

$$2) n = 2 \text{ mol}$$

$$V_i = 22,8 \text{ dm}^3 = 22,8 \text{ L} \quad T_i = 22^\circ\text{C} = 295,15 \text{ K}$$

$$V_f = 31,7 \text{ dm}^3 = 31,7 \text{ L}$$

$$R = 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

• isométrico ($T = \text{cte} \Rightarrow T_i = T_f$)

$$\Delta E_{\text{int}} = \Delta Q + \Delta W \quad \text{como } \Delta Q = -\Delta W \quad \Delta E_{\text{int}} = 0$$

$$\Delta H = \Delta E_{\text{int}} + \Delta(PV) = 0 + \Delta(nRT) = 0$$

$$W = - \int P dV = - \int \frac{nRT}{V} dV = -nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

$$W = -2 \cdot 8,31 \cdot 295,15 \cdot \ln\left(\frac{31,7}{22,8}\right) = -1616,60 \text{ J}$$

$$Q = -W \Rightarrow Q = 1616,60 \text{ J}$$

• $P = \text{cte} = P_i$

$$PV = nRT \Rightarrow P_i = \frac{nRT_i}{V_i} = \frac{2 \cdot 8,31 \cdot 295,15}{22,8} = 215,15 \text{ kPa}$$

$$P \cdot V_f = nRT_f \Rightarrow 215,15 \cdot 31,7 = 2 \cdot 8,31 T_f \Rightarrow T_f = 410,36 \text{ K}$$

$$\Delta E_{\text{int}} = N C_v \Delta T = n \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot \frac{3}{2} k_B \cdot (T_f - T_i) =$$

$$2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot \frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} (410,36 - 295,15)$$

$$\boxed{\Delta E_{\text{int}} = 2871,36 \text{ J}}$$

$$\Delta H = \Delta E_{\text{int}} + \Delta(PV)$$

$$\Delta(PV) = \Delta(nRT) = nR(T_f - T_i) = 2 \cdot 8,31 \cdot (410,36 - 295,15)$$

$$= 1914,79 \text{ J}$$

$$\Delta H = 2871,36 + 1914,79 = 4786,15 \text{ J}$$

$$Q = n c_p dT \Rightarrow \int dQ = \int N c_p dT \Rightarrow Q_i = N c_p (T_f - T_i)$$

$$Q = 2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot \frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot (410,36 - 295,15) \Rightarrow$$

$$Q = 4785,59 \text{ J}$$

$$W = - \int p dv = - p (V_f - V_i) = - 215,15 (31,7 - 22,8)$$

$$W = - 1914,825$$

• Incremento

A temperatura inicial é aproximadamente igual a temperatura ambiente. Portanto é desprezível a variação de calor e temperatura ($\Delta E_{\text{int}} = 0$, $\Delta H = 0$ e $Q = 0$). E não realiza trabalho, pois

$$\Delta E_{\text{int}} = W + Q = 0 + W = 0 \Rightarrow W = 0$$

$$3) \quad 2,5 \text{ mols} \quad V_i = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad T = 278 \text{ K} \quad \Delta G = ?$$

Expansão isotérmica $\rightarrow \Delta E_{\text{int}} = 0$

$$\Delta G = \cancel{\Delta H}^0 - T \Delta S = -T Q = -Q$$

$$|Q| = |W| = nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right)$$

$$\Delta G = -2,035 \text{ kJ}$$

4) $n = 2$ mols de CH_3OH
 $H_{bp} = 35,3 \text{ kJ/mol}$

$T = T_c = T_a = T_f = 64^\circ\text{C} = 337,15 \text{ K}$

A entalpia padrão de vaporização é a quantidade de calor necessária para evaporar um mol de líquido a uma dada temperatura. Sabendo-se o valor da entalpia, basta multiplicar pelo número de mols do composto. Nesse caso ocorre a condensação, basta multiplicar por -1 o valor da entalpia de vaporização.

$$Q = -2 \cdot 35,3 \Rightarrow Q = -70,6 \text{ kJ}$$

Trabalho realizado sobre o gás:

- temperatura constante, variando o número de mols do gás $\begin{cases} n_i = 2 \text{ mols} \\ n_f = 0 \end{cases}$

$$PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P} \Rightarrow dV = \frac{RT}{P} dn \Rightarrow P dV = RT dn \quad (I)$$

$$W = - \int P dV \quad II$$

Substituindo I em II:

$$W = - \int RT dn = -RT \int_{n_i}^{n_f} dn = -RT (n_f - n_i) =$$

$$- 8,31 \cdot 337,15 (0 - 2)$$

$$W = 5,6 \text{ kJ}$$

• variação da energia interna:

$$\Delta E_{int} = W + Q = 5,6 - 79,6$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta E_{\text{int}} = -65 \text{ kJ}}$$

• variação da entalpia:

$$\Delta H = \Delta E_{\text{int}} + \Delta P W = \Delta E_{\text{int}} + \Delta(nRT) =$$

$$\Delta E_{\text{int}} + RT(n_f - n_i) = -65 \cdot 10^3 + 8,31 \cdot 337,15 (0-2)$$

$$\boxed{\Delta H = -70,6 \text{ kJ}}$$

⑤ Energia livre de Helmholtz $\rightarrow F = E_{int} - TS \rightarrow$

Conhecimentos para investigar transformações isotérmicas

a) transformação isotérmica reversível $\rightarrow |F| =$ energia máxima disponível para realizar trabalho

b) Processos irreversíveis $\rightarrow |F| > "$ "

c) $N, V, T, V_f = 2V$

Na expansão livre $\boxed{W=0}$ (gás não realiza trabalho)

$$\Delta F = - \int P dV = - \int \frac{N k_B T}{V} dV = - N k_B T \cdot \ln \left(\frac{2V}{V} \right) \Rightarrow$$

$$\boxed{\Delta F = - N k_B T \cdot \ln(2)}$$

$$\boxed{W' \text{ despendido} = -\Delta F = N k_B T \cdot \ln(2) = W'}$$