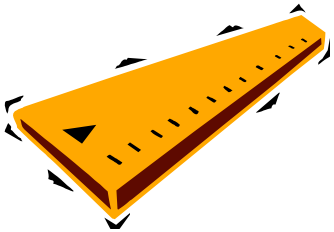
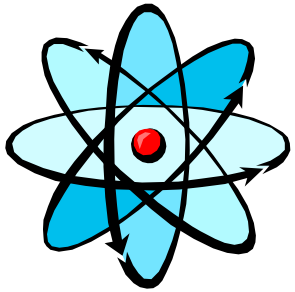
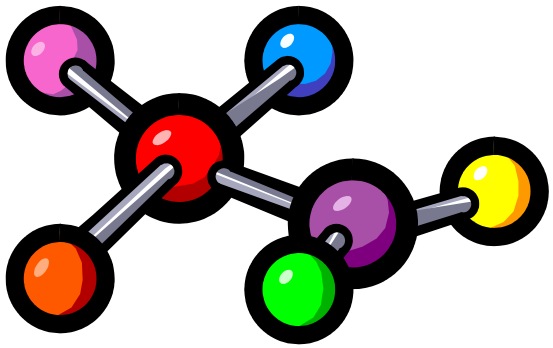


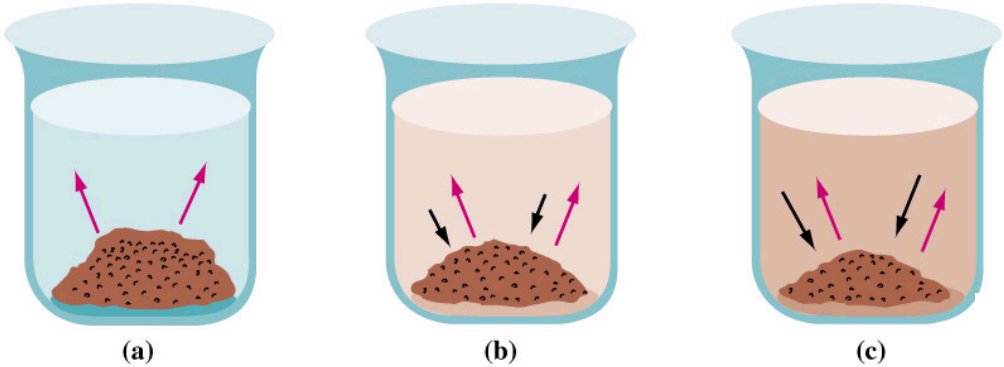
Olimpiadi di Chimica

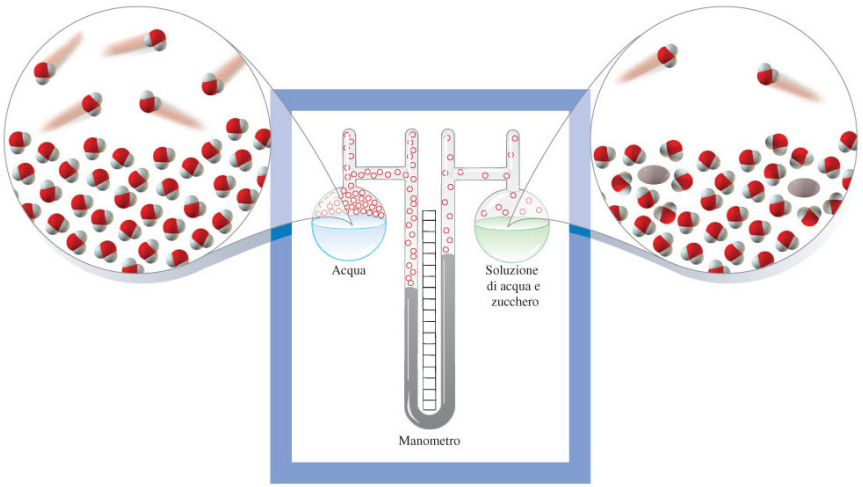
Acqua

Oro

Zucchero

Le soluzioni





Una soluzione è una miscela omogenea (la sua composizione e le sue proprietà sono uniformi in ogni parte del campione) di due o più sostanze formate da ioni o molecole.

Le soluzioni possono esistere in ognuno dei tre stati della materia: gas, liquido o solido.

Il solvente è il componente presente in quantità maggiore o che determina lo stato della materia in cui la soluzione esiste.

Il soluto è un componente presente in quantità minore.

Il caso più comune è quello di soluzioni liquide (soluzioni di gas, solidi o liquidi sciolti in un liquido). Si possono però avere:

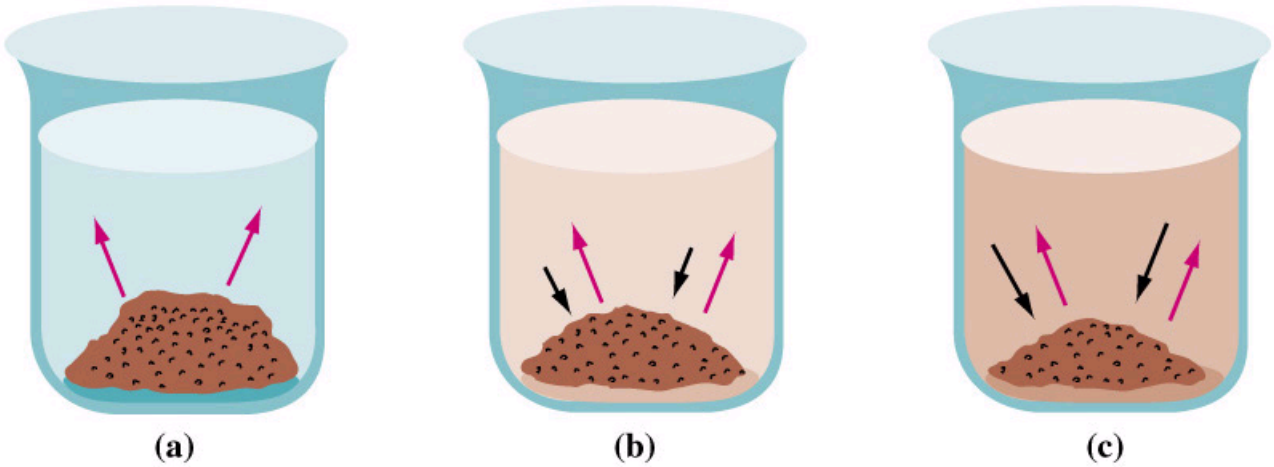
Soluzioni gassose: in genere i gas possono mescolarsi in tutte le proporzioni per dare soluzioni gassose.

Soluzioni liquide: sono le più comuni e sono ottenute nella maggior parte dei casi sciogliendo un gas o un solido in un liquido.

Soluzioni solide: sono principalmente leghe di due o più metalli. Le leghe di mercurio (l'unico metallo liquido) con altri metalli sono chiamate amalgame e possono essere sia liquide che solide).

Solubilità

In generale solo una quantità finita di un solido si scioglie in un dato volume di solvente dando luogo ad una soluzione **satura**, cioè una soluzione in equilibrio con un eventuale solido in eccesso.



Equilibrio dinamico

La concentrazione del soluto nella soluzione satura è detta **solubilità**. Ad esempio la solubilità di NaCl in acqua è di 36 g per 100 ml di acqua a 20°C.

Concentrazione delle Soluzioni

In generale la concentrazione di una soluzione è una misura della quantità di soluto presente in una data quantità di solvente (o di soluzione).
La quantità di soluto o di solvente possono essere espresse in numero di moli, massa o volume per cui vi sono diversi modi di esprimere la concentrazione di una soluzione:

- Molarità
- Percentuale in massa (peso)
- Molalità
- Frazione molare

Molarità

E' il numero di moli di soluto presenti in un litro di soluzione:

$$\text{Molarità} = \frac{\text{moli di soluto}}{\text{litri di soluzione}}$$

Le unità sono mol/litro ma sono generalmente indicate con M.

Ad esempio una soluzione ottenuta sciogliendo 0,20 moli di NaCl in acqua sino ad un volume di 2,0 l ha molarità:

$$\frac{\mathbf{0,20\ moli}}{\mathbf{2,0\ litri}} = \mathbf{0,10\ mol/l = 0,10\ M}$$

Percentuale in massa di soluto

E' definita come:

$$\%\ \textbf{massa di soluto} = \frac{\textbf{massa di soluto}}{\textbf{massa della soluzione}} \times 100$$

Ad esempio per una soluzione ottenuta mescolando 3,5 g di NaCl e 96,5 g di acqua si ha:

$$\%\ \textbf{massa NaCl} = \frac{3{,}5\ \text{g}}{3{,}5\ \text{g} + 96{,}5\ \text{g}} \times 100 = 3{,}5\ \%$$

Tale soluzione contiene 3,5 g di NaCl per 100 g di soluzione

Molalità

E' il numero di moli di soluto per chilo di solvente:

$$\textbf{molalità} = \frac{\textbf{moli di soluto}}{\textbf{Kg di solvente}}$$

Le unità sono mol/Kg ma sono generalmente indicate con m.

Ad esempio una soluzione ottenuta sciogliendo 0,20 moli di NaCl in 2000 g di acqua ha molalità:

$$\frac{0{,}20\ \text{moli}}{2{,}0\ \text{Kg}} = 0{,}10\ \text{mol/Kg} = 0{,}10\ \text{m}$$

Esempio: Calcolare la molalità di una soluzione ottenuta sciogliendo 5,67 g di glucosio ($C_6H_{12}O_6$) in 25,2 g di acqua

$$n_{glucosio} = \frac{5{,}67\ g}{180{,}2\ g/mol} = 0{,}0315\ mol_{glucosio}$$

$$molalità = \frac{0{,}0315\ mol}{25{,}2 \times 10^{-3}\ Kg} = 1{,}25\ m$$

Frazione molare

Per una soluzione fra due componenti A e B la frazione molare di A è definita:

$$x_A = \frac{\text{moli di A}}{\text{moli totali soluzione}} = \frac{\text{moli di A}}{\text{moli di A} + \text{moli di B}}$$

Ad esempio in una soluzione ottenuta sciogliendo 0,0315 moli di glucosio in 25,2 g di acqua la frazione molare del glucosio è:

$$n_{H_2O} = \frac{25{,}2\ \text{g}}{18{,}0\ \text{g/mol}} = 1{,}40\ \text{mol}_{H_2O} \qquad x_{glucosio} = \frac{0{,}0315}{0{,}0315 + 1{,}40} = 0{,}022$$

$$x_{H_2O} = \frac{1{,}40}{0{,}0315 + 1{,}40} = 0{,}978 \qquad x_{H_2O} + x_{glucosio} = 1$$

Conversione fra unità di concentrazione

Conviene far riferimento ad una certa quantità di solvente o di soluzione, determinare le quantità di soluto e di solvente corrispondenti e riutilizzarle per il calcolo della nuova concentrazione.

Le quantità di riferimento per le concentrazioni da convertire sono:

Molalità	1 Kg di solvente
Molarità	1 litro di soluzione
Frazione molare	1 mole di soluzione
% massa	100 g di soluzione

Quando è implicata la molarità è necessario conoscere la densità della soluzione (mette in relazione massa e volume).

Molalità ⟶ Frazione molare

Una soluzione di glucosio è 0,120 m. Calcolare le frazioni molari di glucosio e acqua.

Tale soluzione contiene 0,120 moli di glucosio per 1 Kg di solvente (acqua). Si ha quindi:

$$\mathbf{moli}_{\mathbf{glucosio}} = \mathbf{0,120}$$

$$\mathbf{moli}_{\mathbf{H_2O}} = \frac{\mathbf{1000\ g}}{\mathbf{18\ g/mol}} = \mathbf{55,6\ mol}$$

$$\mathbf{x}_{\mathbf{glucosio}} = \frac{\mathbf{0,120}}{\mathbf{0,120 + 55,6}} = \mathbf{0,00215}$$

$$\mathbf{x}_{\mathbf{H_2O}} = \frac{\mathbf{55,6}}{\mathbf{0,120 + 55,6}} = \mathbf{0,998}$$

Molalità ⟶ % massa

Calcolare la % in massa di una soluzione di glucosio 0,120 m.

Tale soluzione contiene 0,120 moli di glucosio per 1 Kg di solvente (acqua). Si ha quindi:

$$\mathbf{massa}_{\mathbf{glucosio}} = \mathbf{0{,}120\ mol} \times \mathbf{180{,}2\ g/mol} = \mathbf{21{,}6\ g}$$

$$\mathbf{massa}_{\mathbf{H_2O}} = \mathbf{1000\ g}$$

$$\%\ \mathbf{massa}_{\mathbf{glucosio}} = \frac{\mathbf{21{,}6}}{1000 + \mathbf{21{,}6}} \times \mathbf{100} = \mathbf{2{,}11\ \%}$$

Frazione molare ⟶ Molalità

Calcolare la molalità di una soluzione acquosa di glucosio la cui frazione molare è 0,150.

1 mole di tale soluzione contiene 0,150 moli di glucosio e (1 - 0,150) = 0,850 moli di acqua. Si ha quindi:

$$\mathbf{massa}_{H_2O} = 0{,}850\ \mathbf{mol} \times 18\ \mathbf{g/mol} = 15{,}3\ \mathbf{g}$$

$$\mathbf{molalità}_{glucosio} = \frac{0{,}150\ \mathbf{mol}}{15{,}3 \times 10^{-3}\ \mathbf{Kg}} = 9{,}8\ \mathbf{m}$$

Frazione molare → % massa

Calcolare la % in massa di una soluzione acquosa di glucosio la cui frazione molare è 0,150.

1 mole di tale soluzione contiene 0,150 moli di glucosio e (1 - 0,150) = 0,850 moli di acqua. Si ha quindi:

$$\mathbf{massa}_{\mathbf{glucosio}} = \mathbf{0{,}150\ mol \times 180{,}2\ g/mol = 27{,}0\ g}$$

$$\mathbf{massa}_{\mathbf{H_2O}} = \mathbf{0{,}850\ mol \times 18\ g/mol = 15{,}3\ g}$$

$$\mathbf{\%\ massa}_{\mathbf{glucosio}} = \frac{\mathbf{27{,}0\ g}}{\mathbf{27{,}0\ g + 15{,}3\ g}} \times \mathbf{100 = 63{,}8\ \%}$$

Molalità ⟶ Molarità

Calcolare la molarità di una soluzione 0,273 m di KCl in acqua, avente densità $1{,}011\times10^3$ g/l.

Per 1 Kg di solvente vi sono 0,273 moli di KCl e quindi:

$$\mathbf{massa_{KCl} = 0{,}273\ mol \times 74{,}6\ g/mol = 20{,}4\ g}$$

La massa totale di soluzione è:

$$\mathbf{massa_{tot} = massa_{KCl} + massa_{H_2O} = 1000\ g + 20{,}4\ g\ mol = 1020\ g = 1{,}02\times10^3\ g}$$

Nell'espressione per il calcolo della molarità c'è però il volume in litri della soluzione, calcolabile tramite la densità:

$$\mathbf{d = \frac{massa}{volume}}$$

$$\mathbf{volume = \frac{massa}{d} = \frac{1{,}02\times10^3\ g}{1{,}011\times10^3\ g/l} = 1{,}009\ l}$$

$$\mathbf{molarità = \frac{0{,}273\ mol}{1{,}009\ l} = 0{,}271\ M}$$

Si noti che per soluzioni diluite molarità ≅ molalità

Molarità ⟶ Molalità

Calcolare la molalità di una soluzione 0,907 M di $Pb(NO_3)_2$ in acqua, avente densità 1,252 g/ml.

Per 1 litro di soluzione vi sono 0,907 moli di $Pb(NO_3)_2$. La massa di un litro di soluzione è:

$$\mathbf{massa_{soluzione} = volume \times d = 1{,}000 \times 10^3\ ml \times 1{,}252\ g/ml = 1252\ g}$$

La massa di $Pb(NO_3)_2$ è:

$$\mathbf{massa_{Pb(NO_3)_2} = 0{,}907\ mol \times 331{,}2\ g/mol = 300\ g}$$

La massa di acqua è:

$$\mathbf{massa_{H_2O} = 1252\ g - 300\ g = 952\ g}$$

La molalità è quindi:

$$\mathbf{molalità = \frac{0{,}907\ mol}{0{,}952\ Kg} = 0{,}953\ m}$$

La ***diluizione*** è il procedimento per preparare una soluzione meno concentrata da una soluzione più concentrata.

Moli di soluto prima della diluizione (i) = Moli di soluto dopo la diluizione (f)

$$M_i V_i = M_f V_f$$

Come prepareresti 60.0 mL di HNO_3 0.200 *M* da una soluzione standard di HNO_3 3.00 *M*?

$$M_i V_i = M_f V_f$$

$M_i = 3.00$ $M_f = 0.200$ $V_f = 0.06$ L $V_i = ?$ L

$$V_i = \frac{M_f V_f}{M_i} = \frac{0.200 \times 0.06}{3.00} = 0.004 \text{ L} = 4 \text{ mL}$$

4 mL di acido+ 56 mL di acqua = 60 mL di soluzione