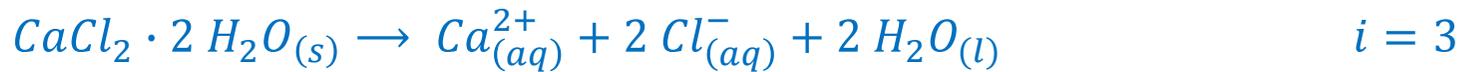


Esercizio 4 su proprietà colligative:

Il cloruro di calcio,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , si dissocia completamente in acqua negli ioni che lo compongono. Calcolare la pressione osmotica a  $32.0^\circ\text{C}$  di una soluzione di concentrazione molale  $0.800 \text{ mol/kg}$  di  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , sapendo che la densità della soluzione è  $1066 \text{ g/L}$ .



$$T = 32.0^\circ\text{C} = 305.2 \text{ K} \quad \text{molalità} = 0.800 \text{ mol/kg}$$

$$\text{In 1 kg di solvente: } n_{\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 0.800 \text{ mol} \quad MM_{\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 147.02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$m_{\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 118 \text{ g} \quad m_{\text{soluzione}} = 1118 \text{ g}$$

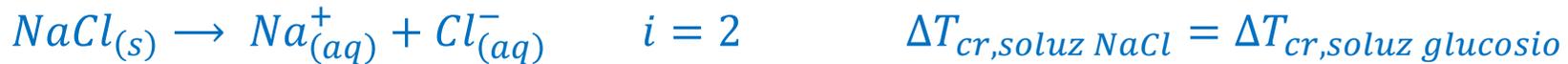
$$d_{\text{soluzione}} = 1066 \text{ g/L} \quad V_{\text{soluzione}} = \frac{m}{d} = 1.05 \text{ L}$$

$$M_{\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}}{V} = 0.762 \text{ mol/L}$$

$$\pi = MRTi = 0.762 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0.0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 305.2 \text{ K} \cdot 3 = 57.3 \text{ atm}$$

Esercizio 6 su proprietà colligative:

Calcolare le concentrazioni molale e molare di una soluzione acquosa di NaCl, soluto completamente dissociato, che presenta lo stesso abbassamento crioscopico di una soluzione di glucosio  $C_6H_{12}O_6$  al 5.80% in peso. La soluzione acquosa di NaCl ha una densità di 1.005 g/mL. Per l'acqua,  $K_{cr} = 1.86^\circ C \text{ kg/mol}$ .



$$\% m/m_{glucosio} = 5.80\% \quad MM_{C_6H_{12}O_6} = 180.18 \text{ g/mol}$$

$$\text{Per } 100 \text{ g di soluzione di glucosio: } m_{C_6H_{12}O_6} = 5.80 \text{ g}$$

$$n_{C_6H_{12}O_6} = \frac{m}{MM} = 0.0322 \text{ mol} \quad m_{H_2O} = m_{soluzione} - m_{C_6H_{12}O_6} = 94.20 \text{ g}$$

$$m_{glucosio} = \frac{n_{C_6H_{12}O_6}}{m_{H_2O}(kg)} = 0.342 \text{ mol/kg} \quad \Delta T_{cr, gluc} = m \cdot K_{cr} \cdot i = m_{gluc} \cdot K_{cr}$$

$$\Delta T_{cr, NaCl} = m \cdot K_{cr} \cdot i = m_{NaCl} \cdot K_{cr} \cdot 2 \quad m_{NaCl} = \frac{m_{glucosio}}{2} = 0.171 \text{ mol/kg}$$

$$\text{Per } 1 \text{ kg di solvente: } n_{NaCl} = 0.171 \text{ mol} \quad MM_{NaCl} = 58.44 \text{ g/mol}$$

$$m_{NaCl} = n \cdot MM = 9.99 \text{ g} \quad m_{soluzione} = m_{solvente} + m_{NaCl} = 1009.99 \text{ g}$$

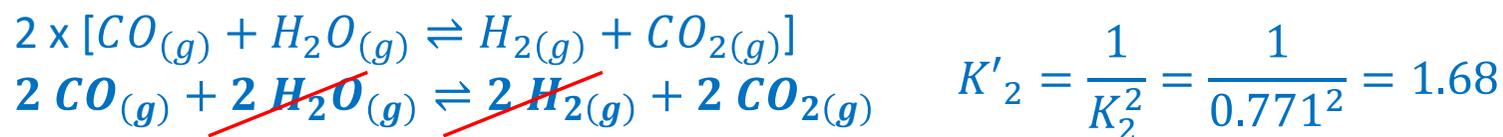
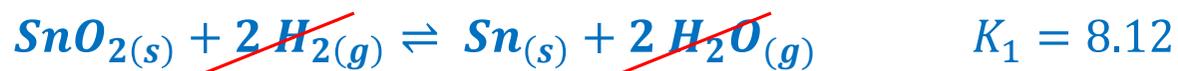
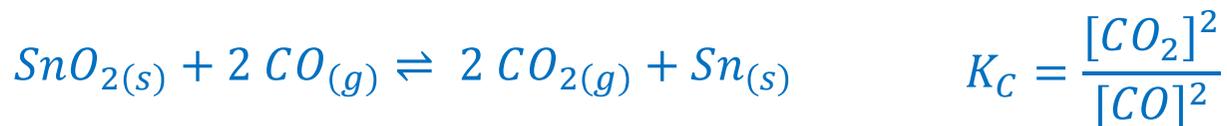
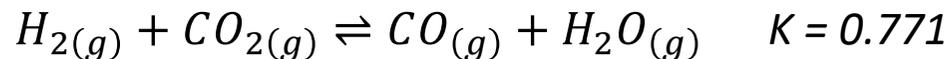
$$d_{soluzione} = 1.005 \text{ g/mL} \quad V_{soluzione} = \frac{m}{d} = 1005 \text{ mL} = 1.005 \text{ L}$$

$$M_{NaCl} = \frac{n_{NaCl}}{V_{soluzione}} = 0.170 \text{ mol/L}$$

Esercizio 5 su equilibri:

Calcolare  $K$  per la reazione:  $\text{SnO}_{2(s)} + 2 \text{CO}_{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{CO}_{2(g)} + \text{Sn}_{(s)}$

a partire dalle seguenti informazioni:  $\text{SnO}_{2(s)} + 2 \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{Sn}_{(s)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(g)}$   $K = 8.12$



**Esercizio 5 su equilibri:**

0.800 moli di una specie A sono introdotti in un recipiente da un 1.00 litro. Avviene la dissociazione seguente  $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)} + 3C_{(g)}$  e ad equilibrio raggiunto, la concentrazione di [B] risulta essere 0.400 M a 600 K. (a) Calcolare le costanti  $K_c$  e  $K_p$  alla stessa temperatura per la reazione di equilibrio. (b) Un aumento di volume del contenitore favorisce la reazione diretta o inversa?

(a)

[ ]	$A_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$B_{(g)}$	+	$3 C_{(g)}$
I	0.800 mol/L		-		-
C	-x		+x		+3x
E	0.800-x=0.400		x=0.400		3x=1.200

$$n_{A,i} = 0.800 \text{ mol}$$

$$V = 1.00 \text{ L}$$

$$[A]_i = 0.800 \text{ mol/L}$$

$$[B]_{eq} = 0.400 \text{ mol/L}$$

$$K_C = \frac{[B] \cdot [C]^3}{[A]} = \frac{0.400 \cdot 1.200^3}{0.400} = 1.73 \frac{\text{mol}^3}{\text{L}^3}$$

$$P_A = [A] \cdot RT \quad P_B = [B] \cdot RT \quad P_C = [C] \cdot RT \quad T = 600 \text{ K}$$

$$K_P = \frac{P_B \cdot P_C^3}{P_A} = \frac{[B] \cdot RT \cdot [C]^3 \cdot (RT)^3}{[A] \cdot RT} = K_C \cdot (RT)^3 = 2.07 \cdot 10^5 \text{ atm}^3$$

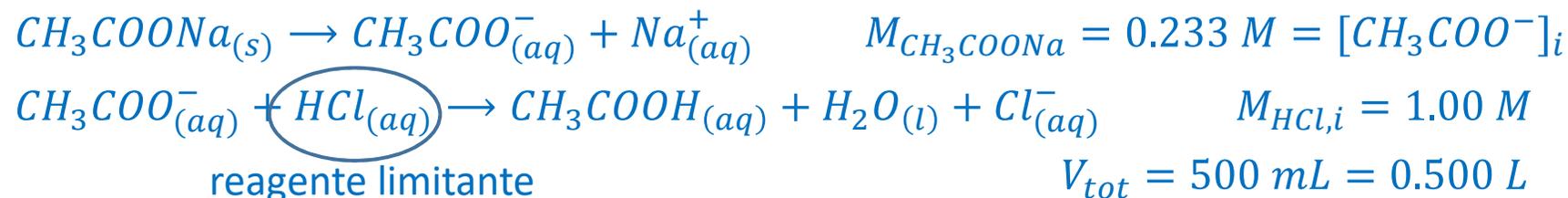
(b)  $V \uparrow \quad P_{tot} \downarrow$        $P_A = \chi_A \cdot P_{tot}$        $P_B = \chi_B \cdot P_{tot}$        $P_C = \chi_C \cdot P_{tot}$

$$K_P = \frac{\chi_B \cdot P_{tot} \cdot \chi_C^3 \cdot P_{tot}^3}{\chi_A \cdot \chi_{tot}} = \frac{\chi_B \cdot \chi_C^3}{\chi_A} \cdot P_{tot}^3$$

La reazione diretta è favorita.

**Esercizio 3 su idrolisi e soluzioni tampone:**

Calcolare quanti mL di acido cloridrico 1.00 M è necessario aggiungere ad una soluzione di acetato di sodio 0.233 M, preparata in modo che il volume finale sia pari a 500 mL, per ottenere una soluzione tampone a pH 5.00. Per l'acido acetico,  $K_a = 1.76 \cdot 10^{-5}$ .



Soluzione tampone:  $CH_3COOH$  e  $CH_3COO^-$  contemporaneamente presenti in soluzione

[ ]	$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
E	$C_a$		$C_b$	$10^{-pH} = 1.0 \cdot 10^{-5}$

$pH = 5.00$   
 $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 1.0 \cdot 10^{-5} M$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = 1.76 \cdot 10^{-5} = \frac{C_b \cdot 1.0 \cdot 10^{-5}}{C_a} \Rightarrow \boxed{\frac{C_b}{C_a} = 1.76}$$

$CH_3COOH$  è ottenuto dalla reazione con HCl  $\Rightarrow [CH_3COOH]_i = M_{HCl} = C_a$

$[CH_3COO^-]_{eq} = C_b = [CH_3COO^-]_i - C_a \rightarrow$  (consumato nella reazione con HCl)

$$\boxed{C_b = 0.233 - C_a}$$

$$C_a = 8.44 \cdot 10^{-2} M$$

$$C_b = 0.149 M$$

$$M_{HCl,f} = 8.44 \cdot 10^{-2} M \quad V_i M_{HCl,i} = V_f M_{HCl,f} \quad V_i = \frac{500 mL \cdot 8.44 \cdot 10^{-2} M}{1.00 M} = 42.2 mL$$

Esercizio 3 su idrolisi e soluzioni tampone:

Calcolare il pH di una soluzione tampone contenente HF 1.0 M + NaF 0.80 M (a) prima e (b) dopo l'aggiunta a 1.0 L di soluzione tampone di 0.020 mol di acido clorico ( $K_a(\text{HF}) = 3.5 \cdot 10^{-4}$ ) (si trascuri la variazione di volume).



[ ]	$\text{HF}_{(aq)}$	$+$	$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	$\rightleftharpoons$	$\text{F}^-_{(aq)}$	$+$	$\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$
I							
C							
E	1.0 M				0.80 M		$[\text{H}_3\text{O}^+]$

### SOLUZIONE TAMPONE

$$K_a = \frac{[\text{F}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HF}]} = 3.5 \cdot 10^{-4}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 3.5 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{[\text{HF}]}{[\text{F}^-]} =$$

$$= 3.5 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1.0}{0.80} = 4.4 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 3.35$$



$n_{\text{F}^-,i} = [\text{F}^-] \cdot V = 0.80 \text{ mol}$        $n_{\text{HF},i} = 1.0 \text{ mol}$

$n_{\text{F}^-,f} = n_{\text{F}^-,i} - n_{\text{HClO}_3} = 0.78 \text{ mol}$        $n_{\text{HF},f} = n_{\text{HF},i} + n_{\text{HClO}_3} = 1.02 \text{ mol}$

[ ]	$\text{HF}_{(aq)}$	$+$	$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	$\rightleftharpoons$	$\text{F}^-_{(aq)}$	$+$	$\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$
I							
C							
E	1.02 M				0.78 M		$[\text{H}_3\text{O}^+]$

$[\text{F}^-] = 0.78 \text{ M}$        $[\text{HF}] = 1.02 \text{ M}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 3.5 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1.02}{0.78} =$$

$$= 4.6 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 3.34$$