

## LE SOLUZIONI E LA CONCENTRAZIONE

### 1. Generalità e concetto di solubilità

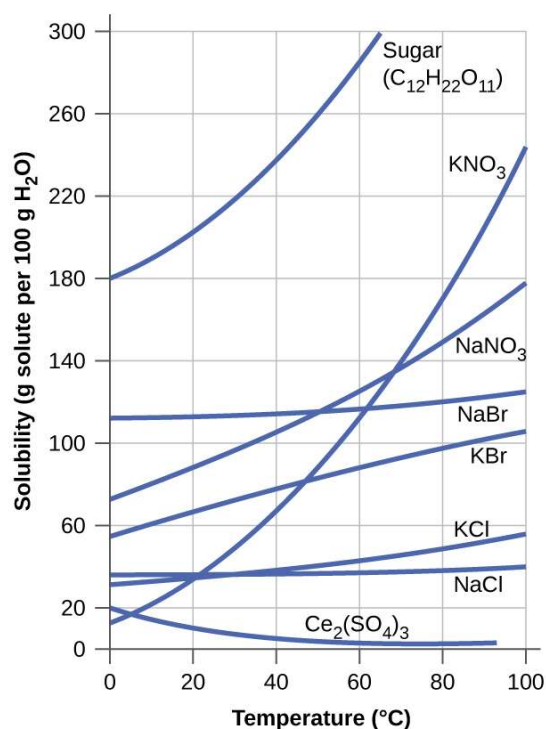
Una soluzione è un **sistema omogeneo costituito da due o più componenti**.

Le soluzioni possono essere **solide, liquide** o **gassose**.

Sono soluzioni gassose tutte le miscele di gas, come l'aria.

Sono soluzioni solide le leghe metalliche, come ad esempio l'acciaio (Fe-C e, se inox anche Ni e Cr), la ghisa (Fe-C), il bronzo (Cu-Sn), l'ottone (Zn-Cu).

Nella comune pratica chimica rivestono particolare importanza le soluzioni liquide, costituite da un liquido in cui è disciolto un solido (ad esempio acqua e NaCl), oppure costituite da una miscela omogenea di due liquidi (ad esempio acqua e alcol).



Nel caso di una soluzione composta da un liquido e un solido disciolto, le due componenti della soluzione prendono il nome rispettivamente di **solvente** e **soluto**. Se osserviamo la presenza di un corpo di fondo, ovvero di una parte del solido che non si è sciolta, parleremo di **soluzione satura**. Una soluzione è satura quando contiene la massima quantità di soluto possibile, che è espressa attraverso la **solubilità**. La solubilità di un certo soluto dipende dalla temperatura. Nel grafico a lato si osserva la curva di solubilità di diversi solidi in acqua espressa in grammi di soluto ogni 100 g di acqua. Ogni curva esprime la solubilità di un diverso solido. Nell'asse delle x è indicata la

temperatura, nell'asse delle y la solubilità. Prendiamo la curva dello zucchero, ad esempio. Il grafico si legge in questo modo: a 20°C lo zucchero ha una solubilità di circa 200g ogni 100g di acqua.

### 2. La concentrazione

La quantità di soluto contenuto in una determinata quantità di soluzione (o in alcuni casi di

solvente) viene chiamata **concentrazione**.

La concentrazione si può esprimere in vari modi. Ne vediamo alcuni tra i più comuni.

- **La concentrazione molare**

Esprime il numero delle moli di soluto disciolte in un litro di soluzione.

$$C[M] = \frac{n[mol]}{volume[L]}$$

Dove C significa Concentrazione, n è il numero delle moli e nelle parentesi quadre sono indicate le unità di misura.

Facciamo un esempio. Se in una soluzione sono disciolte 1,5 moli di NaCl in mezzo litro di acqua divideremo il numero delle moli per il volume:

$$C[M] = \frac{n[mol]}{volume[L]} = \frac{1,5 mol}{0,5 L} = 3 M$$

Il risultato 3 M si legge “**3 molare**”

Conoscendo la massa molare (*se non ti ricordi come si calcola vai al punto 4*) è anche possibile sapere a quanti grammi corrispondono un determinato quantitativo di moli oppure a quante moli corrispondono una certa massa.

Svolgiamo un tipico esercizio:

**PROBLEMA:** *Sono disciolti 3,5 g di NaCl in 200 mL. Qual è la concentrazione molare di questa soluzione?*

Per risolvere questo problema osserviamo che:

- per calcolare la concentrazione molare abbiamo bisogno del numero di moli disciolte e del volume della soluzione
  - in questo caso conosciamo il volume ma non ci viene dato il numero delle moli
  - conosciamo però la massa del soluto.
  - possiamo calcolare le moli corrispondenti alla massa del soluto attraverso la massa molare.
- La massa molare del NaCl è 58 g/mol, cioè vale a dire che 1 mol pesa 58 g. Ci calcoliamo il numero delle moli corrispondenti a 3,5 g:

$$58\text{ g} : 1\text{ mol} = 3,5\text{ g} : x$$

$$x = \frac{3,5\text{ g} \cdot 1\text{ mol}}{58\text{ g}} = 0,06\text{ mol}$$

Ora possiamo applicare la formula per trovare la concentrazione molare

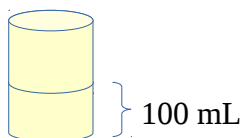
$$C[M] = \frac{n[\text{mol}]}{\text{volume}[L]} = \frac{0,06\text{ mol}}{0,200\text{ L}} = 0,3\text{ M}$$

Osserva che il volume che viene dato nel testo del problema è espresso in mL. La definizione di concentrazione molare impone che il volume sia espresso in litri. Perciò abbiamo dovuto trasformare i 200mL nei litri corrispondenti (0,2 L).

Altro esercizio tipico:

**PROBLEMA:** Voglio preparare 100 mL di una soluzione 2M di NaOH, quanti grammi di NaOH devo pesare?

Per risolvere questo problema, come per risolvere tutti i problemi, è importante che visualizziamo nella nostra mente quali operazioni pratiche ci vengono chieste.



Abbiamo un contenitore dove dovremmo preparare la soluzione. Dobbiamo pesare una certa quantità di NaOH con una bilancia. Trasferire questa quantità nel contenitore e poi versare il solvente (l'acqua) fino al volume di 100 mL.

Per risolvere questo problema devo in realtà rispondere a due domande:

1) quante moli di NaOH sono contenute in 100 mL?

2) qual è la massa di quelle moli di NaOH

Sapendo quante moli ci sono in un litro di soluzione (la concentrazione molare) posso sapere quante moli ci sono in 100 mL.

$$2\text{ mol} : 1\text{ L} = x\text{ mol} : 0,1\text{ L}$$

$$x = 0,2\text{ mol}$$

Abbiamo risposto alla prima domanda. Ora rispondiamo alla seconda. Sappiamo che 1 mole di NaOH pesa 40g. Vogliamo conoscere la massa corrispondente a 0,2 mol.

$$40 \text{ g} : 1 \text{ mol} = x \text{ g} : 0,2 \text{ mol}$$

$$x = \frac{40 \text{ g} \cdot 0,2 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = 8 \text{ g}$$

- **La concentrazione percentuale (%)**

Viene spesso utilizzata per esprimere la concentrazione di soluzioni di un liquido con un liquido, oppure di soluzioni solide, oppure di soluzioni gassose.

Alcune volte la concentrazione percentuale si riferisce al volume di un dato componente della soluzione rispetto al volume totale:

$$C[\%] = \frac{\text{volume componente [L]}}{\text{volume totale [L]}} \cdot 100$$

Nell'etichetta di un vino si legge, ad esempio, "15% vol". Questa dicitura esprime la concentrazione percentuale di alcol etilico, ovvero il volume occupato dall'alcol etilico rispetto al volume totale della soluzione (vino).

Allo stesso modo sappiamo che l'aria è composta per circa il 20% di ossigeno. Anche questo è un modo per esprimere la concentrazione percentuale relativamente al volume occupato dall'ossigeno rispetto al volume totale occupato dall'aria.

Nelle soluzioni solide, invece, la concentrazione percentuale si riferisce spesso alla massa

$$C[\%] = \frac{\text{massa componente [g]}}{\text{massa totale [g]}} \cdot 100$$

A volte anche le soluzioni di un solido in un liquido vengono espresse in questo modo, come ad esempio la soluzione fisiologica che viene utilizzata nelle flebo. Nell'etichetta leggiamo, infatti, "NaCl 0,9%". Anche in questo caso, la percentuale, si riferisce alla massa di NaCl rispetto alla massa della soluzione.

Vediamo un tipico esercizio.

*PROBLEMA: Devo preparare 0,5 kg di una soluzione fisiologica allo 0,9% di NaCl.*

*Quanto NaCl devo pesare?*

La soluzione di questo problema è, in sostanza, trovare quanto sia lo 0,9% dei 0,5 kg.

Imposto la proporzione sapendo che 0,9 è il valore percentuale della parte, mentre il tutto, 0,5 kg, corrisponde al 100%

$$0,9 : x \text{ kg} = 100 : 0,5 \text{ kg}$$

$$x = \frac{0,5 \text{ kg} \cdot 0,9}{100} = 0,0045 \text{ kg} = 4,5 \text{ g}$$

- **la concentrazione massa/volume**

Si esprime semplicemente come la massa del soluto sul volume del solvente ed è il modo in cui è espressa nell'etichetta la concentrazione dei vari sali disciolti nell'acqua minerale.

$$C[\text{mg/L}] = \frac{\text{massa soluto}[\text{mg}]}{\text{volume soluzione}[\text{L}]}$$

### **3. Diluizioni**

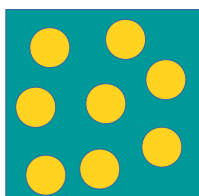
Mi sono reso conto che l'acqua che ho messo sul fuoco per gli spaghetti è troppo salata e, quindi, prima di buttare la pasta, sono costretto ad intervenire. Ho due strade:

- 1) rifaccio tutto daccapo
- 2) diluisco l'acqua troppo salata

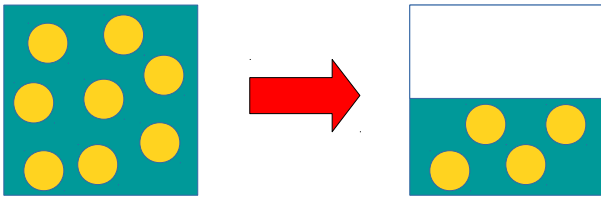
Veniamo a scuola e studiamo chimica per evitare di seguire la strada n.1, che ci farebbe sprecare tempo e acqua!

Infatti prendo la pentola con l'acqua che ha una concentrazione elevata di sale, ne elimino una parte e poi aggiungo acqua non salata fino al volume che mi serve per cucinare gli spaghetti.

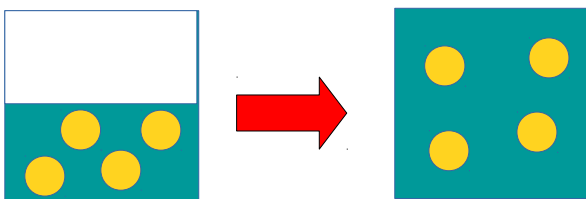
Sia in un laboratorio di chimica, come nella vita quotidiana, a volte, è necessario preparare una soluzione ad una determinata concentrazione a partire da un'altra soluzione a concentrazione più elevata. Questo processo, appunto, si chiama **diluizione**. La soluzione di partenza viene detta *soluzione madre* e la nuova soluzione viene detta *soluzione diluita*.



La figura a lato rappresenta un contenitore da 1L in cui la concentrazione è di 8 pallette gialle ogni litro di acqua. Voglio preparare, per diluizione, una soluzione di 1L la cui concentrazione è 4 pallette ogni litro. Come faccio?



Prendo metà del volume della soluzione di partenza e la verso in un nuovo contenitore. Adesso ho mezzo litro d'acqua in cui ho 4 pallette. ATTENZIONE: la concentrazione di questa soluzione è la stessa della precedente. Quello che è cambiato è il volume e, conseguentemente, il numero di pallette contenute.



Quindi aggiungo nel nuovo contenitore mezzo litro di acqua. Ho cioè ripristinato il volume di 1L, come mi era stato richiesto. Adesso in 1L di acqua ho 4 pallette. La concentrazione è cambiata in seguito alla diluizione.

Riassumendo: mi occorre 4 pallette. Ho prelevato la quantità di soluzione che conteneva 4 pallette. Ho portato al volume richiesto. Osserviamo che il numero di pallette che prelevo dalla soluzione madre è uguale al numero di pallette della soluzione diluita.

Le pallette nel nostro esempio rappresentano le moli.

Il numero di moli in un certo volume di una soluzione della quale conosco la concentrazione molare si trova moltiplicando la concentrazione per il volume (formula inversa della concentrazione molare).

Se 1 è la soluzione madre e 2 è la soluzione diluita, il numero di moli  $n_1$  deve essere uguale al numero di moli  $n_2$ .

$$n_1 = C_1 \cdot V_1$$

$$n_2 = C_2 \cdot V_2$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

Quindi  $C_1$  è la concentrazione della soluzione madre,  $V_1$  è il volume della soluzione madre che devo prelevare,  $C_2$  è la concentrazione della soluzione diluita,  $V_2$  è il volume della soluzione diluita.

Risolviamo un esercizio.

**PROBLEMA:** Devo preparare 100mL di una soluzione 0,3M a partire da una soluzione 5M. Quanto volume della soluzione madre devo prelevare?

Conosco il volume e la concentrazione della soluzione diluita ( $C_2 = 0,3 \text{ M}$  e  $V_2 = 100 \text{ mL}$ ) e la concentrazione della soluzione madre ( $C_1 = 5 \text{ M}$ ). L'incognita è quindi  $V_1$ .

$$C_1 \cdot x = C_2 \cdot V_2$$

$$x = \frac{C_2 \cdot V_2}{C_1} = \frac{0,3 \text{ M} \cdot 100 \text{ mL}}{5 \text{ M}} = 6 \text{ mL}$$

#### **4. Ripasso: come si calcola la massa di una mole di un composto**

PERIODIC TABLE OF ELEMENTS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

Nella tavola periodica è indicata la massa di una mole (massa molare) di ogni elemento.

1 mole di alluminio pesa, ad esempio, 26,982g.

A partire dalle masse molari degli elementi è possibile ricavare le masse molari dei composti.

Proviamo a calcolare la massa di 1 mole di  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Ci occorrono le masse molari dell'alluminio e dell'ossigeno.

$$\text{M.m. Al} = 27 \text{ g}$$

$$\text{M.m. O} = 16 \text{ g}$$

La massa del composto  $\text{Al}_2\text{O}_3$  si determina prendendo per tre volte la massa dell'ossigeno e per due volte la massa dell'alluminio e facendone la somma.

$$\text{M. m. Al}_2\text{O}_3 = 2 \cdot 27 \text{ g} + 3 \cdot 16 \text{ g} = 102 \text{ g}$$