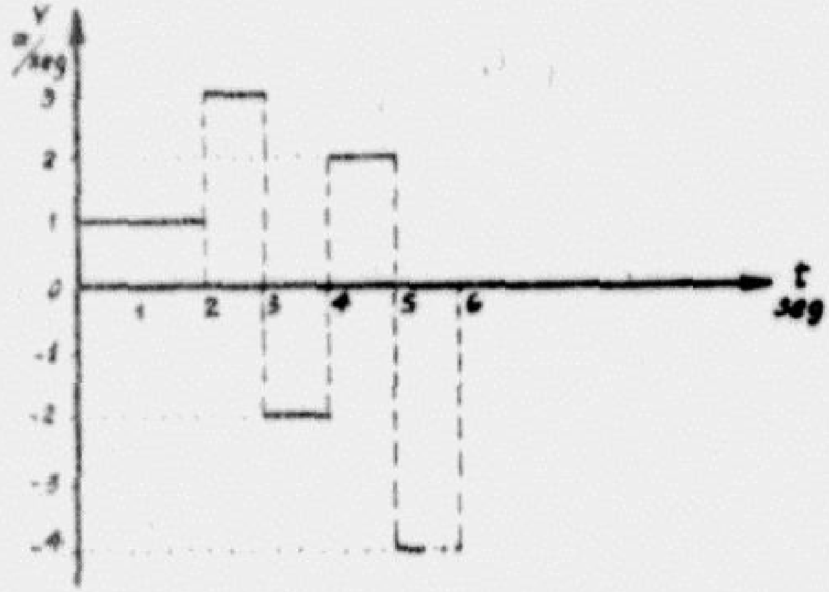
IME – FÍSICA – 1973/1974
Prova e Gabarito – JS 15/12/73 - págs. 10 e 11

1ª QUESTÃO
ITEM ÚNICO (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Do movimento de uma partícula é dado o diagrama v - t.

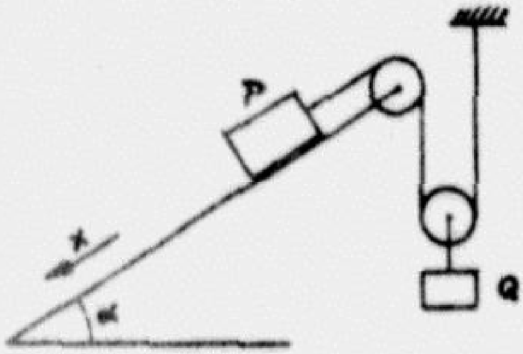
Trace o diagrama s - t sabendo que para t = 0 s = 0. (s = espaço)



2ª QUESTÃO
ITEM ÚNICO (0,6pontos)

ENUNCIADO:

Considerando os blocos de pesos P e Q da figura abaixo, determine uma expressão para a aceleração do peso P , quando este se desloca na direção X Despreze o atrito e os pesos do cabo e polias.

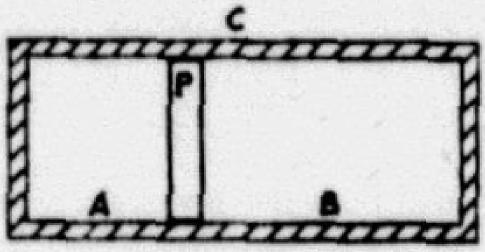


3ª QUESTÃO
ITEM ÚNICA (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Um vaso cilíndrico C tem um volume de 1000 ℓ e contém um gás perfeito inicialmente a 27°C. Este vaso é dividido pelo êmbolo P em 2 partes: A com um volume de 200 ℓ e B com um volume de 800 ℓ. O êmbolo P é adiabático, tem um coeficiente de atrito nulo, é perfeitamente estanque e de volume desprezível. Fornece-se calor a parte A até que sua temperatura atinja 327°C. A parte B permanece a 27°C.

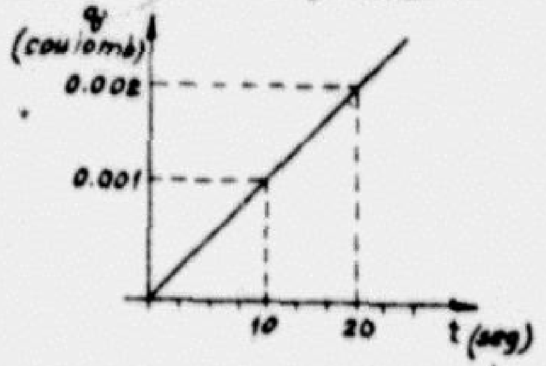
Calcule os volumes finais de A e B.

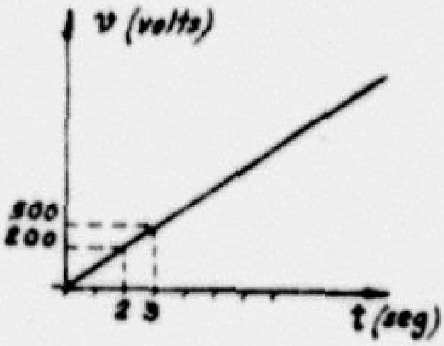


4ª QUESTÃO
ITEM ÚNICO (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Os resultados dos ensaios de um capacitor considerado ideal, expressos sob forma gráfica, são os seguintes:





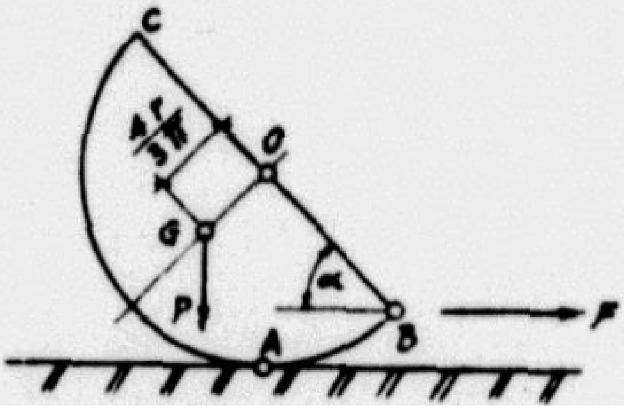
Pede-se a energia armazenada no capacitor no intervalo de tempo compreendido entre t = 0 e t = 3s.

5ª QUESTÃO
ITEM ÚNICO (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Um semi cilindro de raio r e peso P, repousa sobre uma superfície horizontal e está submetido a ação de uma força horizontal F aplicada em B, e situada no plano vertical que contém B e G. Determinar o ângulo α que a face plana BC fará com o plano horizontal no início do deslizamento, sendo μ o coeficiente de atrito na linha de contato A.

Considerar o peso P concentrado no centro de gravidade G.



6ª QUESTÃO
ITEM ÚNICO (0,6 pontos)

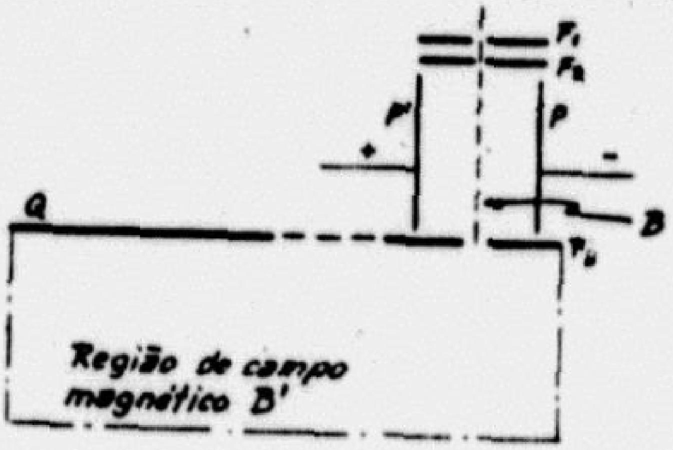
ENUNCIADO:

A figura abaixo representa um espectrômetro de massa, que separa íons que têm a mesma velocidade. Os íons depois de cruzarem as fendas F_1 e F_2, passam através de um seletor de velocidades composto de :

a) um campo elétrico $\mathcal{E}$ produzido pelas placas carregadas P e P' e b) um campo magnético B perpendicular ao campo elétrico. Os íons que não se desviam ao passar por esses campos cruzado, penetram numa região onde existe um segundo campo magnético B'. Supondo que a fonte contém dois tipos de íons, com carga unitária e massas atômicas m_1 e m_2 ($m_2 > m_1$), pode-se :

a) Esquematizar o percurso dos íons.

b) Determinar a expressão que dá a distância entre os pontos de impacto dos dois tipos de íons num plano Q.



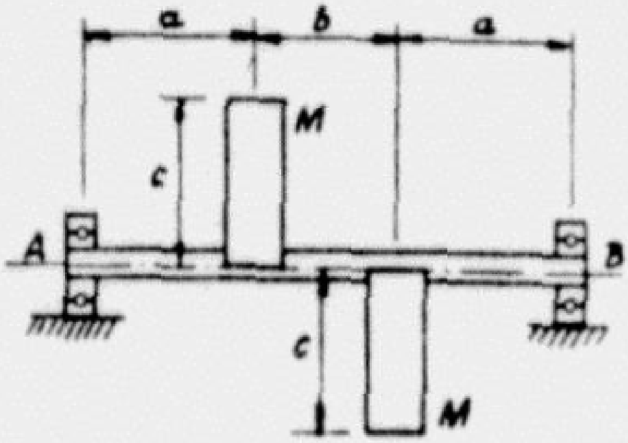
7ª QUESTÃO
ITEM ÚNICO (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Em um eixo de peso desprezível estão fixados pela base dois cilindros homogêneos, de comprimento c e massa M.

Os eixos geométricos dos cilindros e a linha AB estão situados em um mesmo plano. O conjunto gira em torno de AB, com velocidade ω, constante.

Determinar as reações nos apoios A e B, quando as massas passarem pelo plano vertical.



8ª QUESTÃO
ITEM ÚNICO (0,8 pontos)

ENUNCIADO:

A equação de um trem de ondas harmônicas simples que se propagam em uma corda tracionada é

$$y = 2 \cos 2\pi (x - t)$$, para x e y em metros e t em milisegundos.

Se, nas extremidades da corda as ondas sofrem reflexão total, pede-se :

a)- A equação do trem de ondas refletidas ;

b)- Mostrar que a amplitude da onda estacionária é

$$A = 4 \cos 2\pi x$$.

c)- As abcissas dos nós da onda estacionária quando a origem dos eixos coordenados coincide com a extremidade da corda, cujo comprimento é 2,50 metros.

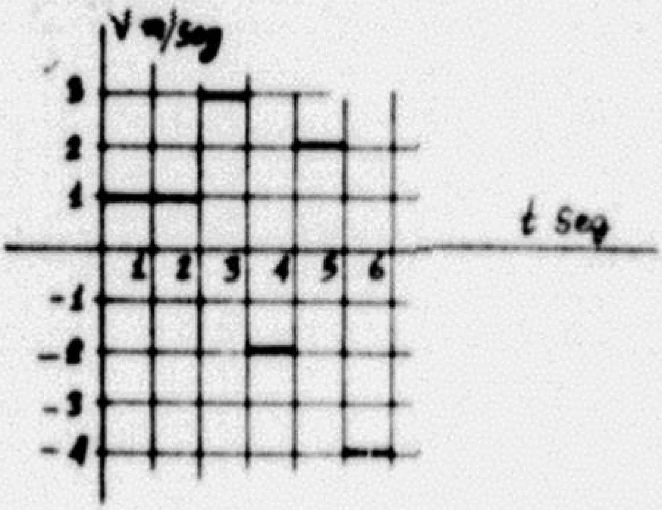
d)- Velocidade de propagação do trem de ondas.

SOLUÇÕES

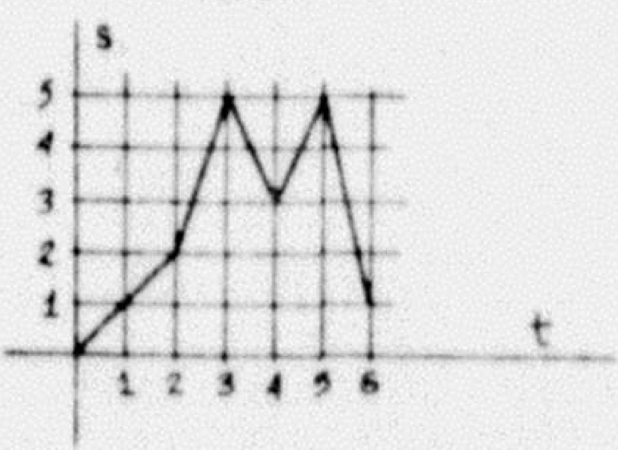
1ª QUESTÃO - ITEM ÚNICO - (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Do movimento de uma partícula é dado o diagrama v - t.
Trace o diagrama s - t sabendo que para t = 0 s = 0. (s = espaço)



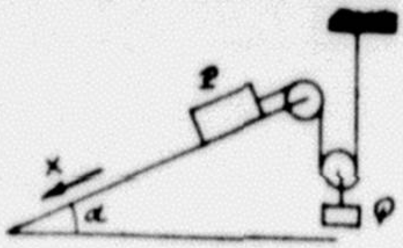
SOLUÇÃO:



2ª QUESTÃO - ITEM ÚNICO - (0,6 pontos)

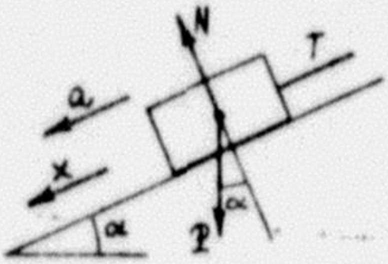
ENUNCIADO:

Considerando os blocos de pesos P e Q da figura abaixo, determine uma expressão para a aceleração do peso P, quando este se desloca na direção X.
Desprezam o atrito e os pesos do cabo e polias.



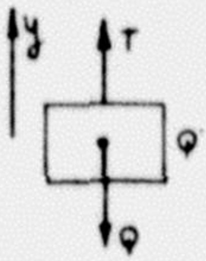
SOLUÇÃO:

A aceleração de P é o dobro da de Q:



$$\begin{cases} \sum Fi_x = 0 \\ P \operatorname{sen}\alpha - T = ma \\ P \operatorname{sen}\alpha - T = \frac{P}{g}\, a \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sum Fi_y = ma \\ 2T - Q = \frac{Q}{g} \cdot \frac{a}{2} \\ 2T = Q + \frac{Qa}{2g} \quad \therefore \quad T = \frac{Q}{2} + \frac{Qa}{4g} \quad \therefore \end{cases}$$



$$P \operatorname{sen}\alpha - \left(\frac{Q}{2} + \frac{Qa}{4g} \right) = \frac{P}{g}\, a$$

$$P \operatorname{sen}\alpha - \frac{Q}{2} - \frac{Qa}{4g} = \frac{P}{g}\, a$$

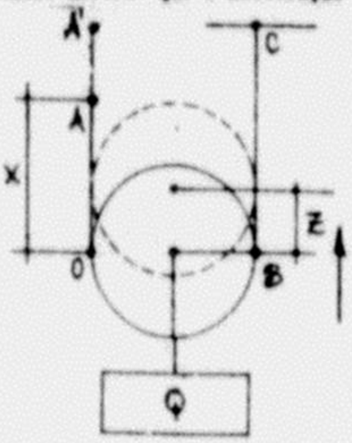
$$P \operatorname{sen}\alpha - \frac{Q}{2} = a \left(\frac{Q}{4g} + \frac{P}{g} \right) \quad \therefore \quad \frac{2\,P \operatorname{sen}\alpha - Q}{2} = \frac{a}{g} \left(\frac{Q}{4} + P \right)$$

$$a = \frac{g(2\,P \operatorname{sen}\alpha - Q)}{2\left(\frac{Q}{4} + P \right)}$$

$$a = \frac{g(2\,P \operatorname{sen}\alpha - Q) \cdot 4^{2}}{4\,(Q + 4P)}$$

$$a = \frac{2g(2\,P \operatorname{sen}\alpha - Q)}{Q + 4P}$$

OBS: É fácil mostrar que a aceleração de P é o dobro da de Q.



ℓ - comprimento do fio:

$$\begin{cases} AO + OB + BC = \ell \\ x + OB + BC = \ell \end{cases}$$

Deslocando-se A para A'; teremos:

$$A'A + x - Z + OB + BC - Z = \ell$$

$$\therefore \cancel{x} + \cancel{OB} + \cancel{BC} = A'A + \cancel{x} - Z + \cancel{OB} + \cancel{BC} - Z$$

$$\boxed{A'A = 2Z}$$

Quando A se desloca para A', o C.G. do disco se desloca de $Z = \frac{AA'}{2}$

Daí:

$$AA' = \frac{1}{2} a_1 t^2$$

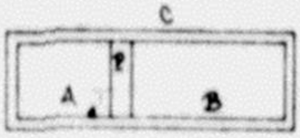
$$Z = \frac{1}{2} a_2 t^2 \qquad \boxed{a_1 = 2a_2}$$

3ª QUESTÃO - **ITEM ÚNICO** - (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Um vaso cilíndrico C tem um volume de 1000 ℓ e contém um gás perfeito inicialmente a 27°C. Este vaso é dividido pelo êmbolo P em 2 partes: A com um volume de 200 ℓ e B com um volume de 800 ℓ. O êmbolo P é adiabático, tem um coeficiente de atrito nulo, é perfeitamente estanque e de volume desprezível. Fornece-se calor à parte A até que sua temperatura atinja 327°C. A parte B permanece a 27°C.

Calcule os volumes finais de A e B.



SOLUÇÃO:

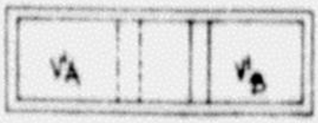
$$\frac{pV}{T} = \text{cte.}$$

Cilindro A:

$$\begin{cases} p_A \dfrac{200}{300} = \dfrac{p'_A V'_A}{600} \\ 400\, p_A = p'_A V'_A \end{cases}$$

Cilindro B:

$$\begin{cases} p_B \dfrac{800}{300} = \dfrac{p'_B \cdot V'_B}{300} \\ p_B\, 800 = p'_B V'_B \end{cases}$$



mas: $p_A = p_B$ e $p'_A = p'_B$ $\quad\therefore\quad \dfrac{400 \cdot p_A}{800 \cdot p_B} = \dfrac{p'_A}{p'_B} \dfrac{V'_A}{V'_B}$ $\qquad \boxed{V'_A = \dfrac{V'_B}{2}}$

mas: $\boxed{V'_A + V'_B = 100}$

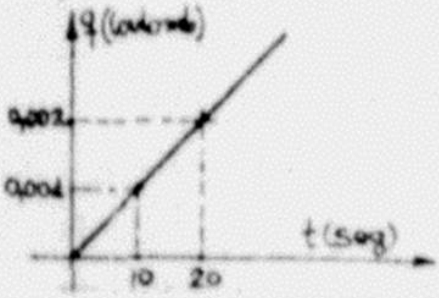
Resolvendo:

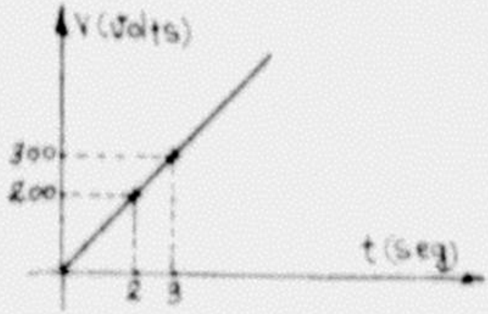
$$V'_A = \frac{1000\,\ell}{3} \quad \text{e} \quad V'_B = \frac{2000\,\ell}{3}$$

4ª QUESTÃO - ITEM ÚNICO - (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Os resultados dos ensaios de um capacitor considerado ideal, expressos sob forma gráfica, são os seguintes:





Pede-se a energia armazenada no capacitor no intervalo de tempo compreendido entre t = 0 e t = 3s.

SOLUÇÃO:

No gráfico tiramos:

$q = \frac{0,001}{10} \cdot t \quad \therefore \quad \boxed{q = 10^{-4}\, t}$

para t = 3 seg. $\boxed{q = 3 \times 10^{-4}\ C}$

Energia armazenada:

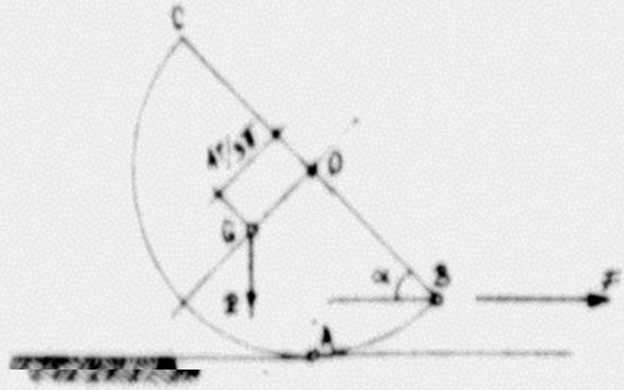
$W = \frac{1}{2}\, q\, V$

$W = \frac{1}{2} \cdot 3 \times 10^{-4} \cdot 300 = 4,5 \times 10^{-2}\ J \qquad \boxed{W = 4,5 \times 10^{-2}\ J}$

5ª QUESTÃO - ITEM ÚNICO - (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Um semi cilindro de raio r e peso P, repousa sobre uma superfície horizontal e está submetido a ação de uma força horizontal F aplicada em B, e situada no plano vertical que contém B e G. Determinar o ângulo α que a face plana BC fará com o plano horizontal no início do deslizamento, sendo μ o coeficiente de atrito na linha de contato A.
Considerar o peso P concentrado no centro de gravidade G.



SOLUÇÃO:

$$\begin{cases} \Sigma f t_x = 0 \\ F - fa = 0 \\ F = \mu N \end{cases} \quad \therefore \quad \begin{cases} \Sigma f t_y = 0 \\ N = P \end{cases} \quad \therefore \quad \boxed{F = \mu P}$$

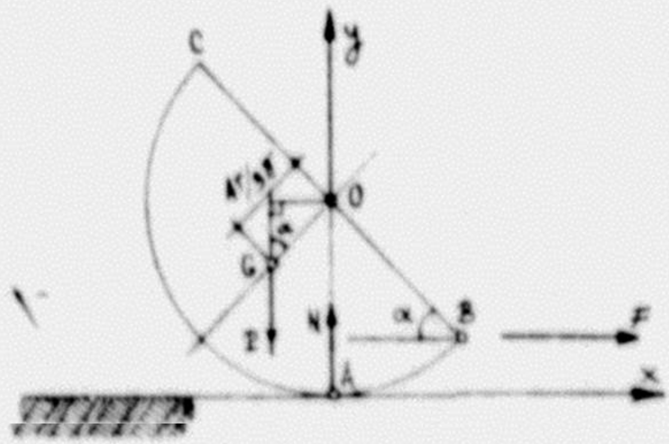
$$\Sigma M_0(F) = 0$$

$$P \cdot \frac{4r}{3\pi} \cdot \operatorname{sen}\alpha + F\, r \operatorname{sen}\alpha - fa \cdot r = 0$$

$$P \cdot \frac{4\cancel{r}}{3\pi} \cdot \operatorname{sen}\alpha + F\, \cancel{r} \operatorname{sen}\alpha - \mu N \cancel{r} = 0$$

$$\cancel{P} \cdot \frac{4}{3\pi} \cdot \operatorname{sen}\alpha + \mu \cancel{P} \operatorname{sen}\alpha - \mu \cancel{P} = 0$$

$$\operatorname{sen}\alpha \left(\frac{4}{3\pi} + \mu \right) = \mu$$



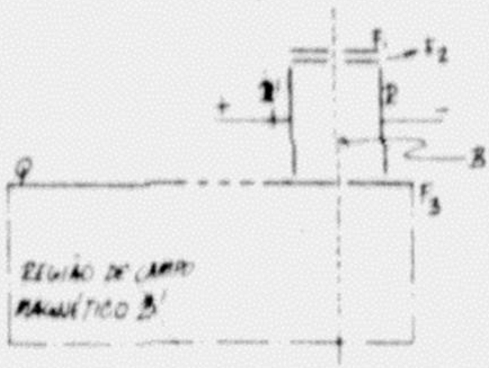
$$\operatorname{sen}\alpha = \frac{\mu}{\frac{4}{3\pi} + \mu} \quad \therefore \quad \boxed{\operatorname{sen}\alpha = \frac{3\pi\mu}{4 + 3\pi\mu}}$$

6ª QUESTÃO - **ITEM ÚNICO** - (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

A figura ao lado representa um espectrômetro de massa, que separa íons que têm a mesma velocidade. Os íons depois de cruzarem as fendas F_1 e F_2, passam através de um seletor de velocidades composto de:

a) um campo elétrico $\vec{E}$ produzido pelas placas carregadas P e P' e
b) um campo magnético B perpendicular ao campo elétrico. Os íons que não se desviam ao passar por esses campos cruzados, penetram numa região onde existe um segundo campo magnético B'. Supondo que a fonte contém dois tipos de íons, com carga unitária e massas atômicas m_1 e m_2 ($m_2 > m_1$), pode-se:



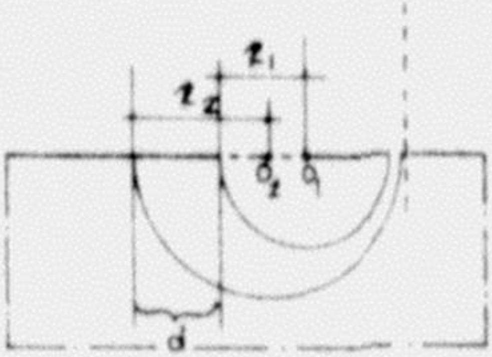
a) Esquematizar o percurso dos íons.
b) Determinar a expressão que dá a distância entre os pontos de impacto dos dois tipos de íons num plano Q.

SOLUÇÃO:

Sabemos que: $F = B' v q = m \dfrac{v^2}{R}$

$R = \dfrac{m v^2}{B' v q}$ $\therefore$ $R = \dfrac{m v}{B' q}$

mas $q = 1$ $\therefore$ $\boxed{R = \dfrac{m v}{B'}}$



Para os íons de massas m_2 e m_1

$$\begin{cases} R_1 = \dfrac{m_1 v}{B'} \\ R_2 = \dfrac{m_2 v}{B'} \end{cases}$$

Como $m_2 > m_1$, $R_2 > R_1$

$d = 2 (R_2 - R_1)$ $\therefore$

$d = 2 \left(\dfrac{m_2 v}{B'} - \dfrac{m_1 v}{B'} \right)$ $\therefore$ $d = 2 \dfrac{v}{B'} (m_2 - m_1)$

Cálculo de v: como os íons não se desviam no seletor: $F_E = F_B$

$Eq = B v q$

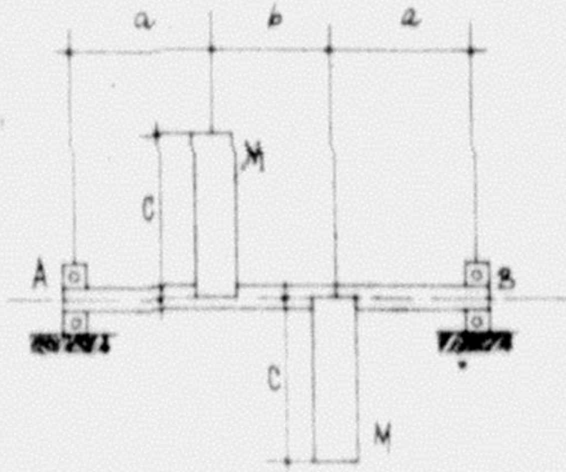
$v = \dfrac{E}{B}$ $\therefore$ $d = 2 \dfrac{E}{BB'} (m_2 - m_1)$

OBS: Consideramos para a solução, íons com cargas de mesmo sinal.

7ª QUESTÃO - **ITEM ÚNICO** - (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Em um eixo de peso desprezível estão fixados pela base dois cilindros homogêneos, de comprimento $\underline{c}$ e massa M.
Os eixos geométricos dos cilindros e a linha AB estão situados em um mesmo plano. O conjunto gira em torno de AB, com velocidade w, constante.
Determinar as reações nos apoios A e B, quando as massas passarem pelo plano vertical.



SOLUÇÃO:

$$\begin{cases} Mg + T_1 = M w^2 \dfrac{c}{2} \\ T_2 - Mg = M w^3 \dfrac{c}{2} \end{cases} \quad \therefore \quad \begin{cases} T_1 = M w^2 \dfrac{c}{2} - Mg \\ T_2 = M w^2 \dfrac{c}{2} + Mg \end{cases}$$

i) $\sum M_A(f) = 0$

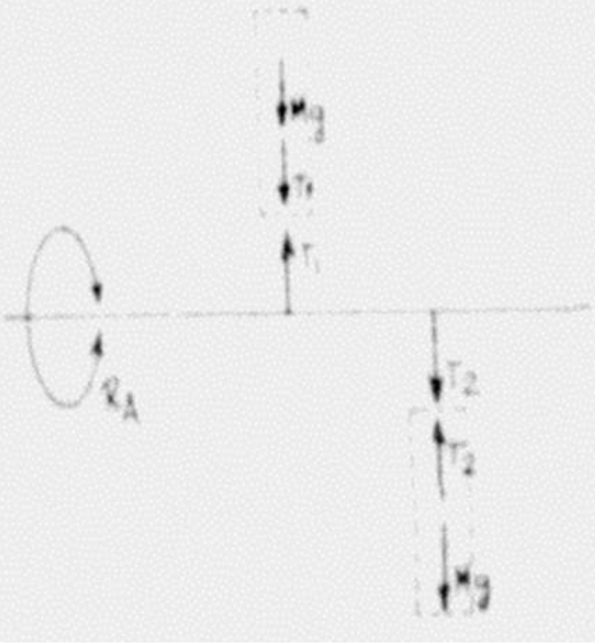
$$R_B (2a + b) + T_1 a = T_2 (b + a)$$

$$R_B (2a + b) + (M w^2 \frac{c}{2} - Mg)a = (M w^2 \frac{c}{2} + Mg)(a + b) \quad \therefore \quad \boxed{R_B = Mg + \frac{M w^2 bc}{4a + 2b}}$$

ii) $\sum M_B(f) = 0$

$$R_A (2a + b) + T_1 (b + a) = T_2 a$$

$$R_A (2a + b) + (Mw^2 \frac{c}{2} - Mg)(b + a) = (Mw^2 \frac{c}{2} + Mg)a \quad \therefore \quad \boxed{R_A = Mg - \frac{Mw^2 cb}{4a + 2b}}$$



8ª QUESTÃO - **ITEM ÚNICO** - (0,8 pontos)

ENUNCIADO:

A equação de um trem de ondas harmônicas simples que se propagam em uma corda tracionada é

$y = 2 \cos 2\pi (x - t)$, para x e y em metros e t em milissegundos.

Se, nas extremidades da corda as ondas sofrem reflexão total, pede-se:

a) - A equação do trem de ondas refletidas.
b) - Mostrar que a amplitude da onda estacionária é $A = 4 \cos 2\pi x$
c) - As abcissas dos nós da onda estacionária quando a origem dos eixos coordenados coincide com a extremidade da corda, cujo comprimento é 2,50 metros.
d) - Velocidade de propagação do trem de ondas.

SOLUÇÃO:

a) Equação: $y = 2 \cos 2\pi (x - t)$

Equação geral: $y = a \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$

Comparando, conclui-se:
$\lambda = 1\ m$ e $T = 10^{-3}$ seg.

A onda refletida tem apenas sentido contrário, então

$y_{REF} = 2 \cos 2\pi (-x - t)$

b) $y = y_1 + y_2$

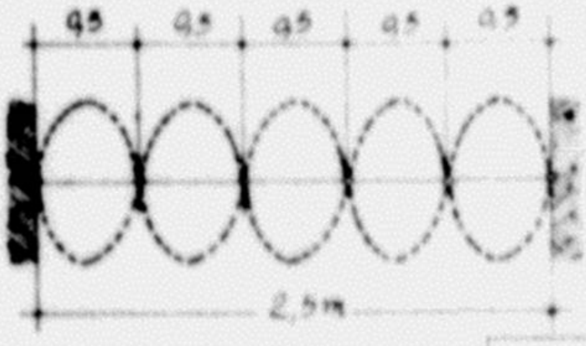
$y = 2 \cos 2\pi (x - t) + 2 \cos 2\pi (-x - t)$ logo,

$$\boxed{y = 4 . \cos 2\pi x \cos 2\pi t}$$

Comparando com a equação de onda

$$\boxed{A = 4 \cos 2\pi x}$$

c)



d) $y = 2 \cos 2\pi (x - t)$,

$$\boxed{v = \frac{dy}{dt} = 4\, \text{sen}\, 2\pi (x - t)}$$