

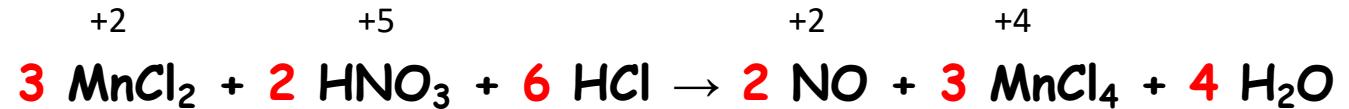
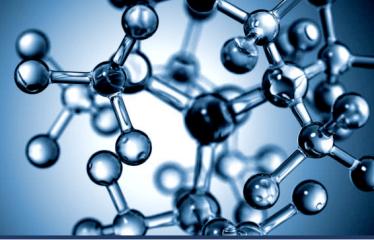
# Tema d' esame

Tutorato Chimica Generale 16-02-2021

Tutor: Martina Lippi (10627767)



ES 1. 2,00 g di  $\text{MnCl}_2$  vengono fatti reagire con 600 ml di una soluzione acquosa 0,100 M di  $\text{HNO}_3$  (in eccesso di HCl) secondo la reazione completa (da bilanciare esclusivamente con il metodo ionico elettronico):  
 $\text{MnCl}_2 + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NO} + \text{MnCl}_4 + \text{H}_2\text{O}$ . Determinare il volume di NO che si sviluppa dalla reazione, misurato in condizioni normali (1 atm e 0°C).



Importante bilanciare bene la reazione!

$$\text{MW}(\text{MnCl}_2) = 125,84 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{MnCl}_2) = 2 \text{ g} / 125,84 \text{ g/mol} = 0,0159 \text{ mol}$$

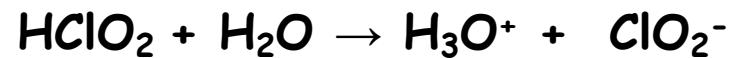
$$n(\text{HNO}_3) = 0,100 \text{ mol/L} \cdot 0,6 \text{ L} = 0,06 \text{ mol/L}$$

Reagente limitante è  $\text{MnCl}_2$  quindi :

$$n(\text{NO}) = 0,0159 \text{ mol} \cdot 2/3 = 0,0106 \text{ mol}$$

$$V = nRT/p = (0,016 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 273 \text{ K}) / 1 \text{ atm} = 0,24 \text{ L}$$

ES 2. Calcolare il pH di una soluzione acquosa 0,2 M di  $\text{KClO}_2$ , sapendo che una soluzione 0,0725 M di  $\text{HClO}_2$  ha  $\text{pH}=1,65$ .



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1,65} = 0,022 \text{ M} = [\text{ClO}_2^-]$$

$$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{ClO}_2^-]/[\text{HClO}_2] = 9.58 \cdot 10^{-3}$$

$$K_b = K_w / K_a$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_a \cdot C_b} = 0,456 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log(0,456 \cdot 10^{-6}) = 6,3$$

$$\text{pH} = 14 - 6,3 = 7,7$$

ES 3. In un contenitore del volume di 4,0 l inizialmente vuoto vengono introdotti a 327 °C 85 g di NH<sub>3</sub>. In tali condizioni si stabilisce il seguente equilibrio: 2 NH<sub>3</sub>(g) = N<sub>2</sub>(g) + 3H<sub>2</sub>(g). Sapendo che la P<sub>tot</sub> vale 120,5 atm, calcolare le frazioni molari delle specie chimiche in equilibrio.



$$n(\text{NH}_3) = 85 \text{ g} / 17 \text{ g/mol} = 5 \text{ mol}$$

$$P(\text{NH}_3) = nRT/V = 61.5 \text{ atm}$$

	2 NH <sub>3</sub> (g)	=	N <sub>2</sub> (g)	+	3H <sub>2</sub> (g)
i)	61.5 atm		0	0	
eq)	(61.5 - 2x) atm		x atm	3x atm	

$$P_{\text{tot}} = (61.5 - 2x) \text{ atm} + x \text{ atm} + 3x \text{ atm} = 120.5 \text{ atm}$$

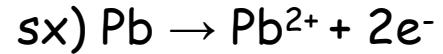
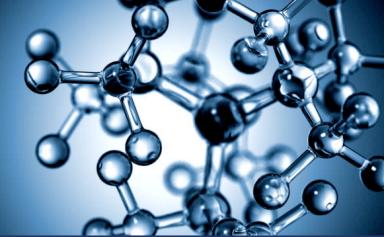
$$X = 29.5 \text{ atm}$$

$$P_{\text{eq}}(\text{NH}_3) = 61.5 - 2x = 61.5 - 2(29.5) = 2.5 \text{ atm} \rightarrow \chi(\text{NH}_3) = P_{\text{eq}}(\text{NH}_3) / P_{\text{tot}} = 0.021$$

$$P_{\text{eq}}(\text{N}_2) = x = 29.5 \text{ atm} \rightarrow \chi(\text{N}_2) = P_{\text{eq}}(\text{N}_2) / P_{\text{tot}} = 0.245$$

$$P_{\text{eq}}(\text{H}_2) = 3x = 3(29.5) = 88.5 \text{ atm} \rightarrow \chi(\text{H}_2) = P_{\text{eq}}(\text{H}_2) / P_{\text{tot}} = 0.734$$

ES 4. Calcolare a 25°C la f.e.m. della seguente pila: Pb|Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>=0,25 M || NaClO<sub>4</sub> 0,1 M | Pt, H<sub>2</sub> = 1 atm dopo aver scritto le semireazioni di ossidazione e riduzione mettendo in evidenza la cessione e l'acquisto degli elettronni ed aver indicato esplicitamente le polarità, sapendo che il potenziale standard di riduzione dell'elettrodo di sinistra vale -0,126 V.



$$E_{\text{sx}} = -0,126 + (0,059/2)\log(0,25) = -0,144 \text{ V}$$

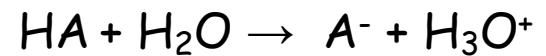


$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}$$

$$E_{\text{dx}} = 0 + (0,059/2)\log(10^{-7}) = -0,414 \text{ V}$$

$$\Delta E = E^+ - E^- = -0,414 \text{ V} + (-0,144 \text{ V}) = 0,270 \text{ V}$$

ES 5. Calcolare la costante di ionizzazione ( $K_a$ ) dell'acido lisergico ( $C_{15}H_{15}N_2COOH$ ) a  $25^\circ C$  sapendo che una sua soluzione acquosa, ottenuta portando 536,6 mg a 2,00 l con acqua, ha  $pH=3,25$ .



$$[HA] = [(536,6 \cdot 10^{-3}) / 268,33 \text{ g/mol}] \cdot 1 / 2L = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-3,25} \text{ M}$$

$$K_a = [H_3O^+]^2 / Ca - [H_3O^+] = 7,22 \cdot 10^{-4}$$

ES 6. Due moli di anidride carbonica vengono riscaldate a pressione costante di 1.25 atm e la temperatura sale da 250K a 277K. Sapendo che  $C_{p,m}=37,11\text{J}/(\text{K mol})$ , calcolare q,  $\Delta U$  e  $\Delta H$ .



$$\Delta H = -q_p = C_p \Delta T = nC_{p,m} \Delta T = 2 \text{ mol} \cdot 37,11 \text{ J/Kmol} \cdot 27 \text{ K} = 2 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta(pV)$$

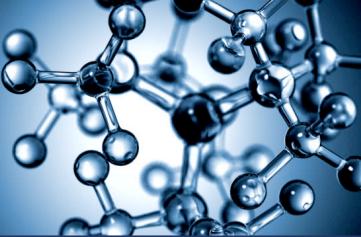
p cost, quindi

$$\Delta H = \Delta U + p \Delta V$$

$$\Delta V = nR\Delta T/p$$

$$\Delta U = \Delta H - p(nR\Delta T/p) = \Delta H - nR\Delta T = 1,56 \text{ kJ}$$

ES 7. Un sistema viene sottoposto ad un processo in cui la variazione di entropia è  $+5.51 \text{ JK}^{-1}$ . Durante questo processo vengono forniti al sistema stesso 1.50 kJ di calore ad una temperatura di 500K. Il processo è reversibile?



Se il processo fosse reversibile sarebbe:  $\Delta S = q_{\text{rev}} / T$

$$q_{\text{rev}} = \Delta S \cdot T = 5.51 \text{ JK}^{-1} \cdot 500 \text{ K} = 2,75 \text{ kJ}$$

Ma  $q_{\text{rev}} \neq q$  fornito

Quindi il processo non è reversibile

ES 8. Un campione di rame di massa 2,75 kg viene raffreddato a pressione costante da 330 K a 275 K. Calcolare a) L'energia che deve essere rimossa sotto forma di calore; b) La variazione di entropia.



a)  $q = n \cdot C_{p,m} \cdot \Delta T = (m / MW) \cdot C_{p,m} \cdot \Delta T =$   
 $= (2,75 \cdot 10^3 \text{ g} / 63,54 \text{ g mol}^{-1}) \cdot (24,44 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) \cdot (55 \text{ K}) = -58,2 \text{ kJ}$

b)  $\Delta S = \int \frac{dq_{rev}}{T} = \int_{T1}^{T2} \frac{n \cdot C_{p,m} \cdot dt}{T} = n \cdot C_{p,m} \ln \frac{T_2}{T_1} = -193 \text{ J K}^{-1}$

**ES 9.** 1 mole di un gas ideale monoatomico inizialmente a 298 K e 10 L, si espande fino a raddoppiare il suo volume, in due modi: a) Isotermicamente e reversibilmente; b) Isotermicamente, contro una pressione esterna di 5 atm. Calcolare  $\Delta S$ ,  $\Delta S_{amb}$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta T$ ,  $\Delta A$  e  $\Delta G$ .



a)  $\Delta T = 0$

$$\Delta H = 0$$

$$\Delta S_{tot} = \Delta S + \Delta S_{amb} = 0$$

$$\Delta S = nR \ln \frac{V_f}{V_i} = 1\text{mol} \times 8.314\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \ln 2 = 5.8\text{JK}^{-1}$$

$$\Delta U = 0$$

$$\Delta A = \Delta U - T\Delta S = -1.7\text{kJ}$$

$$\Delta G = \Delta A = -1.7\text{kJ}$$

b)  $\Delta T = 0$

$$\Delta H = 0$$

$$\Delta S = 5.8\text{JK}^{-1}$$

$$\Delta S_{amb.} = \frac{q_{amb.}}{T} = \frac{-q_{sis.}}{T} = \frac{w}{T}$$

$$w = -p_{ex.} \Delta V = -0.5 \times 1.01 \times 10^5 \text{Pa} \times 10^{-2} \text{m}^3 = -5.05 \times 10^2 \text{J}$$