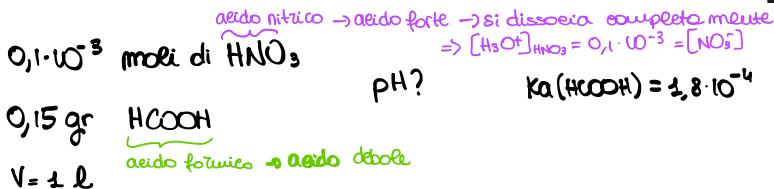


## ESAME

COMPITO DI "PRINCIPI DI CHIMICA PER L'INGEGNERIA" per ING. BIOMEDICA  
(Prof. Maria Grazia Cascone) 09/01/2020

1) In un litro di soluzione sono presenti  $0,1 \cdot 10^{-3}$  moli di  $\text{HNO}_3$  e 0,15 g di  $\text{HCOOH}$ . Calcolare il pH della soluzione. (punti 6)



$$0,15 \text{ gr} \rightarrow \frac{0,15}{\rho M(\text{HCOOH})} = \frac{0,15}{46} = 3,26 \cdot 10^{-3} \text{ moli di HCOOH}$$



$$K_a(\text{HCOOH}) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_T [\text{COO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{(0,1 \cdot 10^{-3} + x)x}{C_a - [\text{COO}^-]} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 10^{-3}x + x^2}{3,26 \cdot 10^{-3} - x}$$

$$6,48 \cdot 10^{-7} - 1,8 \cdot 10^{-4}x = 0,1 \cdot 10^{-3}x + x^2$$

$$x^2 + 2,8 \cdot 10^{-11} - 6,48 \cdot 10^{-7} = \emptyset$$

$$x = 8,05 \cdot 10^{-4} = [\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HCOOH}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_T = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HNO}_3} + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HCOOH}} = 0,1 \cdot 10^{-3} + 8,05 \cdot 10^{-4} = 9,05 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{pH} = -\log(9,05 \cdot 10^{-4}) = 3,04$$

2) In un recipiente del volume di 5 litri è presente una miscela gassosa derivante dall'equilibrio della seguente reazione:  $\text{diossido di azoto} \rightleftharpoons \text{acido di acetilene}$

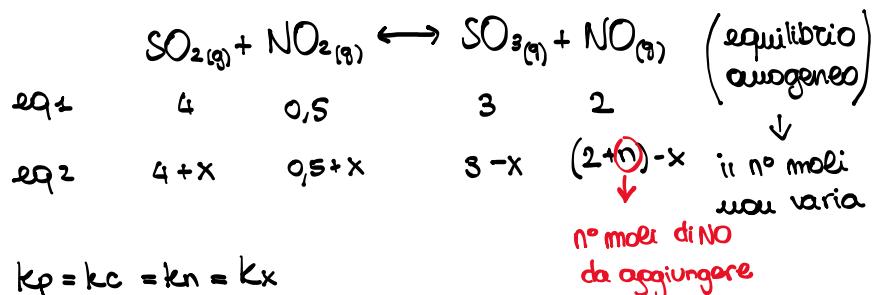


anidride solforosa

anidride acetonica

La composizione di tale miscela all'equilibrio è: 3 moli di  $\text{SO}_3$ , 2 moli di  $\text{NO}$ , 0,5 moli di  $\text{NO}_2$ , 4 moli di  $\text{SO}_2$ . Calcolare il numero di moli di  $\text{NO}$  che devono essere aggiunte nel recipiente affinché la concentrazione di  $\text{NO}_2$  diventi 0,3 M. (La temperatura è costante). (punti 6)

$$V = 5 \text{ l} = 5000 \text{ ml}$$



$$K_n = \frac{3 \cdot 2}{4 \cdot 0,5} = 3$$

$$[\text{NO}_2]_{\text{eq2}} = 0,3 \text{ M}$$

$$0,3 : 1000 = y : 5000 \Rightarrow y = 1,5 \text{ conc. di NO}_2 \text{ in 5 litri}$$

$$(0,5+x) = 1,5 \Rightarrow x = 1,5 - 0,5 = 1$$

$$K_{n2} = \frac{(2+n-x)(3-x)}{(0,5+x)(4+x)} = \frac{(2+n-1)(3-1)}{(0,5+1)(4+1)} = \frac{(1+n)2}{7,5}$$

$K_{n1}$

$$\frac{1}{3} = \frac{2+2n}{7,5} \Rightarrow 2n = 20,5 \Rightarrow n = 10,25$$

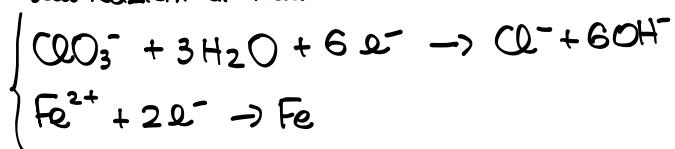
n° moli di NO  
 da aggiungere

3) Calcolare la fem a 25°C della seguente pila:	
Pt	ione elorato
+	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 0,1M
Cl <sup>-</sup> 10 <sup>-3</sup> M	
pH=8	solfato ferroso → sale
FeSO <sub>4</sub>	Fe
0,1 M	-

Calcolare il valore di pH nella semicella di sinistra a pila scarica. (punti 6)



semireazioni di riduzione



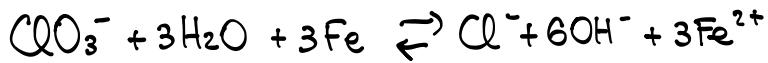
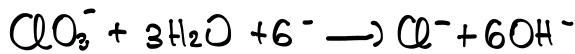
$$\text{pH} = 8 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-8} = 1 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

$$\rho\text{OH} = 14 - 8 = 6 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-6} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$E_{\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-} = E_{\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-}^{\circ} + \frac{0,0592}{6} \log \frac{\overbrace{[\text{ClO}_3^-]}^{0,1}}{\underbrace{[\text{Cl}^-]}_{10^{-3}} \underbrace{[\text{OH}^-]}_{10^{-6}}} = 0,99 \text{ V} \quad \oplus$$

$$E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^{\circ} + \frac{0,0592}{2} \log \frac{\overbrace{[\text{Fe}^{2+}]}_{0,1}}{[\text{Fe}]} = -0,477 \text{ V} \quad \ominus$$

reazione redox:



$$\text{a pila scarica} \Rightarrow K_{\text{eq}} = 10^{\frac{n \Delta E}{0,0592}} = 10^{\frac{6(1,067)}{0,0592}} = 10^{108} \gg \phi$$

$$\text{eq} \rightarrow \text{quindi ipotizziamo } [\text{ClO}_3^-]_{\text{eq}} \approx \emptyset$$

$$[\text{OH}^-]_{\text{eq}} = [\text{OH}^-]_0 + [\text{OH}^-]_{\text{formati}} = 10^{-6} \cdot 6 \cdot 0,1 = 0,6 \text{ M}$$

$\downarrow$   
si formano      "      per  $\pm \text{ClO}_3^-$  consumato  
si formano  $6 \text{ OH}^-$

$$\frac{1}{6} = 6[\text{ClO}_3^-]_0 = 6 \cdot 0,1$$

$$\rho\text{OH} = -\log 0,6 = 0,22$$

$$\rho\text{H} = 14 - 0,22 = 13,78$$

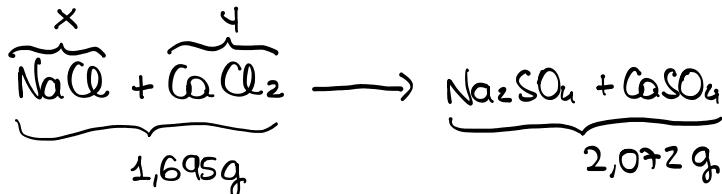
Calcolare il valore di  $\rho\text{H}$  nella semicella di sinistra a pila scarica. (punti 6)

**anno scorso** 4) Una quantità pari a 1,695 g di una miscela costituita da  $\text{NaCl}$  e  $\text{CaCl}_2$  viene trattata con un eccesso di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Si ottengono 2,072 g di una miscela costituita da  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e  $\text{CaSO}_4$ . Calcolare la composizione percentuale in peso della miscela iniziale.

**anno scorso** 4) Una quantità pari a 1,695 g di una miscela costituita da  $\text{NaCl}$  e  $\text{CaCl}_2$  viene trattata con un eccesso di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Si ottengono 2,072 g di una miscela costituita da  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e  $\text{CaSO}_4$ . Calcolare la composizione percentuale in peso della miscela iniziale.

**anno scorso** 4) Una quantità pari a 1,695 g di una miscela costituita da  $\text{NaCl}$  e  $\text{CaCl}_2$  viene trattata con un eccesso di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Si ottengono 2,072 g di una miscela costituita da  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e  $\text{CaSO}_4$ . Calcolare la composizione percentuale in peso della miscela iniziale.

**anno scorso** 4) Una quantità pari a 1,695 g di una miscela costituita da  $\text{NaCl}$  e  $\text{CaCl}_2$  viene trattata con un eccesso di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Si ottengono 2,072 g di una miscela costituita da  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e  $\text{CaSO}_4$ . Calcolare la composizione percentuale in peso della miscela iniziale.



$$x = \text{gr NaCl}, y = \text{gr CaCl}_2$$

$$\frac{x}{\text{PM(NaCl)}} = \text{moli NaCl} = \text{moli Na}$$

$$\frac{y}{\text{PM(CaCl}_2)} = \text{moli di CaCl}_2 = \text{moli Ca}$$

- in 1 mole di  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ci sono 2 moli di Na

$$\Rightarrow \text{moli Na}_2\text{SO}_4 = \frac{1}{2} \text{moli Na} = \frac{1}{2} \frac{x}{\text{PM(NaCl)}}$$

$$\frac{1}{2} \frac{x}{\text{PM(NaCl)}} \text{PM}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \text{gr di Na}_2\text{SO}_4$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x + y = 1,695 \\ \frac{1}{2} \frac{x}{\text{PM(NaCl)}} \underbrace{\text{PM}(\text{Na}_2\text{SO}_4)}_{\substack{142 \\ 58,45}} + \frac{y}{\text{PM(CaCl}_2)} \underbrace{\text{PM}(\text{CaSO}_4)}_{\substack{136 \\ 109}} = 2,072 \end{array} \right.$$

$\text{gr di Na}_2\text{SO}_4 \qquad \qquad \qquad \text{gr di CaSO}_4$

$$\left\{ \begin{array}{l} x + y = 1,695 \Rightarrow x = 1,695 - y \\ 1,214x + 1,226y = 2,072 \Rightarrow \end{array} \right.$$

$$2,05 - 1,214y + 1,226y = 2,072$$

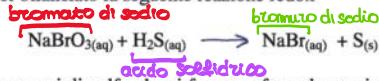
$$y = 1,09$$

$$x = 0,605$$

$$0,605 : 1,695 = x : 100 \Rightarrow x = 35,69 \% \text{ NaCl}$$

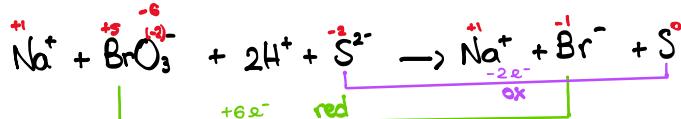
$$y = 64,31 \% \text{ CaCl}_2$$

5) Dopo aver bilanciato la seguente reazione redox

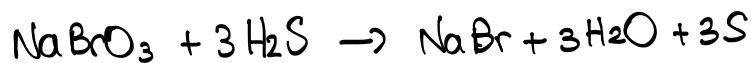
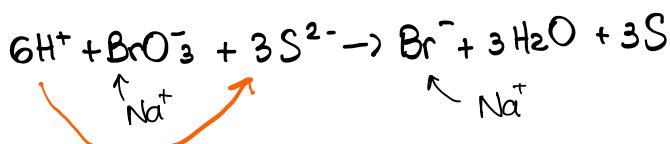
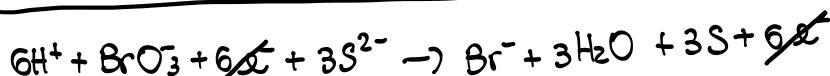
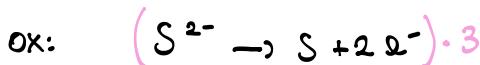


calcolare i grammi di zolfo che si formano facendo reagire 350 g di bromato di sodio con 200 g di acido solfidrico.

(punti 6)



semireazioni:



$$350 \text{ g di NaBrO}_3 \rightarrow \frac{350}{\text{PM(NaBrO}_3)} = \frac{350}{151} = 2,31 \text{ mol di NaBrO}_3$$

$$200 \text{ g H}_2\text{S} \rightarrow \frac{200}{\text{PM(H}_2\text{S)}} = \frac{200}{34} = 5,88 \text{ mol di H}_2\text{S}$$

gr S?

$$\frac{2,31}{1} = 2,31$$

REAGENTE LIMITANTE  
 $\underbrace{2,31}_{> 1,97}$

$$\frac{5,88}{3} = 1,97$$

escl. steh.  $\text{H}_2\text{S}$       mol di  $\text{H}_2\text{S}$

$$\textcircled{3} : \textcircled{3} = \underbrace{5,88}_{\text{escl. st. S}} : x \Rightarrow x = 5,88 \text{ mol di S}$$

— *wolf st. S*

$$5,88 \cdot \rho A(S) = 5,88 \cdot 32 = 188 \text{ g S}$$

## ESAME:

COMPITO DI PRINCIPI DI CHIMICA PER L'INGEGNERIA per ING. BIOMEDICA  
 (Prof. Maria Grazia Cascone) 29/01/2020

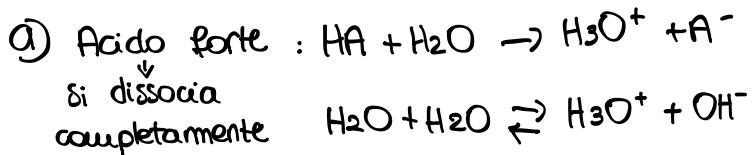
- 1) Una soluzione acquosa acida ha un volume pari a 1,5 litri e pH=2,5.  
 Calcolare il volume di acqua che deve essere aggiunto per portare il pH a 3 se:  
 a) l'acido è forte  
 b) l'acido è debole con  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

(punti 6)

$$V = 1,5 \text{ l} \quad \rho H_1 = 2,5 \Rightarrow [H_3O^+]_1 = 10^{-2,5} = 3,16 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\rho H_2 = 3 \Rightarrow [H_3O^+]_2 = 10^{-3} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\rho OH_1 = 11,5 \Rightarrow [OH^-]_1 = 10^{-11,5} = 3,16 \cdot 10^{-12} \text{ M}$$

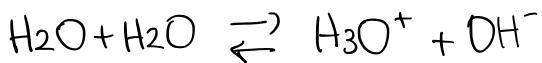


$$[H_3O^+]_1 = 3,16 \cdot 10^{-3} = C_{a1}$$

$$[H_3O^+]_2 = 10^{-3} = C_{a2}$$

$$\frac{C_{a1}V_1}{1,5} = \frac{C_{a2}V_2}{?} \Rightarrow V_2 = \frac{C_{a1}V_1}{C_{a2}} = \frac{3,16 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5}{10^{-3}} = 4,74 \text{ l}$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 4,74 - 1,5 = 3,24 \text{ l} \quad (\text{V}_\text{H}_2\text{O da aggiungere})$$



$$K_a = \frac{\frac{[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}}{= \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_{\alpha_1} - [\text{A}^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_{\alpha_1}}}$$

ipotesi :  $\begin{cases} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{H}_2\text{O}} \ll [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HA}} \\ C_{\alpha_1} \gg [\text{A}^-] \end{cases}$

$$C_{\alpha_1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\alpha_1}^2}{K_a} = \frac{(3,16 \cdot 10^{-3})^2}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 0,55$$

verifica ipotesi :

$$\begin{cases} [\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,16 \cdot 10^{-3} \ll C_{\alpha_1} \text{ OK!} \\ [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{10^{-14}}{3,16 \cdot 10^{-3}} = \frac{10^{-11}}{3,16} \ll 3,16 \cdot 10^{-3} \text{ OK!} \end{cases}$$

$$C_{\alpha_2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\alpha_2}^2}{K_a} = \frac{10^{-6}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 0,055 = 5 \cdot 10^2$$

verifica ipotesi :

$$\begin{cases} [\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6} \ll C_{\alpha_2} \text{ OK!} \\ [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8} \ll [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HA}} = 10^{-6} \text{ OK!} \end{cases}$$

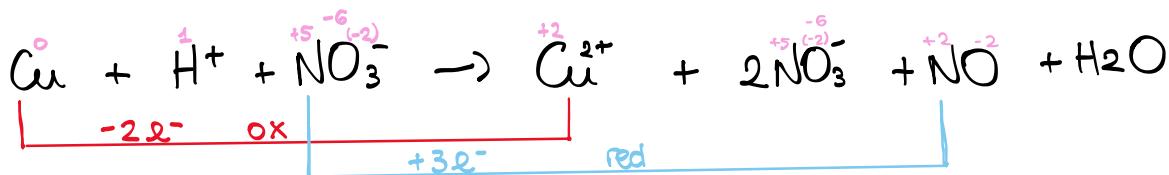
$$\frac{1,5}{0,55} = \frac{V_1}{0,055} \Rightarrow V_2 = \frac{0,55 \cdot 1,5}{0,055} = 15 \text{ l}$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 15 - 1,5 = 13,5 \left( \text{V H}_2\text{O da aggiungere} \right)$$

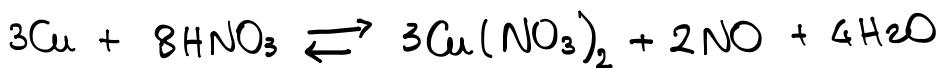
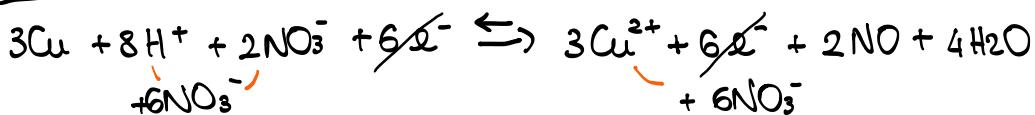
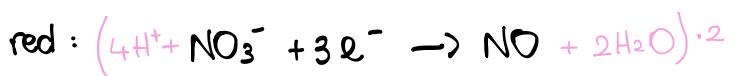
2) A 100 ml di una soluzione 0,20 M di  $\text{HNO}_3$  vengono aggiunti 0,34 g di Cu e si verifica la seguente reazione (da bilanciare):



Determinare la variazione di pH che il sistema subisce dopo che è avvenuta la reazione (si consideri trascurabile trascurabile il volume del Cu solido) (punti 6)



Semicazioni:

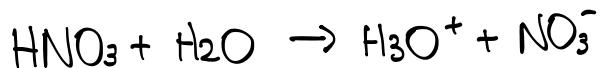


100 ml, 0,20 M di  $\text{HNO}_3 \rightarrow$  acido forte  
 ↓  
 si dissocia completamente

$$0,20 : 1000 = X : 100 \Rightarrow X = \frac{0,20 \cdot 100}{1000} = 0,02$$

X = 0,02 moli di  $\text{HNO}_3$  in 100 ml

$x = 0,02$  moli di  $\text{HNO}_3$  in 100 ml



$$[\text{HNO}_3] = 0,20 \text{ M} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(0,20) = 0,7$$

$$0,34 \text{ gr Cu} \Rightarrow \frac{0,34}{\text{PA(Cu)}} = \frac{0,34}{63,5} = 5,35 \cdot 10^{-3} \text{ moli di Cu}$$

$$\Rightarrow \frac{5,35 \cdot 10^{-3}}{3} = 1,78 \cdot 10^{-3}$$

3 essere  
stocchiometrico

$$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 2,5 \cdot 10^{-3} > \underbrace{1,78 \cdot 10^{-3}}_{\downarrow}$$
$$\frac{0,02}{8} = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

REAGENTE  
LIMITANTE

$$3 : 8 = 5,35 \cdot 10^{-3} : x \Rightarrow x = 0,014 \text{ moli di HNO}_3 \text{ consumate}$$

$$0,02 - 0,014 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ moli di HNO}_3 \text{ rimaste}$$

$$6 \cdot 10^{-3} : 1000 = y : 1000 \Rightarrow y = 0,006 \text{ M di HNO}_3 \text{ rimasto}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,006 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = -\log 0,006 = 1,22$$

$$\Delta \text{pH} = 1,22 - 0,7 = 0,52$$

3) Calcolare la fem a 25°C della seguente pila:

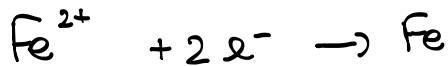
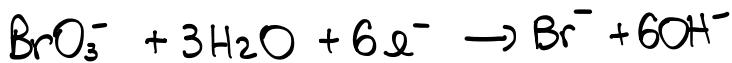
Pt	$\text{BrO}_3^-$ 0,1M	$\text{FeSO}_4$	Fe
+	$\text{Br}^-$ 0,05 M	0,1 M	-
pH=4			

Determinare la concentrazione degli ioni  $\text{Fe}^{2+}$  a pila scarica.

(punti 6)

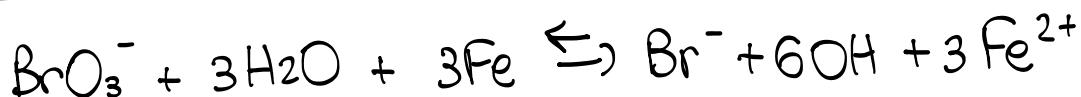
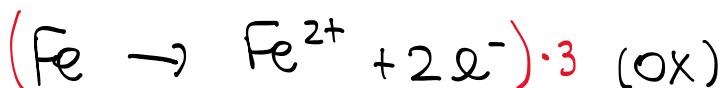
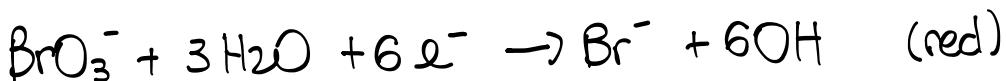
$$\text{pH} = 4 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - 4 = 10$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-10} \text{ M}$$



$$E_{\text{BrO}_3^-/\text{Br}^-} = \underbrace{E_{\text{BrO}_3^-/\text{Br}^-}^{\circ}}_{0,61} + \frac{0,0592}{6} \log \frac{\overbrace{[\text{BrO}_3^-]}^{0,1}}{\overbrace{[\text{Br}^-]}^{0,05} \overbrace{[\text{OH}^-]}^{(10^{-10})^6}} = 1,20 \text{ V} \quad \oplus$$

$$E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = \underbrace{E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^{\circ}}_{-0,447} + \frac{0,0592}{2} \log \underbrace{[\text{Fe}^{2+}]}_{0,1} = -0,477 \text{ V} \quad \ominus$$



$$\text{A pila scarica} \Rightarrow K_{\text{eq}} = 10^{\frac{n \Delta E}{0,0592}} = 10^{\frac{6(0,61 + 0,447)}{0,0592}} \gg \emptyset$$

eq  $\rightarrow$  quindi ipotizzo  $[\text{BrO}_3^-] \approx \phi$

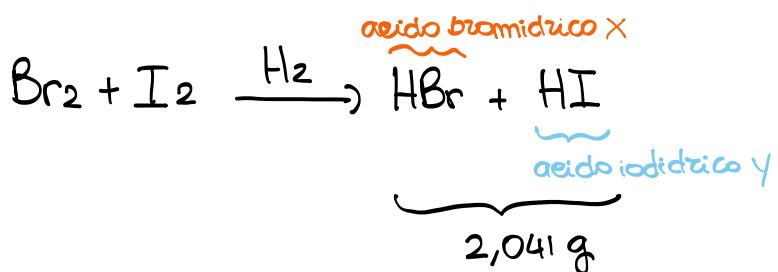
$$[\text{Fe}^{2+}] = [\text{Fe}^{2+}]_0 + [\text{Fe}^{2+}]_{\text{formati}} = 0,1 + [\text{BrO}_3^-]_0 \cdot 3$$

$\downarrow$   
Si formano  $0,1$  " per  $1 \text{ BrO}_3^-$  che si consuma  
si formano  $3 \text{ Fe}^{2+}$

1/3

$$= 0,1 + 0,1 \cdot 3 = 0,4 \text{ M}$$

4) Una miscela gassosa di  $\text{Br}_2$  e  $\text{I}_2$  viene fatta reagire completamente con idrogeno. Si ottengono 2,041g di una miscela gassosa di due alogenuri di idrogeno ( $\text{HBr}$  e  $\text{HI}$ ) che occupa un volume di 16 ml alla pressione di 42,08 atm ed alla temperatura di 137°C. Calcolare la composizione in frazioni molari della miscela iniziale.  
(punti 6)



$$V = 16 \text{ ml} = 0,016 \text{ l}$$

$$P = 42,08 \text{ atm}$$

$$t = 137^\circ\text{C} = 410,15 \text{ K}$$

$$PV = nRT \Rightarrow \textcircled{n_T} = \frac{PV}{RT} = \frac{42,08 \cdot 0,016}{0,082 \cdot 410,15 \text{ K}} = 0,02$$

moli di  $\text{HBr} + \text{moli HI}$

$$\left\{ \begin{array}{l} x + y = 2,041 \Rightarrow x = 2,041 - y \\ \frac{x}{\text{PM(HBr)}} + \frac{y}{\text{PM(HI)}} = 0,02 \Rightarrow \frac{2,041 - y}{81} + \frac{y}{128} = 0,02 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{PM(HBr)} \\ \text{81} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \text{PM(I2)} \\ \text{128} \end{array} \right.$$

81

125

$$0,025 + 4 \left( \underbrace{\frac{1}{128} - \frac{1}{81}}_{-4,5 \cdot 10^{-3}} \right) = 0,02 \Rightarrow 4 = \frac{+5 \cdot 10^{-3}}{+4,5 \cdot 10^{-3}} = 1,1 \text{ g HI}$$

$$x = 2,041 + 1,1 = 3,141 \text{ gr HBr}$$

$$\frac{1,1}{\text{PM(HI)}} = \frac{1,1}{128} = 8,7 \cdot 10^{-3} \text{ moli di HI} = \text{moli I}$$

$$\frac{3,141}{\text{PM(HBr)}} = \frac{3,141}{81} = 0,04 \text{ moli di HBr} = \text{moli Br}$$

$$\text{Br}_2 = \frac{1}{2} \text{ moli Br} = \frac{1}{2} 0,04 = 0,02$$

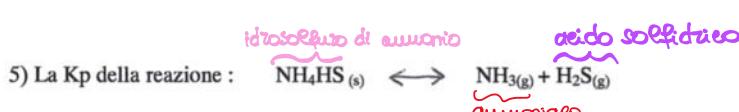
$$\text{I}_2 = \frac{1}{2} \text{ moli di I} = \frac{1}{2} \cdot 8,7 \cdot 10^{-3} = 4,35 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{moli tot} = 0,02 + 4,35 \cdot 10^{-3} = 0,024$$

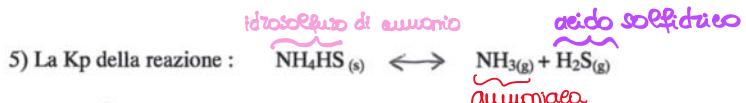
frazioni molarie:

$$X_{\text{Br}_2} = \frac{0,02}{0,024} = 0,83$$

$$X_{\text{I}_2} = \frac{4,35 \cdot 10^{-3}}{0,024} = 0,18$$



vale  $5 \cdot 10^{-2}$  alla temperatura di 25°C. In un recipiente vuoto del volume di 5 litri vengono introdotte 0,02 mol di NH<sub>3</sub>, 0,05 mol di H<sub>2</sub>S e 1,02 g di NH<sub>4</sub>HS. Calcolare la composizione della fase gassosa (in termini di frazioni moliche) e la pressione a 25°C una volta che il sistema ha raggiunto l'equilibrio. Calcolare a quale volume andrebbe portato il recipiente per avere la totale decomposizione del solido. (punti 6)



vale  $5 \cdot 10^{-2}$  alla temperatura di  $25^\circ\text{C}$ . In un recipiente vuoto del volume di 5 litri vengono introdotte 0,02 moli di  $\text{NH}_3$ , 0,05 moli di  $\text{H}_2\text{S}$  e 1,02 g di  $\text{NH}_4\text{HS}$ . Calcolare la composizione della fase gassosa (in termini di frazioni molari) e la pressione a  $25^\circ\text{C}$  una volta che il sistema ha raggiunto l'equilibrio. Calcolare a quale volume andrebbe portato il recipiente per avere la totale decomposizione del solido.

(punti 6)

$$T = 25^\circ\text{C} = 298,15\text{ K}$$

• composizione fase gassosa?

$$K_p = 5 \cdot 10^{-2}$$

•  $P$ ?

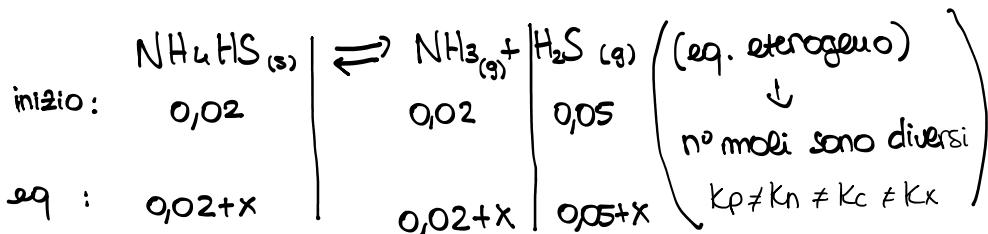
$$V = 5 \text{ litri} = 5000 \text{ ml}$$

•  $V$ ? con  $\text{NH}_4\text{HS}$  totalmente  
disociato

$$0,02 \text{ moli di } \text{NH}_3$$

$$0,05 \text{ moli di } \text{H}_2\text{S}$$

$$1,02 \text{ gr di } \text{NH}_4\text{HS} \Rightarrow \frac{1,02}{\text{PM}(\text{NH}_4\text{HS})} = \frac{1,02}{51} = 0,02$$



$$P_{\text{NH}_3} = \pi_{\text{NH}_3} \frac{RT}{V} = \frac{0,02 \cdot 0,082 \cdot 298,15}{5} = 0,098 \text{ atm}$$

$$P_{\text{H}_2\text{S}} = \pi_{\text{H}_2\text{S}} \frac{RT}{V} = \frac{0,05 \cdot 0,082 \cdot 298,15}{5} = 0,24 \text{ atm}$$

$$Q_p = \frac{P_{\text{NH}_3} \cdot P_{\text{H}_2\text{S}}}{P_{\text{NH}_4\text{HS}}} = \frac{0,098 \cdot 0,24}{1} = 0,0235$$

$P_{\text{NH}_4\text{HS}} = 1$  perché solido

$$Q_p < K_p \quad \text{eq} \rightarrow$$

$$P_{\text{NH}_3} = \pi_{\text{NH}_3} \frac{RT}{V} = (0,02+x) \cdot 0,082 \cdot \frac{298,15}{5}$$

$$P_{H_2S_2} = n_{H_2S} \frac{RT}{V} = (0,05+x) 0,082 \cdot \frac{298,15}{5}$$

$$K_p = P_{NH_3} \cdot P_{H_2S} = (0,02+x) 0,082 \cdot \frac{298,15}{5} \cdot (0,05+x) 0,082 \cdot \frac{298,15}{5}$$

$$\text{5} \cdot 10^{-2}$$

$$= (0,02+x)(0,05+x) 23,90$$

$$5 \cdot 10^{-2} = (0,02 + x + 0,05x + x^2) 23,98$$

$$5 \cdot 10^{-2} = ,024 + 1,67x + 23,98x^2$$

$$23,98x^2 + 1,67x - 0,026 = 0$$

$$x = 0,013$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{moli } NH_3 \text{ eq} = 0,02 + 0,013 = 0,033 \\ \text{moli } H_2S \text{ eq} = 0,05 + 0,013 = 0,063 \end{array} \right\} \text{moli tot} = 0,096$$

Frazioni molari

$$X_{NH_3} = \frac{0,033}{0,096} = 0,34$$

$$X_{H_2S} = \frac{0,063}{0,096} = 0,66$$

$$P_{T\text{eq}} = n_T \frac{RT}{V} = \frac{0,096 \cdot 0,082 \cdot 298,15}{5} = 0,47 \text{ atm}$$

se  $NH_4HS$  è totalmente dissociato  $\Rightarrow X = 0,02$

$$n_{NH_3} = 0,02 + 0,02 = 0,04$$

$$n_{H_2S} = 0,05 + 0,02 = 0,07$$

$$K_p = P_{NH_3} \cdot P_{H_2S} = \frac{n_{NH_3} \frac{RT}{V_2}}{n_{H_2S} \frac{RT}{V_2}} =$$

$$\text{5} \cdot 10^{-2}$$

$$= 0,04 \cdot \frac{0,082 \cdot 298,15}{V_2} \cdot 0,07 \cdot \frac{0,082 \cdot 298,15}{V_2} =$$

$$\cancel{5 \cdot 10^{-2}} V_2^2 = \frac{1,67}{5 \cdot 10^{-2}} = 33,47 \Rightarrow V_2 = \sqrt{33,47} = 5,78 \text{ l}$$

**ESAME:**

PRINCIPI DI CHIMICA PER L'INGEGNERIA per ING. BIOMEDICA  
(Prof. Maria Grazia Cascone) 09/01/2019

- 1) In un recipiente inizialmente vuoto del volume di 10 litri e alla temperatura di 1300 K esiste l'equilibrio



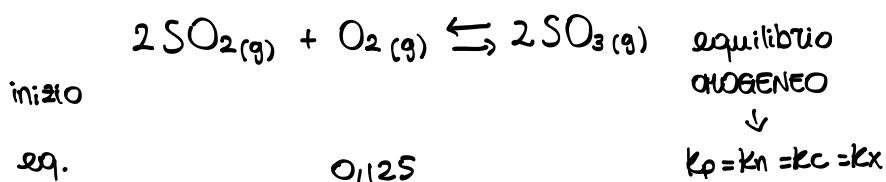
la cui  $K_p$  vale 3 a tale temperatura. Se all'equilibrio ci sono 4 g di  $\text{O}_2$  e la pressione totale è di 6 atm, calcolare i valori delle pressioni parziali di  $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_3$  all'equilibrio. (punti 6)

$$V = 10 \text{ l}$$

$$T = 1300 \text{ K}$$

$$K_p = 3$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{eq: 4 gr O}_2 \\ P_T = 6 \text{ atm} \\ P_{\text{SO}_2} ? \quad P_{\text{SO}_3} ? \end{array} \right\}$$



$$4 \text{ gr O}_2 \Rightarrow \frac{4}{32} = 0,125 \text{ mole di O}_2$$

$$\left. \begin{array}{l} K_p = \frac{P_{\text{SO}_3}^2}{P_{\text{SO}_2} \cdot P_{\text{O}_2}} = 3 \\ " \qquad \qquad \qquad P_{\text{SO}_2} \cdot P_{\text{O}_2} = 1,33 \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_T = P_{\text{SO}_2} + P_{\text{SO}_3} + P_{\text{O}_2} = 6 \Rightarrow P_{\text{SO}_2} = 6 - 1,33 - P_{\text{SO}_3} \\ " \qquad \qquad \qquad 1,33 \end{array} \right\}$$

$$P_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2} \frac{RT}{V} = \frac{0,125 \cdot 0,082 \cdot 1300}{10} = 1,33 \text{ atm}$$

$$\left. \begin{array}{l} X^2 = 3 \cdot 4^2 \cdot 1,33 = 3,99 \quad Y^2 \Rightarrow X = \sqrt{3,99} \quad Y \\ Y = 6 - 1,33 - X = 4,67 - X \end{array} \right\}$$

$$Y = 1,67 - \sqrt{3,99} \quad \rightarrow Y = 1,67 - 1,99 \text{ atm}$$

$$Y = 4,67 - 4\sqrt{3,99} \Rightarrow Y = \frac{4,67}{2,99} = 1,55 \text{ atm}$$

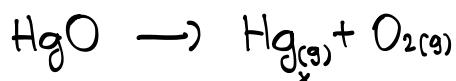
$$X = 1,55 \sqrt{3,99} = 3,11 \text{ atm}$$

$$P_{SO_2} = 1,55 \text{ atm}$$

$$P_{SO_3} = 3,11 \text{ atm}$$

2) Decomponendo l'ossido di mercurio HgO ad alta temperatura si ottengono mercurio e ossigeno allo stato gassoso. Determinare il numero di atomi di mercurio che costituiscono la molecola del mercurio gassoso Hg, sapendo che dalla decomposizione di 433,2 mg di HgO si ottiene una miscela gassosa che occupa il volume di 0,5 litri alla temperatura di 750 K e alla pressione di 0,369 atm.

(punti 6)



$$\begin{array}{l} 433,2 \text{ mg HgO} \Rightarrow \frac{0,4332}{PM(HgO)} = \frac{0,4332}{216} = 2,005 \cdot 10^{-3} \\ \text{ " } \\ 0,4332 \text{ g HgO} \end{array} \begin{array}{l} \text{moli di HgO} \\ \text{ " } \\ \text{moli di O} \\ \text{ " } \\ \text{moli Hg} \end{array}$$

$$V = 0,5 \text{ l}, T = 750 \text{ K}, P = 0,369 \text{ atm}$$

$$n_T = \frac{PV}{RT} = \frac{0,369 \cdot 0,5}{0,082 \cdot 750} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ moli tot}$$

(moli O<sub>2</sub> +

$$\text{ossigeno gassoso} = O_2$$

$$\Rightarrow \text{moli O}_2 = \frac{1}{2} \text{ moli O} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 10^{-3}$$

$$\begin{array}{l} \text{moli Hg} = \text{moli tot} - \text{moli O}_2 = 3 \cdot 10^{-3} - 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \\ \text{ " } \\ 2 \cdot 10^{-3} \end{array}$$

$$\dots \text{moli Hg} = 2 \cdot 10^{-3} = \text{moli Hg}$$

L'ω -

$$\text{moli HgO} = 2 \cdot 10^{-3} = \text{moli Hg}$$

$$\Rightarrow x=1 \quad \text{Hg}_x = \text{Hg (monoatomica)}$$

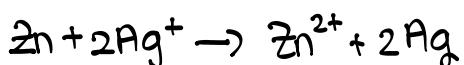
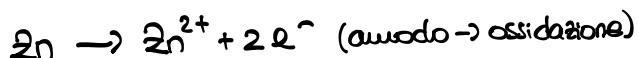
3) La seguente pila:



ha una fem di 1,50V a 25°C. Determinare il valore della concentrazione di  $\text{Zn}^{2+}$  nella semicella di sinistra. Quali saranno i valori delle concentrazioni di  $\text{Zn}^{2+}$  e  $\text{Ag}^+$  a pila scarica?

(punti 6)\*

$$f_{\text{elettrica}} = 1,5 \text{ V}$$



$$f_{\text{elettrica}} = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = 1,5 \text{ V}$$

$$E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = \underbrace{E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\circ}_{0,799} + 0,0592 \log \underbrace{[\text{Ag}^+]}_{0,10} = 0,739 \text{ V} \quad \oplus$$

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} - 1,5 = 0,739 - 1,5 = -0,7602 \quad \ominus$$

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = \underbrace{E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^\circ}_{-0,7602} + \frac{0,0592}{2} \log \underbrace{[\text{Zn}^{2+}]}_{-0,7618} ?$$

$$\log [\text{Zn}^{2+}] = 0,05 \Rightarrow [\text{Zn}^{2+}] = 10^{0,05} = 1,13$$

$$\text{A pila scarica } k_{\text{eq}} = 10^{\frac{n \Delta E}{0,0592}} = 10^{\frac{2(1,56)}{0,0592}} = 10^{52,7} \gg \emptyset$$

eq  $\rightarrow$  quindi ipotizziamo  $[\text{Ag}^+] \approx 0$

$$\begin{array}{l} \text{Si forma } \downarrow \\ \left[ \text{Zn}^{2+} \right]_{\text{eq}} = \left[ \text{Zn}^{2+} \right]_0 + \left[ \text{Zn}^{2+} \right]_{\text{formato}} = 1,13 + \frac{\left[ \text{Ag}^+ \right]}{2} = 1,13 + \frac{0,10}{2} = 1,18 \end{array}$$

↓  
 per 2 Ag<sup>+</sup> consumati  
 si forma 1 Zn<sup>2+</sup>  
 2/4

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{Zn}^{2+}]_{\text{eq}}}{[\text{Ag}^+]_{\text{eq}}} \Rightarrow [\text{Ag}^+]_{\text{eq}} = \frac{[\text{Zn}^{2+}]_{\text{eq}}}{10^{52}} = \frac{1,18}{10^{52}} = 1,18 \cdot 10^{-52} \approx 0$$

4) Calcolare il pH della soluzione che si ottiene mescolando 50 ml di una soluzione 1,5 M di HF con 50 ml di una soluzione 1 M di KOH. (punti 6)

50 ml di una soluzione 1 M di KOH.  
idrossido di potassio  $\rightarrow$  base forte

acido fluorídico

(punti 6)

adidas  
debut

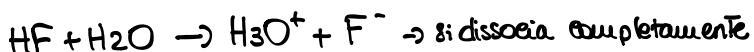
50 ml HF 1,5 M pH?  
50 ml KOH 1 M

$$V_F = 50 + 50 = 100 \text{ ml}$$

$$1,5 : 1000 = x : 50 \Rightarrow x = 0,075 \text{ Concentration HF in 50 mL}$$

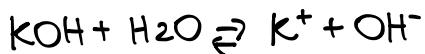
(molei)

$$0,075 : 100 = q : 1000 \Rightarrow q = 0,75 \text{ M} = \text{Ca}$$



$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HF}} = [\text{HF}] = 1,5 \text{ M}$$

$$K_a = 6,8 \cdot 10^{-4}$$



$$1 : 1000 = x : 50 \Rightarrow x = 0.05 \text{ concentration (molar) KOH in 50 ml}$$

$$0,05 : 100 = 4 : 1000 \Rightarrow 4 = 0,5 M = C_b$$

acido débole + base forte  $\Rightarrow$  sale  $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{Cs} = 0,5 \\ \text{Ca} = 0,25 \\ (\text{residuo}) \end{array} \right.$

acido debole + sale dello stesso  $\Rightarrow$  SOLUZIONE  
acido debole TANPONE

$\Rightarrow$  Eq. di Henderson - Hesselbalch :

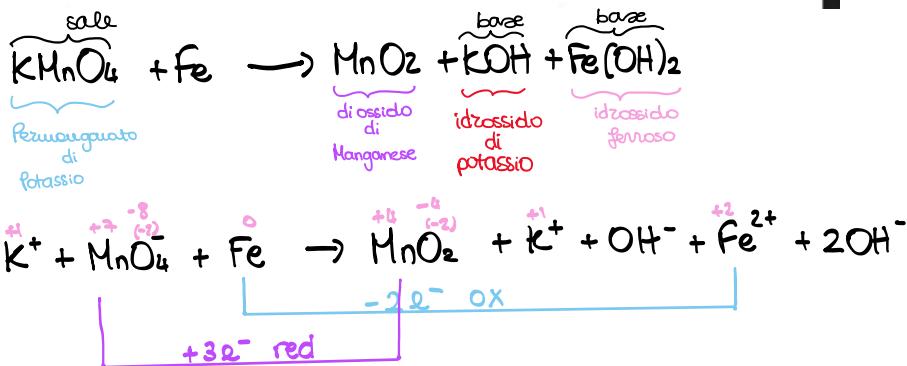
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{\text{Ka} \cdot \text{C}_a}{\text{C}_S} = 6,8 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{0,25}{0,5} = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log 3,4 \cdot 10^{-4} = 3,47$$

5) Dopo aver bilanciato la seguente reazione di ossidoriduzione



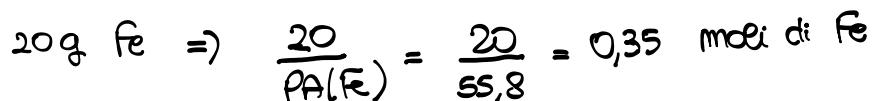
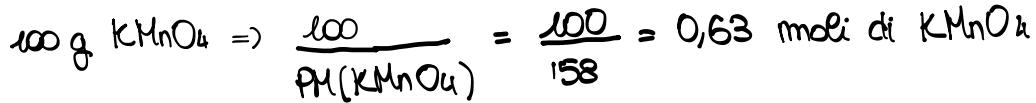
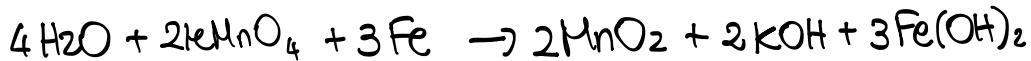
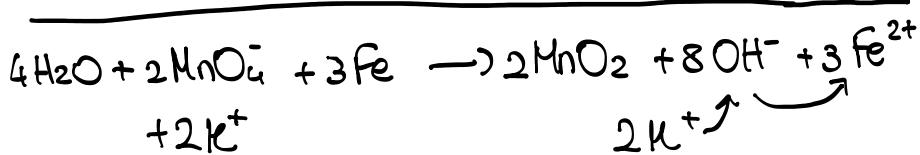
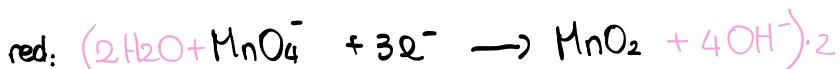
calcolare quanti grammi di  $MnO_2$  si possono ottenere partendo da 100g di  $KMnO_4$  e 20 g di Fe. (punti 6)



K MnO<sub>4</sub> deriva da K(OH), H MnO<sub>4</sub>  
base acido

bibucciamo con gli OH<sup>-</sup> (ambiente basico)

## Semireazioni :



g MnO<sub>2</sub>?

$$\frac{0,63}{2} = 0,315 \quad \frac{0,35}{3} = 0,12$$

0,315 > 0,12 REAGENTE UNITANTE

$$3 : 2 = 0,35 : x \Rightarrow x = 0,24 \text{ mole di MnO}_2$$

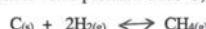
$$0,24 \cdot \text{PM}(\text{MnO}_2) = 0,24 \cdot 87 = 20,88$$

## ESAME:

COMPITO DI PRINCIPI DI CHIMICA PER L'INGEGNERIA  
per INGEGNERIA BIOMEDICA (Prof. Maria Grazia Cascone)

30/01/2019

1) In un recipiente vuoto del volume di 10 litri, viene introdotto del carbonio solido e 0,297 moli di H<sub>2</sub>. La temperatura viene portata a 1000°C, si instaura il seguente equilibrio:



e si misura una pressione di 1900 torr. Calcolare la composizione all'equilibrio della fase gassosa (in frazioni molari), il valore della K<sub>p</sub> e la quantità minima di carbonio che deve essere inserita inizialmente perché l'equilibrio possa instaurarsi. (punti 6)

V = 10 l, 0,297 moli di H<sub>2</sub>, t = 1000°C

P = 1900 torr = 2,5 atm

(1 atm = 760 torr  $\Rightarrow 1 : 760 = x : 1900 \Rightarrow x = 2,5$ )

	C(s)	+   2H <sub>2(g)</sub>	$\rightleftharpoons$   CH <sub>4(g)</sub>	eq. eterogeneo
inizio	n	0,297	/	K <sub>p</sub> ≠ K <sub>n</sub> ≠ K <sub>c</sub> ≠ K <sub>x</sub>
eq.	n - x	0,297 - 2x	x	moli tot = 0,297 - x (il solido non viene considerato)

$$PV = n_{\text{tot}} RT \Rightarrow n_{\text{tot}} = \frac{PV}{RT} = \frac{2,5 \cdot 10}{0,082 \cdot 1293,15} = 0,24 \text{ moli tot.}$$

$$0,297 - x = 0,24 \Rightarrow x = 0,057$$

$$X_{\text{CH}_4} = \frac{0,057}{0,24} = 0,24$$

0,24

$$X_{H_2} = \frac{0,297 - (2 \cdot 0,057)}{0,24} = 0,76$$

$$K_p = \frac{P_{CH_4}}{P_{H_2}^2 \cdot \frac{\gamma}{\gamma_c} \text{(solido)}} = \frac{X_{CH_4} P_T}{X_{H_2}^2 P_T^2} = \frac{0,24}{(0,76)^2 \cdot 2,5} = 0,17$$

$$n_0 - x \geq 0$$

$$n_0 \geq x \Rightarrow n_0 \geq 0,057$$

$$0,057 \cdot P_A(C) = 0,057 \cdot 12 = 0,684 \text{ g (quanto minimo di C)}$$

### acido eloridico

2) Calcolare la  $K_b$  di una base debole BOH sapendo che, se viene aggiunto HCl alla soluzione di BOH con concentrazione iniziale  $C_0$ , il pH al punto in cui  $\frac{2}{3}$  della base hanno reagito con l'acido vale 8,90.  
(punti 6)

BOH base debole  $C_0$   $K_b$ ?

HCl acido forte

pH = 8,90 quando  $\frac{2}{3}$  della base hanno reagito  
con l'acido

$$pH = 8,9 \rightarrow pOH = 14 - 8,9 = 5,1$$

$$[OH^-] = 10^{-5,1} = 7,94 \cdot 10^{-6} M$$



acido forte + base debole  $\rightarrow$  SALT

quando  $\text{pH} = 8,9 \rightarrow$

$\left. \begin{array}{l} C_b = \frac{1}{3} C_{bo} \\ C_s = \frac{2}{3} C_{bo} \end{array} \right\}$

SOLUZIONE TAMPONE  $\downarrow$

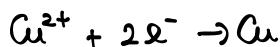
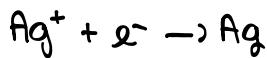
$$[\text{OH}^-] = k_b \frac{C_b}{C_s} \Rightarrow k_b = \frac{[\text{OH}^-] C_s}{C_b} =$$

$$k_b = \frac{7,94 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{2}{3} C_{bo}}{\frac{1}{3} C_{bo}} = 1,58 \cdot 10^{-5}$$

3) Calcolare la f.e.m a 25°C della seguente pila:

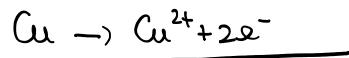
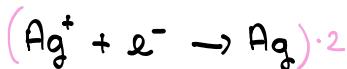


E determinare le concentrazioni delle specie ioniche a pila scarica. (punti 6)



$$E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = \underbrace{E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\circ}_{0,7996} + 0,0592 \log \underbrace{\frac{[\text{Ag}^+]}{0,15}}_{\oplus} = 0,75 \text{ V}$$

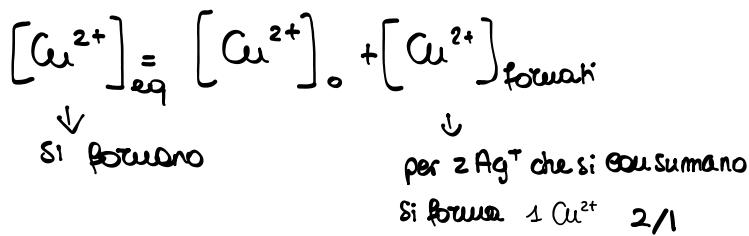
$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = \underbrace{E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^\circ}_{0,8419} + \frac{0,0592}{2} \log \underbrace{\frac{[\text{Cu}^{2+}]}{0,05}}_{\ominus} = 0,30 \text{ V}$$



$$\text{fem} = 0,75 - 0,30 = 0,45 \text{ V}$$

$$\text{A pila scarica: } K_{eq} = 10^{\frac{n \Delta E^\circ}{0,0592}} = 10^{\frac{2(0,45)}{0,0592}} = 10^{15} \gg \phi$$

eq  $\rightarrow$  quindi ipotizziamo  $[\text{Ag}^+] \approx \phi$



$$0,15 : 1 = x : 0,2 \Rightarrow x = 0,03 \text{ moli } \text{Ag}^+ \text{ in } 0,2 \text{ l}$$

$$0,05 : 1 = y : 0,5 \Rightarrow y = 0,025 \text{ moli } \text{Cu}^{2+} \text{ in } 0,5 \text{ l}$$

$$\text{moli Cu}_{\text{eq}}^{2+} = 0,025 + \frac{1}{2}(0,03) = 0,04 \text{ moli di Cu}^{2+} \text{ in } 0,5 \text{ l}$$

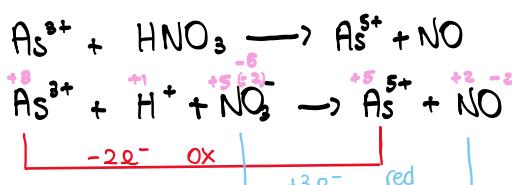
$$[\text{Cu}^{2+}]_{\text{eq}} = 0,08 \text{ M}$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{Cu}^{2+}]_{\text{eq}}}{[\text{Ag}^+]_{\text{eq}}^2} \underset{10^5}{\approx} \left[ \text{Ag}^+ \right]_{\text{eq}}^2 = \sqrt{\frac{0,08}{10^5}} = 8,9 \cdot 10^{-9}$$

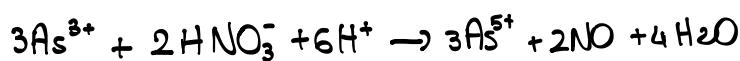
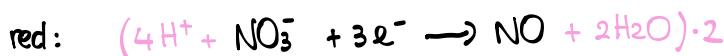
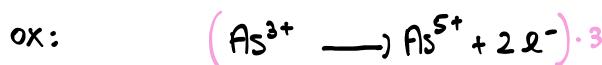
**acido nitrico**

4) L'arsenico contenuto in 10 g di un minerale, reagisce con una soluzione di  $\text{HNO}_3$ , secondo la seguente reazione (da bilanciare):  $\text{As}^{3+} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{As}^{5+} + \text{NO}$  monossido di azoto  
Partendo da 10 g di minerale e sapendo che furono necessari 12,6 ml di una soluzione contenente 50g/L di  $\text{HNO}_3$ , calcolare il contenuto percentuale di arsenico nel minerale di partenza.

(punti 6)



seguire reazioni:  
bilanciamo con gli  $\text{H}^+$



$$50 : 1000 = x : 12,6 \Rightarrow x = 0,63 \text{ g di HNO}_3 \text{ in } 12,6 \text{ ml}$$

$$\frac{0,63}{\text{PM}(\text{HNO}_3)} = \frac{0,63}{63} = 0,01 \text{ moli di HNO}_3$$

$$2 : 3 = 0,01 : x \Rightarrow x = 0,015 \text{ moli di As}^{3+}$$

$$0,015 \cdot \text{p}_A(\text{As}) = 0,015 \cdot 75 = 1,125 \text{ g di As}$$

$$1,125 : 100 = x : 100 \Rightarrow x = 1,12 \%$$

5) L'etanolo  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ed il metanolo  $\text{CH}_3\text{OH}$  sono due liquidi miscibili. A  $25^\circ\text{C}$  la tensione di vapore dell'etanolo puro è di 7,87 KPa mentre quella del metanolo puro è di 16,9 KPa. Calcolare la quantità in grammi di metanolo che deve essere miscelata con 80 g di etanolo affinché la tensione di vapore della miscela sia di 10,5 KPa.

(punti 6)

$$P_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}^{\circ} = 7,87 \text{ KPa}, 80 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

$$P_{\text{CH}_3\text{OH}}^{\circ} = 16,9 \text{ KPa}$$

$$P_T = 10,5 \text{ KPa}$$

$$\frac{80}{\text{PM}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{80}{46} = 1,74 \text{ moli C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

$$\text{g CH}_3\text{OH}?$$

$$P_T = P_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}^{\circ} X_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} + P_{\text{CH}_3\text{OH}}^{\circ} X_{\text{CH}_3\text{OH}}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{||} & \text{||} & \rightarrow (1 - X_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}) \\ 10,5 & 7,87 & 16,9 \end{array}$$

$$10,5 = 7,87 X_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} + 16,9 - 16,9 X_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}$$

$$+ 6,4 = + 9,03 X_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} \Rightarrow X_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 0,708$$

$$X_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 0,708 = \frac{\text{moli C}_2\text{H}_5\text{OH}}{\text{moli tot}} = \frac{1,74}{\text{moli tot}}$$

$$\Rightarrow \text{moli tot} = \frac{1,74}{0,708} = 2,43$$

$$X_{\text{CH}_3\text{OH}} = 0,292 = \frac{\text{moli CH}_3\text{OH}}{\text{moli tot}} = \frac{\text{moli CH}_3\text{OH}}{2,43}$$

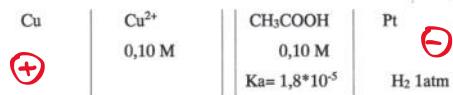
$$\Rightarrow \text{moli CH}_3\text{OH} = 0,292 \cdot 2,43 = 0,70$$

$$0,70 \cdot \text{PM}(\text{CH}_3\text{OH}) = 0,70 \cdot 32 = 22,4 \text{ g CH}_3\text{OH}$$

# ESAME :

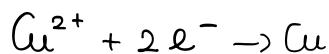
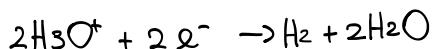
COMPITO DI PRINCIPI DI CHIMICA per ING. BIOMEDICA  
(Prof. Maria Grazia Cascone) 15/02/2019

1) Calcolare la fem a 25°C della seguente pila:



Calcolare inoltre il pH, nella semicella con elettrodo inerte, a pila scarica.

(punti 6)



$$\begin{aligned} E_{\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2} &= \underbrace{E_{\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2}^{\circ}}_{\varnothing} + \frac{0,0592}{2} \log \underbrace{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}_{?} \\ &= 0,0592 \log (1,30 \cdot 10^{-3}) = -0,170 \text{ V} \end{aligned}$$

$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = \underbrace{E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^{\circ}}_{0,3419} + \frac{0,0592}{2} \log \underbrace{\frac{[\text{Cu}^+]}{0,10}}_{?} = 0,3123 \text{ V}$$



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]^2}{\cancel{[\text{CH}_3\text{COOH}]}} = \frac{x^2}{\cancel{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}} = \frac{x^2}{\cancel{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}}$$

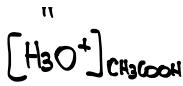
$$\text{ipotesi: } \begin{cases} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{H}_2\text{O}} \ll [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{CH}_3\text{COOH}} \\ \text{Ca} \gg [\text{CH}_3\text{COO}^-] \end{cases}$$

$$1,7 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,10} \Rightarrow x^2 = \sqrt{1,7 \cdot 10^{-5}} = 1,30 \cdot 10^{-3} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{CH}_3\text{COOH}}}$$

verifichiamo le ipotesi

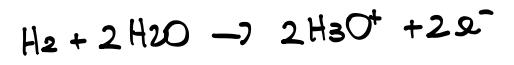
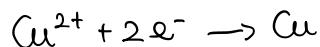
0,10

verifichiamo le ipotesi



$$\left\{ \begin{array}{l} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{10^{-14}}{1,30 \cdot 10^{-3}} = \frac{10^{-11}}{1,30} \ll 1,30 \cdot 10^{-3} \text{ OK!} \\ \text{Ca} = 0,10 \Rightarrow [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 1,30 \cdot 10^{-3} \text{ OK!} \end{array} \right.$$

$$f_{\text{cell}} = 0,3123 + 0,170 = 0,4823 \vee$$



A pila secca :

$$K_{\text{eq}} = 10^{\frac{n \Delta E^\circ}{0,0592}} = 10^{\frac{2 \cdot 0,3419}{0,0592}} = 10^{11,5} \gg \phi$$

$\phi \rightarrow$  quindi ipotizziamo  $[\text{Cu}^{2+}]_\phi \approx 0$

$$\begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+]_\phi &= [\text{H}_3\text{O}^+]_0 + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{formica}} = 1,30 \cdot 10^{-3} + 2[\text{Cu}^{2+}] = \\ &\underset{\substack{\downarrow \\ \text{si formano}}}{1,30 \cdot 10^{-3}} + \underset{\substack{\downarrow \\ \text{per } 1 \text{ Cu}^{2+} \text{ consumato}}}{\underset{\substack{\downarrow \\ \text{si formano } 2 \text{ H}_3\text{O}^+}}{2 \cdot 0,10}} = \\ &= 1,30 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 0,10 = 0,20 \text{ M} \end{aligned}$$

$$\text{pH} = -\log 0,20 = 0,69$$

(punti 6)

2) In un recipiente del volume di 4 litri, inizialmente vuoto vengono messi 10 g di C e 10 g di acqua. Alla temperatura di 850°C si instaura il seguente equilibrio:



ed il CO costituisce il 30% in moli della miscela gassosa. Calcolare la Kc della reazione

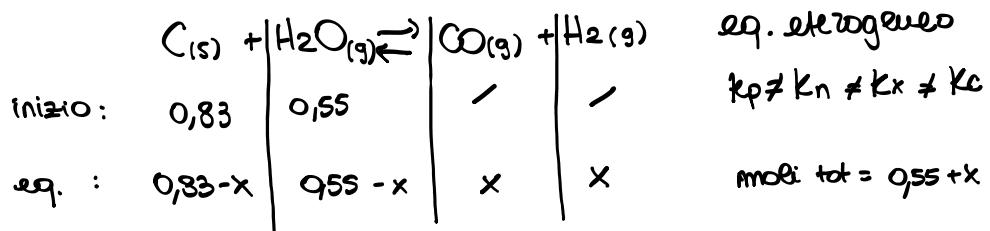
(punti 6)

$$V = 4 \text{ l} \quad t = 850^\circ\text{C}$$

$$10 \text{ g C} \Rightarrow \frac{10}{\text{M}_\text{C}} = \frac{10}{12} = 0,83 \text{ mol di C}$$

$$10 \text{ g H}_2\text{O} \Rightarrow \frac{10}{\text{M}_\text{H}_2\text{O}} = \frac{10}{18} = 0,55 \text{ mol di H}_2\text{O}$$

$$\log \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \frac{10}{p\text{H}(\text{H}_2\text{O})} = \frac{10}{18} = 0,55 \text{ moli di H}_2\text{O}$$



$\text{CO}_2 = 30\%$  della miscela gassosa

$$(0,55 + x) : 100 = x : 30 \Rightarrow 16,6 + 30x = 100x$$

$$70x = 16,6 \Rightarrow x = 0,238$$

$$\text{molar} = 0,55 + x = 0,55 + 0,238 = 0,788$$

$$\text{moli CO} = 0,238 \quad , \quad \text{moli H}_2 = 0,238$$

in 4 l                                    in 4 l

↓    ↓

$$[\text{CO}] = \frac{0,238}{4} = 0,059 \quad [\text{H}_2] = \frac{0,238}{4} = 0,059$$

$$\text{moli th2O} = 0,55 - 0,238 = 0,312 \text{ in 4 l}$$

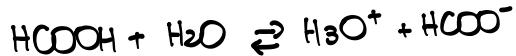
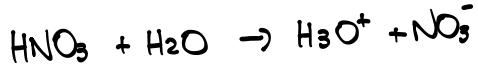
$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{0,312}{4} = 0,078$$

$$K_C = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]} = \frac{0,059 \cdot 0,059}{0,078} = 0,045$$

3) Si miscelano 0,5 litri di acido nitrico  $10^{-3}$  M e 0,5 litri di acido formico 1M. Calcolare il pH della soluzione ottenuta. (punti 6)

acido forte  
 $0,5\text{ L}$   $\text{HNO}_3$   $10^{-3}\text{ M}$   $\text{pH?}$

0,5l  $\text{HNO}_3$   $10^{-3}$  M  
 " "  
 0,5l  $\text{HCOOH}$  1M  
 " "  
 500ml acido debole  
 $K_{\text{HCOOH}} = 1,8 \cdot 10^{-4}$



$$V_f = 0,5\text{ l} + 0,5\text{ l} = 1\text{ l} = 1000\text{ ml}$$

$$10^{-3} : 1000 = x : 500 \Rightarrow x = 5 \cdot 10^{-4} = [\text{HNO}_3]_f$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HNO}_3}$$

$$1 : 1000 = x : 500 \Rightarrow x = 0,5 = [\text{HCOOH}]_f$$

$$K_{\text{HCOOH}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_T [\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_T [\text{HCOO}^-]}{0,5 - [\text{HCOO}^-]} =$$

$$1,8 \cdot 10^{-4} = \frac{(5 \cdot 10^{-4} + x) x}{0,5 - x}$$

$$9 \cdot 10^{-5} - 1,8 \cdot 10^{-4} x = 5 \cdot 10^{-4} x + x^2$$

$$x^2 + 6,8 \cdot 10^{-4} x - 9 \cdot 10^{-5} = 0$$

$$x = 9,15 \cdot 10^{-3} = [\text{HCOO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HCOOH}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_T = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HNO}_3} + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HCOOH}} =$$

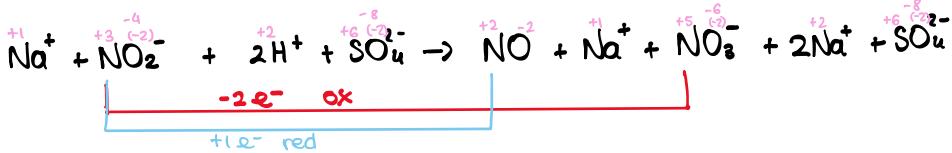
$$= 5 \cdot 10^{-4} + 9,15 \cdot 10^{-3} = 9,65 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 9,65 \cdot 10^{-3} = 2,01$$

4) Data la seguente reazione da bilanciare:

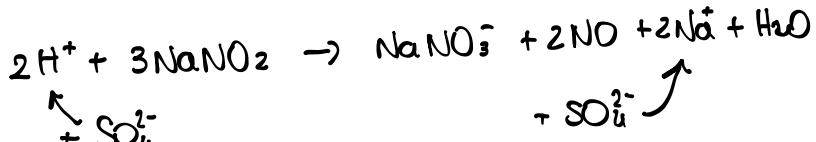
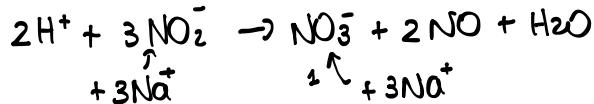
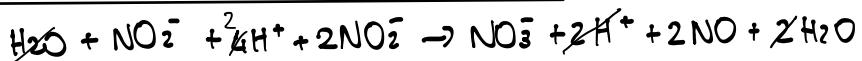
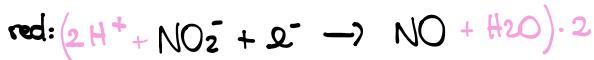


Calcolare il volume di una soluzione acquosa di  $\text{NaNO}_2$  0,646 M che serve per produrre 5 litri di monossido di azoto in condizioni normali.  
(punti 6)



bilanciato con gli  $\text{H}^+$

semireazioni:

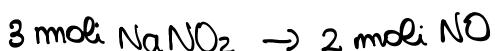


Volume di  $\text{NaNO}_2$  0,646 M per produrre 5 l NO

in condizioni normali:

condizioni normali : 1 mole = 22,4 l

$$1 : 22,4 = x : 5 \Rightarrow x = 0,223 \text{ mole di NO}$$



$$3 : 2 = x : 0,223 \Rightarrow x = 0,334 \text{ mol di NaNO}_2$$

che servono

$$0,646 : 1 = 0,334 : x \Rightarrow x = 0,517 \text{ litri}$$