

GABARITO

3º ANO - 3ª FASE

1. Após um tempo Δt_F o observador no solo nota que o alvo da frente se deslocou uma distância $v \Delta t_F$ para frente. Conseqüentemente, para ele, a bala deve percorrer uma distância $(L + v \Delta t_F)$ até atingir o alvo. Assim:

- Para o alvo da frente $\Delta t_F = \frac{L + v \Delta t_F}{u_F} \rightarrow \Delta t_F = \frac{L}{u_F - v}$. Como $u_F = u + v$, logo

$$\Delta t_F = \frac{L}{u}$$

Para o alvo traseiro, a bala deve percorrer uma distância $(L - v \Delta t_T)$, segundo o observador no solo. Assim

- $\Delta t_T = \frac{L - v \Delta t_T}{u_T} \rightarrow \Delta t_T = \frac{L}{u_T + v}$. Como $u_T = u - v$, logo $\Delta t_T = \frac{L}{u}$

Para o atirador, a distância percorrida pela bala é L , tanto para o alvo da frente quanto o traseiro. Deste modo: $\Delta t_A = \frac{L}{u}$

2. O problema não informa a situação do corpo. Não sabemos se ele sobe, desce ou está em repouso.

Precisamos montar o diagrama de forças e verificar as possibilidades.

- $N = F \text{sen } \theta + P \text{cos } \theta$

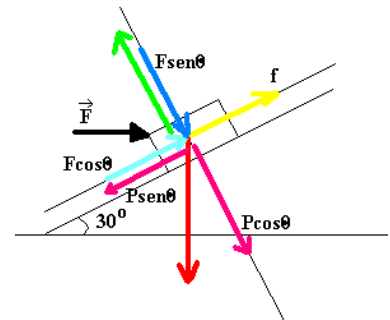
Onde obtemos $N = 100 \times 0,5 + 1000 \times 0,87 = 920 \text{ N}$

Se o corpo estivesse em repouso, a força de atrito f_r deveria ser:

- $f_r = P \text{sen } \theta - F \text{cos } \theta$

$$f_r = 1000 \times 0,50 - 100 \times 0,87 = 413 \text{ N}$$

Contudo, o atrito estático é dado por: $f_e \leq \mu_e N = 0,20 \times 920 = 184 \text{ N}$



Em outros termos, o maior valor que a força de atrito estático pode assumir é 184 N e é menor que f_r . Então o corpo não pode ficar em repouso. Ele desce e o valor da força de atrito será:

- $f = 0,17 \times 920 \text{ N} = 156,4 \text{ N}$.

3. $\rho_a = 1000 \text{ kg} / \text{m}^3 = 1,0 \text{ ton} / \text{m}^3$ $A = 200 \text{ m}^2$ $M = 204 \text{ ton}$

- Na água doce: $\rho_a A h_a g = M g$, $h_a = \frac{M}{\rho_a A}$ $\rightarrow h_a = 102 \text{ cm}$ é a altura submersa

do barco

- Sob a ponte: $\rho_p = 1,02 \rho_a = 1,02 \text{ ton} / \text{m}^3$

$$\rho_p A h_p = M, \quad h_p = \frac{M}{\rho_p A} \quad \rightarrow h_p = 100 \text{ cm} \text{ é a altura submersa do barco}$$

A altura do topo da carga à superfície da água será, portanto, de 502 cm .

Admitindo-se uma folga de 10 cm a altura total será: $h_T = 512 \text{ cm}$

- Como altura entre a superfície da água e a parte inferior da ponte varia linearmente com o tempo, ela será regida pela equação $h(t) = at + b$. Transformando a altura em centímetros, a contagem de tempos para minutos e fazendo $t = t_o = 0$ às 12:00, teremos:

$$a = \frac{h(t_f) - h(t_o)}{t_f - t_o}, \text{ com } t_f = 360 \text{ min às } 18:00 \quad \rightarrow \quad a = \frac{600 - 420}{360} = \frac{1}{2} \text{ cm} / \text{min}$$

O coeficiente b pode ser calculado fazendo: $h(0) = b = 420 \text{ cm}$

Assim, a equação que rege a altura entre a ponte e a água será: $h(t) = \frac{1}{2}t + 420$

(1)

a) Fazendo $h_T = \frac{1}{2}t + 420$, teremos $t = 184 \text{ min}$. Assim a hora que o barco pode passar com segurança será às $15:04$

b) Uma hora antes, significa $14:04$ ou $t = 124 \text{ min}$. Substituindo em **(1)**, obtemos $h = 482 \text{ cm}$. Descontados os 10 cm de folga, isto implica que a altura do topo da carga à linha d'água deve ser de 472 cm . Como sem a carga extra a altura é de 502 cm , o barco deve

afundar 30 cm a mais para poder passar sob a ponte. A altura submersa deve ser então $h_s = 130 \text{ cm}$

Teremos então $\rho_p A h_p g = (M + m)g$

- A massa da carga que deve ser adicionada é: $m = 61,2$ toneladas

4. O objeto sobre a plataforma terá, atuando sobre ele, duas forças verticais. Uma para baixo, o peso, e outra para cima, a força normal, ou seja: $P - N = m.a$, quando a plataforma estiver descendo. A situação limite será dada quando o valor de N for igual a zero. Neste caso o corpo está perdendo contato com a plataforma. Assim:

$$P = m.a \text{ ou } mg = ma \quad \Rightarrow \quad a = g.$$

A situação limite indica que a plataforma deve descer com a aceleração da gravidade. Na amplitude máxima a aceleração é $a = \omega^2 A$. Temos:

$$10 = 4\pi^2 \left(\frac{5}{\pi} \right)^2 A \quad \Rightarrow \quad A = 0,1 \text{ m.}$$

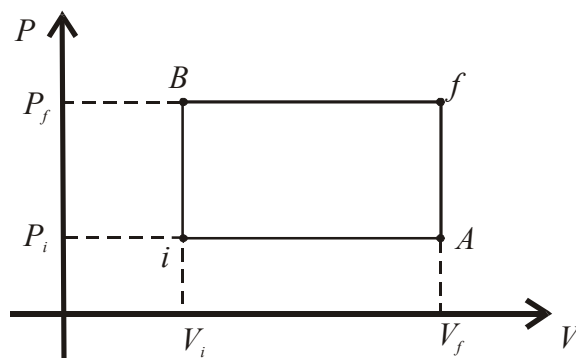
5. a) Pelo enunciado não se sabe se P_i é maior ou menor que P_f . Para verificar isto, designemos por:

- Caminho 1 $\equiv iAf$, onde A é o estado descrito no diagrama PV pelo ponto (V_f, P_i) .
- Caminho 2 $\equiv iBf$, onde B é o ponto (V_i, P_f) .

O enunciado diz que o sistema realiza trabalho no ciclo $iBfAi$. Isto implica que:

- $W_{\text{Ciclo}} = W_{iBf} + W_{fAi} > 0 \quad \Rightarrow \quad W_{iBf} > -W_{fAi}$, ou seja $W_{iBf} > W_{iAf}$.

Como, no diagrama PV , o trabalho é a área sob a curva, isto implica que $P_f > P_i$ e o diagrama é o seguinte:



b) $W_{iBf} = W_{Ciclo} - W_{fAi} = W_{Ciclo} + W_{iAf} = 200 J + 100 J = 300 J$ (O sistema realiza trabalho)

c) Da 1ª Lei da termodinâmica, $\Delta U = Q - W \rightarrow Q = \Delta U + W$

- Caminho $iAf \Rightarrow Q = (50 + 100) J = 150 J$ ($Q > 0 \Rightarrow$ o calor é fornecido ao sistema)
 - Caminho $iBf \Rightarrow Q = (50 + 300) J = 350 J$ ($Q > 0 \Rightarrow$ o calor é fornecido ao sistema)
-

6. O índice de refração é definido como $n = \frac{c}{v}$. Assim, para o amarelo $n = \sqrt{2}$. Para as cores laranja e vermelha, $n < \sqrt{2}$ e para o violeta, anil, azul e verde e parte do amarelo $n > \sqrt{2}$. O ângulo limite para a reflexão total dentro do prisma é dado por $n \sin 45^\circ = 1 \rightarrow n = \sqrt{2}$.

a) Se $n < \sqrt{2}$ não haverá reflexão total de modo que apenas luz composta das cores amarela, laranja e vermelha emergem na face AC. Nesta face, $n \sin 45^\circ = \sin \theta$, onde θ é o ângulo do feixe emergente em relação à normal à AC. Como os índices de refração decresce a partir da cor amarela, implica que θ é maior para o amarelo do que para o laranja e o vermelho. A luz emergente é espalhada.

b) Para $n > \sqrt{2}$ haverá reflexão total na face AC e o feixe incide e emerge perpendicularmente à BC. Contudo, este feixe não será de luz branca, mas sim uma superposição das cores violeta, anil, azul e verde e parte do amarelo

7.



Colocando as cargas q_1 e q_2 nas posições $x = 0$ e $x = L$, verificamos que o campo elétrico não pode se anular em $x < 0$ ou $x > L$, uma vez que, sendo estas cargas de mesmo sinal, os campos por elas criados nestas regiões terão a mesma direção e sentido. Apenas para $0 < x < L$ os campos apontarão em sentidos opostos e se anularão em um ponto a uma distância x de q_1 . Se \vec{E}_3 é o campo provocado por ambas

as cargas neste ponto, teremos:
$$\vec{E}_3 = \vec{E}_{31} + \vec{E}_{32} = \left(\frac{K q_1}{x^2} - \frac{K q_2}{(L-x)^2} \right) \vec{i} = 0$$

$$\Rightarrow (L-x)^2 = \frac{q_2}{q_1} x^2. \text{ Como } q_1 = 9 \times 10^{-6} C \text{ e } q_2 = 36 \times 10^{-6} C, \text{ então:}$$

$$(L-x)^2 = 4x^2 \Rightarrow 3x^2 + 2Lx - L^2 = 0 \Rightarrow x = \begin{cases} -L \\ L/3 \end{cases}$$

A solução negativa é descartada pelos motivos acima descritos. Como $L = 6 \text{ cm}$, q_3 deve ser colocada a 2 cm de q_1 e a 4 cm de q_2 .

Usando o fato de que campo sobre q_2 é nulo, teremos:

$$\vec{E}_2 = \vec{E}_{21} + \vec{E}_{23} = \left(\frac{K q_1}{L^2} + \frac{K q_3}{\left(\frac{2L}{3}\right)^2} \right) \vec{i} = 0 \Rightarrow \frac{q_1}{L^2} = -\frac{q_3}{\left(\frac{2L}{3}\right)^2} \Rightarrow q_3 = -\frac{4}{9} q_1$$

Resulta $q_3 = -4 \times 10^{-6} C$

8. Devido ao caráter vetorial da força ($\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$) as partículas carregadas positivamente serão desviadas para a esquerda, enquanto as negativas serão desviadas para a direita.

O raio da órbita é dado por $r = \frac{mv}{qB}$. Mas $E_c = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$

Assim $r = \frac{m}{qB} \sqrt{\frac{2E_c}{m}} \rightarrow r = \frac{\sqrt{2E_c}}{B} \frac{\sqrt{m}}{q}$

- $\frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{m_A}{m_B}} \frac{q_B}{q_A} \rightarrow r_A = r_B \sqrt{2}.$

Escrevendo $r_B = r_o$, obtemos:

$$\Rightarrow r_A = r_o \sqrt{2}$$

- $\frac{r_A}{r_C} = \sqrt{\frac{m_A}{m_C} \frac{q_C}{q_A}} \rightarrow r_A = \frac{1}{\sqrt{2}} r_C \rightarrow r_C = r_A \sqrt{2}$. Logo

$$\Rightarrow r_C = 2r_o$$

As trajetórias das partículas são mostradas abaixo.

