

GABARITO

Física XIX

Terceira prova - 2º semestre de 2009 (Turma da Manhã)

nome: _____

nota da prova

turma: _____

professor: _____

1ª questão (2,5)

nota: _____

As dimensões de um quarto são $5,0\text{m} \times 4,0\text{m} \times 2,5\text{m}$

- Encontrar o número de moléculas de ar no quarto a pressão atmosférica (1atm) e temperatura ambiente (27°C). (0,6 pontos)
- Calcular a massa deste gás, assumindo que o ar consiste de moléculas diatômicas com massa molecular $M=28,9\text{ g/mol}$. (0,6 pontos)
- Calcular a energia cinética média de uma molécula. (0,6 pontos)
- Calcular a velocidade média quadrática v_{rms} das moléculas. (0,7 pontos)

$$k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$N_A = 6,023 \times 10^{23} \text{ moléculas/mol}$$

$$1\text{atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$T = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$$

$$V = 5 \times 4 \times 2,5 = 50 \text{ m}^3$$

$$a) \quad n = \frac{PV}{RT} = \frac{1,013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 50 \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \times 300\text{K}} = 2,03 \times 10^3 \text{ mol}$$

$$\text{Número de moléculas: } N = n N_A = 2,03 \times 10^3 \text{ mol} \times 6,023 \times 10^{23} \text{ moléculas/mol}$$

$$N = 1,22 \times 10^{27} \text{ moléculas}$$

$$b) \text{ massa: } m = n M = 2,03 \times 10^3 \text{ mol} \times 28,9 \text{ g/mol} = 58,67 \times 10^3 \text{ g}$$

$$m = 58,67 \text{ kg}$$

c) Energia cinética média de uma molécula:

$$K = \frac{5}{2} kT = \frac{5}{2} (1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}) (300\text{K}) = 1,04 \times 10^{-20} \text{ J/molécula}$$

(translação + rotação)

$$d) \quad v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

$$\text{a massa de cada molécula será } m_0 = \frac{m}{N} = \frac{58,67 \text{ kg}}{1,22 \times 10^{27} \text{ moléculas}} = 4,81 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3 \times 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K} \times 300\text{K}}{4,81 \times 10^{-26} \text{ kg}}} = 508 \text{ m/s}$$

GABARITO

nome: _____

turna: _____

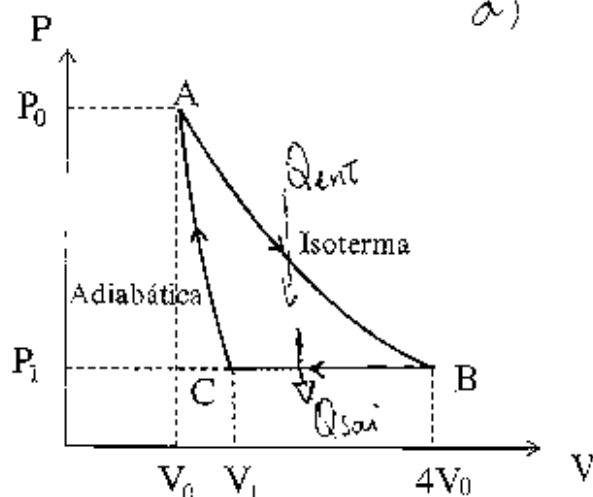
professor: _____

2ª questão (2,5)

nota: _____

Uma amostra de gás Hélio ($\gamma = \frac{5}{3}$) efetua o ciclo ABCA mostrado no diagrama PV da figura. O trecho AB representa uma expansão isotérmica, o trecho CA uma compressão adiabática. Sabendo que a temperatura em A é 600K e que $P_0 = 16 \times 10^5 \text{ Pa}$ e $V_0 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.

- Calcule o número de moles n , P_1 , V_1 e a temperatura em C. (1,0 ponto)
- Calcule o rendimento da máquina térmica baseada no ciclo mostrado na figura. (1,5 pontos)



a) Trecho A $\rightarrow$ B (Isotérmico) : $PV = cte$

$$P_A V_A = P_B V_B$$

$$P_0 V_0 = P_1 4V_0 \rightarrow P_1 = \frac{1}{4} P_0 = \frac{1}{4} \times 16 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 4 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Trecho C $\rightarrow$ A (Adiabático) : $PV^\gamma = cte$

$$P_C V_C^\gamma = P_A V_A^\gamma$$

$$P_1 V_1^\gamma = P_0 V_0^\gamma \rightarrow V_1 = \left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{1/\gamma} V_0$$

$$V_1 = 2,3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$C_P = \frac{5}{2} R = 20,8 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

Ponto A: $P_A V_A = n R T_A$

$$n = \frac{P_A V_A}{R T_A} = \frac{P_0 V_0}{R T_A} = \frac{16 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \times 600 \text{ K}}$$

$$n = 0,32 \text{ mol}$$

~~Trecho A $\rightarrow$ B (Isotérmico)~~

~~Trecho B $\rightarrow$ C (Isobárico)~~ $\frac{V}{T} = c$

$$\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C} \rightarrow \frac{4V_0}{T_B} = \frac{V_1}{T_C}$$

$$T_C = \frac{V_1}{4V_0} T_B \quad (T_B = T_A)$$

$$T_C = 345 \text{ K}$$

0) Proc. A $\rightarrow$ B Isotérmico $\Delta E_{\text{int}} = 0$; pela primeira lei ($\Delta E_{\text{int}} = Q + W$) $\Rightarrow Q = -W$

$$W = -n R T_A \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right) = -P_A V_A \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right) = -P_0 V_0 \ln\left(\frac{4V_0}{V_0}\right) = -16 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \ln 4$$

$$W = -22,2 \times 10^2 \text{ J}$$

$$Q_{\text{ent}} = -W = 22,2 \times 10^2 \text{ J}$$

Proc. B $\rightarrow$ C (Isobárico) $Q = n C_P \Delta T = n C_P (T_C - T_B) = 0,32 \text{ mol} \times 20,8 \text{ J/mol} \cdot \text{K} (345 - 600) \text{ K}$

$$Q = -17 \times 10^2 \text{ J}$$

rendimento $e = 1 - \frac{|Q_{\text{sai}}|}{Q_{\text{ent}}} = 1 - \frac{17 \times 10^2 \text{ J}}{22,2 \times 10^2 \text{ J}} = 0,23$

$$23\%$$

GABARITO

nome: _____

turma: _____

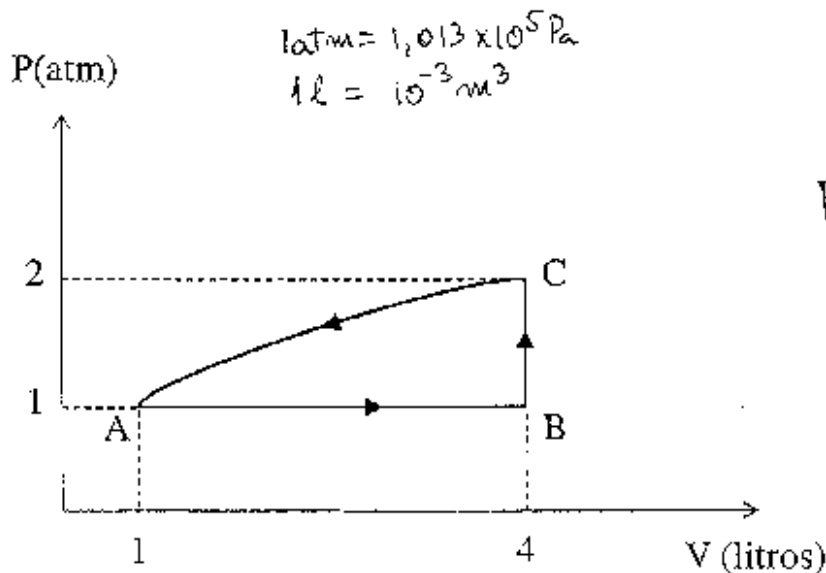
professor: _____

3ª questão (2,5)

nota: _____

Dois moles de um gás diatômico seguem o ciclo mostrado na figura.

- Quanto trabalho é realizado pelo gás na expansão do gás de A até C ao longo do caminho ABC? (0,9 pontos)
- Qual a variação da entropia ao passar de B para C pelo caminho ABC? (0,9 pontos)
- Qual a variação da entropia ao passar diretamente de C para A? (0,7 pontos)



$$T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = \frac{1,013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{2 \times 8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}}$$

$$T_A = 6,09 \text{ K}$$

analogamente

$$T_B = \frac{P_B V_B}{nR}$$

$$T_B = 24,37 \text{ K}$$

$$T_C = \frac{P_C V_C}{nR}$$

$$T_C = 48,74 \text{ K}$$

Gás diatômico: $C_V = \frac{5}{2}R = 20,8 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ e

$$C_P = \frac{7}{2}R = 29,1 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

a) W_{AC} pelo caminho ABC: $W_{AC} = W_{AB} + W_{BC}$

$$W_{AB} = -P(V_B - V_A) = -1,013 \times 10^5 \text{ Pa} (4 - 1) \times 10^{-3} \text{ m}^3 = -3,04 \times 10^2 \text{ J}$$

$$W_{BC} = 0 \quad (V = \text{cte})$$

$$\Rightarrow W_{AC} = -3,04 \times 10^2 \text{ J} + 0 \Rightarrow W_{AC} = -3,04 \times 10^2 \text{ J}$$

b) ΔS_{AC} pelo caminho ABC: $\Delta S_{AC} = \Delta S_{AB} + \Delta S_{BC}$

Pressão Constante $\left\{ \begin{aligned} \Delta S_{AB} &= \int \frac{dQ}{T} = nC_P \int \frac{dT}{T} = nC_P \ln\left(\frac{T_B}{T_A}\right) = 2 \text{ mol} \times 29,1 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \ln\left(\frac{24,37 \text{ K}}{6,09 \text{ K}}\right) \\ \Delta S_{AB} &= 80,70 \text{ J/K} \end{aligned} \right.$

Volume Constante $\left\{ \begin{aligned} \Delta S_{BC} &= \int \frac{dQ}{T} = nC_V \int \frac{dT}{T} = nC_V \ln\left(\frac{T_C}{T_B}\right) = 2 \text{ mol} \times 20,8 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \ln\left(\frac{48,74 \text{ K}}{24,37 \text{ K}}\right) \\ \Delta S_{BC} &= 28,83 \text{ J/K} \end{aligned} \right.$

$$\Delta S_{AC} = 80,70 \text{ J/K} + 28,83 \text{ J/K} = 109,53 \text{ J/K}$$

Segue

um
Ciclo : $\Delta S = 0$

$$\Delta S = \Delta S_{AB} + \Delta S_{BC} + \Delta S_{CA}$$

$$0 = \Delta S_{AB} + \Delta S_{BC} + \Delta S_{CA}$$

$$\Delta S_{CA} = -\Delta S_{AB} - \Delta S_{BC}$$

$$\Delta S_{CA} = -80,70 \text{ J/K} - 28,83 \text{ J/K}$$

$$\boxed{\Delta S_{CA} = -109,53 \text{ J/K}}$$

GABARITO

nome: _____

turma: _____

professor: _____

4ª questão (2,5)

nota: _____

Considere um experimento para verificar a Lei de Boyle no laboratório. O gráfico abaixo foi obtido a partir de dados experimentais, com a pressão P em atm e o volume V em litros. Sabendo que a temperatura ambiente no laboratório se manteve constante a 28°C :

- Calcule o número de moles n de ar confinado na bureta a partir do coeficiente angular do gráfico. (0,8 pontos)
- Sabendo que a incerteza na temperatura é $\Delta T = 0,25^\circ\text{C} = 0,25\text{K}$ e a do coeficiente angular é $\Delta b = 0,015 \text{ Pa} \times \text{m}^3$ determine a incerteza do número de moles Δn . (0,8 pontos)
- Calcule a variação de entropia do gás durante a compressão. (0,9 pontos)

$$T = 301\text{K}$$

$$b = \tan \theta = \frac{1,088 - 1,01}{184 - 168,8}$$

$$b = 5,13 \times 10^{-3} \frac{\text{atm}}{\text{l}^{-1}} \\ = 5,13 \times 10^3 \text{ atm} \cdot \text{l}$$

$$b = 5,13 \times 10^3 \times 1,013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

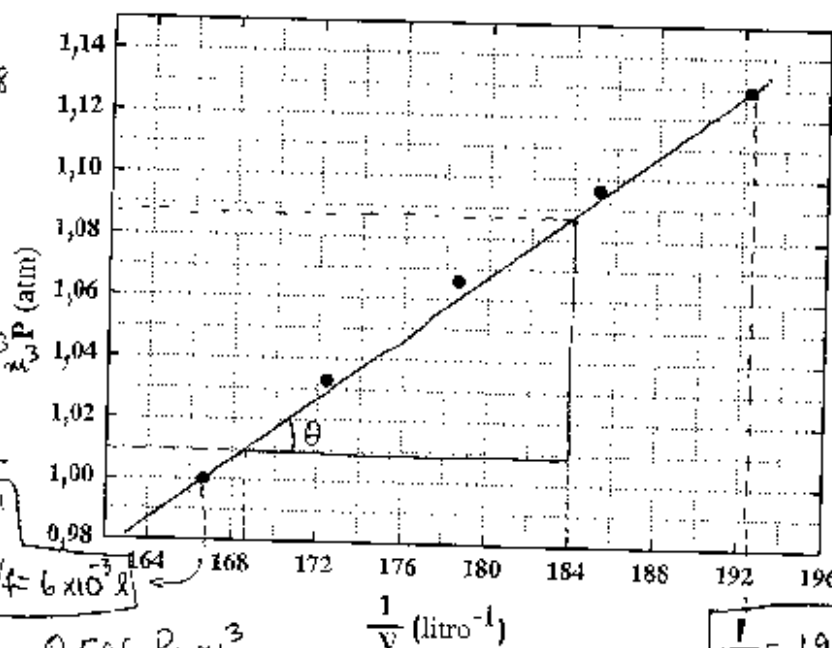
$$b = 0,506 \times \text{Pa} \cdot \text{m}^3$$

$$\frac{1}{V_f} = 167 \text{ l}^{-1}$$

$$V_f = 6 \times 10^{-3} \text{ l}$$

$$a) \text{ de (3)} \quad n = \frac{b}{RT} = \frac{0,506 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3}{8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \times 301\text{K}}$$

$$n = 2,02 \times 10^{-4} \text{ mol}$$



Eq. dos gases Ideais

$$PV = nRT$$

~~transpõe~~

$$P = nRT \cdot \frac{1}{V} \quad (1)$$

Do gráfico

$$P = b \cdot \frac{1}{V} \quad (2)$$

De (1) e (2)

$$b = nRT \quad (3)$$

$b = \text{coef. angular}$

$$\frac{1}{V_f} = 192,5 \text{ l}^{-1} \rightarrow V_f = 5,2 \times 10^{-3} \text{ l}$$

$$b) \text{ de (3)} \quad n = \frac{b}{RT} \Rightarrow \Delta n = \left| \frac{1}{RT} \right| \Delta b + \left| \frac{b}{RT^2} \right| \Delta T, \text{ substituindo Valores: } \Delta n = 6,17 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

c) Processo isotérmico $\Delta E_{int} = 0$ pela primeira lei ($\Delta E_{int} = Q + W$)

$$Q = -W$$

$$W = -nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right) = -2,02 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \times 301\text{K} \ln \left(\frac{6 \times 10^{-3} \text{ l}}{5,2 \times 10^{-3} \text{ l}} \right)$$

$$W = -7,14 \times 10^{-2} \text{ J}$$

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{-W}{T} = - \frac{(-7,14 \times 10^{-2} \text{ J})}{301\text{K}} = 2,37 \times 10^{-4} \text{ J/K}$$