IME – FÍSICA 76/77

JS 3/12/76 pág. 12 4/12/76 pág. 13 5/12/76 pág. 19

1a. QUESTÃO

ITEM ÚNICO (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Num vaso adiabático colocamos 1310g de água a uma temperatura desconhecida, 800g de chumbo (Pb) a 220°C, 600g de gelo a - 10°C e injetamos 50g de vapor d'água a 140°C. A temperatura final do equilíbrio foi de 20°C. A pressão se manteve constante e igual a 760 mm de Hg. Qual a temperatura inicial da água?

DADOS:

$c_{Pb} = 0,03$ cal/g °C $c_g = 0,5$ cal/g °C $c_v = 0,5$ cal/g°C

$L_f = 80$ cal/g $L_c = 540$ cal/g

OBS:

c_{Pb} - Calor específico do chumbo

c_g - Calor específico do gelo

c_v - Calor específico do vapor d'água

L_f - Calor latente de fusão do gelo

L_c - Calor latente de condensação do vapor

SOLUÇÃO

$$Q_{perdido} = Q_{ganho}$$

Perdem:

Chumbo $\Longrightarrow$ $Q = 800 \times 0,03 \times 200 = 4800$ cal

Vapor $\Longrightarrow$ $Q = [(50 \times 0,5 \times 40) + (50 \times 540) + (50 \times 1 \times 80)] = 32000$ cal

Água $\Longrightarrow$ $Q = 1310 \times 1 \times (\theta - 20)$

Ganha:

Gelo $\Longrightarrow$ $Q = [(600 \times 0,5 \times 10) + (600 \times 80) + (600 \times 1 \times 20)] = 63000$ cal

$$4800 + 32000 + 1310(\theta - 20) = 63000$$

$$1310\ \theta = 52400$$

$$\theta = 40^{\circ}C$$

RESPOSTA:

40°C

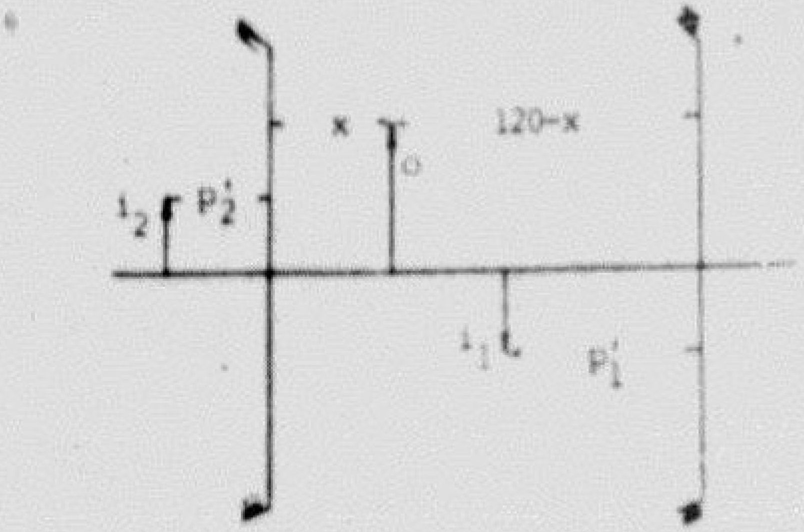
2a. QUESTÃO

ITEM ÚNICO (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Colocam-se frente a frente um espe vexo e outro côncavo de modo que seus eixos principais coincidam distâncias focais são iguais e valem 40 cm e a distância entre lhos é 1,20 m. A que distância do espelho convexo se deve coloca objeto para que as imagens em ambos os espelhos sejam de mesmo t

SOLUÇÃO



$$\begin{cases} \dfrac{1}{x} - \dfrac{1}{p_2'} = -\dfrac{1}{40} & (1) \\[2ex] \dfrac{1}{120-x} + \dfrac{1}{p_1'} = \dfrac{1}{40} & (2) \end{cases}$$

$$\left.\begin{aligned} \frac{i_2}{o} &= \frac{p_2'}{x} \\ \frac{i_1}{o} &= \frac{p_1'}{120-x} \end{aligned}\right\} \quad \frac{p_2'}{p_1'} = \frac{x}{120-x}$$

De (1)

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{40} = \frac{1}{p_2'} \Longrightarrow p_2' = \frac{40x}{40+x}$$

De (2)

$$\frac{1}{p_1'} = \frac{1}{40} - \frac{1}{120-x}$$

Levando estas últimas em (3)

$$\left(\frac{40x}{40+x}\right)\left(\frac{1}{40} - \frac{1}{120-x}\right) = \frac{x}{120-x}$$

$$\frac{x}{40+x} - \frac{40\,x}{(40+x)(120-x)} = \frac{x}{120-x}$$

$$120x - x^2 - 40x = 40x + x^2$$

$$2x^2 - 40x = 0$$

$$x - 20 = 0 \longrightarrow x = 20 \text{ cm}$$

RESPOSTA:

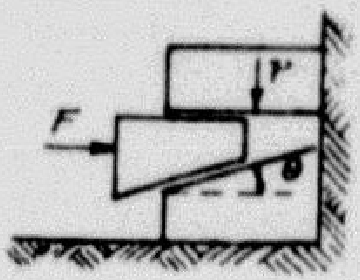
20 cm

3a. QUESTÃO

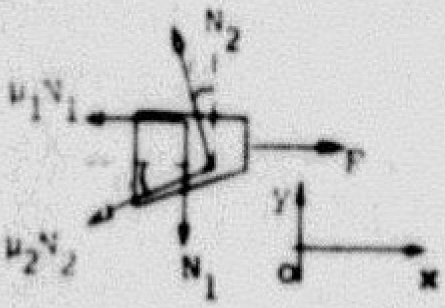
ITEM ÚNICO (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Na figura abaixo, o coeficiente de atrito entre o peso P e a cunha é μ_1, e entre a cunha e o bloco inferior é μ_2. Desprezando o peso da cunha, e considerando que não há atrito na parede vertical, determinar a expressão da força F necessária para levantar o peso P, forçando a cunha para a direita.



SOLUÇÃO



$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F - \mu_1 N_1 - N_2 \operatorname{sen}\theta - \mu_2 N_2 \cos\theta = 0 \\ N_2 \cos\theta - N_1 - \mu_2 N_2 \operatorname{sen}\theta = 0 \\ N_1 = P \end{cases}$$

$$N_2 (\cos\theta - \mu_2 \operatorname{sen}\theta) = P \Longrightarrow N_2 = \frac{P}{\cos\theta - \mu_2 \operatorname{sen}\theta}$$

$$F = \mu_1 P + \frac{P(\operatorname{sen}\theta + \mu_2 \cos\theta)}{\cos\theta - \mu_2 \operatorname{sen}\theta} .$$

$$F = P(\mu_1 + \frac{\operatorname{sen}\theta + \mu_2 \cos\theta}{\cos\theta - \mu_2 \operatorname{sen}\theta}) \Longrightarrow F = P(\mu_1 + \frac{\mu_2 + \operatorname{tg}\theta}{1 - \mu_2 \operatorname{tg}\theta})$$

$$F > P\ (\mu_1 + \frac{\mu_2 + \operatorname{tg}\theta}{1 - \mu_2 \operatorname{tg}\theta})$$

RESPOSTA:

$$F > P\ (\mu_1 + \frac{\mu_2 + \operatorname{tg}\theta}{1 - \mu_2 \operatorname{tg}\theta})$$

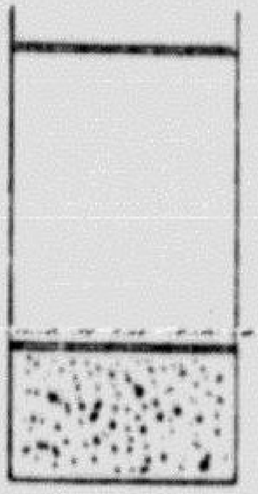
4a. QUESTÃO
ITEM ÚNICO (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Um cilindro com um pistão deslizante contém inicialmente um gás cujo volume e pressão são respectivamente 0,03m^3 e 15 bar. Sabe-se que o gás se expande lentamente obedecendo à lei empírica $PV^{1,2} = 0,2232$. Calcular o trabalho realizado (em bar x m^3) pelo gás sobre o pistão entre os estados inicial e final, sabendo-se que no estado final o volume e a pressão são 0,1608 m^3 e 2 bar, respectivamente.

SOLUÇÃO

<u>SOLUÇÃO</u>



$$pV^{\delta} = K$$

$$W = \int p\,dV$$

$$p = KV^{-\delta}$$

$$W = K \int_{V_o}^{V} V^{-\delta}\,dV$$

$$W = K \left[\frac{V^{1-\delta}}{1-\delta}\right]_{V_o}^{V}$$

$$W = \frac{K}{1-\delta}\left[V^{1-\delta} - V_o^{1-\delta}\right]$$

$K = 0,2232$

$V_o = 0,03\,m^3$

$V = 0,1608\,m^3$

$\delta = 1,2$

$$W = \frac{0,2232}{1-1,2}\left[V^{1-1,2} - V_o^{1-1,2}\right]$$

$$W = \frac{-0,2232}{0,2}\left[\frac{1}{\sqrt[5]{0,1608}} - \frac{1}{\sqrt[5]{0,03}}\right]$$

$$W = 0,64 \text{ bar} \times m^3$$

RESPOSTA

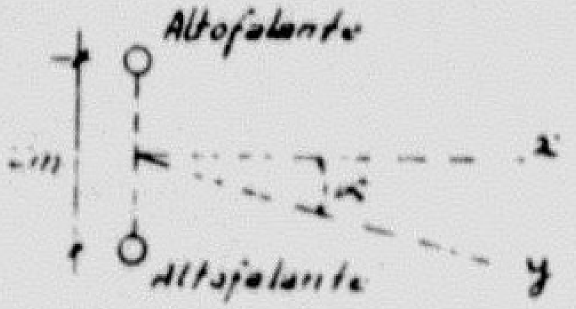
5a. QUESTÃO

ITEM ÚNICO (0,6 pontos)

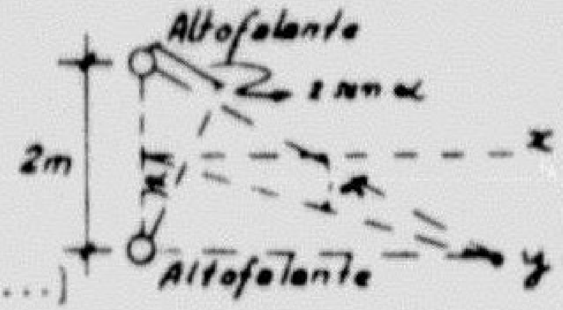
ENUNCIADO:

Dois altofalantes considerados como fontes pontuais sonoras de mesma intensidade estão afastados de 2 m. Estas fontes estão em fase e emitem um som contínuo na frequência de 150Hz. A velocidade do som é de 300 m/s. Um observador está colocado à uma distância dos altofalantes muito maior que 2 m. Chamando de α o ângulo formado entre a direção y do observador e a direção x normal à reta que une os altofalantes, pode-se determinar os valores do ângulo α para os quais o observador não ouviria som destes altofalantes.

As direções x e y e a reta que une os dois altofalantes estão no mesmo plano.



SOLUÇÃO



CONDIÇÃO DE MÍNIMO

$2 \operatorname{sen} \alpha = (m + 1/2)\lambda \quad [m = 0, 1, 2, \ldots]$

$v = f\lambda \longrightarrow 300 = 150\lambda \longrightarrow \lambda = 2m$

$2\operatorname{sen} \alpha = 2(m + 1/2) \longrightarrow \operatorname{sen} \alpha = m + 1/2$

$m = 0 \longrightarrow \operatorname{sen} \alpha = 1/2$

$m = 1 \longrightarrow \operatorname{sen} \alpha = 3/2$ ⇒ absurda

$\operatorname{sen} \alpha = 1/2$

$\alpha = \pm 30^\circ$

RESPOSTA:

$\pm 30^\circ$

6a. QUESTÃO
ITEM ÚNICO (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Duas esferas iguais, eletrizadas, atraem-se com determinada força F, quando separadas pela distância r. Em seguida são postas em contato e depois recolocadas à mesma distância r. Nesta última posição repelem-se com a força $F/4$. Determine a relação q/q' entre as cargas iniciais das esferas.

SOLUÇÃO

$$\begin{cases} F = K \dfrac{q\,q'}{r^2} & (1) \\ \dfrac{F}{4} = K \dfrac{Q^2}{r^2} \end{cases}$$

Como as esferas têm mesma capacitância:

$$Q = \frac{q - q'}{2}$$

$$\frac{F}{4} = K \frac{(q - q')^2}{4r^2} \qquad (2)$$

Dividindo (1) por (2)

$$4 = \frac{4\,q\,q'}{(q - q')^2} \Longrightarrow q^2 - 2qq' + q'^2 = qq' \Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow q^2 - 3qq' + q'^2 = 0 \Longrightarrow \left(\frac{q}{q'}\right)^2 - 3\,\frac{q}{q'} + 1 = 0$$

$$\frac{q}{q'} = \frac{3 \pm \sqrt{9 - 4}}{2}$$

$$\frac{q}{q'} = \frac{3 \pm \sqrt{5}}{2}$$

RESPOSTA:

$$\frac{q}{q'} = \frac{3 \pm \sqrt{5}}{2}$$

7a. QUESTÃO

ITEM ÚNICO (0,7 pontos)

ENUNCIADO:

Verificou-se que para excesso de sua temperatura sobre a temperatura ambiente, uma estufa sofria uma perda de calor de 5 calorias por segundo. Para compensar esta perda, pretende-se instalar uma resistência elétrica que, quando percorrida por uma corrente adequada, permita à estufa manter uma temperatura superior em $10^{o}C$ à temperatura ambiente. Para por em execução a solução pretendida dispõe-se de uma fonte de 100 volts e de um fio de resistividade igual a 50 microohms x cm, valor este independente da temperatura. A resistência interna da fonte é nula.

Pode-se calcular o comprimento do fio para que a densidade de corrente seja de 2 Amperes por mm^2.

<u>SOLUÇÃO</u>

$$V = Ri$$

$$V = \rho \ell \left(\frac{i}{A}\right)$$

$$100 = 500 \cdot 10^{-6} \ell \cdot 2 \Longrightarrow \ell = 100000 \text{ mm} \Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow \boxed{\ell = 100 \text{ m}}$$

8a. **QUESTÃO** Total
ITENS 1,2,3e4(0, pontos)

ENUNCIADO:

Suponha que decidamos usar um sistema de unidades onde as dimensões básicas sejam Área, Velocidade e Potência, e as unidades, respectivamente, acre, milhas por hora (mph) e cavalo vapor (HP). Pode-se:

Item 1: Quais as unidades de Comprimento, Tempo, Massa e Força neste sistema?

Item 2: Como estas unidades de Comprimento, Tempo, Massa e Força se relacionam com as unidades do Sistema Internacional?

Item 3: Que constante deve aparecer na lei de Newton que relaciona Força, Massa e Aceleração, devida ao sistema em questão?

Item 4: Qual será o valor da aceleração da gravidade neste sistema?

DADOS:

1 Acre $= 4,0 \times 10^3\ m^2$

1 mph $= 0,45\ m\ s^{-1}$

1 HP $= 750\ kg\ m^2\ s^{-3}$

ITEM 1:

$$[A] = [L]^2 \Rightarrow [L] = [A]^{1/2}[V]^0[P]^0 \Rightarrow 1\ u.[L] = 1\ acre^{1/2}$$

$$[V] = [L][T]^{-1} \Rightarrow [T] = [A]^{1/2}[V]^{-1}[P]^0 \Rightarrow 1\ u\ [T] = 1\ acre^{1/2}(mph)^{-1}$$

$$[P] = [M][L]^2[T]^{-3} \Rightarrow [M] = [P][A]^{-1}[A]^{3/2}[V]^{-3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [M] = [A]^{1/2}.[V]^{-3}[P] \Rightarrow 1\ u.[M] = 1\ acre^{1/2}(mph)^{-3}HP$$

$$[F] = [M][L][T]^{-2} \Rightarrow [F] = [A]^{1/2}[V]^{-3}[P][A]^{1/2}.[A]^{-1}[V]^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [F] = [A]^0\ [V]^{-1}[P] \Rightarrow 1\ u[F] = 1(mph)^{-1}HP$$

(Continuação da solução da 8a. Questão, Item Único)

ITEM 2:

$1 \text{ acre}^{1/2} = (4 \,.\, 10^3 m^2)^{1/2} \Longrightarrow 1 \text{ acre}^{1/2} = 63{,}2 \text{ m}$

$1 \text{ acre}^{1/2} (mph)^{-1} = (4.10^3 m^2)^{1/2}.(0{,}45.m.s^{-1})^{-1} = 140 \text{ s}$

$1 \text{ acre}^{1/2} (mph)^{-3} HP = (4.10^3 m^2)^{1/2} (0{,}45.m.s^{-1})^{-3}.(750 kg.m^2 s^{-3}) = 5{,}2 \,.\, 10^5 kg$

[illegible] $0 kgm^2 s^{-3}) = 1{,}7 \,.\, 10^3 N$

ITEM 3:

$K = 1$ — o sistema é coerente

ITEM 4:

$[a] = [M]^0 [L]^1 [T]^{-2}$

$[a] = [A]^{1/2} \,.\, [A]^{-1} \,.\, [V]^{+2}$

$[a] = [A]^{-1/2} \,.\, [V]^{+2} [P]^0$

$1 \text{ u } [a] = 1 \text{ acre}^{-1/2} (mph)^{+2}$

$1 \text{ u } [a] = (4{,}0 \times 10^3 m^2)^{-1/2} (0{,}45 \text{ m.s}^{-1})^{+2}$

$$1 \text{ acre}^{-1/2} (mph)^2 = \frac{0{,}45^2}{20\sqrt{10}} \text{ m/s}^2$$

$$1 \text{ m/s}^2 = \frac{20\sqrt{10}}{0{,}45^2} \text{ acre}^{-1/2} (mph)^2 = 312 \text{ acre}^{-1/2} (mph)^2$$

$g = 9{,}81 \times 312 \text{ acre}^{-1/2} (mph)^2$

$g = 3{,}06.10^3 \text{ acre}^{-1/2} (mph)^2$

RESPOSTAS:

Item 1: $1 \text{ acre}^{1/2}$; $1 \text{ acre}^{1/2} (mph)^{-1}$;

$1 \text{ acre}^{1/2} (mph)^{-3} HP$; $1 (mph)^{-1} HP$

Item 2: $1 \text{ acre}^{1/2} = 63{,}2 \text{ m}$

$1 \text{ acre}^{1/2} (mph)^{-1} = 140 \text{ s}$

$1 \text{ acre}^{1/2)} (mph)^{-3} HP = 5{,}2 \,.\, 10^5 \text{ kg}$

$1 (mph)^{-1} HP = 1{,}7 \,.\, 10^3 N$

Item 3: $k = 1$

Item 4: $g = 3{,}06 \,.\, 10^3 \text{ acre}^{-1/2} (mph)^2$