (a) [ambas chaves fechadas]

$i_1 = 0{,}6\,A$ $\Rightarrow$ As duas chaves não podem estar fechadas!

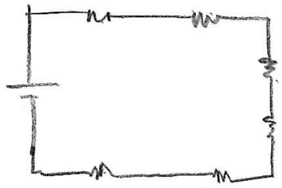
C_1 aberta ; C_2 fechada $\Rightarrow$



$R_{eq} = 4R = 48\,\Omega$

$i = \frac{24}{48} = 0{,}5\,A$ ✗

C_1 fechada ; C_2 aberta $\Rightarrow$



$R_{eq} = 6R = 72\,\Omega$

$i = \frac{24}{72} = 0.33\,A$ ✓

$\Rightarrow$ A chave C_1 deve estar fechada e C_2 aberta!

4ª QUESTÃO

$$V_{gelo} = 5 \times 10^6 \times (10^3\ m)^2 \cdot 3{,}0\ m = 1.5 \times 10^{13}\ m^3$$

O gelo sofre um empuxo da água salgada que equilibra seu peso:

$$E = M_{gelo} \cdot g \Rightarrow \rho_{mar} \cdot \cancel{g}\, V_{submerso} = \rho_{gelo} \cdot V_{gelo} \cdot \cancel{g}$$

$$V_{submerso} = \rho_{gelo} \cdot V_{gelo} / \rho_{mar} = 1.34 \times 10^{13}\ m^3$$

Ao derreter todo o gelo (gelo = água doce), o volume que passa a ocupar é: $M_{gelo} = M_{água}$

$$V_{água} = \frac{M_{gelo}}{\rho_{água}} = \frac{\rho_{gelo}}{\rho_{água}} \cdot V_{gelo} = \frac{0.92}{1.00} \cdot 1.5 \times 10^{13}$$

$$= 1.38 \times 10^{13}\ m^3$$

A diferença de volume entre a água (gelo derretido) e o volume de gelo originalmente submerso será responsável pelo aumento do nível do mar:

$$\Delta V = V_{água} - V_{submerso} = (1.38 - 1.34) \times 10^{13}\ m^3 =$$

$$= 4 \times 10^{11}\ m^3$$

A elevação da altura do mar é:

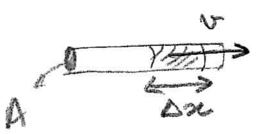
$$\Delta h = \frac{\Delta V}{A_{oceanos}} = \frac{4 \times 10^{11}\ m^3}{3.6 \times 10^8 \times 10^6\ m^3} = 1.1 \times 10^{-3}\ m$$

Oh, apenas 1.1 mm!

5ª QUESTÃO

$A = \pi (d/2)^2$

$= \pi .$



Consideramos um elemento do jato, de massa $\Delta m = \rho_{H_2O} \cdot \Delta V = \rho_{H_2O} \cdot A \cdot \Delta x$

O impulso que este jato gera é $I = \Delta m \cdot v = F \cdot \Delta t$

$$\rho_{H_2O} \cdot A \cdot \Delta x \cdot v = F \cdot \Delta t \Rightarrow F = \rho_{H_2O} \cdot A \cdot v^2$$

mas Av é a vazão $= 3\ell/s = 3\times10^{-3}\,m^3/s$

$$F = \rho_{H_2O}\cdot\frac{(Av)^2}{A} = 10^3\,\frac{kg}{m^3}\cdot\frac{(3\times10^{-3}\,m^3/s)^2}{\pi(0{,}01m)^2}$$

$$= \frac{9\times10^{-3}}{\pi\times10^{-4}}\,\frac{kg}{\cancel{m^3}}\cdot\frac{m^6}{\cancel{m^2}}\cdot\frac{1}{s^2} = 29\,N$$

6ª QUESTÃO

De acordo às informações dadas:

$$m_e v = \frac{h}{\lambda} \quad (1) \quad ; \quad 2\pi r = n\lambda \quad (2)$$

$$F_{cent} = \frac{mv^2}{r} = \frac{k_e e^2}{r^2} \quad (3) \quad ; \quad E_{TOT} = \frac{1}{2}m_e v^2 - \frac{k_e e^2}{r} \quad (4)$$

de (3') $\Rightarrow$ $m_e v^2 = \dfrac{k_e e^2}{r}$ ou $(mv)^2 = m\,\dfrac{k_e e^2}{r}$ (5)

$(1)\times(2) \Rightarrow$ $m_e v\cdot 2\pi r = nh$ (6)

$(6)^2/(5) \Rightarrow$ $\dfrac{\cancel{(m_e v)^2}(2\pi r)^2}{\cancel{(mv)^2}} = \dfrac{n^2h^2}{m_e k_e e^2}\cdot r \Rightarrow r = \dfrac{n^2h^2}{4\pi^2 m_e k_e e^2}$ (7)

de (4) e (3'): $E_{TOT} = \dfrac{1}{2}m_e v^2 - \dfrac{k_e e^2}{r} = \dfrac{1}{2}\dfrac{k_e e^2}{r} - \dfrac{1}{2}\dfrac{k_e e^2}{r}\cdot$ $= -\dfrac{1}{2}\dfrac{k_e e^2}{r}$

$(7) \Rightarrow$ $E_{TOT} = -\dfrac{1}{2}\dfrac{k_e e^2}{n^2h^2}\cdot 4\pi^2 m_e k_e e^2 =$

$$= -\frac{2\pi^2 m_e k_e^2 e^4}{n^2h^2}$$

7ª QUESTÃO

a) $v_{ponto} = \omega r = 2\pi\cdot5\times10^6\,s^{-1}\cdot10\,m = \pi\times10^8\,m/s > c$

b) Esta é a "velocidade" dos pontos de luz projetados consecutivamente sobre a tela. não há nenhuma partícula ou luz movendo-se tangencialmente – em particular não há transmissão de informação! Einstein continua certo!