

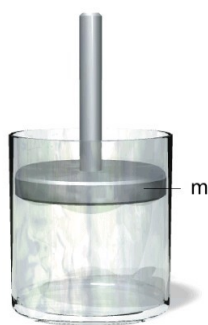
Observação: Todas as questões devem apresentar solução. As questões que apresentarem apenas as respostas **NÃO** serão corrigidas.

Constantes: $R = 8,3 \text{ J/mol.K}$; $k = 1,3 \times 10^{-23} \text{ J/K}$; $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas/mol}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$

Conversões: $1 \text{ atm} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$; $1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$; $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$; $T_C = (5/9)(T_F - 32)$; $T_C = T - 273$

Dados: densidade do ar $= 1,2 \text{ kg/m}^3$; calor específico do ar ($V = \text{cte}$) $= 0,717 \text{ kJ/kg.K}$

- 1) (0,5) Um artigo de jornal sobre o clima afirma que “a temperatura de um corpo indica a quantidade de calor que ele contém”. Esta afirmação está correta? Por que?
- 2) Uma sala de aula com tamanho de 8 m por 10 m e uma altura de 3 m e temperatura inicial de 25°C tem 50 alunos sentados que liberam individualmente calor a uma taxa média de 60 J/s e um professor dando aula que libera 100 J/s . Supondo que 20 % de todo o calor liberado pelos alunos e professor seja absorvido pelo ar da sala durante uma aula de 1h e 40 min e que porta e janelas da sala permaneçam fechadas durante toda a aula, determine:
 - (a) (0,5) a quantidade de calor absorvido pelo ar durante a aula;
 - (b) (0,5) a temperatura do ar ao final da aula;
 - (c) (0,5) ao se abrir uma janela ao final da aula, o que ocorre de imediato: o ar quente da sala sai, ou o ar frio externo entra? Por que?
- 3) (0,5) Na Inglaterra, um aluno de física foi fazer um experimento e colocou num cilindro uma quantidade de 2,5 mol de um gás rarefeito, com pressão de 1 atm, quando este pistão estava travado numa altura de 1,2 m (como mostrado na figura). O pistão é então destravado, em repouso, e cai lentamente, movimentando-se com atrito desprezível e mantendo a temperatura constante, até parar em outro ponto. Sabendo que o pistão tem massa $m = 15 \text{ kg}$ e que todo o sistema está em equilíbrio térmico com as condições atmosféricas de temperatura de 59°F e pressão de 1 atm, determine a altura do pistão quando o sistema atinge o equilíbrio novamente.



GABARITO

- 1) **Resposta:** A temperatura de um corpo está associado a agitação das moléculas deste corpo. Enquanto que o calor é a quantidade de energia transferida entre corpos com diferente temperatura. Sendo assim, um corpo não contém calor e por isto a afirmação está errada.
- 2) Informações do enunciado: volume da sala $V = 8 \times 10 \times 3 = 240 \text{ m}^3$; temperatura $T_i = 25^\circ\text{C} = 298\text{K}$; quantidade total de calor liberado por segundo pelos 50 alunos e 1 professor $Q_{\text{total}}/s = 50 \times 60 + 100 = 3100 \text{ J/s}$; duração da aula $t = 1 \text{ h } 40 \text{ min} = 100 \text{ min} = 6000 \text{ s}$; então o calor total liberado durante a aula é $Q_{\text{total}} = 3100 \times 6000 = 18,6 \times 10^6 \text{ J}$.
Dados conhecidos: densidade do ar $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$; calor específico do ar $c = 0,717 \text{ kJ/kg.K}$

(a) o calor absorvido pelo ar $Q_{\text{ar}} = 0,2 \times 18,6 \times 10^6 = 3,72 \times 10^6 = 3720 \text{ kJ} = 3.720.000 \text{ J}$

Resposta: O calor absorvido pelo ar durante a aula foi de 3720 kJ.

- (b) $Q = mc\Delta T$ então $\Delta T = (Q/mc)$ só não temos a massa do ar e para determiná-la vamos usar a densidade do ar e o volume da sala considerando que o volume dos alunos, professores, mesas e cadeiras que ocupam a sala são desprezíveis. Sabendo que $\rho = m/V$ então $m = \rho V = 1,2 \times 240 = 288 \text{ kg}$. Daí a variação de temperatura do ar será de $\Delta T = 3720 / (288 \times 0,717) = 18 \text{ K} = 18^\circ\text{C}$. Portanto a temperatura final será de 43°C ou 316 K .

Resposta: A temperatura do ar ao final da aula será de 43°C , ou seja houve um aumento de 18°C ao longo da aula.

- (c) Considerando que o ar da sala se comporta como um gás ideal $PV = nRT$, então sendo o volume e o número de moles do ar constantes, com o aumento da temperatura a pressão interna da sala também aumenta. Daí ao abrir uma janela o ar quente da sala sai imediatamente para diminuir este excesso de pressão.

Resposta: De imediato o ar quente da sala sai devido ao aumento de pressão interna da sala.

- 3) Informações do enunciado: gás rarefeito = gás ideal, então $PV = nRT$; quantidade de gás no cilindro $n = 2,5 \text{ mol}$; volume do gás = volume do cilindro $V = Ah$.

Condição inicial: pressão do gás é igual a pressão externa $P_i = 1 \text{ atm} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$; altura $h_i = 1,2 \text{ m}$; temperatura $T_i = 59^\circ\text{F} = 15^\circ\text{C} = 288 \text{ K}$.

Sabendo a equação de estado do gás ideal e a relação do volume com a altura do cilindro podemos escrever que $PAh = nRT$. Então podemos achar a área da base do cilindro com as condições iniciais $A = nRT_i / P_i h_i = (2,5 \times 8,3 \times 288) / (10^5 \times 1,2) = 0,0498 \text{ m}^2$.

Após o pistão ser solto além da pressão externa temos a pressão provocada pelo peso do pistão P_p . Então $P_p = F/A = mg/A = 15 \times 10 / 0,0498 = 3012 \text{ Pa}$. Assim, a pressão total sobre o gás será a pressão externa mais a pressão do peso do pistão dando $P_f = P_i + P_p = 1 \times 10^5 + 3012 = 103012 \text{ Pa}$. Sabendo que a equação de estado do gás ideal continua válida pois o processo é lento e que a dissipação de calor é desprezível e a temperatura permanece constante, temos que nRT é igual no início e fim, então $P_i V_i = P_f V_f$. Daí como a área do cilindro também não muda $P_i A h_i = P_f A h_f \Rightarrow h_f = (P_i / P_f) h_i = (10^5 / 103012) \times 1,2 = 0,97 \times 1,2 = 1,16 \text{ m}$, ou seja o pistão desceu $3,6 \text{ cm}$.

Resposta: A altura final do pistão será de $1,16 \text{ m}$, havendo uma redução de cerca de 4 cm na altura.