



Pró-Ensino De Físico-Química



Pró-Ensino

**EXERCÍCIOS RESOLVIDOS
FUNDAMENTOS DA
TERMODINÂMICA- 1ª LEI**

Físico-Química

2023



Exercícios Resolvidos Fundamentos de Termodinâmica - 1ª Lei

Material feito pelas alunas do curso de Eng. Química e Química Licenciatura:
Maria Eduarda Souza Fernandes e Vitoria Caetano.

1. Uma amostra de 1,00 mol de Ar se expande isotermicamente, a 0°C. de 22,4 dm³ até 44,8 dm³ (a) reversivelmente, (b) contra uma pressão externa constante igual à pressão final do gás e (c) livremente (contra uma pressão externa nula). Em cada processo, calcule q, w, ΔU e ΔH.

Precisamos recordar que a energia interna de um gás perfeito depende somente da temperatura, logo:

$$\Delta U = \Delta H = 0$$

a) Para calcular o trabalho:

$$w = -nRT \ln\left(\frac{V_i}{V_f}\right)$$

$$w = -1 \text{ mol} \cdot (8,314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}) \cdot 273,15 \text{ K} \cdot \ln \frac{44,8}{22,4} = -1,5 \text{ KJ}$$

Logo, q = -w = 1,5 KJ.

b) Para calcular a pressão externa:

$$p = \frac{nRT}{V}$$
$$p = \frac{1 \text{ mol} \cdot (8,314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}) \cdot 273 \text{ K}}{44,8 \text{ dm}^3} = 50,7 \text{ J/dm}^3$$

Agora calculando trabalho:

$$w = -p\Delta V$$
$$w = -\frac{50,7 \text{ J}}{\text{dm}^3} \cdot (44,8 - 22,4) \text{ dm}^3 = -1,14 \text{ KJ}$$

Logo, q = -w = 1,14 KJ.

c) Como a pressão é nula, não haverá trabalho logo também não haverá calor.

2. Uma amostra de dióxido de carbono, como 2,45 g, a 27,0°C, se expande reversível e adiabaticamente de 500 cm³ até 3,00 dm³. Qual o trabalho feito pelo gás?

A questão pede para calcularmos o trabalho realizado pelo gás, logo utilizaremos:

$$w = C_v \Delta T$$

Expandindo a fórmula: w = n(C_{pm} - R) · (T_f - T_i)



Exercícios Resolvidos Fundamentos de Termodinâmica - 1ª Lei

Agora precisamos encontrar as variáveis que estão faltando nos dados da questão, para encontrar T_f teremos que usar a fórmula:

$$T_f = T_i \left(\frac{V_i}{V_f} \right)^C$$

Mas não temos o coeficiente C , logo teremos que calcular por meio de

$$C = \frac{C_{pm}}{R} - R = 3,46$$

Agora substituindo os valores encontrados na equação:

$$T_f = 300,15 \text{ K} \left(\frac{500 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3}{3 \text{ dm}^3} \right)^{3,46} = 178,8 \text{ K}$$

Agora calculando o trabalho realizado:

$$w = 0,0556 \text{ mol} \cdot (37,11 - 8,314) \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot (178,8 - 300,15) \text{ K}$$
$$w = -194 \text{ J}$$

3. Calcule a pressão final de uma amostra de dióxido de carbono que se expande reversível e adiabaticamente de 57,4 kPa e 1,0 dm³ até o volume final de 2,0 dm³. Considere $\gamma = 1,4$.

Como temos uma expansão reversível e adiabática.

$$p_f \cdot V_f^\gamma = p_i \cdot V_i^\gamma$$

$$p_f = p_i \left(\frac{V_i}{V_f} \right)^\gamma$$

$$p_f = 57,4 \text{ kPa} \left(\frac{1,0}{2,0} \right)^{1,4}$$

$$p_f = 21,75 \text{ kPa}$$

4. Quando se aquecem 3,0 mol de O₂, na pressão constante de 3,25 atm, sua temperatura se eleva de 260 K até 285 K. A capacidade calorífica molar de O₂, a pressão constante, é 29,4 J.K⁻¹.mol⁻¹. Calcule q , dH e dU .

Temos no problema um processo com pressão constante, logo, a variação de entalpia e o calor trocado terão o mesmo valor.

$$\Delta H = q$$

$$q = nC_{pm}\Delta T$$

Variação de energia interna: $\Delta U = \Delta H + nR\Delta T$

Agora só inserir na fórmula os valores dados na questão,

$$\Delta H = nC_{pm}\Delta T$$

$$\Delta H = (3 \text{ mol}) \cdot (29,4 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}) \cdot (285 - 260) \text{ K} = 2,2 \text{ KJ}$$

Logo, $q = 2,2 \text{ KJ}$.



Exercícios Resolvidos Fundamentos de Termodinâmica - 1ª Lei

A variação de energia interna é:

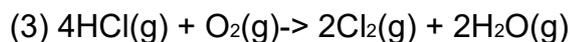
$$\Delta U = (2,2 \cdot 10^3 \text{ J}) - (3 \text{ mol}) \cdot (8,314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}) \cdot (285 - 260) \text{ K}$$
$$\Delta U = 1,6 \text{ KJ}$$

5. Quando um certo gás usado em refrigeração é expandido adiabaticamente de uma pressão inicial de 32 atm, a 0°C, até uma pressão final de 1,00 atm, a temperatura cai de 22 K. Calcule o coeficiente Joule-Thompson, μ , a 0°C, admitindo que ele seja constante nesse intervalo de temperatura.

$$\mu = \left(\frac{\Delta T}{\Delta P} \right)$$

$$\mu = \left(\frac{251,15 - 273,15}{1 - 32} \right) = 0,71 \text{ K} \cdot \text{atm}^{-1}$$

6. Dadas as reações (1) e (2) a seguir, determine (a) ΔH e ΔU para a reação (3), e (b) ΔH do HI(g) e da H₂O(g), ambos a 298 K.



a) $\Delta H = 369,24 - 483,64 = -114,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\Delta H = \Delta U + PV$$

$$\Delta H = \Delta U + nRT$$

$$\Delta U = -\Delta H - nRT$$

$$\Delta U = -114,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (4-5) \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}$$

$$\Delta U = -111,9 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

b) 1. $\Delta H = 2 \Delta_f H_{\text{HCl}}$

$$\Delta_f H_{\text{HCl}} = \frac{-184,62 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{2} = -92,31 \text{ kJ/mol}$$

2. $\Delta H = 2 \Delta_f H_{\text{H}_2\text{O}}$

$$\Delta_f H_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{-483,64 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{2} = -241,82 \text{ kJ/mol}$$

Bibliografia

ATKINS, Peter; PAULA, Julio de. **Físico-Química 1**. 9. ed. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2012.