

# LE SOLUZIONI



# Che cos'è una soluzione?

Dall'acqua che beviamo al plasma sanguigno, dalle lacrime all'acciaio: le soluzioni sono ovunque.

## SOLUZIONE

una **SOLUZIONE** è un miscuglio omogeneo formato da più componenti - solidi, liquidi, aeriformi - che presenta le stesse proprietà intensive in ogni sua parte (è isotropa)

## SOLVENTE

Il componente presente in **maggiore quantità**.  
Determina lo stato fisico della soluzione.

## SOLUTO

I componenti presenti in **minore quantità**.  
Possono essere uno o più, di natura diversa.

 **TOLC Key:** Solvente = componente più abbondante. Soluti = componenti meno abbondanti.  
La soluzione è SEMPRE omogenea (una sola fase).

# LA SOLUBILITÀ

## SOLUBILITÀ

La **SOLUBILITÀ** è la quantità massima di soluto che può sciogliersi in una data quantità di solvente (o di soluzione) a una certa temperatura.

### SOSTANZA SOLUBILE

Si scioglie in grande quantità nel solvente.

Es: NaCl in acqua.

### SOSTANZA INSOLUBILE

Non si scioglie, o solo in minima quantità.

Es: olio in acqua.

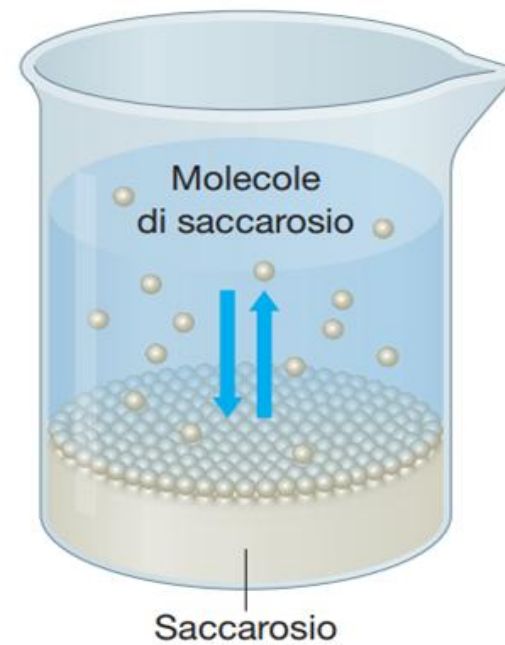
### SOLUZIONE SATURA

Contiene la massima quantità possibile di soluto a una data T.

Ulteriore soluto forma il **corpo di fondo**.

La solubilità si esprime comunemente come **grammi di soluto per 100 g di solvente**, alla temperatura indicata.

 **TOLC Key:** Soluzione satura  $\neq$  soluzione concentrata. La saturazione dipende dalla T.



Una volta raggiunta la quantità massima, la soluzione si definisce **satura**.

Superata questa quantità, se si aggiunge altro soluto questo non si scioglie ma precipita nel recipiente come **corpo di fondo**.

# Effetto di temperatura e pressione

## Solidi in liquidi

↑ Temperatura = ↑ Solubilità

In generale, riscaldando il solvente si scioglie una maggiore quantità di soluto solido.

Es: più zucchero si scioglie in acqua calda che in acqua fredda.

## Gas in liquidi

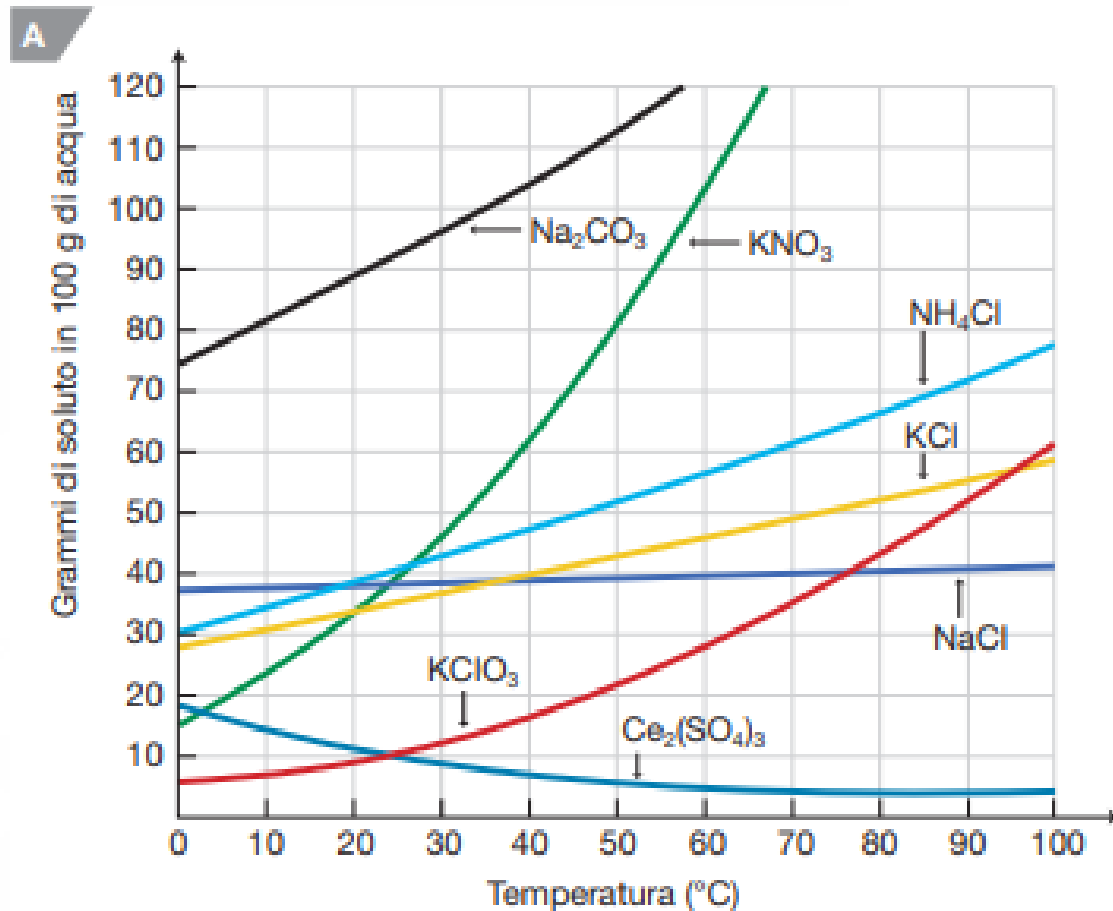
↑ Temperatura = ↓ Solubilità (Legge di Henry)

La solubilità dei gas **diminuisce** con l'aumentare della temperatura, ma **aumenta** con l'aumentare della pressione parziale del gas sul liquido.

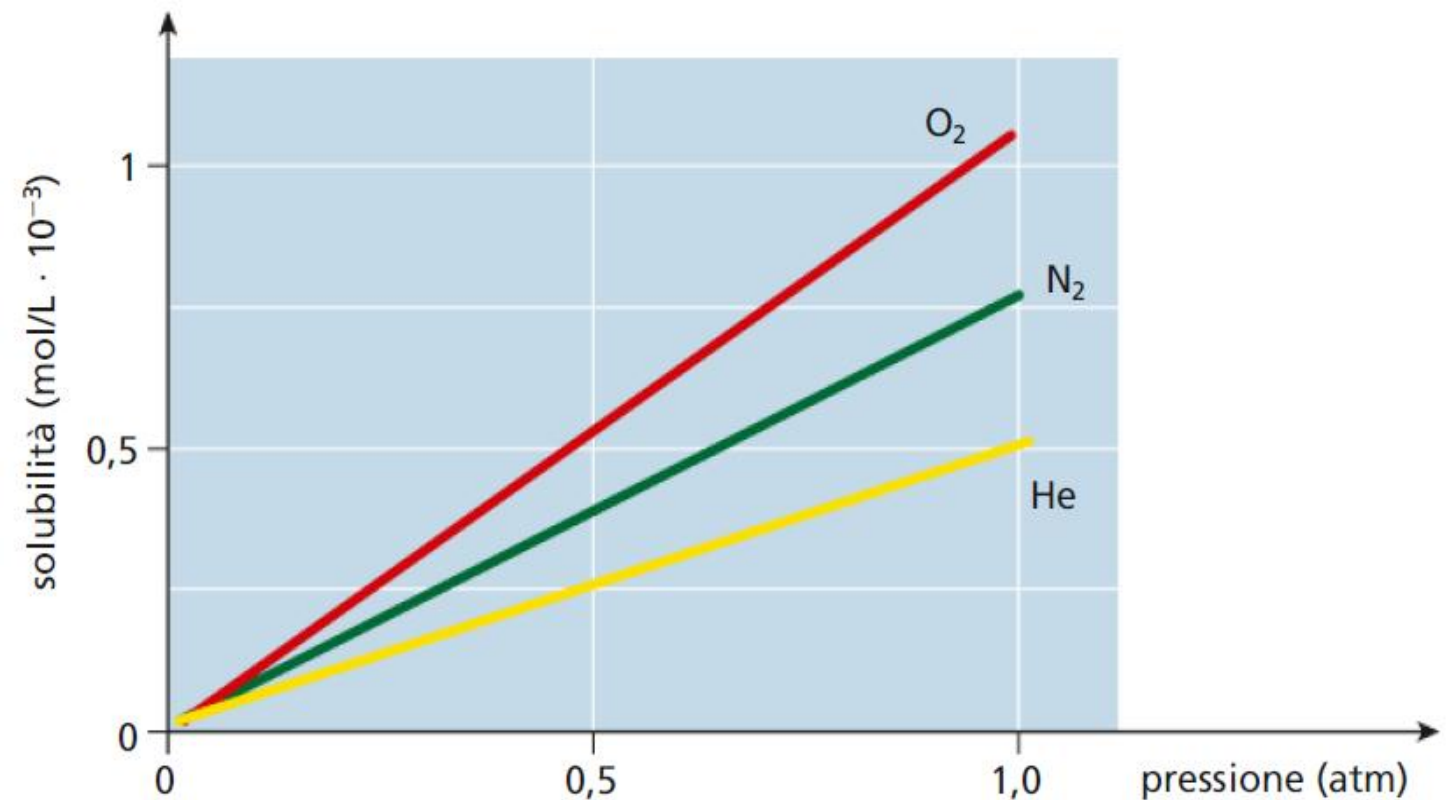
**Esempi:** una bevanda gassata scaldata perde rapidamente l'effervescenza perché la  $\text{CO}_2$  diventa meno solubile.

I mari freddi nordici sono più ricchi di specie ittiche rispetto ai mari tropicali, perché l' $\text{O}_2$  è più solubile in acqua fredda.

 **TOLC Key:** Legge di Henry: solubilità gas  $\propto$  pressione parziale del gas. Temperatura e gas: relazione inversa. Temperatura e solidi: relazione (generalmente) diretta.



La solubilità della maggior parte dei sali aumenta all'aumentare della temperatura.



Aumentando la pressione del gas al di sopra della soluzione, cresce il numero di urti delle molecole di gas sulla superficie del liquido e, di conseguenza, la velocità con cui passano in soluzione.

# La concentrazione delle soluzioni

## CONCENTRAZIONE

La **CONCENTRAZIONE** di una soluzione indica la quantità di soluto presente in una determinata quantità di solvente o di soluzione

Esistono diversi modi per esprimere la concentrazione, a seconda delle esigenze sperimentali e pratiche:

| 01                                | 02                                          | 03                                          | 04                                      |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Concentrazioni percentuali</b> | <b>Parti per milione (ppm)</b>              | <b>Molarità (M)</b>                         | <b>Molalità (m)</b>                     |
| % m/m, % m/V, % V/V               | Per concentrazioni molto basse (inquinanti) | generalmente usata in caso di liquidi o gas | generalmente usata per solidi o liquidi |

# Le concentrazioni percentuali

## % massa/massa (m/m)

Massa (g) di soluto in 100 g di **soluzione**.

$$\% m/m = \frac{\text{massa soluto (g)}}{100 \text{ g di soluzione}} \times 100$$

*Es:*

5% m/m → 5 g soluto + 95 g solvente =  
100 g soluzione.

## % massa/volume (m/V)

Massa (g) di soluto in 100 mL (= cm<sup>3</sup>) di  
**soluzione**.

$$\% m/V = \frac{\text{massa soluto (g)}}{100 \text{ cm}^3 \text{ di soluzione}} \times 100$$

*Es:*

5% m/V → 5 g soluto in 100 mL  
soluzione.

## % volume/volume (V/V)

Volume (mL) di soluto in 100 mL di  
**soluzione**.

$$\% V/V = \frac{\text{volume soluto (cm}^3\text{)}}{100 \text{ cm}^3 \text{ di soluzione}} \times 100$$

*Es:*

Usata per la gradazione alcolica.  
Vino 13° → 13 mL etanolo in 100 mL di  
vino.

# Concentrazione in parti per milione (ppm)

Le ppm (parti per milione) si usano per esprimere concentrazioni estremamente basse, tipicamente di inquinanti in acqua o aria.

## ppm in massa

Milligrammi di soluto per kg di soluzione.

$$ppm = \frac{m_{\text{soluto}} \text{ (mg)}}{m_{\text{soluzione}} \text{ (kg)}}$$

## ppm in volume

Millilitri di soluto per litro di soluzione.

$$ppm = \frac{V_{\text{soluto}} \text{ (}\mu\text{L)}}{V_{\text{soluto}} \text{ (L)}}$$

*Esempio:* Una soluzione a 5 ppm contiene 5 mg di soluto in 1 kg di soluzione.

Utile per limiti legali di inquinanti nelle acque potabili.

# La molarità (concentrazione molare)

## MOLARITÀ (M)

La **MOLARITÀ** esprime il numero di moli di soluto contenute il 1 litro di soluzione

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

### Lettura

1 M = "uno molare" = 1 mol/L

### Notazione con parentesi quadre

[NaCl] = 0,2 M indica la concentrazione molare del NaCl in soluzione.

### Esempio

Una soluzione 0,1 M in 1 L contiene 0,1 mol di soluto.

La molarità è la misura di concentrazione più usata in laboratorio e nei calcoli stechiometrici. È dipendente dalla temperatura (il volume varia con T).

 **TOLC Key:** Molarità dipende dal volume della SOLUZIONE. Trappola: non confondere volume di soluzione con volume di solvente.

# La molalità (concentrazione molale)

## MOLALITÀ

La **MOLALITÀ** indica il numero di moli di soluto disciolte in 1 kilogrammo di solvente puro

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

### Vantaggio chiave

Poiché usa la **massa** del solvente (non il volume della soluzione), la molalità è **indipendente dalla temperatura**.  
Ideale per misurare proprietà colligative.

### Esempio

1 mol NaCl in 1 kg H<sub>2</sub>O → soluzione **1 m** (si legge "uno molale").

### Confronto con molarità

Molarità: mol/L di **soluzione** (dipende da T).

Molalità: mol/kg di **solvente** (indipendente da T).

 **TOLC Key:** Molalità ≠ Molarità. Il denominatore della molalità è la massa del SOLVENTE in kg.  
La molalità non cambia con la temperatura: usarla per proprietà colligative.

| Concentrazione              | Simbolo | Formula                                                                          |
|-----------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Percentuale massa/massa     | % m/m   | $\frac{m_{\text{soluto}}(\text{g})}{m_{\text{soluzione}}(\text{g})} \cdot 100$   |
| Percentuale massa/ volume   | % m/V   | $\frac{m_{\text{soluto}}(\text{g})}{V_{\text{soluzione}}(\text{mL})} \cdot 100$  |
| Percentuale volume/ volume  | % V/V   | $\frac{V_{\text{soluto}}(\text{mL})}{V_{\text{soluzione}}(\text{mL})} \cdot 100$ |
| Parti per milione in volume | ppm     | $\frac{V_{\text{soluto}}(\mu\text{L})}{V_{\text{soluzione}}(\text{L})}$          |
| Parti per milione in massa  | ppm     | $\frac{m_{\text{soluto}}(\text{mg})}{m_{\text{soluzione}}(\text{kg})}$           |
| Concentrazione molare       | M       | $\frac{n_{\text{soluto}}(\text{mol})}{V_{\text{soluzione}}(\text{L})}$           |
| Frazione molare             | $X_A$   | $\frac{n_A}{n_{\text{tot}}}$                                                     |
| Concentrazione molale       | m       | $\frac{n_{\text{soluto}}(\text{mol})}{m_{\text{solvente}}(\text{kg})}$           |

## Piccola esercitazione

1. Si sciolgono 20 g di NaCl in 180 g di acqua. Calcolare la concentrazione % m/m della soluzione.
2. Una soluzione contiene 15 g di glucosio in 300 mL di soluzione. Calcolare la % m/V.
3. Si mescolano 25 mL di etanolo con acqua fino ad ottenere 250 mL di soluzione. Calcolare la % V/V.
4. Un campione contiene 3 mg di piombo in 6 kg di terreno. Calcolare la concentrazione in ppm.
5. Si sciolgono 0,40 mol di NaCl fino ad ottenere 2 L di soluzione. Calcolare la molarità.
6. Una miscela contiene: 3 mol di etanolo e 7 mol di acqua. Calcolare la frazione molare dell'etanolo.
7. Si sciolgono 0,50 mol di glucosio in 2 kg di acqua. Calcolare la molalità.

## Soluzioni commentate

1.

La massa della soluzione:  $20 + 180 = 200 \text{ g}$

Per cui

$$\% \frac{m}{m} = \frac{m_{\text{soluto}}}{m_{\text{soluzione}}} \times 100 = \frac{20}{200} \times 100 = \mathbf{10\%}$$

2.

$$\% \frac{m}{V} = \frac{m_{\text{soluto}}}{V_{\text{soluzione}}} \times 100 = \frac{15}{300} \times 100 = \mathbf{5\%}$$

3.

$$\% \frac{V}{V} = \frac{V_{\text{soluto}}}{V_{\text{soluzione}}} \times 100 = \frac{25}{250} \times 100 = \mathbf{10\%}$$

4.

$$\text{ppm in massa} = \frac{\text{massa soluto (mg)}}{\text{massa solvente (kg)}} = \frac{3 \text{ mg}}{6 \text{ kg}} = \mathbf{0,5 \text{ ppm}}$$

## Soluzioni commentate

5.

$$[\text{NaCl}] = \frac{\text{n}^\circ \text{mol}_{\text{soluto}} (\text{mol})}{\text{Volume}_{\text{soluzione}} (\text{L})} = \frac{0,40 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0,2 \text{ mol/L} = \mathbf{0,20 \text{ M}}$$

6.

N° mol totali = 3 + 7 = 10 mol

$$X = \frac{\text{n}^\circ \text{mol}_{\text{soluto}} (\text{mol})}{\text{n}^\circ \text{mol}_{\text{soluzione}} (\text{mol})} = \frac{3 \text{ mol}}{10 \text{ mol}} = \mathbf{0,30}$$

7.

$$\text{massa} = \frac{\text{n}^\circ \text{mol}_{\text{soluto}} (\text{mol})}{\text{Massa}_{\text{solvente}} (\text{kg})} = \frac{0,50}{2} = \mathbf{0,25 \text{ mol/kg}}$$

# LE PROPRIETÀ COLLIGATIVE

**Le proprietà colligative delle soluzioni dipendono solo dal numero di particelle di soluto presenti in soluzione, indipendentemente dalla loro natura chimica.**

Una soluzione 0,1 M di saccarosio e una 0,1 M di etanolo mostrano la stessa temperatura di solidificazione, inferiore a 0 °C: pur essendo sostanze chimicamente molto diverse, a parità di concentrazione il comportamento colligativo è identico.

## **Abbassamento tensione di vapore**

Il soluto riduce la tendenza del solvente ad evaporare.

## **Abbassamento crioscopico**

La soluzione solidifica a temperatura più bassa del solvente puro.

## **Innalzamento ebullioscopico**

La soluzione bolle a temperatura più alta del solvente puro.

## **Pressione osmotica**

Pressione necessaria a fermare il flusso osmotico attraverso una membrana semipermeabile.

 **TOLC Key:** "Colligativo" = dipende dal numero di particelle, non dalla loro natura. Un elettrolita forte come NaCl dissocia in 2 ioni → effetto colligativo doppio rispetto al saccarosio (non elettrolita) alla stessa concentrazione.

# Abbassamento della tensione di vapore

La presenza di un soluto non volatile in una soluzione determina una **RIDUZIONE** della tensione di vapore del solvente rispetto al solvente puro, a parità di temperatura.

Perché accade?

Le particelle di soluto occupano parte della superficie del liquido, riducendo il numero di molecole di solvente che possono passare allo stato di vapore. Inoltre, le interazioni soluto-solvente rallentano ulteriormente l'evaporazione.

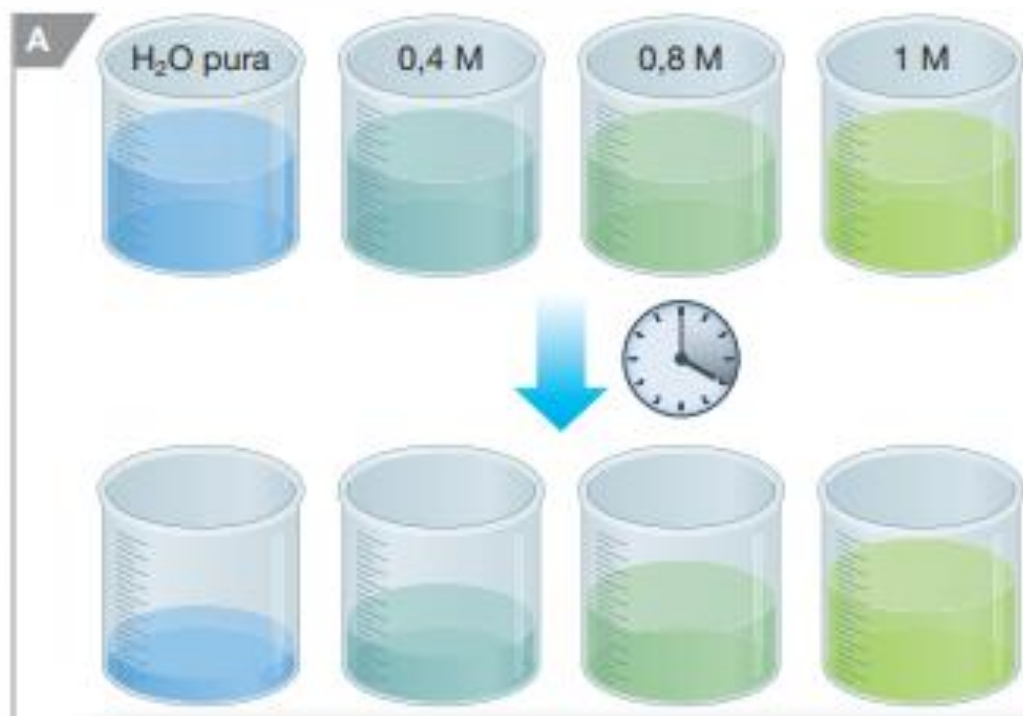
*Esempio*

In una soluzione acquosa di NaCl, l'acqua ha minore tendenza a evaporare rispetto all'acqua pura. Maggiore è la concentrazione del soluto, minore è la tensione di vapore della soluzione.

 **Tensione di vapore:** Pressione esercitata da un vapore in equilibrio con la propria fase liquida. Aumenta con T e dipende dai legami intermolecolari.

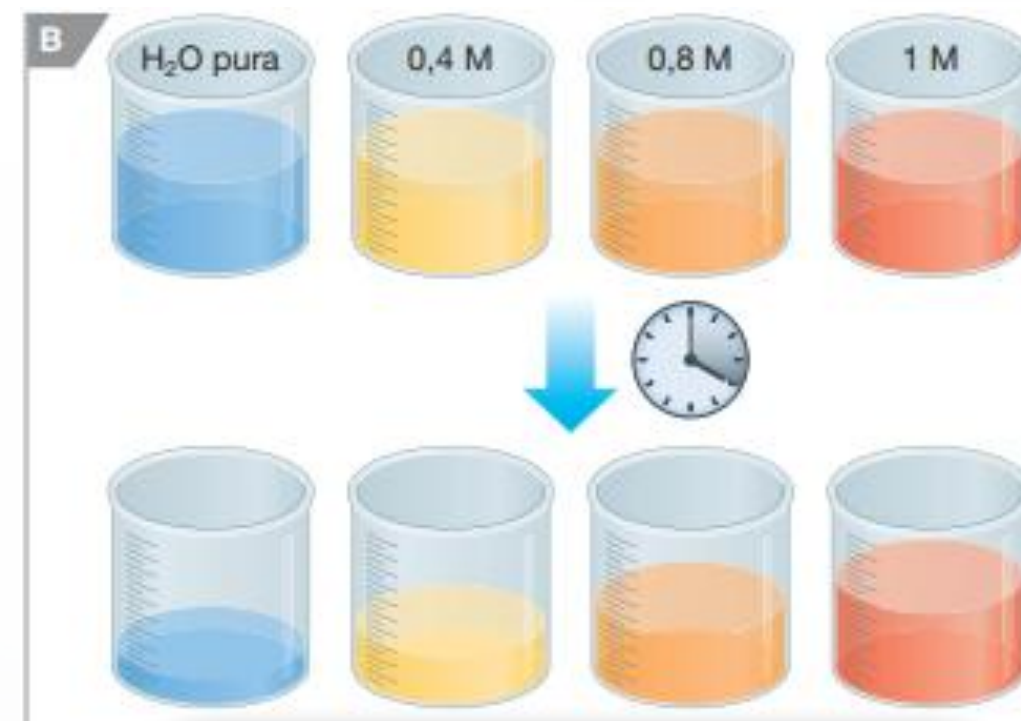
 **TOLC Key:** Soluto non volatile → abbassa la P di vapore. L'abbassamento della P di vapore è alla base di tutte le altre proprietà colligative.

Prendiamo tre soluzioni con concentrazioni diverse del medesimo soluto (0,4 M, 0,8 M e 1 M) e un campione di controllo con solo solvente.



Nelle soluzioni a concentrazione crescente, il livello del liquido si abbassa sempre meno.

Se ripetiamo lo stesso esperimento ma con soluti diversi, che però hanno la stessa capacità di dissociarsi (stesso coefficiente di van't Hoff), il risultato non cambia.



Il soluto è diverso ma gli abbassamenti di livello sono uguali, a parità di concentrazione.

# Innalzamento ebullioscopico

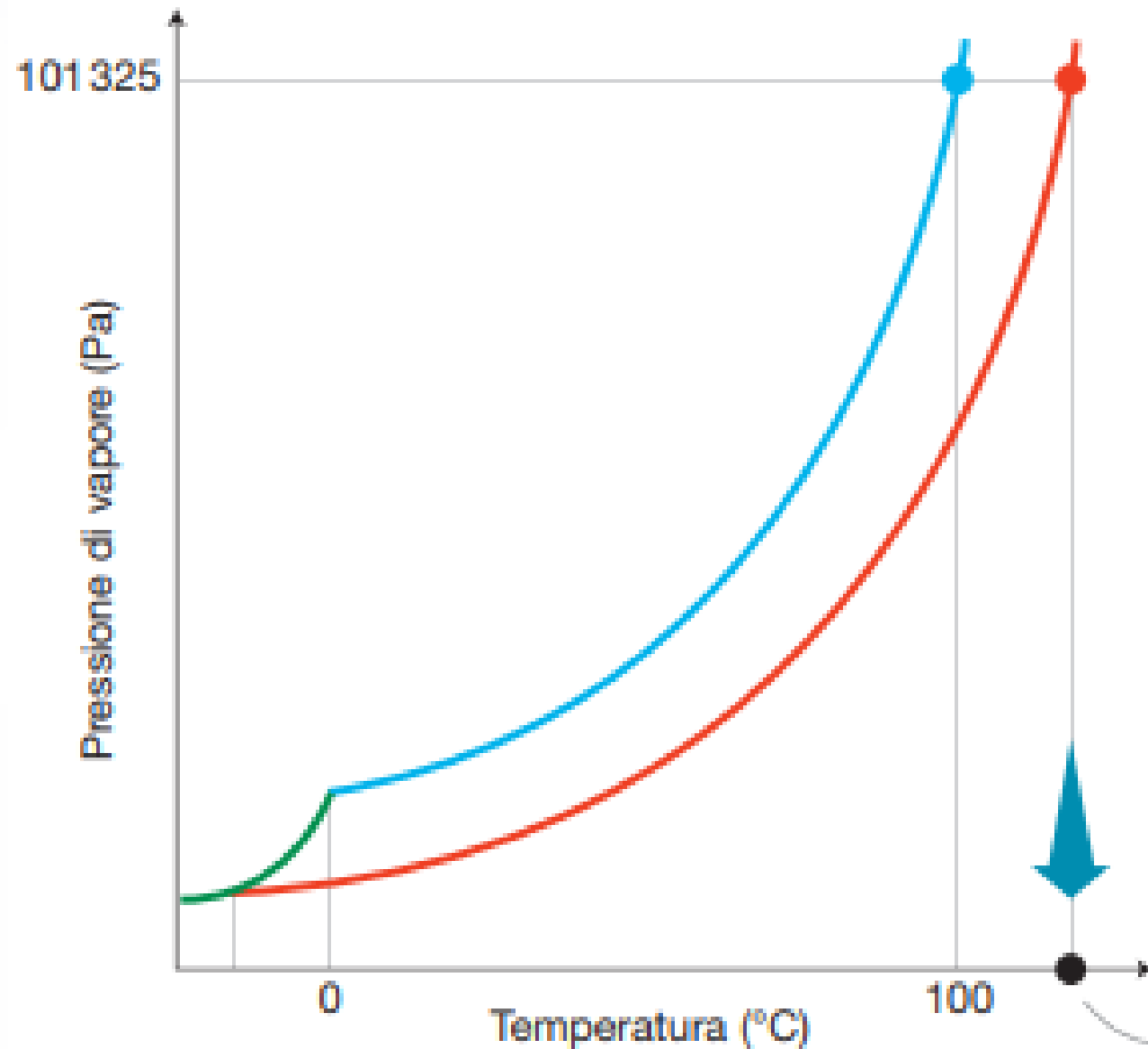
Una soluzione bolle a **TEMPERATURA SUPERIORE** rispetto al solvente puro. L'innalzamento ebullioscopico ( $\Delta T_b$ ) è direttamente proporzionale alla concentrazione molale della soluzione.

Perché accade?

Un liquido bolle quando la sua tensione di vapore eguaglia la pressione esterna.

Poiché la soluzione ha tensione di vapore inferiore al solvente puro, occorre una temperatura più alta per raggiungere la pressione atmosferica.

Più concentrata è la soluzione, più alta è la temperatura di ebollizione.



La curva verde e quella blu indicano come varia la tensione di vapore di ghiaccio (verde) e acqua (blu) in funzione della temperatura.

La curva rossa indica come varia la pressione di vapore di una soluzione acquosa.

La tensione di vapore della soluzione è minore di quella dell'acqua.

La pressione di vapore di una soluzione acquosa è 101 325 Pa a una temperatura superiore a 100 °C

# Abbassamento crioscopico

Una soluzione solidifica a temperatura inferiore rispetto al solvente puro. L'abbassamento crioscopico ( $\Delta T_f$ ) è direttamente proporzionale alla concentrazione molale della soluzione.

## Sale sulla neve

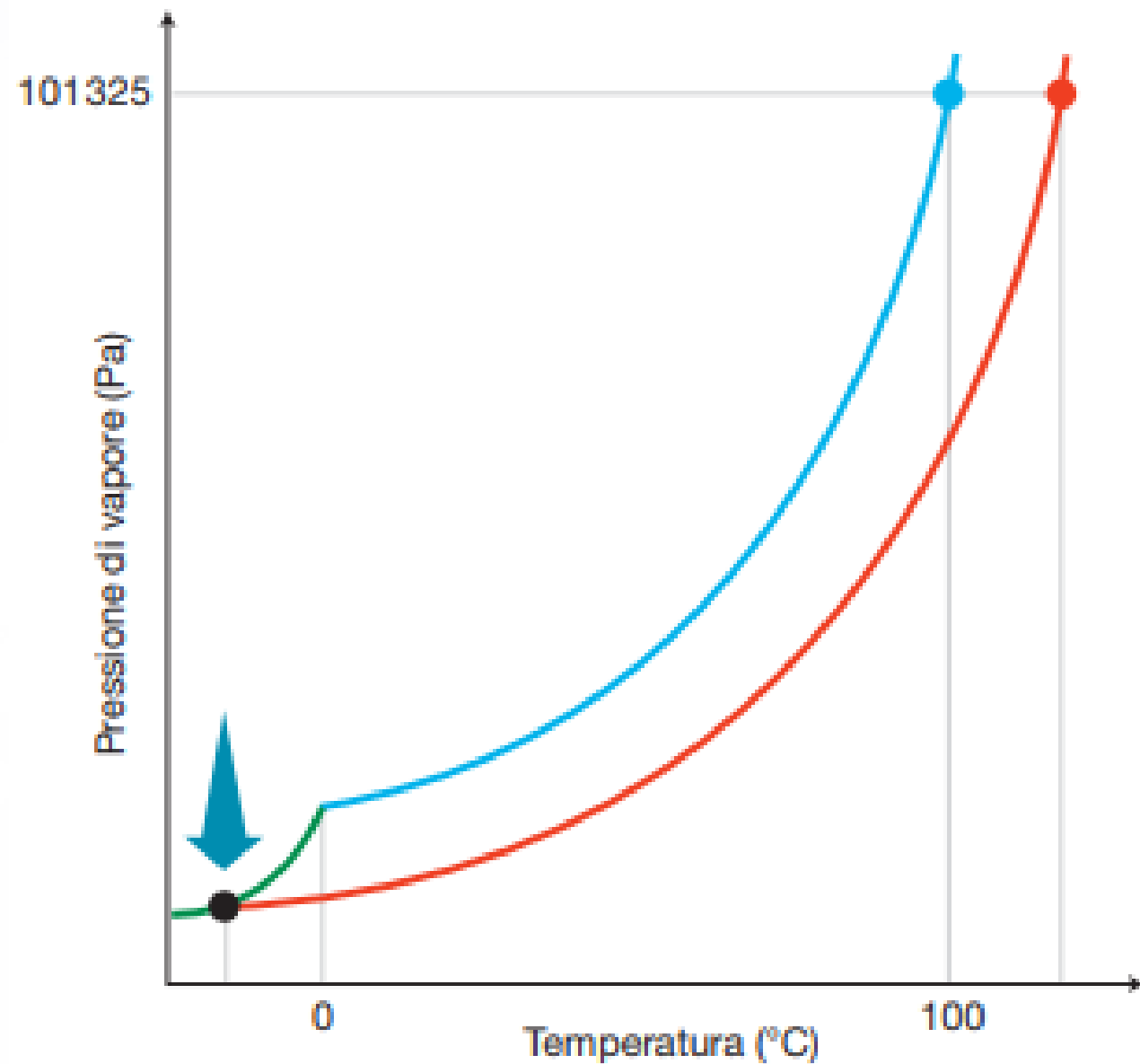
Il NaCl abbassa il punto di solidificazione dell'acqua, impedendo la formazione di ghiaccio sulle strade.

## Liquido antigelo

L'etilene glicole abbassa il punto di congelamento del liquido di raffreddamento del motore, evitando danni in inverno.

## Gasolio invernale

Additivi crioscopici nel gasolio invernale impediscono il congelamento del carburante nei motori diesel a basse temperature.



La curva verde e quella blu indicano come varia la tensione di vapore di ghiaccio (verde) e acqua (blu) in funzione della temperatura.

La curva rossa indica come varia la pressione di vapore di una soluzione acquosa.

La tensione di vapore della soluzione è minore di quella dell'acqua.

# Diffusione e Osmosi

Il passaggio spontaneo di una sostanza da una regione a maggiore concentrazione verso una regione a minore concentrazione è chiamato **DIFFUSIONE**. Il movimento avviene "secondo gradiente" e non richiede energia.

## IPERTONICA

**Più concentrata**  
rispetto a una soluzione di riferimento.

## IPOTONICA

**Meno concentrata**  
rispetto a una soluzione di riferimento.

## ISOTONICHE

**Stessa concentrazione:**  
stesso potenziale osmotico.

Una membrana **semipermeabile** lascia passare le molecole di solvente (piccole) ma non quelle del soluto (grandi). Questo è il presupposto fisico dell'osmosi.

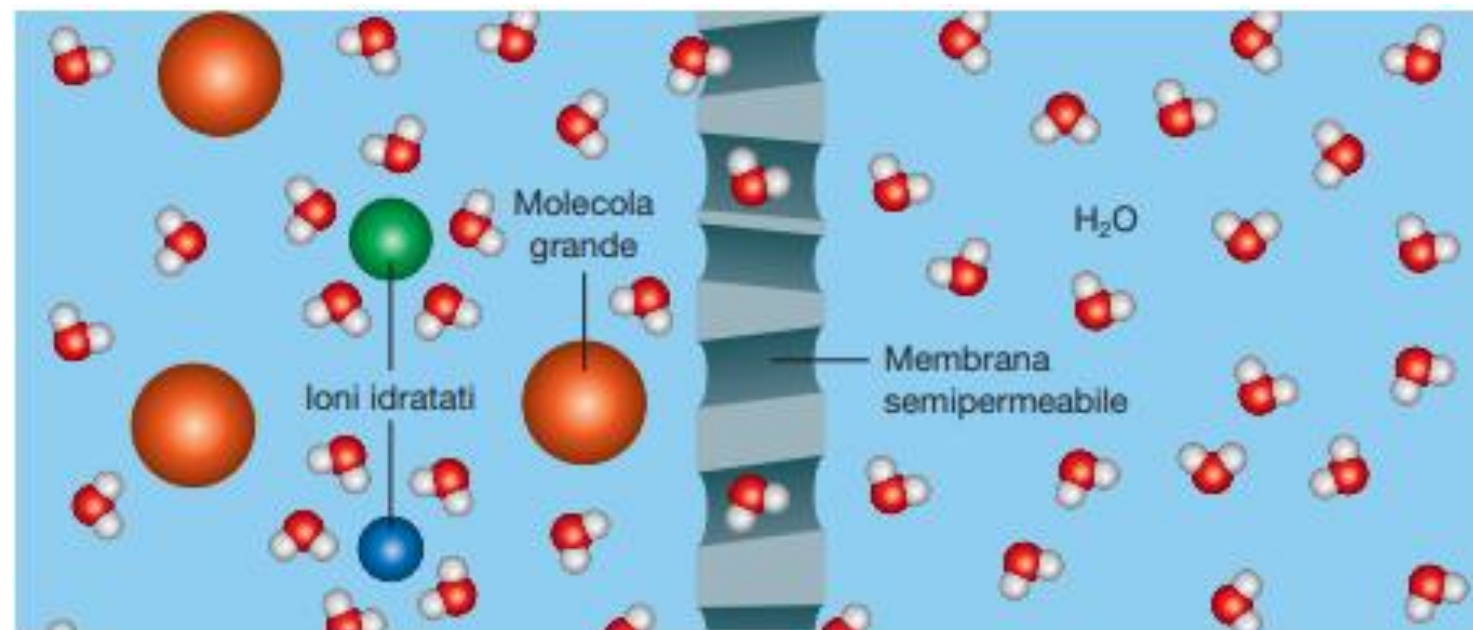
 **TOLC Key:** Diffusione = movimento secondo gradiente, spontaneo.

Membrana semipermeabile: passa il solvente, non il soluto. Isotonica = stessa concentrazione



# Osmosi

L'osmosi è la migrazione spontanea delle molecole del solvente da una soluzione più diluita (ipotonica) a una più concentrata (ipertonica), attraverso una membrana semipermeabile.

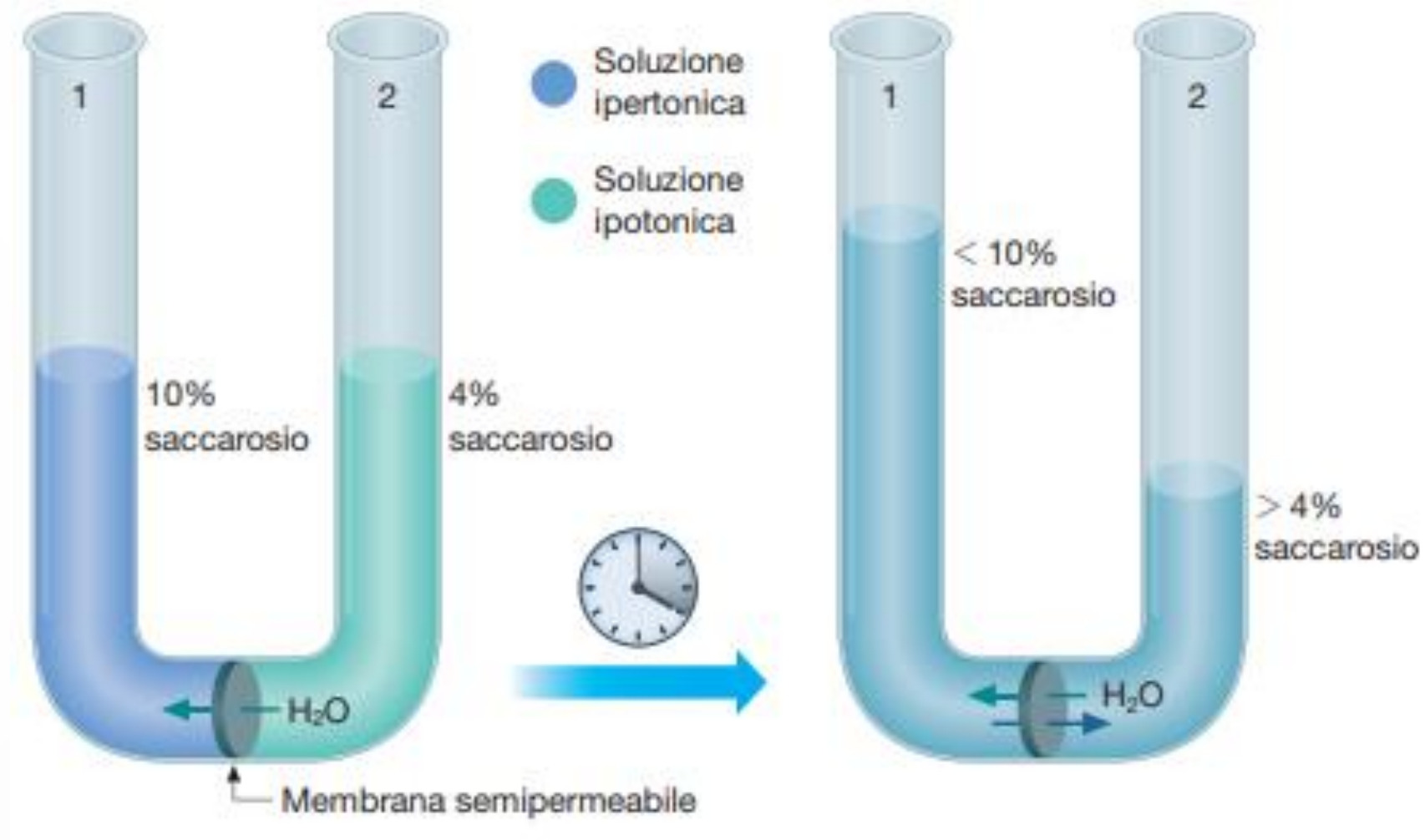


Rippa, Macario, Pettinari, Tucci *Viaggio nella chimica* © Zanichelli editore 2021

📌 **TOLC Key:** Osmosi: flusso netto del SOLVENTE da ipotonico → ipertonico. La membrana è semipermeabile (passa H<sub>2</sub>O, non il soluto).  
Trappola: non è il soluto che si muove, è il solvente.

In un tubo a U diviso da una membrana semipermeabile, il solvente (acqua) si sposta spontaneamente dal ramo ipotonico a quello ipertonico.

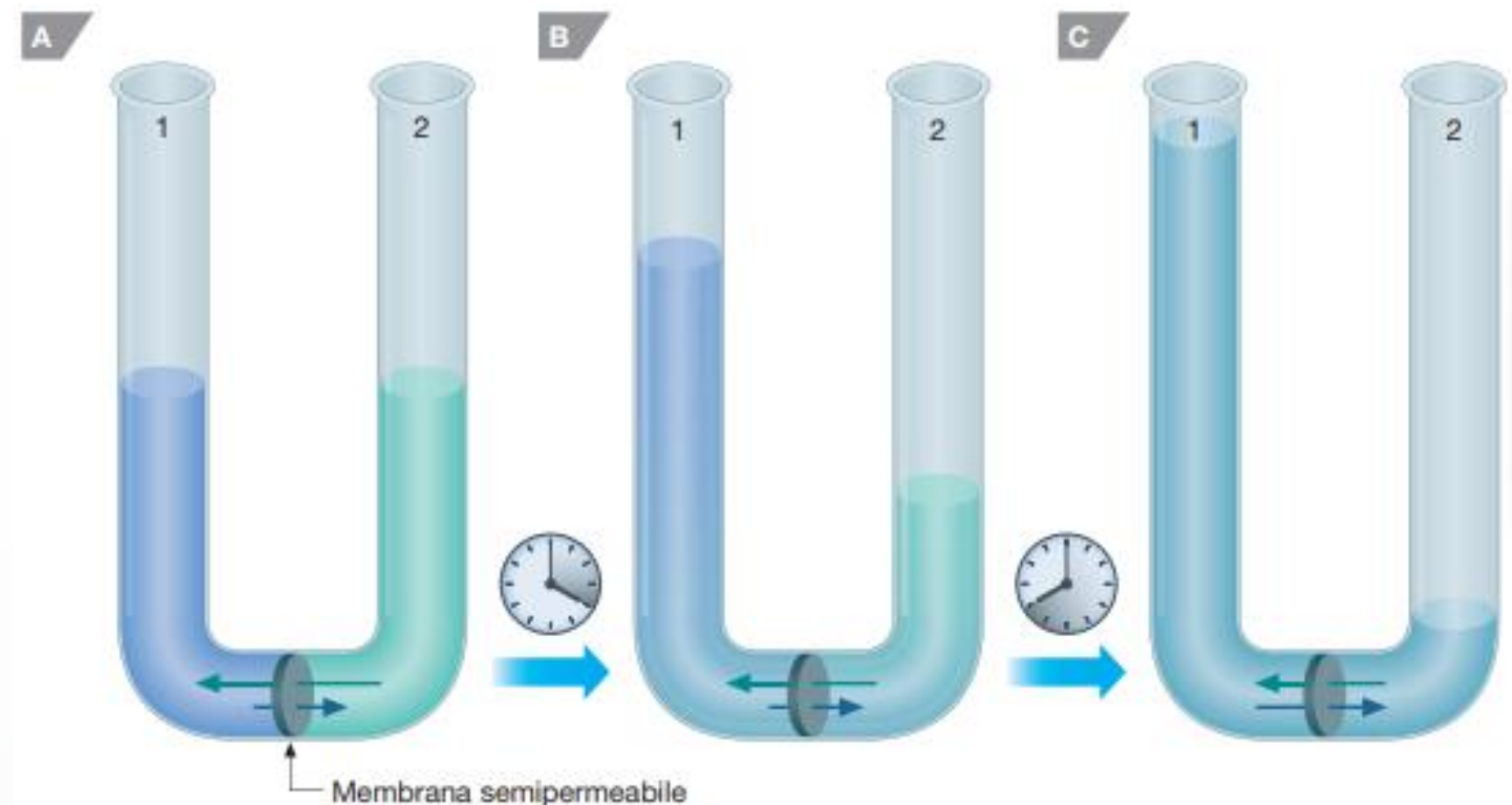
Le molecole si muovono in entrambe le direzioni, ma il flusso netto va dalla soluzione più diluita a quella più concentrata, fino a che le forze opposte si bilanciano.



Se due soluzioni separate da una membrana semipermeabile hanno concentrazioni iniziali molto diverse, non raggiungono mai la stessa concentrazione.

Si instaura un **equilibrio dinamico**. Una volta raggiunto l'equilibrio, la pressione esercitata dal liquido dalla soluzione ipotonica sulla membrana semipermeabile prende il nome di pressione osmotica.

- Nel ramo 1 la colonna del liquido esercita una pressione sempre maggiore rallentando così il passaggio di altre molecole di solvente.
- A un certo punto il numero delle molecole che passano dal ramo 2 al ramo 1 è uguale al numero delle



# La pressione osmotica

La pressione osmotica ( $\pi$ ) di una soluzione è la pressione che occorre esercitare per arrestare il flusso osmotico del solvente attraverso una membrana semipermeabile.

## Applicazioni biologiche

Le cellule vivono in ambienti isotonici per evitare lisi (ipotonica) o plasmolisi (ipertonica).

Il plasma sanguigno è isotono con le cellule del sangue:  $\pi \approx 7,7 \text{ atm}$  a  $37^\circ\text{C}$ .

## Equilibrio dinamico

La colonna di liquido nel ramo ipertonico esercita una pressione crescente che rallenta il flusso osmotico.

Quando il flusso in entrata = flusso in uscita, si raggiunge l'equilibrio: la pressione esercitata è la pressione osmotica  $\pi$ .



**Proprietà colligativa:** soluzioni isotoniche hanno la stessa  $\pi$ , indipendentemente dalla natura chimica del soluto.

📌 **TOLC Key:** Soluzioni isotoniche  $\rightarrow$  stessa  $\pi$ . Osmosi inversa: si applica pressione  $> \pi$  per far passare il solvente al contrario (desalinizzazione dell'acqua). Trappola:  $\pi$  dipende dalla molarità totale delle particelle.

# Quante ne so?

**1. Una soluzione acquosa di glucosio al 18% m/m viene preparata sciogliendo glucosio in acqua. Quale affermazione è corretta?**

- A) 18 g di glucosio sono disciolti in 100 g di acqua
- B) 18 g di glucosio sono disciolti in 82 g di acqua
- C) 18 g di glucosio sono disciolti in 118 g di soluzione
- D) 18 mL di glucosio sono disciolti in 100 mL di acqua
- E) 18 g di glucosio sono disciolti in 100 mL di soluzione

**2. La solubilità dell'ossigeno in acqua a 25 °C è maggiore o minore rispetto a quella a 4 °C? E se si raddoppia la pressione parziale dell'O<sub>2</sub>?**

- A) Maggiore a 25 °C; raddoppia con la pressione
- B) Minore a 25 °C; rimane invariata con la pressione
- C) Minore a 25 °C; raddoppia con la pressione
- D) Maggiore a 25 °C; dimezza con la pressione
- E) Uguale a qualsiasi temperatura; aumenta con la pressione

**3. Qual è la molarità di una soluzione ottenuta sciogliendo 5,85 g di NaCl (M.M. = 58,5 g/mol) in acqua fino a ottenere 500 mL di soluzione?**

- A) 0,05 M
- B) 0,1 M
- C) 0,2 M
- D) 1 M
- E) 2 M

# Quante ne so?

**5. Una soluzione acquosa 0,1 m di NaCl e una soluzione acquosa 0,1 m di glucosio vengono raffreddate fino alla solidificazione. Quale affermazione è corretta?**

- A) Entrambe solidificano alla stessa temperatura, uguale a 0 °C
- B) La soluzione di NaCl solidifica a temperatura più alta di quella di glucosio
- C) La soluzione di glucosio solidifica a temperatura più alta di quella di NaCl
- D) La soluzione di NaCl solidifica a temperatura più bassa di quella di glucosio
- E) Entrambe solidificano a 0 °C perché la molalità è la stessa

**6. In un tubo a U separato da una membrana semipermeabile, nel ramo A si trova una soluzione ipertonica e nel ramo B una soluzione ipotonica. Dopo un certo tempo, cosa si osserva?**

- A) Il livello del liquido aumenta nel ramo B e diminuisce nel ramo A
- B) Il livello del liquido aumenta nel ramo A e diminuisce nel ramo B
- C) I livelli rimangono invariati in entrambi i rami
- D) Il soluto si sposta dal ramo A al ramo B attraverso la membrana
- E) Si osserva precipitazione del soluto nel ramo B

**7. Un vino ha una gradazione alcolica di 12°. Quale delle seguenti affermazioni è corretta riguardo alla sua composizione?**

- A) 12 g di etanolo sono presenti in 100 g di vino
- B) 12 mL di etanolo sono presenti in 88 mL di acqua
- C) 12 mL di etanolo sono presenti in 100 mL di vino
- D) 12 mol di etanolo sono presenti in 1 L di vino
- E) 12 g di etanolo sono presenti in 100 mL di acqua

# Quante ne so?

**7. Quale delle seguenti soluzioni ha la temperatura di ebollizione più alta (a parità di pressione atmosferica)?**

- A) Acqua pura
- B) Soluzione acquosa 0,1 M di glucosio
- C) Soluzione acquosa 0,1 M di NaCl
- D) Soluzione acquosa 0,05 M di  $\text{CaCl}_2$
- E) Soluzione acquosa 0,2 M di glucosio

**8. Una soluzione acquosa di NaCl ha la stessa pressione osmotica del plasma sanguigno (circa 7,7 atm a 37 °C). Come si definisce tale soluzione rispetto alle cellule del sangue?**

- A) Ipertonica
- B) Ipotonica
- C) Isotonica
- D) Saturata
- E) Soprasatura

**9. Quale delle seguenti è una proprietà colligativa delle soluzioni?**

- A) Il colore della soluzione
- B) La densità della soluzione
- C) L'innalzamento del punto di ebollizione
- D) La conducibilità elettrica della soluzione
- E) Il pH della soluzione

# Soluzioni commentate

## 1. Risposta corretta: B

La % m/m indica grammi di soluto in 100 g di soluzione totale.

Quindi 18 g di glucosio + 82 g di acqua = 100 g di soluzione.

**Errore comune:** confondere i 100 g con la massa del solvente (opzione A) oppure con mL di soluzione (opzione E, che sarebbe % m/V).

## 2. Risposta corretta: C

Per i gas: solubilità ↓ al crescere della T (a 25 °C è minore che a 4 °C).

Per la legge di Henry: solubilità ∝ pressione parziale → se la pressione raddoppia, la solubilità raddoppia.

**Errore comune:** applicare ai gas la stessa relazione T-solubilità valida per i solidi (opzione A).

## 3. Risposta corretta: C

$n(\text{NaCl}) = 5,85 \text{ g} \div 58,5 \text{ g/mol} = 0,1 \text{ mol}$ .

$V = 500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L}$ .

$M = 0,1 \text{ mol} \div 0,5 \text{ L} = 0,2 \text{ M}$

**Errore comune:** dimenticare di convertire mL in L (si otterrebbe erroneamente 0,2/1000 oppure 100 M). Oppure non calcolare le moli e usare i grammi direttamente.

# Soluzioni commentate

## 4. Risposta corretta: D

NaCl è un elettrolita forte: si dissocia in  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^- \rightarrow 0,1 \text{ m NaCl}$  produce  $\sim 0,2$  mol di particelle per kg. Il glucosio non si dissocia  $\rightarrow 0,1$  mol di particelle.  
NaCl  $\rightarrow$  abbassamento doppio.

**Errore comune:** considerare solo la molalità nominale senza tenere conto della dissociazione degli elettroliti (opzioni A/E).

## 5. Risposta corretta: B

Per osmosi, le molecole di acqua (solvente) si spostano dalla soluzione ipotonica (B) a quella ipertonica (A). Il livello sale nel ramo A (ipertonico) e scende nel ramo B (ipotonico).

**Errore comune:** invertire la direzione del flusso, pensando che sia il soluto a spostarsi (opzione D).

## 6. Risposta corretta: C

La gradazione alcolica è espressa in % V/V: 12° significa 12 mL di etanolo in 100 mL di vino (la soluzione totale).

**Errore comune:** confondere % V/V con % m/m (opzione A) oppure pensare che 12 mL di etanolo siano in 88 mL di acqua  $\rightarrow$  il denominatore è la soluzione totale (opzione B).

# Soluzioni commentate

## 7. Risposta corretta: C

Calcolo delle particelle effettive:

glucosio 0,1 M = 0,1 mol particelle;

NaCl 0,1 M  $\rightarrow$   $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$  = 0,2 mol particelle;

$\text{CaCl}_2$  0,05 M  $\rightarrow$   $\text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$  = 0,15 mol  
particelle;

glucosio 0,2 M = 0,2 mol particelle.

NaCl 0,1 M produce 0,2 mol particelle,  
come il glucosio 0,2 m. Ma tra tutte, il NaCl  
0,1 M ha l'innalzamento ebullioscopico  
maggiore (pari al glucosio 0,2 M).

**Errore comune:** confrontare solo la  
molalità nominale ignorando la  
dissociazione.

## 8. Risposta corretta: C

Una soluzione che ha la stessa pressione  
osmotica del plasma sanguigno è  
isotonica rispetto alle cellule del sangue.

Non causa né lisi (ipotonica) né  
crenazione/plasmolisi (ipertonica). La  
soluzione fisiologica (NaCl 0,9%) è  
isotonica con il plasma.

**Errore comune:** confondere isotonica  
con satura - sono concetti completamente  
diversi.

## 9. Risposta corretta: C

Le proprietà colligative dipendono solo dal  
numero di particelle di soluto, non dalla  
loro natura. L'innalzamento del punto di  
ebollizione è una proprietà colligativa.  
Colore, densità, conducibilità e pH  
dipendono dalla natura chimica del soluto.

**Errore comune:** confondere proprietà  
colligative con proprietà fisiche generali  
della soluzione.