

Esercizio 1. Il tetraossido di diazoto è un gas che a 100°C instaura un equilibrio di dissociazione con formazione di biossido di azoto, anche esso gassoso. La costante di questo equilibrio vale 11.0 atm a tale temperatura. Prevedere la direzione in cui avverrà la reazione per raggiungere l'equilibrio partendo da 0.10 moli di tetraossido di diazoto e 0.20 moli di biossido di azoto in un contenitore del volume di 2.00 litri.

Soluzione:

Per determinare la direzione con cui avverrà la reazione devo confrontare il quoziente di reazione (Q) con la costante di equilibrio (K)

Scrivo la reazione di equilibrio e bilancio



È un equilibrio = indica doppia freccia!!

Sono tutti gas e quindi la costante di equilibrio e il quoziente di reazione si esprimono in termini di pressioni parziali.

$$Q = P_{(\text{NO}_2)}^2 / P_{(\text{N}_2\text{O}_4)}$$

Dove le pressioni parziali sono quelle iniziali e non quelle di equilibrio.

Calcolo le pressioni parziali dei due gas all'inizio

$$T = 100 \text{ }^\circ\text{C} = 373 \text{ K}$$

$$P_{(\text{NO}_2)} = nRT/V = 0.200 \text{ (moli)} \cdot 0.0821 \text{ (L atm / mol K)} \cdot 373 \text{ (K)} / 2.00 \text{ (L)} = 3.06 \text{ atm}$$

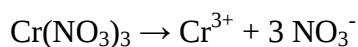
$$P_{(\text{N}_2\text{O}_4)} = nRT/V = 0.100 \text{ (moli)} \cdot 0.0821 \text{ (L atm / mol K)} \cdot 373 \text{ (K)} / 2.00 \text{ (L)} = 1.53 \text{ atm}$$

$$Q = P_{(\text{NO}_2)}^2 / P_{(\text{N}_2\text{O}_4)} = (3.06 \text{ atm})^2 / (1.53 \text{ atm}) = 6.12 \text{ atm}$$

Poiché $Q < K$ la reazione procede da sinistra verso destra in maniera da far aumentare Q fino a raggiungere il valore di K.

Esercizio 2. Calcolare il punto di congelamento di una soluzione di nitrato di cromo (III), ottenuta sciogliendo 47.602 g di sale in un litro di acqua (densità dell'acqua 1.000 g/mL), sapendo che la costante crioscopica dell'acqua vale 1.86 °C Kg/moli. (PA cromo = 51,996 uma, PA azoto = 14.007 uma, PA ossigeno = 15.999 uma)

Soluzione:



Sale solubile ed elettrolita che dà luogo a 4 ioni pertanto

$$\Delta T = 4 k_{\text{cr}} \cdot m$$

Calcolo la molalità : $m = \text{moli} / \text{Kg (solvente)}$

Moli $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 = \text{massa (g)} / \text{PM (g / mole)} = 47.602 \text{ (g)} / 238.008 \text{ (g/mole)} = 0.20000 \text{ moli}$

$m = 0.20000 \text{ moli} / 1.000 \text{ Kg} = 0.2000 \text{ moli/Kg}$

$\Delta T = 4 k_{cr} * m = 4 * 1.86 \text{ (}^\circ\text{C Kg/moli)} * 0.2000 \text{ (moli/Kg)} = 1.49 \text{ }^\circ\text{C}$

$\Delta T = T_{\text{solvente}} - T_{\text{soluzione}}$

$T_{\text{soluzione}} = T_{\text{solvente}} - \Delta T$

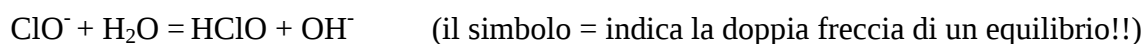
Poiché l'acqua congela a 0 gradi in condizioni standard $T_{\text{solvente}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_{\text{soluzione}} = -1.49 \text{ }^\circ\text{C}$

Esercizio 3. 835 mL di soluzione di varechina sono stati preparati sciogliendo 12.0 g di ipoclorito di sodio in acqua. Sapendo che l'acido ipocloroso ha una costante di acidità di $2.78 * 10^{-8}$ moli/litro calcolare il pH della soluzione di varechina. (PA sodio = 22.99 uma, PA cloro = 35.45 uma, PA ossigeno = 15.999 uma)

Soluzione:

L' ipoclorito di sodio (NaClO) è un sale solubile che si dissocia in ioni Na^+ (che non danno idrolisi) e ioni ipoclorito ClO^- che, essendo la base coniugata di un acido debole, hanno una certa basicità e quindi danno idrolisi basica.



$$K_b = K_w / K_a$$

Se non ricordo basta ricavare da

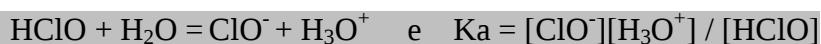
$$K_b = [\text{HClO}][\text{OH}^-] / [\text{ClO}^-] = [\text{HClO}][\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{ClO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]$$

Moltiplicando per $[\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{H}_3\text{O}^+]$ è come moltiplicare x 1

quindi

$$K_b = [\text{HClO}][\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{ClO}^-][\text{H}_3\text{O}^+] = K_w [\text{HClO}] / [\text{ClO}^-][\text{H}_3\text{O}^+] = K_w / K_a$$

Questo è l'inverso della costante di acidità essendo



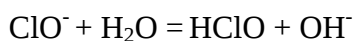
Pertanto calcolo la concentrazione dello ione ipoclorito

Moli $\text{ClO}^- = \text{moli NaClO} = \text{massa NaClO} / \text{PM}_{\text{NaClO}} = 12.0 \text{ g} / 74.44 \text{ g/ moli} = 1.61 \text{ moli}$

Quindi calcolo la concentrazione dello ione clorato

$[\text{ClO}^-] = \text{moli} / \text{volume soluzione (L)} = 1.61 \text{ (moli)} / 0.835 \text{ (L)} = 0.193 \text{ M}$

Quindi



C iniz	0.193	0	0
Variazione	-x	+x	+x
C iniz	0.193-x	x	x

$$K_b = K_w / K_a = 10^{-14} (\text{moli}^2/\text{L}^2) / 2.78 \cdot 10^{-8} (\text{moli/L}) = 3.60 \cdot 10^{-7} (\text{moli/L})$$

$$K_b = [\text{HClO}][\text{OH}^-]/[\text{ClO}^-] = x^2/0.193-x = 3.60 \cdot 10^{-7}$$

Assumendo che x sia trascurabile rispetto a 0.193 (conc iniziale abbastanza grande e costante di equilibrio piccola) allora $0.193-x$ circa uguale a 0.193 pertanto

$$x^2/0.193 = 3.60 \cdot 10^{-7}$$

$$x^2/0.193 = 3.60 \cdot 10^{-7}$$

$$x^2 = 6.94 \cdot 10^{-8}$$

$$x = 2.64 \cdot 10^{-4} (\text{moli/L})$$

x risulta effettivamente trascurabile rispetto a 0.193 !! e l'approssimazione fatta è giustificata.

$$\text{pOH} = -\log_{10} [\text{OH}^-] = -\log_{10} [2.64 \cdot 10^{-4}] = 3.58$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3.58 = 10.42$$

Esercizio 4. Determinare se ciascuna delle seguenti specie è polare o apolare: anidride solforosa, trifluoruro di boro e anidride carbonica. (zolfo numero atomico 16, boro numero atomico 5, carbonio numero atomico 6, O numero atomico 8)

Soluzione:



Applico la teoria VSEPR calcolo il numero di coppie strutturali

Atomo centrale è lo zolfo

S 6 elettroni di valenza, l'ossigeno non contribuisce (oppure è bieletron datore ma vanno tolti 2 elettroni per il legame pigreco)

Quindi 6 elettroni in totale = 3 coppie strutturali, sistema AX2E = geometria delle coppie strutturali trigonale planare, geometria della molecola angolata, i due legami S=O sono polari essendo gli atomi differenti (diversa elettronegatività), poiché la geometria angolata fa sì che i dipoli non si neutralizzino, la molecola risulta **polare**



Applico la teoria VSEPR calcolo il numero di coppie strutturali

Atomo centrale è il boro

B 3 elettroni di valenza, il Fluoro è un monoeletron datore

Quindi 6 elettroni in totale = 3 coppie strutturali, sistema AX3 = geometria delle coppie strutturali trigonale planare, geometria della molecola trigonale planare, i tre legami B-F sono polari essendo gli atomi differenti (diversa elettronegatività), la geometria della molecola fa sì che i dipoli si annullino per simmetria, la molecola risulta **apolare**



Applico la teoria VSEPR calcolo il numero di coppie strutturali

Atomo centrale è il carbonio

C 4 elettroni di valenza, l'ossigeno non contribuisce (oppure è bieletron datore ma vanno tolti 2 elettroni per il legame pigreco)

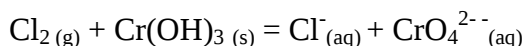
Quindi 4 elettroni in totale = 2 coppie strutturali, sistema AX2 = geometria delle coppie strutturali lineare, geometria della molecola lineare, i due legami C=O sono polari essendo gli atomi differenti (diversa elettronegatività), la geometria della molecola fa sì che i dipoli si annullino per simmetria, la molecola risulta **apolare**

Esercizio 5. Il cloro gassoso reagisce in soluzione acquosa basica con l'idrossido di cromo (III) solido per dare ioni cloruro ed ioni CrO_4^{2-} in soluzione. Sapendo che vengono fatti reagire 7.090 g di cloro con 51.51 g di idrossido di cromo (III) in una soluzione sufficientemente basica per far avvenire completamente la reazione, si calcoli la massima quantità in grammi di cloruro di sodio che si possono ottenere teoricamente. A tale scopo si consideri che la soluzione sia basica per idrossido di sodio.

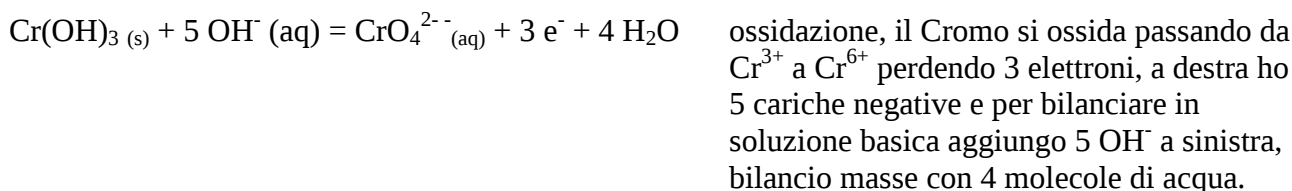
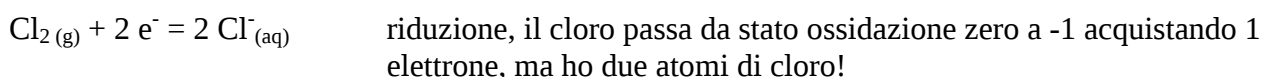
(PA cromo = 51,996 uma, PA cloro = 35.45 uma, PA ossigeno = 15.999 uma, PA idrogeno = 1.008 uma, PA sodio = 22.99 uma)

Soluzione:

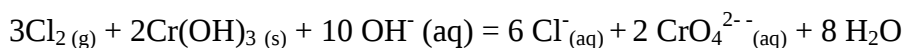
Scrivo la reazione



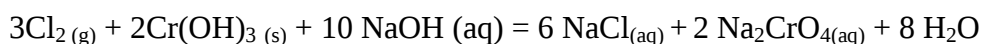
Bilancio le semireazioni



Moltiplico la reazione di riduzione per tre e quella di ossidazione per due in maniera da eguagliare elettroni scambiati in ossidazione e in riduzione, sommo quindi le due semireazioni e semplifico.



Assumendo che l'ambiente basico sia per NaOH bilancio finale, in forma non ionica è.



Calcoliamo le moli di reagenti a disposizione

Moli Cl_2 = massa (g) / PM (g/mol) = 7.090 (g) / 70.90 (g/mol) = 0.1000 moli

Moli $\text{Cr}(\text{OH})_3$ = massa (g) / PM (g/mol) = 51.51 (g) / 103.017 (g/mol) = 0.5000 moli

Il cloro è il reagente limitante e pertanto potrà reagire completamente, mentre avanzerà idrossido di cromo non reagito.

Pertanto, dalla stechiometria so che da 0.1000 moli di Cl_2 potrò ottenere il doppio di moli di NaCl.

Massa NaCl = moli * PM = 2 * 0.1000 (mol) * 58.44 (g/mol) = **11.68 g**