1ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,6

ENUNCIADO: Num vaso adiabático, colocamos 1310g de água a uma temperatura desconhecida, 800g de chumbo (Pb) a $220^{\circ}C$, 600g de gelo a $-10^{\circ}C$ e injetamos 50g de vapor d'água a $140^{\circ}C$. A temperatura final de equilíbrio foi de $20^{\circ}C$. 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 $^{\circ}C$ $\quad C_g = 0{,}5$ cal/g $^{\circ}C$ $\quad C_v = 0{,}5$ cal/g $^{\circ}C$

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

Não sabemos se a água cede ou recebe calor. Suponhamos que receba. O gelo também recebe calor.

$$Q_{rec} = m_4 c_4 (\Theta - \Theta_4) + m_2 c_2 (\Theta_f - \Theta_2) + m_2 L_f + m_2 c_4 (\Theta - \Theta_f)$$

O chumbo e o vapor d'água cedem calor:

$$Q_{ced} = m_1 c_1 (\Theta_1 - \Theta) + m_3 c_3 (\Theta_3 - \Theta_c) + m_3 L_c + m_3 c_4 (\Theta_c - \Theta)$$

Substituindo os valores:

$$Q_{rec} = 1310 \times 1\ (20 - \Theta_4) + 600 \times 0{,}5\ (\Theta - (-10)) + 600 \times 80 + 600 \times 1\ (20 - \Theta) = (89200 - 1310\ \Theta_4)\ \text{cal}$$

$$Q_{ced} = 800 \times 0{,}03\ (220 - 20) + 50 \times 0{,}5\ (140 - 100) + 50 \times 540 + 50 \times 1\ (100 - 20) = 36800\ \text{cal}$$

Como: $Q_{cedido} = Q_{recebido}$

$$36800 = 89200 - 1310\ \Theta_4$$

$$\therefore \Theta_4 = \frac{89200 - 36800}{1310}$$

$$\Theta_4 = 40^{\circ}C$$

Como a temperatura final de equilíbrio é de $20^{\circ}C$ verificamos que a água não recebeu calor, mas sim, cedeu.

OBS: Se o problema for resolvido na hipótese da água ceder calor, o resultado será o mesmo.

2ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,6

ENUNCIADO: Colocam-se frente a frente um espelho convexo e outro côncavo, de modo que seus eixos principais coincidam. As distâncias focais são iguais e valem 40 cm, e a distância entre os espelhos é 1,20 m. A que distância do espelho convexo se deve colocar um objeto, para que as imagens em ambos os espelhos sejam de mêsma altura?

SOLUÇÃO

Para o espelho côncavo: $\frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_1'} = \frac{1}{40}$ (1) $\frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_1'} = \frac{-1}{40}$

Para o espelho convexo: $\frac{1}{P_2} + \frac{1}{P_2'} = \frac{1}{40}$ (2) $\frac{1}{p_2} + \frac{1}{p_2'} = \frac{1}{40}$

AMPLIAÇÃO: $\frac{I}{O} = \frac{P_1'}{P_1} = \frac{P_2'}{P_2}$ (3) $\frac{i}{o} = -\frac{p_1'}{p_1} = -\frac{p_2'}{p_2}$

$P_1 + P_2 = 120$ (4) Objeto real: $p_1 + p_2 = 120$

Multiplicando (1) por P_1 e (2) por P_2 $\frac{p_1}{p_1'} = -\frac{p_1}{40} - 1$

$\frac{P_1}{P_1'} = \frac{P_1}{40} - 1$; $\frac{P_2}{P_2'} = \frac{P_2}{40} + 1$ $\frac{p_2}{p_2'} = \frac{p_2}{40} - 1$

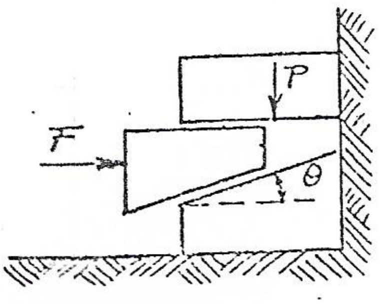
De (3) resulta: $\frac{P_1}{40} - 1 = \frac{P_2}{40} + 1$ (5)

De (5) e (4), $P_1 = 100$; $P_2 = 20$

RESPOSTA: 20 cm

3ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,6

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

$\sum Fx = 0 \therefore Fa = Fu1 + Fu2 \times \cos\Theta + Fn \times \text{sen}\,\Theta$ (1)

$\sum Fy = 0 \therefore Fn \times \cos\Theta = P + Fu2 \times \text{sen}\,\Theta$ (2)

$Fu1 = u1 \times P$ (3)

MAS

$Fu2 = u2 \times Fn$ (4)

Fu1 e Fu2 são forças de atrito paralelas às superfícies superior e inferior da cunha.

DESSE MODO:

$Fa = u1 \times P + u2 \times Fn \times \cos\Theta + Fn \times \text{sen}\,\Theta$

$Fa = u1 \times P + Fn\,(u2 \cos\Theta + \text{sen}\,\Theta)$ (5)

DE (2) e (4), temos: $Fn = \dfrac{P}{\cos\Theta - u2 \times \text{sen}\,\Theta}$; LOGO:

$$Fa = u1 \times P + P\left(\frac{u2 \times \cos\Theta + \text{sen}\,\Theta}{\cos\Theta - u2\,\text{sen}\,\Theta}\right)$$

RESPOSTA: $Fa = P\left(u1 + \dfrac{u2 + tg\,\Theta}{1 - u2\,tg\Theta}\right)$

4ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,6

ENUNCIADO: Um cilindro com um pistão deslizante contém, inicialmente, um gás cujos volume e pressão são respectivamente $0{,}03\,m^3$ 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

$$W = \int_{V_i}^{V_f} PdV \qquad PV^{\gamma} = C \therefore P = \frac{C}{V^{\gamma}}$$

$$W = C\int_{V_i}^{V_f} \frac{dV}{V^{\gamma}} = C\left[\frac{V^{1-\gamma}}{1-\gamma}\right]_{V_i}^{V_f}$$

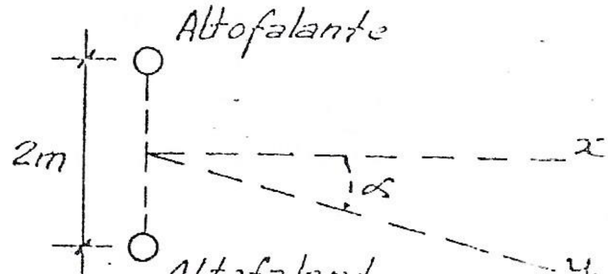
$$W = C\left[\frac{V \cdot V^{-\gamma}}{1-\gamma}\right]_{V_i}^{V_f} \quad ; \quad V^{-\gamma} = \frac{P}{C}$$

$$W = \not{C}\left[\frac{P}{\not{C}} \cdot \frac{V}{1-\gamma}\right]_{V_i}^{V_f} \quad \therefore \quad W = \frac{P_f V_f - P_i V_i}{1-\gamma}$$

$$W = \frac{2 \times 0{,}1608 - 15 \times 0{,}03}{1 - 1{,}2} = \frac{-0{,}1284}{-0{,}2} = 0{,}642 \text{ bar.m}^3$$

5ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,6

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 freqüência de 150Hz. A velocidade do som é de 300 m/s. Um observador está colocado a 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, pede-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

$$d = (2n - 1)\,\frac{\lambda}{2} \;; \quad n \in Z$$

$$\lambda = v/f = \frac{3 \times 10^2}{1{,}5 \times 10^2} = 2 \text{ m}$$

$$d = (2n - 1) \times 1 \;; \qquad \text{sen}\,\alpha = \frac{d}{D} = \frac{(2n-1) \times 1}{2}$$

$$(2n - 1) \leq 2 \Rightarrow n = 1$$

$$\text{sen}\,\alpha = \frac{1}{2} \quad \therefore \quad \alpha = 30^o$$

6ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,6

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

Sejam q e q' as cargas iniciais das esferas. A força $\underline{F}$ será:

$$F = +\frac{1}{k}\;\frac{qq'}{r^2} \text{ ------------- } (1)$$

Após o contacto ambas as esferas terão a mesma carga $\frac{q + q'}{2}$

Assim, a força de repulsão será: $\frac{F}{4} = \frac{-1}{k} \frac{\frac{q + q'^2}{2}}{r^2}$

Donde podemos estabelecer a seguinte relação:

$$\frac{F}{4} = \frac{-1}{k} \frac{q^2 + 2qq' + q'^2}{4r^2} \quad \text{ou} \quad F = \frac{-1}{k} \frac{q^2 + 2qq' + q'^2}{r^2} \quad ---(2)$$

Comparando (1) e (2), vem

$$\frac{1}{k} \cdot \frac{qq'}{r^2} = \frac{-1}{k} \frac{q^2 + 2qq' + q'^2}{r^2} \quad \text{ou} \quad -qq' = q^2 + 2qq' + q'^2$$

$$q^2 + 3qq' + q'^2 = 0$$

Dividindo por q'^2 ... $\frac{(q)^2}{(q')^2} + 3\frac{(q)}{(q')} + 1 = 0$

Fazendo $\frac{q}{q'} = x$; $x^2 + 3x + 1 = 0$ cujas raízes são:

$x_1 = -0,382$ Valores que exprimem os relacionamentos entre
$x_2 = -2,618$ q/q' para satisfazer as condições do problema.

7ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,7

ENUNCIADO: Verificou-se que, para cada °C de 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°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. Pede-se calcular o comprimento do fio para que a densidade de corrente seja de 2 Ampères por mm^2.

SOLUÇÃO

A quantidade de calor a fornecer por segundo será:

$Q = 5cal \cdot S^{-1}\ {}^oC^{-1} \times 10^oC = 50\ cal \cdot S^{-1}$ A cada segundo, portanto, serão fornecidos 50 x 4.18 joules o que equivale a uma potência de 209 watts.

$$P = VI \therefore I = \frac{P}{V} = \frac{209}{100} \frac{watts}{volts} = 2,09\ Amp.$$

$$R = \frac{V}{I} \therefore R = \frac{100}{2.09} \frac{volts}{amp.} = 47,84\Omega$$

Sendo J a densidade de corrente, $J = \frac{I}{S}$ onde S é a área da seção reta do condutor: $J = 2\ \text{amp/mm}^2$

$$S = I/J = 2.09/2\ \text{amp/amp.mm}^{-2} = 1{,}045\ \text{mm}^2$$

$$R = P\frac{\ell}{S}\ ;\quad \ell = \frac{SR}{P} = \frac{1{,}045 \times 47{,}84}{50} \times \frac{10^6 u\Omega}{u\Omega} \times \frac{10^{-6} m^2}{10^{-2} m} = 100\ m$$

8ª QUESTÃO: ITENS 1,2,3 e 4 Valor: 0,7

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). Pede-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:

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

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

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

SOLUÇÃO

(a) Para chegarmos a uma unidade de força em termos de potência, velocidade e área, devemos combinar estes fatores de tal forma que a dimensão do resultado seja (L) (M) $(T)^{-2}$, dimensões de força, portanto,

$$F = HP^x\ mph^y\ acre^z$$

$$(L)(M)(T)^{-2} = (L)^{2x}\ (M)^x\ (T)^{-3x}\ (L)^y\ (T)^{-y}\ (L)^{2z} = 0$$

$$\begin{matrix} x = 1 \\ 2x + y + 2z = 1 \\ -3x - y = -2 \end{matrix} \quad = \quad 0 \begin{cases} x = 1 \\ y = -1 \\ z = 0 \end{cases}$$

logo $F = \frac{HP}{mph}$

por conveniência vamos fazer $1\ \frac{HP}{mph} = 1$ Pelé de força no novo sistema. Para os outros:

$(\text{acre})^{1/2} = ((L))^{1/2} = (L)$, dimensão de comprimento

Por conveniência vamos fazer $1\ (\text{acre})^{1/2} = 1$ Rivelino

$$\frac{(\text{acre})^{1/2}}{(\text{mph})} = ((L)^2)^{1/2} \ (L)^{-1} \ (T) = (T), \text{ dimensão de tempo}$$

Por conveniência, $1 \dfrac{(\text{acre})^{1/2}}{\text{mph}} = 1$ Tostão

$$\frac{(\text{HP}) \ (\text{acre})^{1/2}}{(\text{mph})^3} = \frac{(L)^2 \ (M) \ (T)^{-3} \ . \ (L)}{(L)^3 \ (T)^{-3}} = (r), \text{ dimensão de massa}$$

Por conveniência, $1 \dfrac{\text{HP} \ (\text{acre})^{1/2}}{\text{mph}^3} = 1$ Zico

(b) Então

$$1 \text{ Pelé} = \frac{750 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3}}{0{,}45 \text{ m s}^{-1}} = 1700 \text{ kg m s}^{-2} = 1700 \text{ Newtons}$$

$$1 \text{ Rivelino} = \sqrt{4{,}0 \times 10^3 \text{ m}^2} = 64 \text{ m}$$

$$1 \text{ Tostão} = \frac{\sqrt{4{,}0 \times 10^3 \text{ m}^2}}{0{,}45 \text{ m s}^{-1}} = 140 \text{ s}$$

$$1 \text{ Zico} = \frac{750 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3} \sqrt{4{,}0 \times 10^3 \text{ m}^2}}{(0{,}45)^3 \text{ m}^2 \text{ s}^{-3}} = 5{,}3 \times 10^5 \text{ kg}$$

(c) Em $F = mz$ $\quad$ 1 Newton = 1 kg x 1 m s^{-2}

ou

$$\frac{1}{1700} \text{ Pelé} = \frac{1}{5{,}3 \times 10^5} \text{ Zico} \ \frac{\frac{1}{64} \text{ Rivelino}}{(\frac{1}{140})^2 \text{ Tostão}^2}$$

$$1 \text{ Pelé} = 0{,}98 \times 1 \text{ Zico} \ . \ 1 \frac{\text{Rivelino}}{\text{Tostão}^2}$$

ou $F = 0{,}98 \ mz$

(d) $$g = 9{,}8 \text{ m s}^{-2} = 9{,}8 \times \frac{\frac{1}{64} \text{ Rivelino}}{(\frac{1}{140})^2 \text{ Tostão}} = 3{,}0 \times 10^3 \ \frac{\text{Rivelino}}{\text{Tostão}^2}$$

ou $g = 3{,}0 \times 10^3 \text{ mph}^2 \text{ acre}^{-1/2}$