

ZANICHELLI

Valitutti, Falasca, Tifi, Gentile

Chimica

concetti e modelli.blu

ZANICHELLI

Capitolo 17

Le proprietà delle soluzioni

ZANICHELLI

Sommario (I)

1. Perché le sostanze si sciolgono?
2. Soluzioni acquose ed elettroliti
3. La concentrazione delle soluzioni
4. L'effetto del soluto sul solvente:
le proprietà colligative
5. La tensione di vapore delle soluzioni: la
legge di Raoult

Sommario (II)

- 6. L'innalzamento ebullioscopico e l'abbassamento crioscopico
- 7. Osmosi e pressione osmotica
- 8. La solubilità e le soluzioni sature
- 9. Solubilità, temperatura e pressione
- 10. Colloidi e sospensioni

Perché le sostanze si sciolgono? (I)

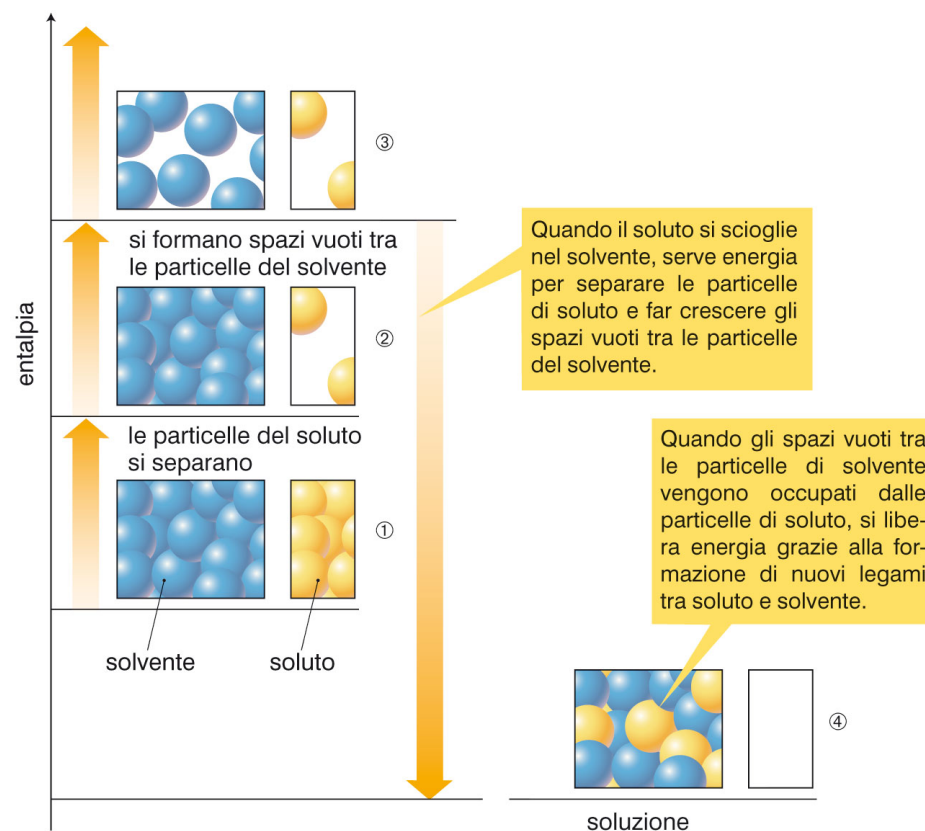
- Le **soluzioni** sono miscugli omogenei i cui costituenti conservano le loro proprietà.
- Nelle soluzioni il **solvente** è il componente in maggiore quantità.
- Il **soluto** è il componente delle soluzioni che si trova in minore misura.



ZANICHELLI

Perché le sostanze si sciolgono? (II)

La formazione di una soluzione presenta sempre una variazione del contenuto energetico dovuto alla rottura (energia acquisita) e alla formazione (energia liberata) di legami: il sistema tende alla minor energia potenziale possibile.



Soluzioni acquose ed elettroliti (I)

I **composti ionici** in acqua si dissociano, ovvero liberano ioni: le molecole d'acqua separano gli ioni di carica opposta già presenti nel composto



Queste soluzioni conducono elettricità.

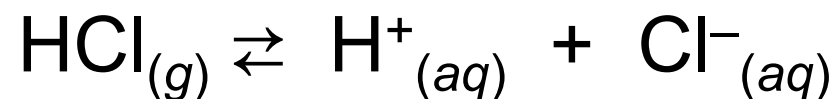
Soluzioni acquose ed elettroliti (II)

I **composti molecolari** formano soluzioni per dispersione nell'acqua delle molecole elettricamente neutre; l'acqua rompe i deboli legami intermolecolari.

Queste soluzioni non conducono elettricità.

Soluzioni acquose ed elettroliti (III)

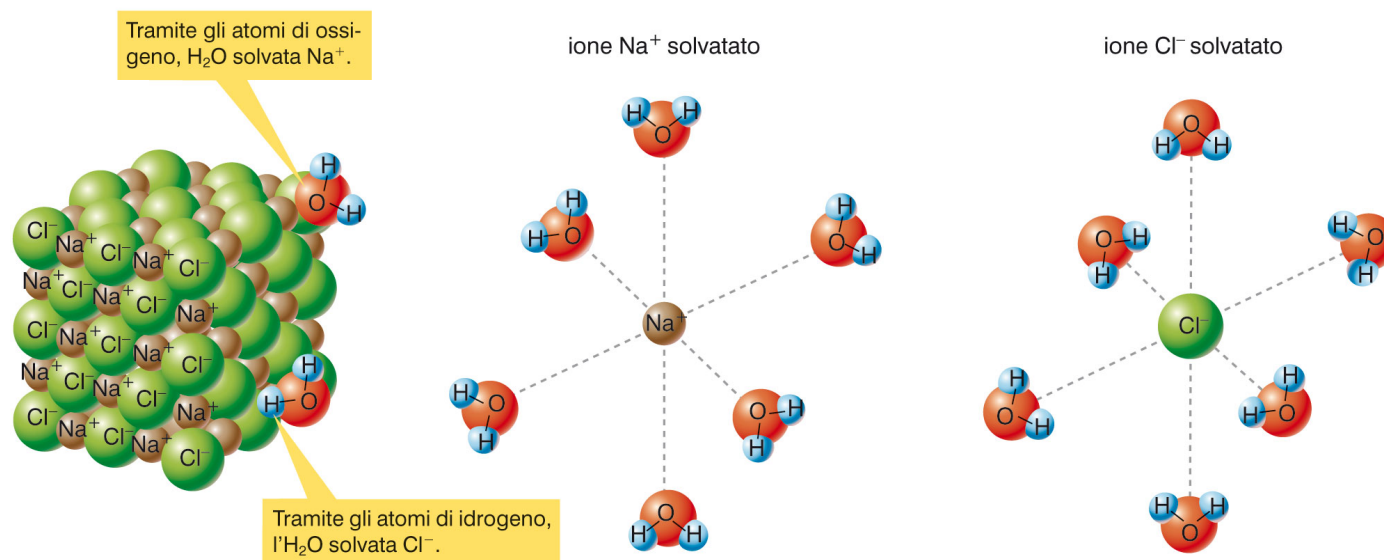
I **composti polari** (come gli acidi) in acqua si ionizzano: le molecole dipolari dell'acqua spezzano i legami covalenti polari della molecola con conseguente formazione di ioni:



Queste soluzioni conducono elettricità.

Soluzioni acquose ed elettroliti (IV)

Nella dissociazione e nella ionizzazione gli ioni vengono circondati dalle molecole d'acqua orientate in modo che il polo positivo sia rivolto verso lo ione negativo, e il polo negativo verso lo ione positivo. Si formano **ioni idratati**.



ZANICHELLI

Soluzioni acquose ed elettroliti (V)

Tutti i composti che in soluzione producono ioni per dissociazione o per ionizzazione prendono il nome di elettroliti.

Un **elettrolita** è una sostanza che rende elettricamente conduttrice la soluzione acquosa in cui è disciolto.

Soluzioni con alta conducibilità elettrica contengono soluti detti **elettroliti forti**.

Soluzioni acquose ed elettroliti (VI)

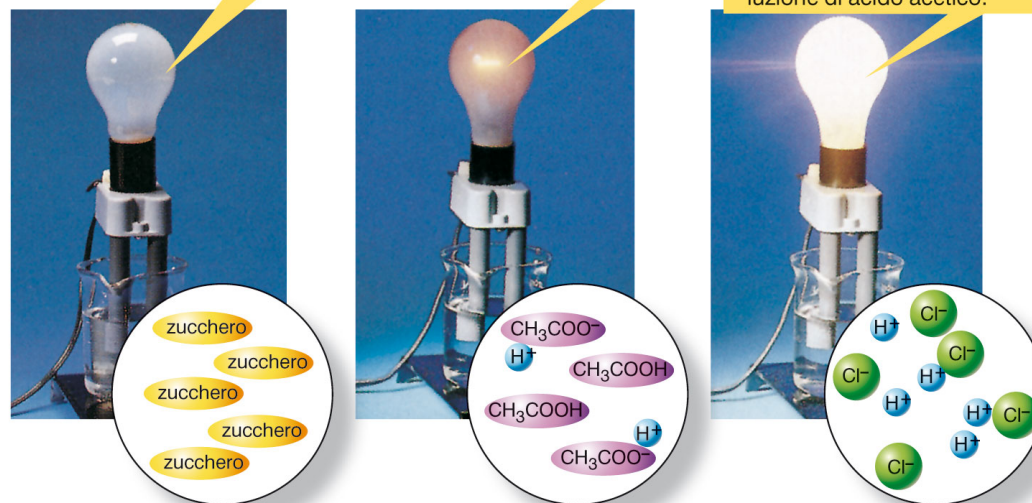
Soluzioni con modesta conducibilità elettrica contengono soluti detti **elettroliti deboli**.

Soluzioni che non presentano conducibilità elettrica contengono soluti detti **non elettroliti**.

Una soluzione acquosa di zucchero (non elettrolita) non conduce la corrente elettrica.

La soluzione acquosa di acido acetico (elettrolita debole) conduce la corrente elettrica.

L'acido cloridrico (elettrolita forte), a parità di concentrazione, conduce meglio la corrente elettrica della soluzione di acido acetico.



zucchero
zucchero
zucchero
zucchero
zucchero

CH_3COO^-
 H^+
 CH_3COOH
 CH_3COOH
 CH_3COO^-
 H^+

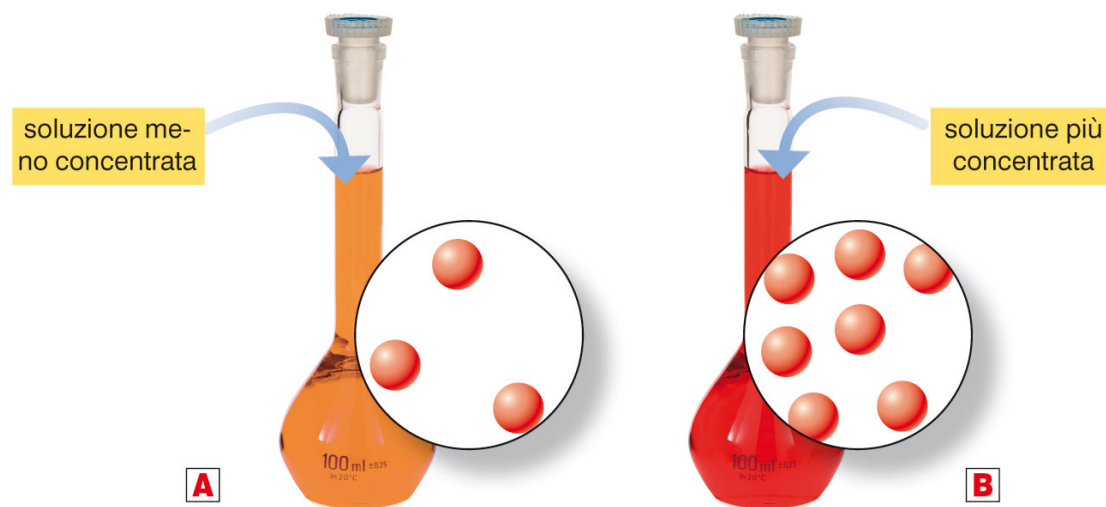
H^+
 Cl^-
 H^+
 Cl^-
 H^+
 Cl^-
 H^+
 Cl^-

ZANICHELLI

La concentrazione delle soluzioni (I)

La **concentrazione** di una soluzione è il rapporto tra la quantità di soluto e la quantità di solvente in cui il soluto è disciolto.

È possibile esprimere questo rapporto in funzione di diverse grandezze.



La concentrazione delle soluzioni (II)

La **concentrazione percentuale in massa** (% *m/m*) indica la quantità in grammi di soluto sciolta in 100 grammi di soluzione.

$$\% \text{ } m/m = \frac{m_{\text{soluto}} (\text{g})}{m_{\text{soluzione}} (\text{g})} \cdot 100$$

La **concentrazione percentuale massa su volume** (% *m/V*) indica la quantità in grammi di soluto sciolta in 100 mL di soluzione.

$$\% \text{ } m/V = \frac{m_{\text{soluto}} (\text{g})}{V_{\text{soluzione}} (\text{mL})} \cdot 100$$

La concentrazione delle soluzioni (III)

La **concentrazione percentuale in volume** (% V/V) indica il volume in millilitri di soluto sciolto in 100 mL di soluzione.

$$\% V/V = \frac{V_{\text{soluto}} (\text{mL})}{V_{\text{soluzione}} (\text{mL})} \cdot 100$$

Questo è il metodo usato anche per calcolare il grado alcolico di una bevanda.

La concentrazione delle soluzioni (IV)

La **concentrazione in parti per milione** (ppm) indica il numero di parti di soluto presenti in un milione di parti di soluzione.

$$\text{ppm} = \frac{m_{\text{soluto}}}{m_{\text{soluzione}} \cdot 10^6}$$

oppure

$$\text{ppm} = \frac{V_{\text{soluto}}}{V_{\text{soluzione}} \cdot 10^6}$$

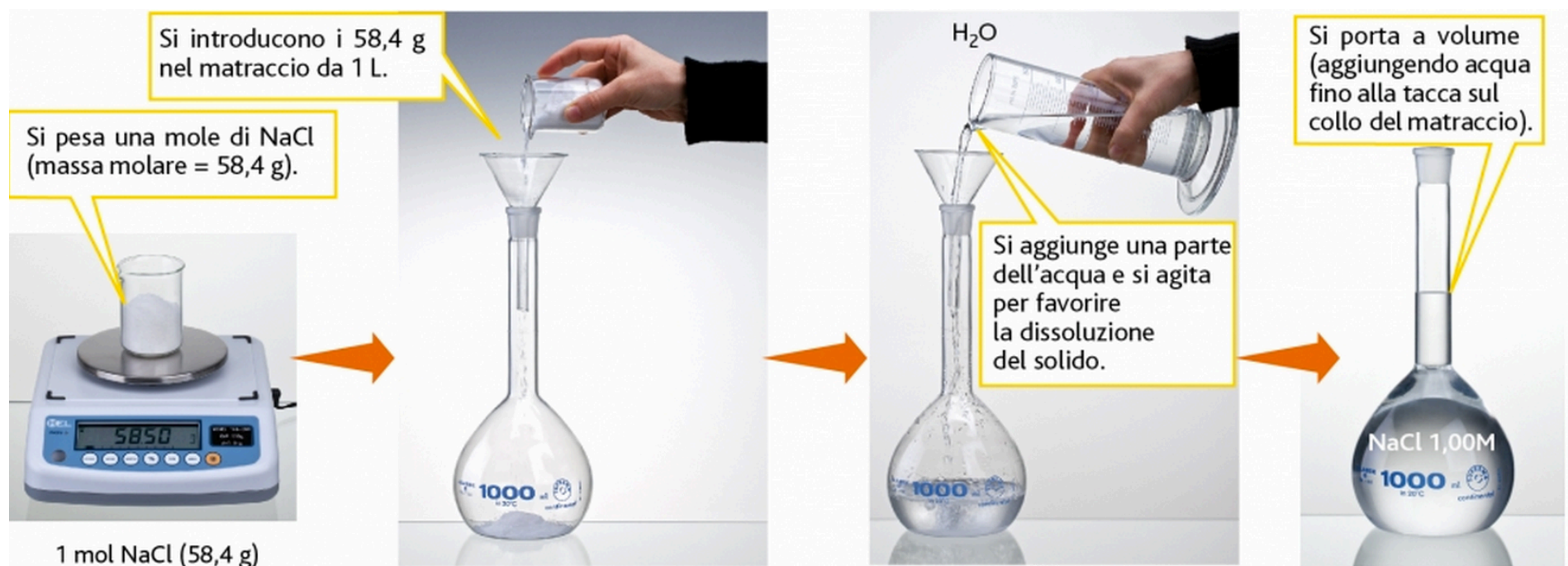
La concentrazione delle soluzioni (V)

La **concentrazione molare** (M) o **molarità** indica il rapporto fra le moli di soluto e il volume in litri della soluzione.

$$\text{molarità} = M = \frac{n_{\text{soluto}} (\text{mol})}{V_{\text{soluzione}} (\text{L})}$$

Soluzioni a concentrazione nota si possono preparare o con il metodo della diluizione, oppure con il metodo della titolazione.

La concentrazione delle soluzioni (VI)



Preparazione di una soluzione acquosa 1,00 M di NaCl

La concentrazione delle soluzioni (VII)

La **concentrazione molale** (m) o **molalità** è il rapporto tra le moli di soluto e la massa del solvente espressa in kilogrammi.



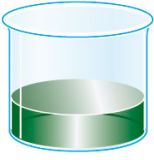

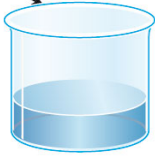
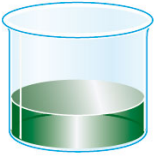

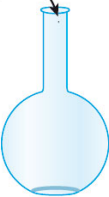
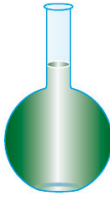
$$\text{molalità} = m = \frac{n_{\text{soluto}} (\text{mol})}{m_{\text{solvente}} (\text{kg})}$$

La concentrazione delle soluzioni (VIII)

La **frazione molare** (X) di un componente di una soluzione è il rapporto fra il suo numero di moli di quel componente e il numero totale di moli di tutti i componenti.

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C + \dots + n_Z}$$

La concentrazione delle soluzioni (IX)

Quantità di soluto	Quantità di solvente	Concentrazione della soluzione	Definizione
1 mol A 	 1 kg	1 molale (1 m)  1 kg	$m = \frac{n_{\text{soluto}} \text{ (mol)}}{m_{\text{solvente}} \text{ (kg)}}$
1 mol A 	 1 mol	frazione molare $X_A = 0,5$ 	$X_A = \frac{n_A}{n_{\text{totali}}}$
1 mol A 	 1 L	1 molare (1 M)  1 mol/L	$M = \frac{n_{\text{soluto}} \text{ (mol)}}{V_{\text{solvente}} \text{ (L)}}$

L'effetto del soluto sul solvente: le proprietà colligative

Una **proprietà colligativa** è una proprietà che dipende soltanto dal numero di particelle di soluto presenti in soluzione, e non dalla loro natura.

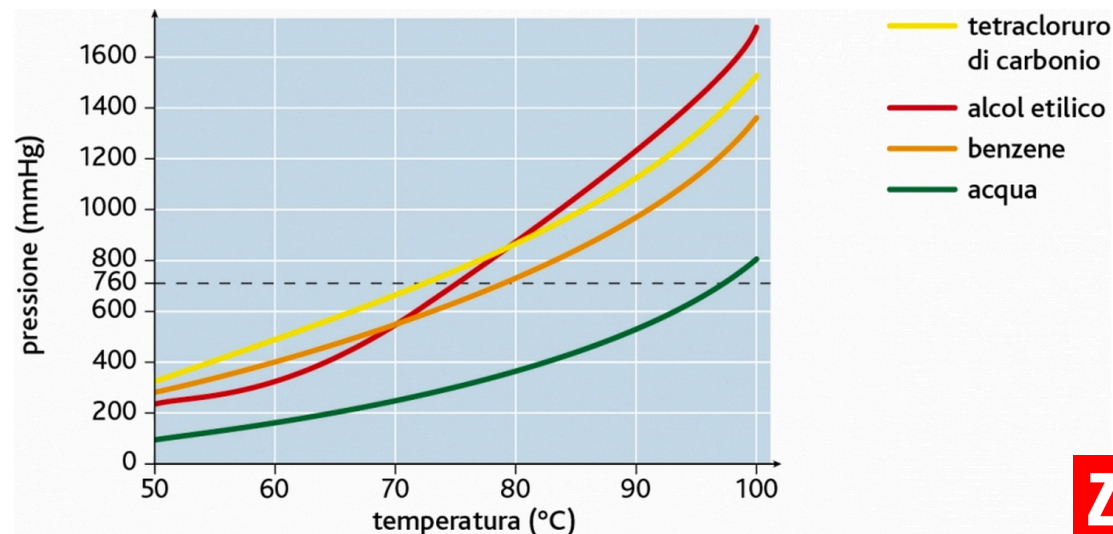
In soluzione diluita, le proprietà colligative (y) dipendono dalla frazione molare del soluto secondo la relazione:

$$\Delta y = \text{costante} \cdot X_{\text{soluto}}$$

La tensione di vapore delle soluzioni: la legge di Raoult (I)

La **tensione di vapore** di una soluzione (ideale) il cui soluto non è volatile, è direttamente proporzionale alla frazione molare del solvente.

$$P_{\text{soluzione}} = P_{\text{solvente}} \cdot X_{\text{solvente}}$$



ZANICHELLI

La tensione di vapore delle soluzioni: la legge di Raoult (II)

L'abbassamento della tensione di vapore di una soluzione è uguale al prodotto tra la tensione di vapore del solvente puro e la frazione molare del soluto.

$$\Delta P_{\text{soluzione}} = P_{\text{solvente}} \cdot X_{\text{solvente}}$$

L'innalzamento ebullioscopico e l'abbassamento crioscopico (I)

Il punto di ebollizione di una soluzione è maggiore di quello del solvente puro perché la soluzione ha una tensione di vapore inferiore a quella del solvente puro.

$$t_{\text{eb.soluzione}} - t_{\text{eb.solvente}} = \Delta t_{\text{eb}} = k_{\text{eb}} \cdot m$$

Δt_{eb} = variazione del punto di ebollizione

k_{eb} = costante ebullioscopica

m = molalità soluzione

L'innalzamento ebullioscopico e l'abbassamento crioscopico (II)

Il punto di congelamento di una soluzione è minore di quello del solvente puro perché le particelle di soluto possono impedire a quelle del solvente di fissarsi al cristallo di solvente puro.

$$t_{\text{cong.soluzione}} - t_{\text{cong.solvente}} = \Delta t_c = k_c \cdot m$$

Δt_c = variazione del punto di congelamento

k_c = costante crioscopica

m = molalità soluzione

L'innalzamento ebullioscopico e l'abbassamento crioscopico (III)

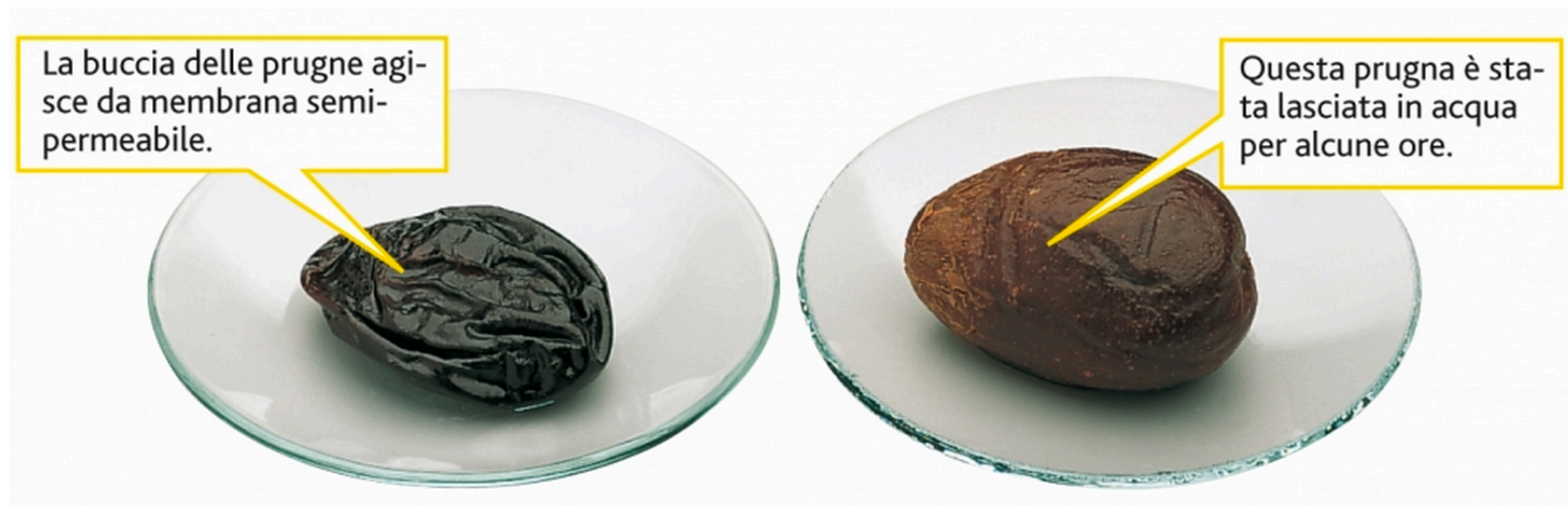
In presenza di elettroliti che, per ogni mole liberano più di una mole di particelle, si deve introdurre il coefficiente i che indica le moli totali di ioni liberati in soluzione da una mole di soluto.

$$\Delta t_{\text{eb}} = k_{\text{eb}} \cdot m \cdot i$$

$$\Delta t_{\text{c}} = -k_{\text{c}} \cdot m \cdot i$$

L'innalzamento ebullioscopico e l'abbassamento crioscopico (IV)

L'**osmosi** è il flusso di un solvente che attraversa una membrana semipermeabile e raggiunge la soluzione più concentrata.



L'innalzamento ebullioscopico e l'abbassamento crioscopico (V)

La **pressione osmotica** è la pressione idrostatica che si deve esercitare sulla soluzione più concentrata separata da una meno concentrata (o dal solvente puro) da una membrana semipermeabile, perché in essa non entri altro solvente (**equazione di van't Hoff**).

$$\pi = M \cdot R \cdot T$$

M = molarità

R = costante universale dei gas

T = temperatura assoluta

ZANICHELLI

L'innalzamento ebullioscopico e l'abbassamento crioscopico (VI)

Se la soluzione è un elettrolita, è necessario introdurre il coefficiente i .

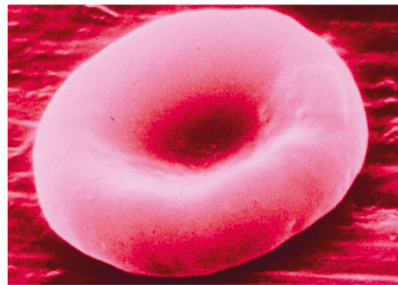
$$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$$

Le soluzioni che presentano uguale pressione osmotica si dicono **isotoniche**. Se due soluzioni hanno diversa pressione osmotica, si dice **ipotonica** quella a concentrazione minore, **ipertonica** quella a concentrazione maggiore.

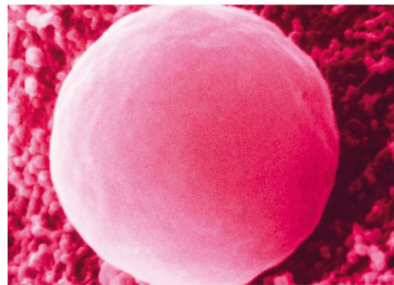
L'innalzamento ebullioscopico e l'abbassamento crioscopico (VII)

Grazie all'osmosi si attua il trasporto dei fluidi nel nostro organismo o il trasferimento della linfa dalle radici alle foglie nelle piante.

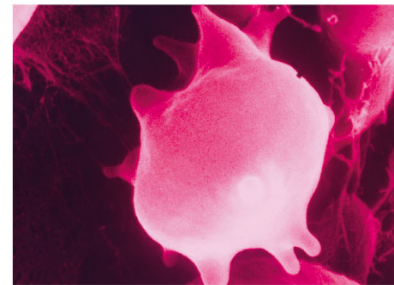
Le pareti delle cellule animali e vegetali sono **membrane semipermeabili**.



A soluzione isotonica



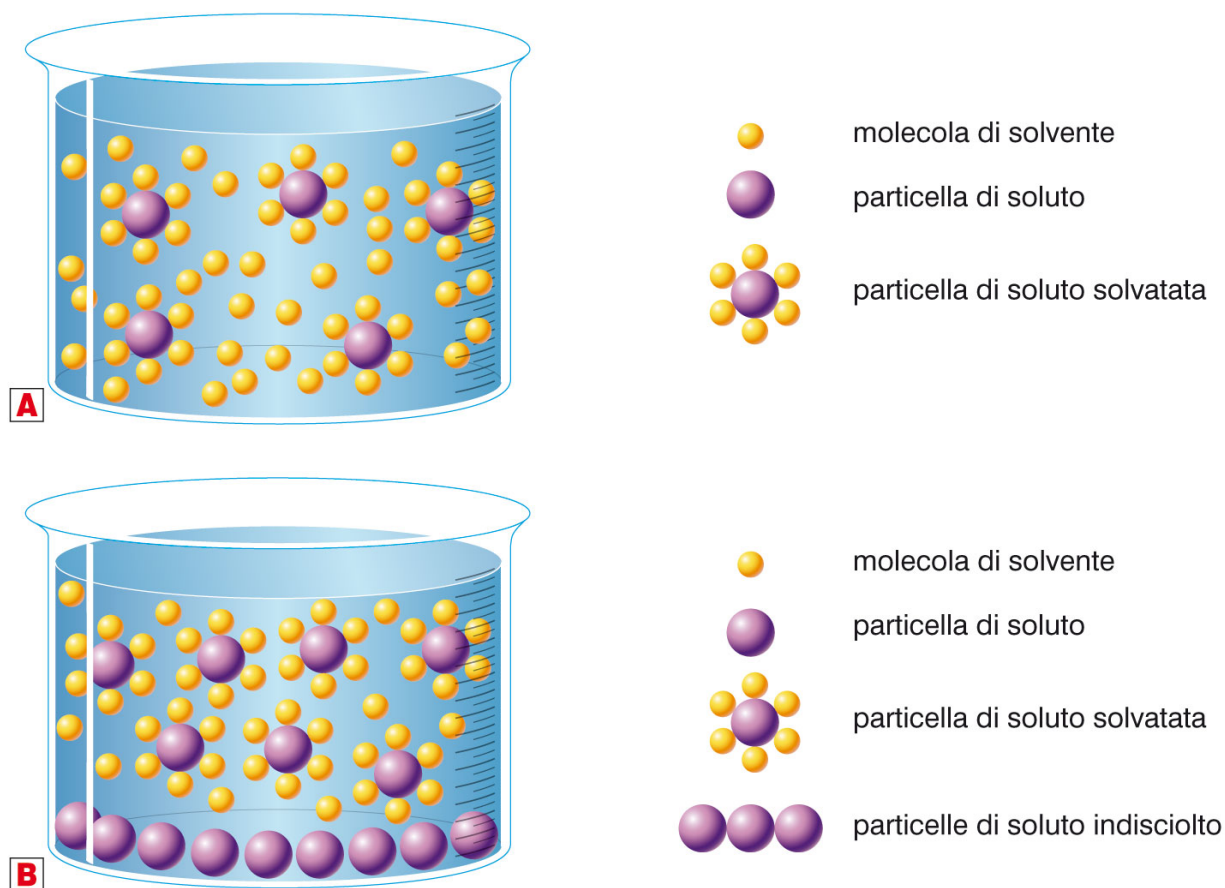
B soluzione ipotonica



C soluzione ipertonica

La solubilità e le soluzioni sature (I)

Quando un soluto non si scioglie più in un solvente, la soluzione si dice **satura** e il soluto in eccesso **corpo di fondo**.



La solubilità e le soluzioni sature (II)

La **solubilità** di una sostanza in un certo solvente è la sua concentrazione nella soluzione satura.

La solubilità varia da sostanza a sostanza e dipende dalla temperatura e dalla natura del solvente.

Spesso viene espressa in grammi di soluto presenti in 100 g di solvente.

Tra il soluto disciolto e quello indisciolto si instaura un equilibrio detto **equilibrio dinamico** dovuto al persistente movimento delle particelle.

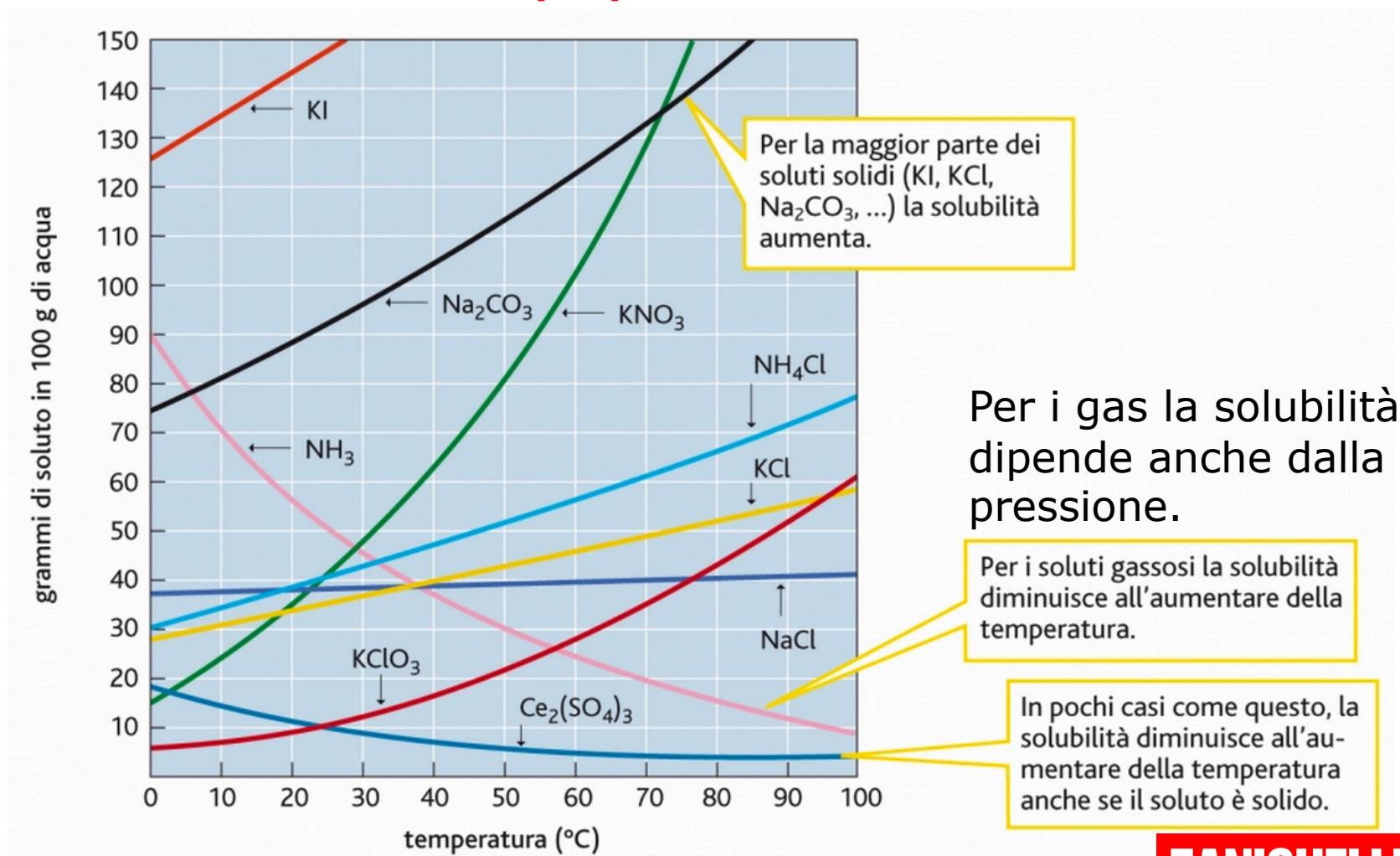
Solubilità, temperatura e pressione (I)

In presenza di un eccesso di soluto rispetto alla quantità massima che un solvente può sciogliere, si è in presenza di una **soluzione soprasatura**.

Per la maggior parte delle sostanze solide, la solubilità cresce all'aumentare della temperatura.

Per tutti i soluti gassosi la solubilità diminuisce all'aumentare della temperatura.

Solubilità, temperatura e pressione (II)



ZANICHELLI

Solubilità, temperatura e pressione (III)

La concentrazione di una soluzione satura di un gas in un liquido (solubilità) è direttamente proporzionale alla pressione parziale del gas che sta al di sopra della soluzione (**legge di Henry**).

$$S = k \cdot P_g$$

S = solubilità

k = costante di Henry

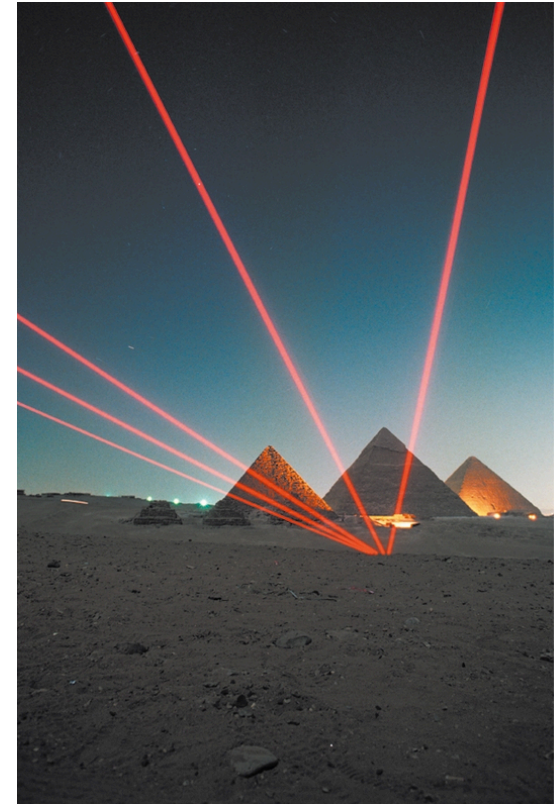
P_g = pressione parziale del gas

Colloidi e sospensioni (I)

I **colloidi** sono sistemi bifasici con caratteristiche intermedie fra le soluzioni e i miscugli.

La **fase disperdente** corrisponde al solvente, la **fase dispersa** al soluto.

La stabilità delle dispersioni colloidali dipende dal **moto browniano**, ovvero dell'agitazione molecolare.



Colloidi e sospensioni ((I))

Materiale	Fase disperdente	Fase dispersa	Denominazione della dispersione
panna montata	grasso	bollicine di aria	schiuma
latte	siero (soluzione acquosa zuccherina)	grasso e proteine	emulsione
fumo	aria	cenere	aerosol solido
nubi	aria	acqua	aerosol liquido
plasma sanguigno	siero del sangue	grassi e proteine	emulsione