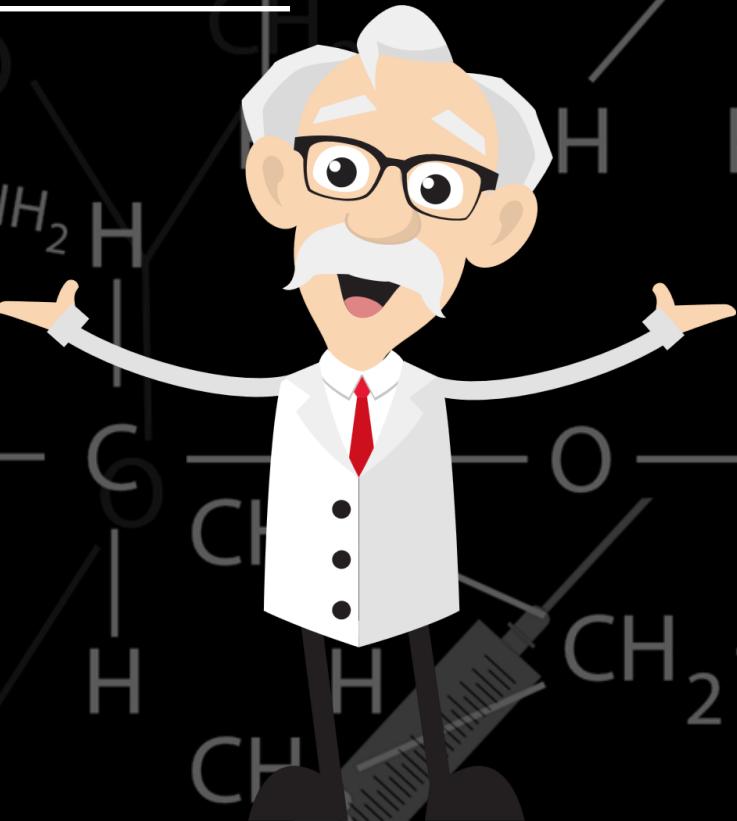


Temi d'esame

Tutor: Alessandro Marchetti



POLITECNICO
MILANO 1863



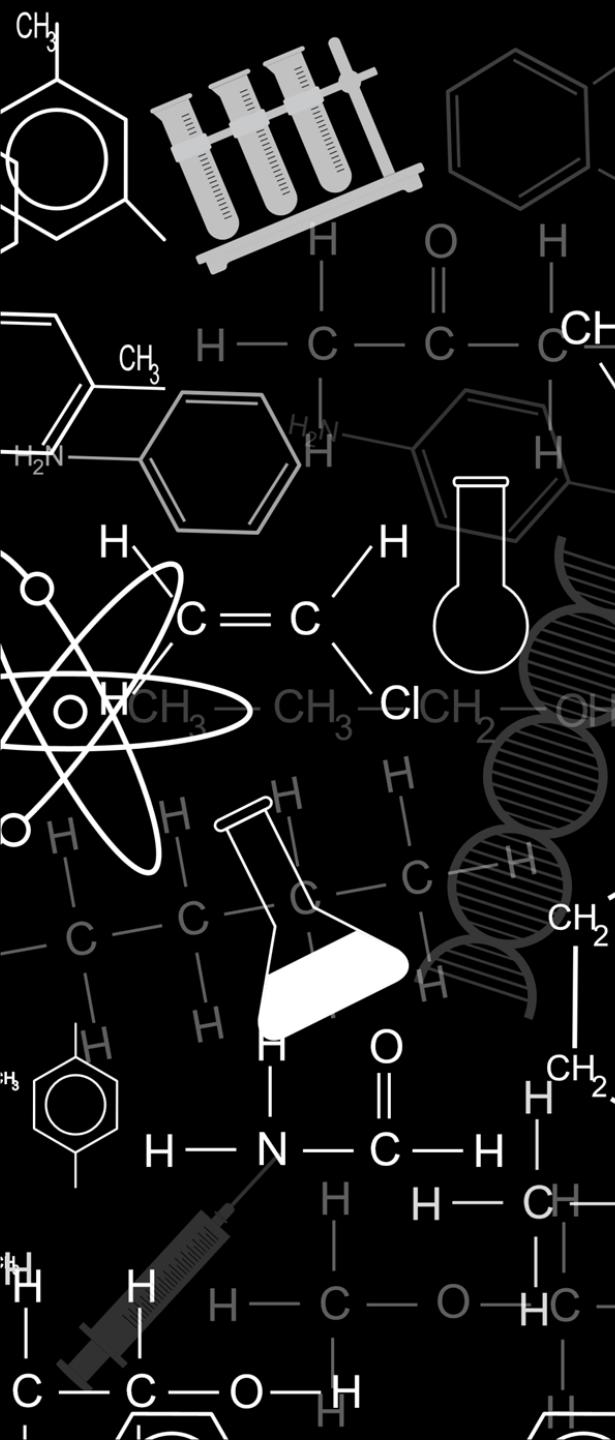
REGISTRAZIONE

Per registrare la tua presenza al tutorato:

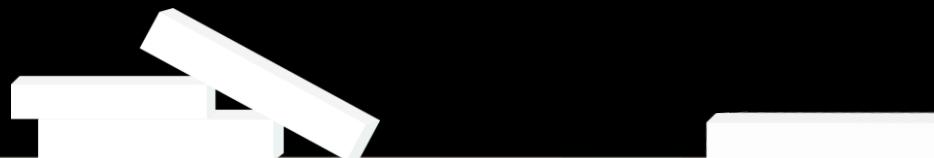
- Vai sul sito www.tutorapp.polimi.it
e inserisci il mio codice persona

10488783

- Oppure scansiona il QR Code



Temi d'esame



ESERCIZI

1. Determinare la formula molecolare di un composto la cui composizione percentuale è Cr = 26.52%, S = 24.52%, O = 48.96%. Tale composto solitamente si trova in natura idrato, determinare la quantità in peso di cromo presente in 12 g di composto decaidrato.

$$m_H = 12 \text{ g}$$



$$\bullet F_{\text{Molec}} = ?$$

$$\bullet \% \text{ Cr in sale idrato} = ?$$

$$\text{hp: } m_{\text{tot}} = 100 \text{ g} \rightarrow m_{\text{Cr}} = m_{\text{tot}} \cdot \% \text{ Cr} = 100 \text{ g} \cdot \frac{26.52}{100} = 26.52 \text{ g}$$

$$m_S = 24.52 \text{ g}$$

$$m_O = 48.96 \text{ g}$$

$$n_{\text{Cr}} = \frac{m_{\text{Cr}}}{MM_{\text{Cr}}} = \frac{26.52 \text{ g}}{52 \text{ g/mol}} = 0.51 \text{ mol}$$

$$\frac{n_{\text{Cr}}}{n_{\text{Cr}}} = \frac{0.51}{0.51} = 1$$

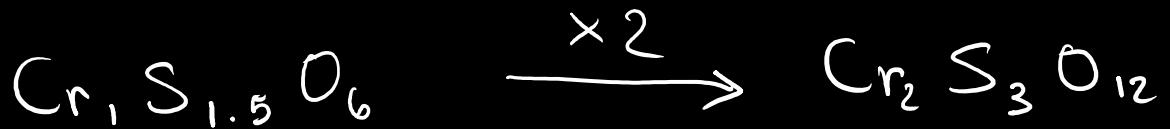
$$n_S = \frac{24.52 \text{ g}}{32.07 \text{ g/mol}} = 0.76 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \frac{n_S}{n_{\text{Cr}}} = \frac{0.76}{0.51} \approx 1.5$$

$$n_O = \frac{48.96 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 3.06 \text{ mol}$$

$$\frac{n_O}{n_{\text{Cr}}} = \frac{3.06}{0.51} \approx 6$$

ESERCIZI



Sole idrato: $\text{Cr}_2 \text{S}_3 \text{O}_{12} \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

$$m_H = 12 \text{ g}$$

$$MM_H = 52 \cdot 2 + 32.07 \cdot 3 + 16 \cdot 12 + 10 \cdot (2 + 16) = 572.21 \text{ g/mol}$$

$$\Rightarrow n_H = \frac{m_H}{MM_H} = 0.021 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Cr}} = 2 \cdot n_H = 2 \cdot 0.021 = 0.042 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Cr}} = n_{\text{Cr}} \cdot MM_{\text{Cr}} = 0.042 \text{ mol} \cdot 52 \text{ g/mol} = 2.18 \text{ g}$$

$$\% \text{ Cr} = \frac{m_{\text{Cr}}}{m_H} = \frac{2.18 \text{ g}}{12 \text{ g}} \cdot 100 = 18.17 \%$$

ESERCIZI

2. Calcolare i coefficienti stechiometrici della seguente reazione redox



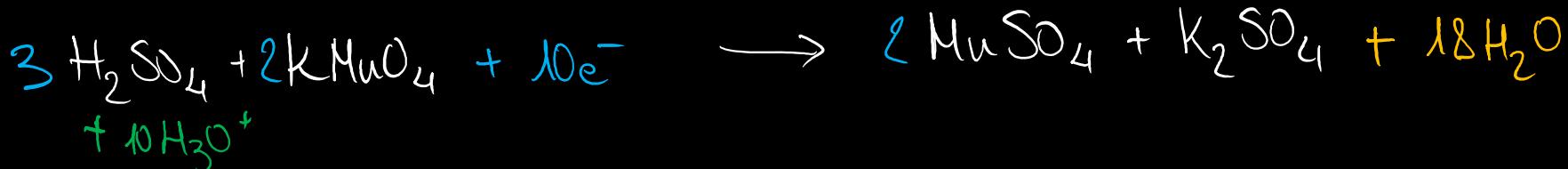
(NaOH)
OH⁻

O da -1 a 0 : si ossida ($1e^-$)
Mn da +7 a +2 : si riduce ($5e^-$)

OX :



RED :



1) Bilanciav. elementi principali e e^-

2) Bilanciav. cariche (H_3O^+)

3) Bilanciav. H, O usando H_2O

4) Bilanciav. e^- : OX : $2e^-$ → OX · 5 = $2e^- \cdot 5 = 10e^-$
RED : $10e^-$ → RED = $10e^-$

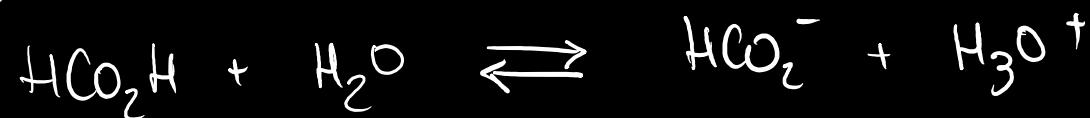
ESERCIZI



ESERCIZI

3. Calcolare la K_a dell'acido formico, HCO_2H , dissociato al 4.2% in una soluzione 0.1 M.

• $K_a = ?$



$$K_a = \frac{[\text{HCO}_2^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCO}_2\text{H}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HCO}_2\text{H}]}$$

Dissociaz., 4.2% $\rightarrow C_a \cdot 4.2\% = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{HCO}_2^-]$

$$[\text{HCO}_2\text{H}] = C_a (100\% - 4.2\%) = 95.8\% \cdot C_a$$

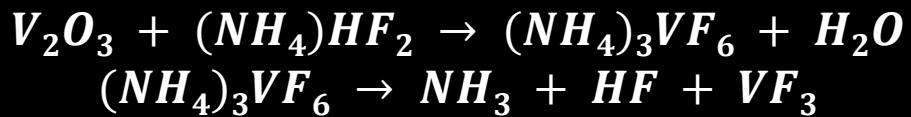
$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{4.2}{100} \cdot 0.1 \text{ M} = 4.2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{(4.2 \cdot 10^{-3})^2}{0.0958} = 1.84 \cdot 10^{-4}$$

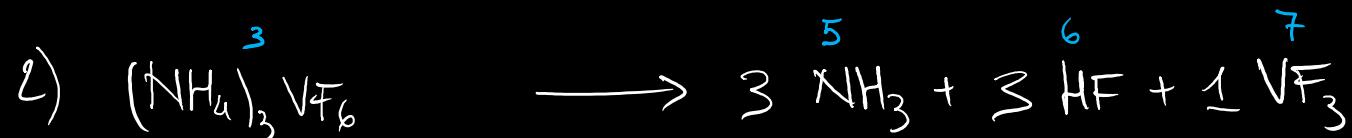
$$[\text{HCO}_2^-] = \frac{95.8}{100} \cdot 0.1 \text{ M} = 0.0958 \text{ M}$$

ESERCIZI

4. Il trifluoruro di vanadio può essere preparato con la seguente serie di reazioni (DA BILANCIARE!)



in un reattore sono inseriti 10 g di $(NH_4)HF_2$ con triossido di vanadio e si producono 3 g di trifluoruro di vanadio.
Quale è la resa complessiva del processo?



$$m_2 = 10 \text{ g} \quad m_7^{\text{prod}} = 3 \text{ g} \quad V_2O_3 \text{ ECCESSO}$$

$$\eta = ?$$

$$MM_2 = (14 + 1 \cdot 14) + 1 + 19 \cdot 2 = 57 \text{ g/mol}$$

$$n_2 = \frac{m_2}{MM_2} = \frac{10 \text{ g}}{57 \text{ g/mol}} = 0.175 \text{ mol}$$

ESERCIZI

Rеazione 1: $n_3 = n_2 \cdot \frac{2}{6} = 0.0583 \text{ mol}$

Rеazione 2: $n_7 = n_3 = 0.0583 \text{ mol}$
(VF_3)

$$\text{MM}_7 = 50.96 + 19 \cdot 3 = 107.96 \text{ g/mol}$$

$$\Rightarrow m_7^{\text{TEO}} = n_7 \cdot \text{MM}_7 = 0.0583 \cdot 107.96 = 6.29 \text{ g}$$

$$\eta = \frac{m_7^{\text{PROD}}}{m_7^{\text{TEO}}} = \frac{3 \text{ g}}{6.29 \text{ g}} = 0.48 \quad \eta = 48\%$$

ESERCIZI

5. Calcolare la concentrazione di ioni H^+ in una soluzione 0.2 M di acido cloroacetico ($C_6H_5COOH K_a = 5.5 \cdot 10^{-2}$) e 0.1 M di cloroacetato di sodio.



$$\bullet [H^+] = ?$$

Tampone :



$$K_a = \frac{[C_6H_5COO^-][H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]}$$
$$\xrightarrow{C_s \approx [C_6H_5COO^-]} K_a \approx \frac{C_s}{C_a} \cdot [H_3O^+]$$

ESERCIZI

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{C_a}{C_S} \cdot K_a = \frac{0.2 \text{ M}}{0.1 \text{ M}} \cdot 5.5 \cdot 10^{-2} = 0.11 \text{ M}$$



ESERCIZI

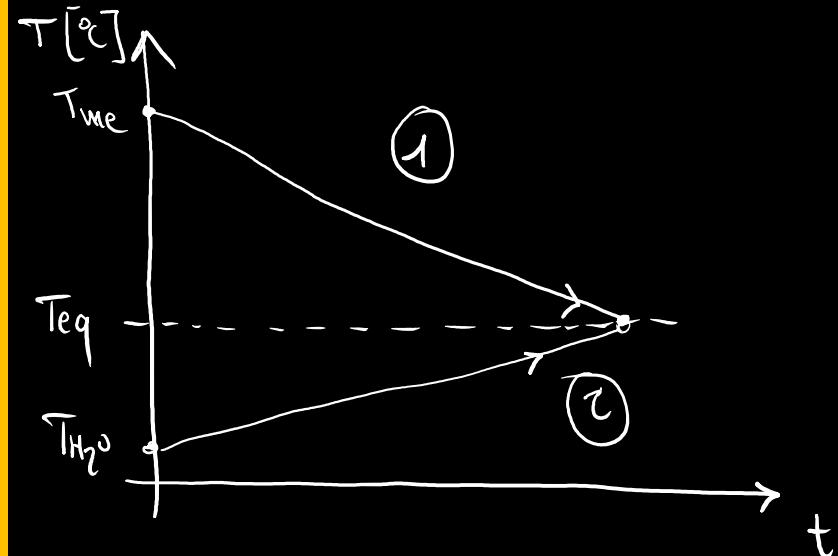
6. Un campione di 45.0 g di un metallo viene riscaldato a 90 °C e quindi immerso in un dewar contenente 82 g di acqua a 23.5 °C. La temperatura finale dell'acqua è pari a 26.25 °C. Qual è il calore specifico della lega?

$$\text{Me : } m_{\text{Me}} = 45 \text{ g}$$
$$T_{\text{Me}} = 90^\circ \text{C}$$

$$\text{H}_2\text{O : } m_{\text{H}_2\text{O}} = 82 \text{ g}$$
$$T_{\text{H}_2\text{O}} = 23.5^\circ \text{C}$$

$$T_{\text{eq}} = 26.25^\circ \text{C}$$

$$\cdot c_{s,\text{Me}} = ?$$



$$\textcircled{2} \quad Q_2 = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{p,\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$c_{p,\text{H}_2\text{O}} = 4.184 \frac{\text{J}}{\text{g°C}}$$

$$\Delta T_{\text{H}_2\text{O}} = T_{\text{eq}} - T_{\text{H}_2\text{O}} = 26.25 - 23.5^\circ \text{C}$$
$$\leq 2.75^\circ \text{C}$$

$$\Rightarrow Q_2 = 82 \text{ g} \cdot 4.184 \frac{\text{J}}{\text{g°C}} \cdot 2.75^\circ \text{C} = 943.5 \text{ J}$$

ESERCIZI

① $Q_1 = - Q_2 = - 943.5 \text{ J}$

$$Q_1 = m_{\text{Me}} \cdot C_{S,\text{Me}} \cdot \Delta T_{\text{Me}}$$

$$\Delta T_{\text{Me}} = T_{\text{eq}} - T_{\text{Me}} = 26.25 - 90^\circ\text{C} = -63.75^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow C_{S,\text{Me}} = \frac{Q_1}{m_{\text{Me}} \cdot \Delta T_{\text{Me}}} = \frac{-943.5 \text{ J}}{45 \text{ g} \cdot (-63.75^\circ\text{C})} = 0.329 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot {}^\circ\text{C}}$$

$$0.4 : 10^{-1} \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot {}^\circ\text{C}}$$

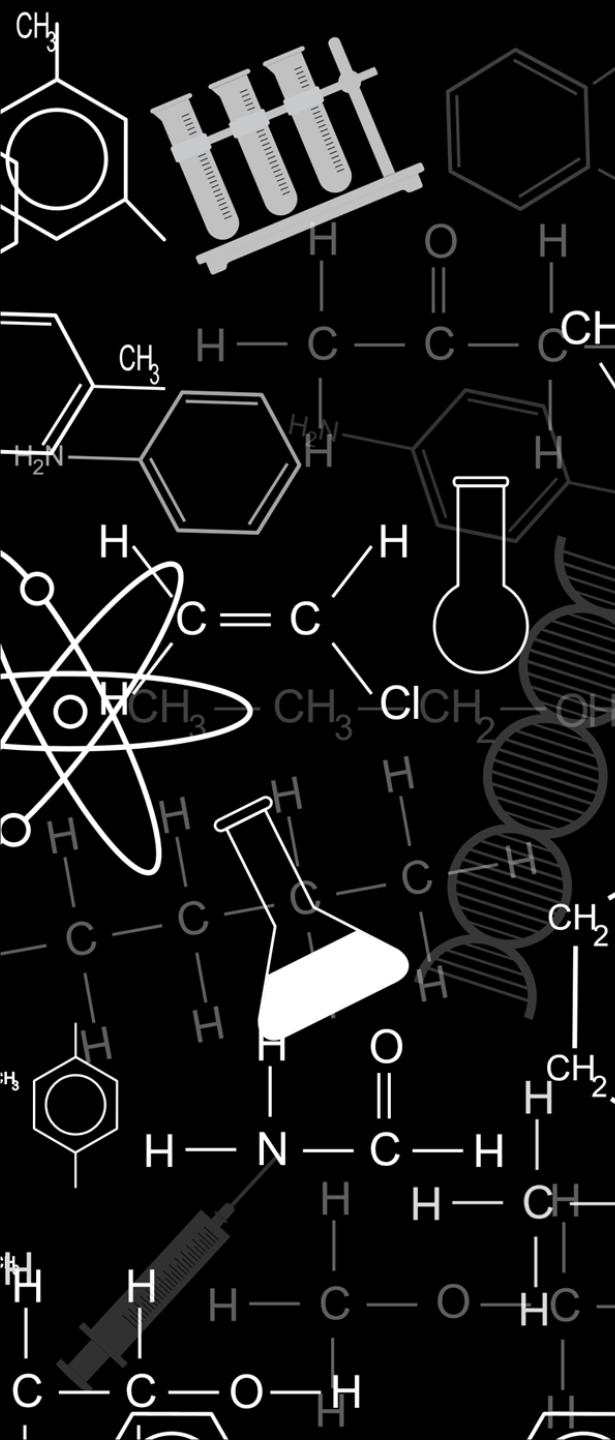
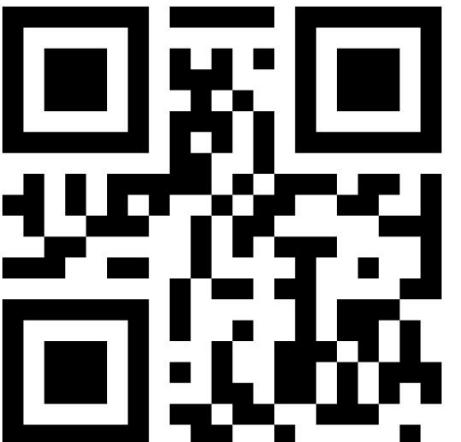
REGISTRAZIONE

Per registrare la tua presenza al tutorato:

- Vai sul sito www.tutorapp.polimi.it
e inserisci il mio codice persona

10488783

- Oppure scansiona il QR Code



ESERCIZI

7. Nota la reazione per la produzione di Arseniuro di Gallio (DA BILANCIARE!):



È noto che la reazione è endotermica. Determinare quali sono le condizioni termodinamicamente ottimali di questa reazione.

- T, P ottimali = ?

$$\Delta H_R^\circ > 0$$



$$\begin{aligned} n_g^R &= 1 & \Delta n_g > 0 &\Rightarrow \text{DISORDINANTE} \Rightarrow \Delta S_R^\circ > 0 \\ n_g^P &= 3 \end{aligned}$$

T :

$$\Delta G = \underbrace{\Delta H}_{>0} - \underbrace{T \cdot \Delta S}_{<0}$$
$$\Delta G < 0 \rightarrow |-T \cdot \Delta S| > |\Delta H|$$
$$\Rightarrow \underline{\underline{T \text{ alte}}}$$

ESERCIZI

P: $\Delta n_g > 0$

P base

$$k_p = \frac{(P_{CH_4})^3}{P_{ASH_3}} = \frac{(P \cdot \gamma_{CH_4})^3}{P \cdot \gamma_{ASH_3}} = \frac{(\gamma_{CH_4})^3}{\gamma_{ASH_3}} \cdot P^2$$



Dipende
solo da T

Alte P: P^2 molto grande $\Rightarrow (\gamma_{CH_4})^3$ basso

Basse P: P^2 molto piccolo $\Rightarrow (\gamma_{CH_4})^3$ alto

ESERCIZI

8. Secondo la teoria VSEPR, determinare la struttura dei seguenti ioni: SO_4^{2-} ; SO_3^{2-}



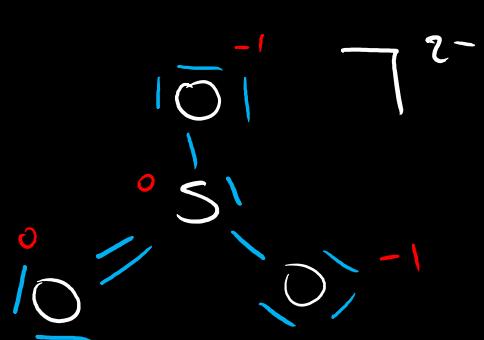
$$N_e^- = 6e^-_0 \times 4 + 6e^-_s \times 1 + 2e^-_{\text{carica}} = 32 e^-$$

$\Rightarrow 16 \text{ doppietti}$

$$\Rightarrow NS = 4l + 0nl = 4$$

GE = Tetraedrica

GM = GE



$$N_e^- = 6e^-_0 \times 3 + 6e^-_s \times 1 + 2e^-_{\text{carica}} = 26 e^-$$

$\Rightarrow 13 \text{ doppietti}$

$$C.F.O_- = 6 - 6 = 0 \quad C.F.S = 6 - 6 = 0$$

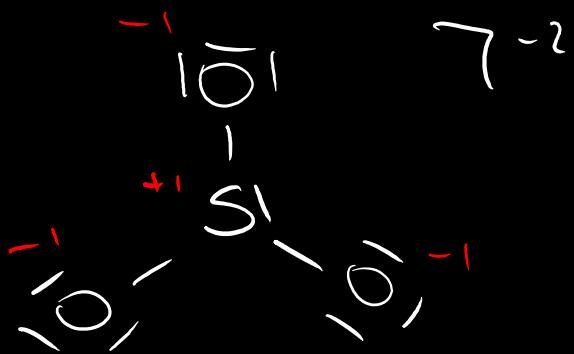
$$C.F.O = 6 - 7 = -1 \quad C.F_{\text{tot}} = -2$$

ESERCIZI

$$NS_s = 3l + 1nl = 4$$

GE = Tetraedrica

GM = Trigonale piramidale



$$C.F._o = 6 - 7 = -1$$

$$C.F._s = 6 - 5 = +1$$

ESERCIZI

9. La tensione di vapore di H_2O a 28°C è 28.35 mm. Calcolarne la tensione di vapore a 28°C di una soluzione contenente 68 g di uno zucchero, $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_{11}$, in 1000 g di acqua pura.

$$\text{H}_2\text{O} : P^\circ(28^\circ\text{C}) = 28.35 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$\begin{array}{l} \text{Sol} : \quad \text{H}_2\text{O} + \text{Zucc} \\ \text{Zucc} \equiv \text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_{11} \end{array} \quad \begin{array}{l} M_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ g} \\ M_{\text{Zucc}} = 68 \text{ g} \end{array}$$

$$\bullet P_{\text{sol}}^\circ = ?$$

$$\Delta P^\circ = - x_{\text{solut}} \cdot P^\circ = - x_{\text{zucc}} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}^\circ$$

$$MM_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$$

$$MM_{\text{Zucc}} = 12 \cdot 12 + 1 \cdot 24 + 16 \cdot 11 = 344 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{MM_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{1000 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 55.56 \text{ mol} \quad n_{\text{Zucc}} = \frac{68 \text{ g}}{344 \text{ g/mol}} = 0.198 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow x_{\text{Zucc}} = \frac{n_{\text{Zucc}}}{n_{\text{Zucc}} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0.198}{0.198 + 55.56} = 3.55 \cdot 10^{-3}$$

ESERCIZI

$$\Delta P^\circ = - \chi_{\text{succ}} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}^\circ = - 3.55 \cdot 10^{-3} \cdot 28.35 \text{ mmH}_2\text{O} = - 0.1 \text{ mmH}_2\text{O}$$

$$\Rightarrow P_{\text{sol}}^\circ = P_{\text{H}_2\text{O}}^\circ(28^\circ\text{C}) - |\Delta P^\circ| = 28.25 \text{ mmH}_2\text{O}$$

ESERCIZI

10. Il tempo di dimezzamento del ^{99}Mo è di 66 ore. Determinare in quanto tempo un campione di una lega metallica, contenente una concentrazione di ^{99}Mo pari a $5.75 \cdot 10^{-5} \text{ M}$, ridurrà la sua composizione fino a $11.75 \cdot 10^{-7} \text{ M}$.

$$^{99}\text{Mo} : t_{1/2} = 66 \text{ h} = 237'600 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} C_0 &= 5.75 \cdot 10^{-5} \text{ M} \\ C_f &= 11.75 \cdot 10^{-7} \text{ M} \end{aligned}$$

$$\bullet t = ?$$



$$\frac{dC}{dt} = -\mathcal{V} = -k \cdot C \quad \int_{C_1}^{C_2} \frac{dC}{C} = - \int_0^t k \cdot dt$$

$$\ln\left(\frac{C_2}{C_1}\right) = -k \cdot t$$

ESERCIZI

$$\underline{k}: \text{ DIMINUIMENTO : } t = t_{1/2}$$

$$C_2 = \frac{1}{2} C_1 \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{C_2}{C_1}\right) = -k \cdot t$$

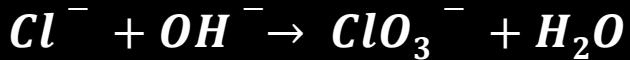
$$\ln\left(\frac{1}{2}\right) = -k \cdot t_{1/2} \Rightarrow k = -\frac{\ln\left(\frac{1}{2}\right)}{t_{1/2}} = -\frac{\ln(0.5)}{237'600} = 2.917 \cdot 10^{-6} \frac{1}{s}$$

$$\underline{t}: \ln\left(\frac{C_2}{C_1}\right) = -k \cdot t$$

$$\ln\left(\frac{C_f}{C_0}\right) = -k \cdot t \Rightarrow t = -\frac{\ln\left(\frac{C_f}{C_0}\right)}{k} = -\frac{\ln\left(\frac{11.75 \cdot 10^{-7}}{5.75 \cdot 10^{-5}}\right)}{2.917 \cdot 10^{-6}}$$
$$= 1.33 \cdot 10^6 \text{ s} = 370 \text{ h}$$

ESERCIZI

11. Quando una corrente di 10.0 A passa attraverso una soluzione acquosa concentrata e calda di KCl in ambiente basico avviene la seguente semireazione anodica (DA BILANCIARE!)

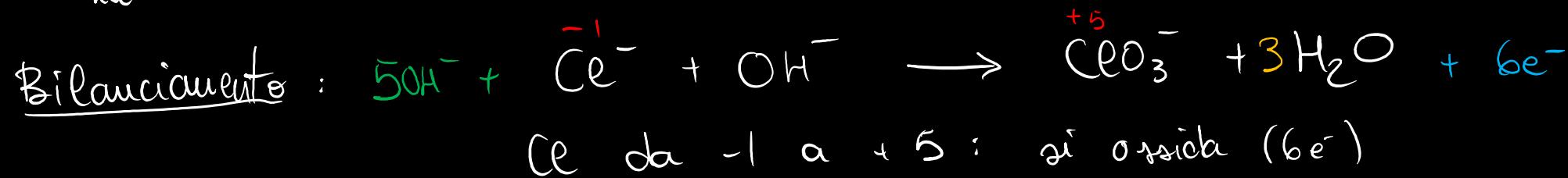


Calcolare la quantità di KCl che viene decomposta se l'elettrolisi è condotta per 21 ore e 34 minuti.

$$I = 10 \text{ A}$$

$$t = 21 \text{ h } 34 \text{ min} = 77'600 \text{ s}$$

$$\bullet m_{KCl} = ?$$



1) Elementi principali + e^-

2) Catiche (OH^-)

3) H_2O



ESERCIZI

Elettrolysi: $I \cdot t = Q = n e^- \cdot F \Rightarrow n e^- = \frac{I \cdot t}{F} = \frac{10 A \cdot 77'640 s}{96485 \frac{C}{mol}} = 8.05 \text{ mol}$

$$n_{Ce^-} = \frac{1}{6} n e^- = 8.05 \cdot \frac{1}{6} = 1.34 \text{ mol}$$



$$n_{KCl} = n_{Ce^-} = 1.34 \text{ mol}$$

$$MM_{KCl} = 39.1 + 35.45 = 74.55 \text{ g/mol}$$

$$\Rightarrow m_{KCl} = n_{KCl} \cdot MM_{KCl} = 1.34 \text{ mol} \cdot 74.55 \text{ g/mol} = 99.9 \text{ g}$$

ESERCIZI

12. La K_p per la reazione



è 1.80 atm a 250 °C. Calcolare il valore di ΔG°_R della reazione a tale temperatura.

$$K_p = 1.80 \text{ atm} \quad (250^\circ C)$$

$$\bullet \Delta G^\circ_R = ?$$

$$\Delta G_R = \Delta G^\circ_R + R \cdot T \cdot \ln(Q)$$

$$\begin{aligned} \text{Equilibrio: } & \left. \begin{aligned} \Delta G_R &= 0 \\ Q &= K_{eq} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta G^\circ_R = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_R (250^\circ C) &= -R \cdot T \cdot \ln(K_p) \\ &= -8.314 \frac{J}{mol \cdot K} \cdot (250 + 273.15) \cdot \ln(1.80) \\ &= -2555 \frac{J}{mol} \end{aligned}$$

ESERCIZI

13. La costante di equilibrio per la reazione



a 25 °C è 0.11 atm². In un recipiente chiuso del volume di 2 L, in cui è stato fatto il vuoto, vengono posti 50 g di $NH_4HS(s)$ e mantenuti a 25 °C. Calcolare la pressione finale all'interno del recipiente.

$$m_{NH_4HS}^{\circ} = 50 \text{ g}$$

$$K_{eq} = k_p = 0.11 \text{ atm}^2 \quad (25^\circ C)$$

$$V = 2 \text{ L}$$

$$\bullet P_{fin} = ?$$

$$MM_{NH_4HS} = 14 + 4 \cdot 1 + 1 + 32.07 = 51.07 \text{ g/mol}$$

$$\Rightarrow n_{NH_4HS}^{\circ} = \frac{50 \text{ g}}{51.07 \text{ g/mol}} = 0.979 \text{ mol}$$

$$K_p = \frac{P_{NH_3, eq} \cdot P_{H_2S, eq}}{1} = (P_{fin} \cdot \gamma_{NH_3, eq}) \cdot (P_{fin} \cdot \gamma_{H_2S, eq}) = P_{fin}^2 \cdot \gamma_{NH_3, eq} \cdot \gamma_{H_2S, eq}$$

ESERCIZI

	NH_4HS	\rightleftharpoons	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S}$
Inizio	0.979		
Δ	-x	+x	+x
Eq.	0.979 - x	+x	+x

$$n_{\text{NH}_3, \text{eq}} = x$$

$$n_{\text{H}_2\text{S}, \text{eq}} = x$$

$$n_{\text{tot}, \text{eq}} = n_{\text{NH}_3, \text{eq}} + n_{\text{H}_2\text{S}, \text{eq}} = 2x$$

$$Y_{\text{NH}_3, \text{eq}} = \frac{n_{\text{NH}_3, \text{eq}}}{n_{\text{tot}, \text{eq}}} = \frac{x}{2x} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$Y_{\text{H}_2\text{S}, \text{eq}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{S}, \text{eq}}}{n_{\text{tot}, \text{eq}}} = \frac{x}{2x} = 0.5$$

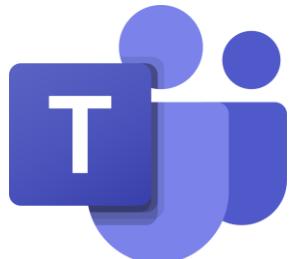
$$\Rightarrow K_p = P_{\text{fin}}^2 \cdot Y_{\text{NH}_3, \text{eq}} \cdot Y_{\text{H}_2\text{S}, \text{eq}} \Rightarrow P_{\text{fin}} = \sqrt{\frac{K_p}{Y_{\text{NH}_3, \text{eq}} \cdot Y_{\text{H}_2\text{S}, \text{eq}}}} = 0.66 \text{ atm}$$

CONTATTI

Per dubbi, domande, chiarimenti e proposte di esercizi da risolvere nelle lezioni successive:



alessandro.marchetti@polimi.it



Alessandro Marchetti
(10488783)

