

## Concentrazione delle Soluzioni

Si definisce **soluzione** una miscela omogenea di più sostanze:

Soluzione liquido-liquido: alcol etilico-acqua, vino-acqua, rhum-cocacola

Soluzione solido-liquido: zucchero-acqua, sale-acqua

Soluzione gas-liquido: diossido di carbonio-acqua

Soluzione solido-solido: ottone (Cu-Zn), bronzo (Cu-Sn)

**Solvente**: sostanza normalmente in eccesso

**Soluto**: sostanza normalmente in difetto

Una soluzione è caratterizzata da una **concentrazione** (o titolo), che esprime quanto soluto ho nel solvente o nella soluzione. Esistono diversi modi per esprimere la concentrazione:

- Percentuale in peso =  $m(\text{soluto})/m(\text{soluzione}) \times 100$

*H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 3%*

- Percentuale in volume =  $V(\text{soluto})/V(\text{soluzione}) \times 100$

*Alcol etilico al 12%*

- Molarità,  $M = \text{moli di soluto in 1 litro di soluzione}$

$$2 \text{ mol di HCl in } 200 \text{ mL di soluzione} = 2/0,200 = 10 \text{ M}$$

- Normalità,  $N = \text{equivalenti di soluto in 1 litro di soluzione}$

$$3 \text{ eq. di HCl in } 150 \text{ mL di soluzione} = 3/0,150 = 20 \text{ N}$$

- Molalità,  $m = \text{moli di soluto in 1 kg di solvente}$

$$0.2 \text{ moli di glucosio in } 2 \text{ kg di H}_2\text{O} = 0,2/2 = 0.1 \text{ m}$$

- Frazione molare,  $\chi_i : \chi_i = n_i / \Sigma n_i$  con  $\Sigma \chi_i = 1$

Si noti che, in soluzioni diluite:

$$V_{\text{solvente}} \sim V_{\text{soluzione}}$$

Se la soluzione diluita è acquosa:

$$\text{kg}_{\text{solvente}} \sim \text{litri}_{\text{soluzione}} \text{ (poiché la densità dell'acqua, a 1 atm e } 25 \text{ }^\circ\text{C, è } 1 \text{ g/cm}^3\text{)}$$

da cui  $M \sim m$

**Es.1:** Calcolare a) la percentuale in peso, b) la frazione molare, c) la molarità e d) la molalità di una soluzione ottenuta sciogliendo 15,00 g di glucosio ( $C_6H_{12}O_6$ ) in 100 mL di acqua, noti  $PM(\text{glucosio}) = 174,18 \text{ g mol}^{-1}$  e  $d_{\text{Acqua}} = 1 \text{ g/cm}^3$ .

**a)** Percentuale in peso

$$\%_{\text{Glucosio}} = m_{\text{Glucosio}} / [m_{\text{Glucosio}} + m_{\text{Acqua}}] \times 100 = 15,00/115 \times 100 = 13,0\%$$

**b)** Frazione Molare

$$\chi_{\text{Glucosio}} = n_{\text{Glucosio}} / [n_{\text{Glucosio}} + n_{\text{Acqua}}] =$$

$$n_{\text{Glucosio}} = m_{\text{Glucosio}} / PM_{\text{Glucosio}}$$

$$n_{\text{Acqua}} = m_{\text{Acqua}} / PM_{\text{Acqua}}$$

$$m_{\text{Acqua}} = V_{\text{Acqua}} \times d_{\text{Acqua}}$$

$$\chi_{\text{Glucosio}} = [m_{\text{Acqua}} / PM_{\text{Acqua}}] / [m_{\text{Acqua}} / PM_{\text{Acqua}} + V_{\text{Acqua}} \times d_{\text{Acqua}} / PM_{\text{Acqua}}]$$

$$\chi_{\text{Glucosio}} = 0,861 / [0,861 + 100/18,02] = 0,13$$

### c) Molarità

$$M = \text{moli soluto} / \text{litri soluzione} \sim \text{moli soluto} / \text{litri solvente} = n_{\text{Glucosio}} / V_{\text{acqua}}$$

$$n_{\text{Glucosio}} = m_{\text{Glucosio}} / PM_{\text{Glucosio}}$$

$$M = m_{\text{Glucosio}} / PM_{\text{Glucosio}} / V_{\text{acqua}}$$

$$M = [15,00 \text{ g} / 174,18 \text{ g mol}^{-1}] / 0,100 \text{ L} = 0,861 \text{ M}$$

### d) Molalità

$$m = \text{Moli soluto} / \text{kg solvente} = n_{\text{Glucosio}} / \text{kg}_{\text{acqua}}$$

$$n_{\text{Glucosio}} = m_{\text{Glucosio}} / PM_{\text{Glucosio}}$$

$$m_{\text{acqua}} = V_{\text{Acqua}} \times d_{\text{Acqua}}$$

$$m = (m_{\text{Glucosio}} / PM_{\text{Glucosio}}) / (V_{\text{Acqua}} \times d_{\text{Acqua}}) = 0,861 \text{ mol} / 0,100 \text{ kg} = 0,861 \text{ m}$$

**Es.2:** Calcolare a) la percentuale in peso b) la frazione molare, c) la molarità, e d) la percentuale in volume di una soluzione ottenuta miscelando 10,00 g di acetone ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) in 1000 mL di acqua, sapendo che  $d_{\text{Acqua}} = 1 \text{ g/cm}^3$  e  $d_{\text{Acetone}} = 0,68 \text{ g/cm}^3$ .

**a):** Percentuale in peso:

$$\%_{\text{Acetone}} = m_{\text{Acetone}} / [m_{\text{Acetone}} + m_{\text{Acqua}}] \times 100$$

$$1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cm}^3$$

$$d = m / V \text{ ovvero } m = d \times V$$

$$m = 1 \times 1000 = 1000 \text{ g}$$

$$\%_{\text{Acetone}} = 10,00 / (10,00 + 1000) \times 100 = 0,990\%$$

**b)** Frazione Molare

$$\chi_{\text{Acetone}} = n_{\text{Acetone}} / [n_{\text{Acetone}} + n_{\text{Acqua}}] = m_{\text{Acetone}} / \text{PM}_{\text{Acetone}} / [m_{\text{Acetone}} / \text{PM}_{\text{Acetone}} + m_{\text{Acqua}} / \text{PM}_{\text{Acqua}}]$$

$$10,00 / 58,06 / [10,00 / 58,06 + 100 / 18,02] = 0,003 = 3 \times 10^{-3}$$

**c)** Molarità

$$M = \text{moli soluto} / \text{litri soluzione} \sim \text{moli soluto} / \text{litri solvente} = n_{\text{Acetone}} / V_{\text{acqua}}$$

$$n_{\text{Acetone}} = m_{\text{Acetone}} / PM_{\text{Acetone}}$$

$$M = m_{\text{Acetone}} / PM_{\text{Acetone}} / V_{\text{acqua}}$$

$$M = [10,00 \text{ g} / 58,06 \text{ g mol}^{-1}] / 1,000 \text{ L} = 0,172 \text{ M}$$

**d):** Percentuale in volume:

$$\%V = V(\text{soluto}) / V(\text{soluzione}) \times 100 = V_{\text{Acetone}} / [V_{\text{Acetone}} + V_{\text{Acqua}}] \times 100$$

$$d = m / V \text{ ovvero } V = m / d$$

$$V_{\text{Acetone}} = m_{\text{Acetone}} / d_{\text{Acetone}} = 10,00 / 0,68 = 14,7 \text{ cm}^3 = 14,7 \text{ mL}$$

$$\%V = 14,7 / [14,7 + 1000] \times 100 = 1,45\%$$

**Es.3:** Si sciolgono 10,30 g di HCl in una quantità di acqua tale da ottenere 200,5 mL di soluzione. Calcolare a) la molarità e b) la molalità, nota  $d_{\text{soluzione}} = 1,021 \text{ g/cm}^3$ .

**a) Molarità**

$$M = \text{moli soluto} / V_{\text{soluzione}} = n_{\text{HCl}} / V_{\text{Soluzione}}$$

$$n_{\text{HCl}} = m_{\text{HCl}} / \text{PM}_{\text{HCl}}$$

$$M = m_{\text{HCl}} / \text{PM}_{\text{HCl}} / V_{\text{Soluzione}}$$

$$M = [10,30 \text{ g} / 36,46 \text{ g mol}^{-1}] / 0,2005 \text{ L} = 1,411 \text{ M}$$

**b) Molalità**

$$m = \text{Moli soluto} / \text{kg solvente} = n_{\text{HCl}} / \text{kg}_{\text{acqua}}$$

$$n_{\text{HCl}} = m_{\text{HCl}} / \text{PM}_{\text{HCl}}$$

$$\text{kg}_{\text{acqua}} = \text{kg}_{\text{soluzione}} - \text{kg}_{\text{HCl}}$$

$$\text{kg}_{\text{soluzione}} = V_{\text{soluzione}} \times d_{\text{soluzione}}$$

$$m = m_{\text{HCl}} / \text{PM}_{\text{HCl}} / V_{\text{soluzione}} \times d_{\text{soluzione}} = (10,30 / 36,46 / [(200,5 \times 1,021) / 1000 - 0,0103])$$

$$m = 1,453 \text{ m}$$

Poiché molarità = mol L<sup>-1</sup>

si ha

$$\begin{array}{ccc} \mathbf{MOLARITÀ} & \times & \mathbf{VOLUME} = \\ \text{(intensiva)} & & \text{(estensiva)} \end{array} \quad \mathbf{MOLI} \text{ (estensiva)}$$

**Es. 1:** Calcolare quante moli ci sono in 7,82 L di NaOH 0,889 M.

Sapendo che  $\text{mol} = M \times V$

$$n(\text{NaOH}) = M \times V = 0,889 \text{ mol L}^{-1} \times 7,82 \text{ L} = 6,95 \text{ mol}$$

**Es. 2:** Determinare quanti grammi ci sono in 15,2 mL di NH<sub>3</sub> 0,15 M.

Sapendo che  $n = M \times V = m \text{ PM}^{-1}$

$$m = M \times V \times \text{PM}$$

$$m(\text{NH}_3) = 0,15 \text{ mol L}^{-1} \times 0,0152 \text{ L} \times 17,04 \text{ g mol}^{-1} = 0,039 \text{ g}$$

**Es. 3:** Due case farmaceutiche offrono un farmaco di formula C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>N<sub>3</sub> a prezzi diversi: confezione da 250 mL, titolo 10 g L<sup>-1</sup>, a Euro 37; b) confezione da 100 mL, titolo 0,1 M, a Euro 21. Qual è la confezione più conveniente?

**a)**

$m = \text{concentrazione} \times \text{litri soluzione} \sim \text{concentrazione} \times \text{litri solvente}$

$$m = 10 \text{ g L}^{-1} \times 0,25 \text{ L} = 2,5 \text{ g}$$

$$\text{costo al g} = 37/2,5 = 14,80 \text{ Euro}$$

**b)**

$$m = n \times \text{PM}$$

$$n = M \times V$$

$$m = M \times V/\text{PM} = 0,1 \text{ mol L}^{-1} \times 0,1 \text{ L} \times 162 \text{ g mol}^{-1} = 1,6 \text{ g}$$

$$\text{costo al g} = 21/1,6 = 13,13 \text{ Euro}$$

Rifare l'esercizio 4 con:

1)  $\text{BaCl}_2$  0.128 M, 33 mL e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,0791 M, 44 mL;

2)  $\text{BaCl}_2$  5.12 g/L, 70 mL e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  7,12 g/L, 30 mL

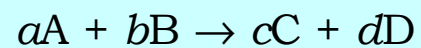
Rifare l'esercizio 5 con:

1) NaOH 15 mL, 0,23 M e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,17 M

2) NaOH 20 mL, 0,998 M e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,37 M

## Riassumendo...

Per l'equazione bilanciata



Volume di soluzione di A

↓  
Uso di molarità come  
fattore di conversione

Moli di A

↓  
Uso dei coefficienti  
stechiometrici per trovare  
i rapporti molari tra A e B

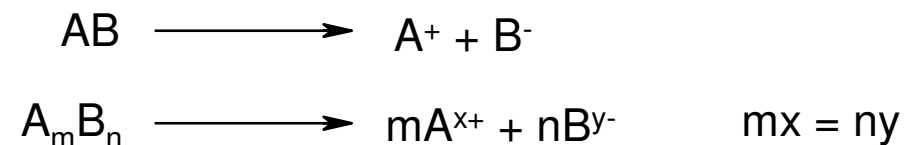
Moli di B

↓  
Uso di molarità come  
fattore di conversione

Volume di soluzione di B

## Elettroliti

Si definisce **elettrolita** una sostanza che, in soluzione, dissocia a dare specie cariche (*i.e.* ioni positivi e negativi):



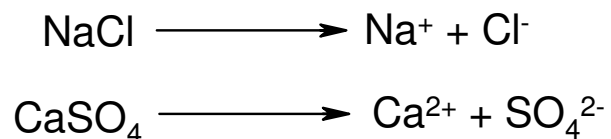
Elettroliti forti: dissociazione COMPLETA (100%)

Elettroliti deboli: dissociazione PARZIALE (<100%, di solito qualche % o meno)

Non Elettroliti: dissociazione NULLA (0%)

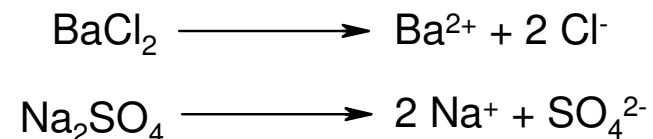
### Elettroliti uni-univalenti

Generano 2 moli a partire da 1:



### Elettroliti uni-divalenti

Generano 3 moli a partire da 1:



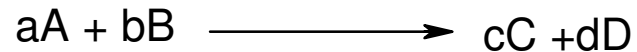
## Regole Empiriche di Solubilità per Composti Ionici in Acqua

<b>Composti Solubili</b>	<b>Eccezioni</b>
Quasi tutti i sali di Na <sup>+</sup> (ione sodio) K <sup>+</sup> (ione) NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ione ammonio)	
Tutti i sali di Cl <sup>-</sup> (cloruro) Br <sup>-</sup> (bromuro) I <sup>-</sup> (ioduro)	Alogenuri di Ag <sup>+</sup> , Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup>
Sali di NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (nitrato) ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (clorato) ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (perclorato) CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> (acetato)	
Sali di SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (solfato)	Solfati di Mg <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup>

<b>Composti Insolubili</b>	<b>Eccezioni</b>
Quasi tutti gli ossidi e gli idrossidi	Sali di $\text{NH}_4^+$ e dei metalli alcalini
Tutti i sali di $\text{CO}_3^{2-}$ (carbonato) $\text{PO}_4^{3-}$ (fosfato) $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (ossalato) $\text{CrO}_4^{2-}$ (cromato) $\text{S}^{2-}$ (solfuro)	Sali di $\text{NH}_4^+$ e dei metalli alcalini

## Titolazioni

Data una generica reazione



si definisce titolazione la procedura sperimentale che

- 1)** Consenta di sapere quando l'aggiunta di una data soluzione di A a una soluzione di B porti all'esatto consumo di tutto B;
- 2)** Richieda che sia nota la concentrazione della soluzione di A da aggiungere;
- 3)** Permetta di misurare il volume di soluzione di A aggiunta per far reagire tutto B.

Normalmente, il completamento della reazione viene indicato dal cambiamento di colore di una sostanza posta *ad hoc* in soluzione, un indicatore, presente in poche gocce.

## Stechiometria delle Soluzioni: La Diluizione

Si definisce **diluizione** la diminuzione della concentrazione di una soluzione (a concentrazioni iniziale  $C_i$  e finale  $C_f$  note) mediante aggiunta di solvente. Sebbene vari la concentrazione della soluzione, il numero di moli di soluto nelle soluzioni iniziale ( $\text{mol}_i$ ) e finale ( $\text{mol}_f$ ) rimane inalterato:

$$\text{mol}_i = \text{mol}_f$$

$$C_i V_i = C_f V_f = C_f (V_i + V_{\text{aggiunto}})$$

**Es. 1:** Una soluzione di A è 0,100 M. Calcolare quanta soluzione di A e quanta acqua occorrono per preparare 40 mL di una soluzione  $1,95 \cdot 10^{-3}$  M di A.

$$V(\text{iniz}) = n(\text{iniz}) / M(\text{iniz})$$

$$n(\text{iniz}) = n(\text{fin}) = M(\text{fin}) \times V(\text{fin}) = 40 \text{ mL} \times 1,95 \times 10^{-3} \text{ mmol mL}^{-1} = 7,80 \text{ mmol}$$

$$V(\text{iniz}) = 7,80 \text{ mmol} / 0,100 \text{ mmol mL}^{-1} = 0,78 \text{ mL}$$

$$\text{H}_2\text{O da aggiungere} = 40 \text{ mL} - 0,78 \text{ mL} = 39,22 \text{ mL}$$

**Es. 2:** Calcolare a quale volume occorre diluire 125 mL di una soluzione di HCl 1 M per ottenerne una a concentrazione M/10.

$$V(\text{fin}) = V(\text{iniz}) + V_X$$

$$n(\text{fin}) = n(\text{iniz})$$

$$M(\text{fin}) \times V(\text{fin}) = M(\text{iniz}) \times V(\text{iniz})$$

$$0,1 \times (0,125 + V_X) = 1 \times 0,125$$

$$V_X = (0,125 - 0,0125)/0,1 = 1,125 \text{ L}$$

$$V(\text{fin}) = 1,25 \text{ L}$$

## Stechiometria delle Soluzioni: Miscele 'Non Reattive'

**Es. 1:** Si abbiano a disposizione le seguenti soluzioni: a)  $\text{HNO}_3$ , 3,5 M; b)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 2,4 M e c)  $\text{HCl}$ , 1,7 M. Determinare come si possano preparare 100 mL di un'unica soluzione 0,1 M in ciascuna specie.

Per ogni specie X:

$$V_{\text{Xi}} = n_{\text{Xi}} / M_{\text{Xi}}$$

$$n_{\text{Xi}} = n_{\text{Xf}} = M_{\text{Xf}} \times V_{\text{Xf}} = 0,1 \text{ mol L}^{-1} \times 0,100 \text{ L} = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$V_{\text{HNO}_3} = n_{\text{HNO}_3} / M_{\text{HNO}_3} = 10^{-2} \text{ mol} / 3,5 \text{ mol L}^{-1} = 2,86 \text{ mL}$$

$$V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} / M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 10^{-2} \text{ mol} / 2,4 \text{ mol L}^{-1} = 4,17 \text{ mL}$$

$$V_{\text{HCl}} = n_{\text{HCl}} / M_{\text{HCl}} = 10^{-2} \text{ mol} / 1,7 \text{ mol L}^{-1} = 5,89 \text{ mL}$$

$$\sum V_{\text{Xi}} = 12,92 \text{ mL}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ mL} - 12,92 \text{ mL} = 87,08 \text{ mL}$$

**Es. 2:** Calcolare quanti mL di una soluzione A di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 15% in peso ( $\rho = 1,10 \text{ kg L}^{-1}$ ) e quanti mL di una soluzione B di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 30% in peso ( $\rho = 1,22 \text{ kg L}^{-1}$ ) si devono mescolare per avere una soluzione 2 M di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Soluzione Finale: 2 moli di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> per litro = (V<sub>A</sub> + V<sub>B</sub>)

2 moli totali = n(A) + n(B)

$$2 = n(A) + n(B) = M_A V_A + M_B V_B = M_A V_A + M_B \times (1000 - V_A)$$

Soluzione A: 1 litro pesa 1100 g, di cui il 15% sono H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

$$M_A = m(\text{H}_2\text{SO}_4) / \text{PM}(\text{H}_2\text{SO}_4) = (0,15 \times 1100 \text{ g}) / 98,08 \text{ g mol}^{-1} = 1,68 \text{ M}$$

Soluzione B: 1 litro pesa 1220 g, di cui il 30% sono H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

$$M_b = m(\text{H}_2\text{SO}_4) / \text{PM}(\text{H}_2\text{SO}_4) = (0,30 \times 1220 \text{ g}) / 98,08 \text{ g mol}^{-1} = 3,74 \text{ M}$$

$$2 = M_A V_A + M_B \times (1000 - V_A) = 1,68 \times V_A + 3,74 \times (1000 - V_A)$$

da cui V<sub>A</sub> = 844 mL e V<sub>B</sub> = 156 mL

**Es. 3:** Si miscelano 2,73 L di una soluzione (1) di NaCl 0,105 M con 4,87 L di una soluzione (2) di NaCl 0,160 M. Calcolare la concentrazione finale di NaCl.

$$M(\text{tot}) = n(\text{tot}) / V(\text{tot})$$

$$V(\text{tot}) = V(1) + V(2) = 7,60 \text{ L}$$

$$n(\text{tot}) = n(1) + n(2)$$

$$n(1) = M(1) \times V(1) = 0,105 \text{ mol L}^{-1} \times 2,73 \text{ L} = 0,29 \text{ mol}$$

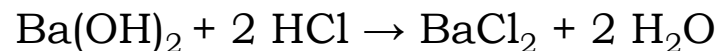
$$n(2) = M(2) \times V(2) = 0,160 \text{ mol L}^{-1} \times 4,87 \text{ L} = 0,78 \text{ mol}$$

$$n(\text{tot}) = n(1) + n(2) = 0,29 \text{ mol} + 0,78 \text{ mol} = 1,07 \text{ mol}$$

$$M(\text{tot}) = n(\text{tot}) / V(\text{tot}) = 1,07 \text{ moli} / 7,60 \text{ L} = 0,14 \text{ M}$$

## Stechiometria delle Soluzioni: Miscele 'Reattive'

**Es. 1:** Calcolare la concentrazione di una soluzione di  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  sapendo che 35 mL di essa reagiscono con 12,5 mL di HCl 0,2 M.



$$M(\text{Ba}(\text{OH})_2) = n(\text{Ba}(\text{OH})_2) / V(\text{Ba}(\text{OH})_2)$$

Ogni mole di  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  reagisce con due moli di HCl

$$n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = n(\text{HCl})/2$$

$$n(\text{HCl}) = M(\text{HCl}) \times V(\text{HCl})$$

$$M(\text{Ba}(\text{OH})_2) = [M(\text{HCl}) \times V(\text{HCl})]/2 / V(\text{Ba}(\text{OH})_2) = [(0,2 \times 12,5)/2 ]/35 = 0,036 \text{ M}$$

**Es. 2:** Siano date la reazione:  $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{BaSO}_4 + 2 \text{HCl}$

e le soluzioni acquose a)  $\text{BaCl}_2$  (0,5 L, 0,12 M) e b)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (0,3 L, 0,21 M). 1) Determinare quanto  $\text{BaSO}_4$  precipita mescolando a) con b). Calcolare qual è 2) il volume finale della soluzione e 3) la concentrazione finale di HCl.

mol reagenti:  $n(\text{BaCl}_2) = V \times M = 0,5 \text{ L} \times 0,12 \text{ mol L}^{-1} = 0,060 \text{ mol}$   
 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = V \times M = 0,3 \text{ L} \times 0,21 \text{ mol L}^{-1} = 0,063 \text{ mol}$

	<b>BaCl<sub>2</sub></b>	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>BaSO<sub>4</sub></b>	<b>HCl</b>
<b>mmol iniziali</b>	60	63	-	-
<b>mmol reagite</b>	-60	-60	+60	+120
<b>mmol finali</b>	-	3	60	120

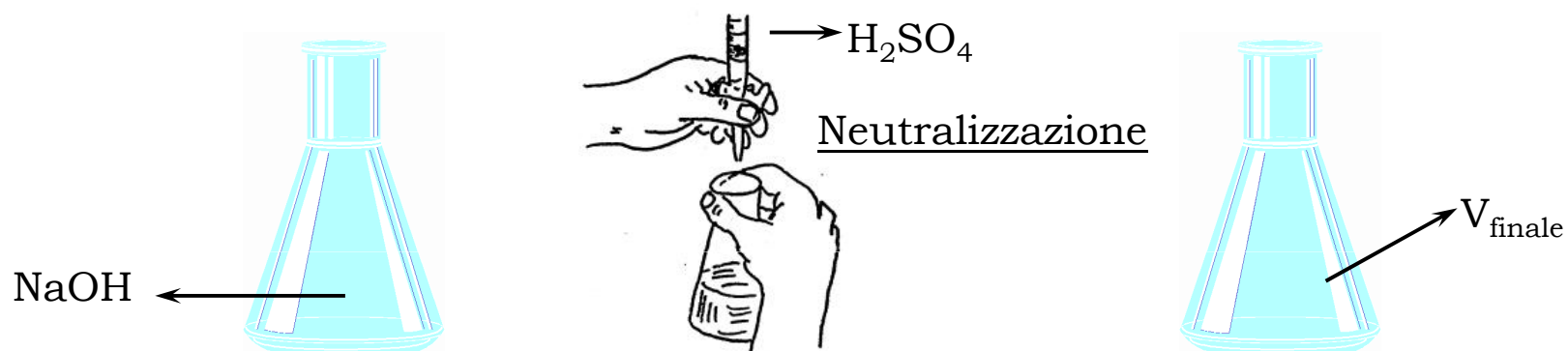
1)  $m(\text{BaSO}_4) = n(\text{BaSO}_4) \times PM(\text{BaSO}_4) = 0,06 \text{ mol} \times 233,3 \text{ g mol}^{-1} = 13,998 \text{ g}$

2)  $V_{\text{finale}} = V(\text{Soluzione BaCl}_2) + V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ L} + 0,3 \text{ L} = 0,8 \text{ L}$

3)  $M(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) / V(\text{soluzione}) = 0,120 \text{ mol} / 0,8 \text{ L} = 0,15 \text{ M}$

**Es. 3:** Sia data la reazione:  $2 \text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Si abbiano a disposizione 197 mL di soluzione acquosa di NaOH. Si supponga di farli reagire con 241 mL di soluzione di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  di titolo  $0,14 \text{ mol L}^{-1}$ . Calcolare a) la molarità della soluzione di NaOH e b) qual è il volume a neutralizzazione avvenuta.



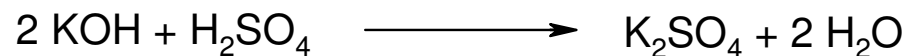
$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = M(\text{H}_2\text{SO}_4) \times V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,14 \text{ mol mL}^{-1} \times 241 \text{ mL} = 33,75 \text{ mmol}$$

$$1 \text{ mol NaOH} : 0,5 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 = 67,5 \text{ mmol NaOH} : 33,75 \text{ mmol H}_2\text{SO}_4$$

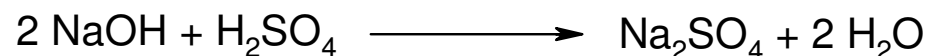
$$\text{a) } M(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH})/V(\text{NaOH}) = 67,5 \text{ mmol} / 197 \text{ mL} = 0,34 \text{ M}$$

$$\text{b) } V_{\text{finale}} = V(\text{soluz NaOH}) + V(\text{soluz H}_2\text{SO}_4) = 197 \text{ mL} + 241 \text{ mL} = 438 \text{ mL}$$

**Es. 4:** Si trattano 20 mL di una soluzione di KOH con 45 mL di una soluzione 1 M di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . La soluzione risultante è acida e richiede, per essere neutralizzata, 12 mL di NaOH 1 M. Calcolare la molarità della soluzione iniziale di KOH.



	<b>KOH</b>	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>H<sub>2</sub>O</b>
mmol iniziali	$20 \times M_{\text{KOH}}$	45	-	-
mmol reagite	$-20 \times M_{\text{KOH}}$	$-10 \times M_{\text{KOH}}$	$+10 \times M_{\text{KOH}}$	$+20 \times M_{\text{KOH}}$
mmol finali	-	$45 - 10 \times M_{\text{KOH}}$	$10 \times M_{\text{KOH}}$	$20 \times M_{\text{KOH}}$



	<b>NaOH</b>	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>H<sub>2</sub>O</b>
mmol iniziali	12	$45 - 10 \times M_{\text{KOH}}$	-	-
mmol reagite	$-2(45 - 10 \times M_{\text{KOH}})$	$-(45 - 10 \times M_{\text{KOH}})$	$+(45 - 10 \times M_{\text{KOH}})$	$2(45 - 10 \times M_{\text{KOH}})$
mmol finali	-	-	$(45 - 10 \times M_{\text{KOH}})$	$2(45 - 10 \times M_{\text{KOH}})$

$$12 = 90 - 20 M_{\text{KOH}} \quad \text{e} \quad M_{\text{KOH}} = (90 - 12) / 20 = 3,9 \text{ M}$$

## Esercizi Aggiuntivi

**Es. 1:** Una soluzione è stata preparata sciogliendo 350 g di alcol metilico (o metanolo,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ) in 50,90 g di acqua. Calcolare la frazione molare dei due componenti. [ $\chi_{\text{metanolo}} = 0,04$ ;  $\chi_{\text{acqua}} = 0,96$ ]

**Es. 2:** Una soluzione è ottenuta sciogliendo 25,9 g di acido fosforico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) in 209,1 g di acqua. Sapendo che la densità della soluzione è  $1,16 \text{ g/cm}^3$ , calcolare molarità, molalità e % in peso. [1,30 M; 1,26 m; 11,0%].

**Es. 3:** Una soluzione della specie A di volume 207 mL e di concentrazione 0,7 M, viene diluita con 752 mL di solvente. Calcolare la concentrazione dopo la diluizione. [0,15 M].

**Es. 4:** Quanta acqua devo aggiungere a 1 L di soluzione di A 0,07 M per avere una soluzione 0,05 M? [0,4 L].

**Es. 5:** Calcolare la massa di KOH contenuta in 153 mL di una soluzione acquosa 0,180 M. [1,543].