

# Biochimica delle membrane cellulari

## Soluzioni: proprietà e rapporti con la membrana cellulare

### 1) Miscele e Soluzioni

- Solubilità
- I Legami (idrogeno e Idrofobico) come favoriscono le soluzioni
- Importanza biologica degli ioni idratati

### 2) Soluzioni

- Concentrazione di una soluzione
- Diluizione
- Problemi

### 3) Proprietà correlate delle soluzioni ed equilibri attraverso la membrana:

- Pressione Osmotica
- Equilibrio di Donnan

# Concentrazione delle soluzioni

**Attenzione!!:** la massa è additiva, il volume no, poiché nella solubilizzazione ci può essere variazione di volume

Abbiamo:

- %p/p - Frazione molare – molalità

Per i liquidi viene usato anche

- %p/v - Molarità – Equivalenti/l

e anche

- %v/v

Nel caso delle miscele gassose la concentrazione viene invece espressa in

- pressione parziale

IMP

In laboratorio si utilizzano spesso sottomultipli del grammo:  $\text{mg} = 10^{-3} \text{ g}$ ;  $\mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$ ;  $\text{ng} = 10^{-9} \text{ g}$   
sottomultipli del litro:  $\text{ml} = 10^{-3} \text{ L}$ ;  $\mu\text{l} = 10^{-6} \text{ L}$

# Frazione molare (X)

È il rapporto tra il *numero* di moli del componente scelto e il numero di moli totali (senza distinguere le moli di solvente o di soluto)

Se abbiamo una soluzione composta da tre sostanze, A, B e C che non si dissociano in ioni, la frazione molare della specie A, la frazione molare di A, è data dalla formula:

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

X è adimensionale

**IMPORTANTE:** se il soluto si dissocia, bisogna considerare il numero di ioni in cui si dissocia.

Ad esempio, in una soluzione acquosa di NaCl, il sale si dissocia in Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, quindi la frazione molare dell'acqua è data dalla formula:

$$X_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{n_{H_2O} + n_{Na^+} + n_{Cl^-}}$$

**Definizione di mole:** 1 mole è la quantità in grammi corrispondente al peso molecolare o atomico della sostanza considerata. --> mol = g / PM

Es. PM NaCl = 58,44 g/mol --> 1 mole = 58,44 g. ~ 58 g

**Problema:** calcolare la frazione molare di 60 g di glucosio (PM glucosio=180g/mol) in 250 g di acqua (PM H<sub>2</sub>O=18g/mol)

$$n_{\text{glucosio}} = 60/180 = 0,33$$

$$n_{H_2O} = 250/18 = 13,9$$

$$X_{\text{glucosio}} = \frac{n_{\text{glucosio}}}{n_{\text{glucosio}} + n_{H_2O}} = \frac{0,33}{0,33 + 13,9} = \frac{0,33}{14,23} = 0,023$$

## Percentuale peso/peso (% p/p)

Indica quanti **grammi** di soluto sono presenti in **100 grammi** di soluzione:

Può essere espressa dalla formula seguente, che ci permette di calcolare direttamente la %p/p del soluto presente in soluzione:

$$\% \text{ p/p} = \frac{\text{g soluto}}{\text{g soluzione}} * 100$$

**ES:** 15 g di NaCl in 300 g di soluzione, a che %p/p corrispondono?  $\longrightarrow$   $\% \text{ p/p NaCl} = \frac{15 \text{ g}}{300 \text{ g}} * 100 = 5\% \text{ p/p}$

Posso anche risolvere il problema e scrivere una proporzione:

$$\text{g soluto}_{\text{presente}} : \text{g soluzione}_{\text{presente}} = \underbrace{\text{X g soluto}_{\%} : 100\text{gr soluzione}}_{\text{Definizione di \%p/p}} \longrightarrow \begin{aligned} 15 : 300 &= x : 100 \\ x &= 15 * 100 / 300 = 5\% \text{ p/p} \end{aligned}$$

Definizione di %p/p

La proporzione può essere utile quando dobbiamo determinare, per es, quanti gr di NaCl al 5%p/p sono contenuti in 200 gr di soluzione, invece di ricorrere alle formule inverse. Vediamo come:

$$\text{Xg soluto}_{\text{presente}} : 200\text{g soluzione}_{\text{presente}} = 5 \text{ g soluto}_{\%} : 100\text{gr soluzione}$$

$$x : 200 = 5 : 100 \quad \text{?} \quad x = 200 * 5 / 100 = 10 \text{ g di soluto in 200g di soluzione al } 5\% \text{ p/p}$$

Per preparare in lab una soluzione di NaCl al 5% p/p come faccio?  
Peso 5 g di NaCl, peso 95 g di acqua, unisco soluto e solvente e mescolo

## Problemi sulla %p/p

1) Quanti grammi di NaCl sono contenuti in 80 g di una soluzione di NaCl al 4%p/p?

Xg NaCl : 80g soluzione = 4 g NaCl<sub>%</sub> : 100 gr soluzione

$x : 80 = 4 : 100 \rightarrow x = 80 \cdot 4 / 100 = \mathbf{3,2 \text{ g}}$  di NaCl in 80g di soluzione al 4%p/p

2) Quanti g di KCl sono contenuti in 150 g di una soluzione al 7%p/p?

Xg KCl : 150g soluzione = 7 g HCl<sub>%</sub> : 100 gr soluzione

$x : 150 = 7 : 100 \rightarrow x = 150 \cdot 7 / 100 = \mathbf{10,5 \text{ g}}$  di KCl in 150g di soluzione al 7%p/p

**Ricordo che i pesi sono additivi**

3) Qual è la %p/p di una soluzione in cui si sciolgono 50 g di KCl in 300 g di H<sub>2</sub>O?

- Prima determino il peso della soluzione che data da peso soluto+peso solvente= 50+300=350 g
- Poi procedo o con la proporzione o applicando la formula:

$$\% \text{ p/p} = \frac{50 \text{ g}}{350 \text{ g}} * 100 = \mathbf{14,3\% \text{ p/p}}$$

4) Qual è la %p/p di una soluzione in cui si sciolgono 60 g di glucosio in 200 g di H<sub>2</sub>O?

- Prima determino il peso della soluzione che data da peso soluto+peso solvente= 60+200=260 g
- Poi procedo o con la proporzione o applicando la formula:

$$\% \text{ p/p} = \frac{60 \text{ g}}{260 \text{ g}} * 100 = \mathbf{23,1\% \text{ p/p}}$$



In queste misure si deve considerare la densità della soluzione che però per **soluzioni acquose diluite** e a temperatura ambiente viene considerata uguale a 1 (densità dell'acqua pura)

## Percentuale peso/volume (% p/V)

Indica quanti **grammi** di soluto sono presenti in **100 ml** di soluzione

Può essere espressa dalla formula seguente, che ci permette di calcolare direttamente la %p/V del soluto presente in soluzione:

$$\% \text{ p/V} = \frac{\text{g soluto}}{\text{ml soluzione}} * 100$$

**ES:** 15 g di NaCl in 300 ml di soluzione, a che %p/V corrispondono?   $\% \text{ p/p NaCl} = \frac{15 \text{ g}}{300 \text{ ml}} * 100 = 5\% \text{ p/V}$

Posso anche risolvere il problema e scrivere una proporzione in cui scrivo ml di soluzione:

$$\text{g soluto}_{\text{presente}} : \text{ml soluzione}_{\text{presente}} = X \text{ g soluto}_{\%} : 100 \text{ ml soluzione}$$

Per preparare in lab una soluzione di NaCl al 5% p/V come faccio?

Peso 5 g di NaCl, li sciolgo, mescolando, in una adeguata quantità di acqua in un recipiente tarato; poi aggiungo acqua fino a 100 ml.

## Problemi sulla %p/V

1) Qual è la %p/V di una soluzione ottenuta sciogliendo 6g di glucosio in 300ml di acqua?

Posso procedere con la proporzione o applico direttamente la formula:

$$\% p/V = \frac{6g}{300 ml} * 100 = 2\% p/V$$

2) Quanti g di NaCl sono contenuti in 500 ml di una soluzione al 3%p/V?

Applicando la proporzione ho:

$$Xg \text{ NaCl} : 500 \text{ ml sol} = 3 \text{ g NaCl}_{\%} : 100 \text{ ml soluzione} \quad \longrightarrow \quad X = 500 * 3 / 100 = \mathbf{15 \text{ g}} \text{ di NaCl al 3\%p/V}$$

**Per passare dalla %p/p alla % p/V basta conoscere la densità della soluzione** (densità è il rapporto tra la massa e il volume le cui unità di misura sono g/ml) e applicare quindi la formula:

$$\%p/p * d = \%p/V$$

**ES:** Calcolare la %p/V di una soluzione di acido solforico ( $H_2SO_4$ ) al 96%p/p con  $d=1,8 \text{ g/ml}$ ?

Applicando la formula si ha che:

$$\%p/V H_2SO_4 = \%p/p * d = 96 * 1,8 = \mathbf{172,8 \% p/V}$$

## Molarità (M)

Indica il numero di moli di soluto in 1 litro di soluzione (n/V)

- È la misura di concentrazione più utilizzata, ma, poiché è relativa ad un volume, è una **misura dipendente dalla temperatura**
- indicata con **M** maiuscola

$$M = \frac{\text{moli soluto}}{\text{L soluzione}}$$

**Attenzione** : quando la formula di un composto chimico viene indicata tra **parentesi quadre**, si intende la concentrazione molare di quel composto.

**Esempio: [NaCl] vuol dire concentrazione molare di NaCl**

Risolviamo un problema per vedere come si calcola la Molarità

**Calcolare la Molarità di una soluzione in cui sciolgo 70 g di NaCl in 900 ml di soluzione.**

- trovo le moli di NaCl:  $\text{mol} = 70/58 = 1,21$        $900 \text{ ml} = 0,9 \text{ L}$
- Trovo  $M = 1,21/0,9 = 1,34 \text{ M}$  oppure moli/L

Anche in questo caso posso risolvere con una proporzione:

$$\text{mol soluto}_{\text{presenti}} : \text{ml soluzione}_{\text{presente}} = \text{mol/L(M)} : 1000\text{ml}$$

$$1,21 : 900 = M : 1000 \rightarrow M = 1,21 \cdot 1000 / 900 = 1,34 \text{ M}$$

Trasformare L in ml

## Problemi sulla Molarità (M)

1) Sciogliere 150 g di KCl (PM= 74,55 g/mol) in 1,5 L di acqua. Determinare la Molarità della soluzione ottenuta.

➤  $\text{mol} = 150/74,55 = 2,01$                        $M = 2,01/1,5 = \mathbf{1,34 M}$

2) Preparare 700 ml di una soluzione 2 M di NaOH.(PM=40 g/mol). Quanti g di NaOH si devono pesare?

➤ Applico la formula inversa:  $\text{mol}_{\text{soluto}} = M \cdot L_{\text{sol}} = 2 \cdot 0,7 = 1,4 \text{ mol}$  in 700 ml

➤ Applico la formula inversa:  $g = \text{moli} \cdot \text{PM} = 1,4 \cdot 40 = \mathbf{56 g}$

3) Calcolare la molarità di una soluzione di NaCl (PM=58) allo 0.9% p/V

➤ Trovo le moli  $\text{mol} = 0,9/58 = 0,0155$       100 ml = 0,1 L

➤ Trovo  $M = 0,0155/0,1 = \mathbf{0,155 M}$

4) Calcolare la molarità di una soluzione di acido cloridrico (PM=36,5) al 37% p/p con d=1.1

➤ Determino  $\%p/V = 37 \cdot 1,1 = 40,7$

➤ Determino le moli corrispondenti e M:  $n = 40,7/36,5 = 1,11$        $M = 1,11/0,1 = \mathbf{11,1}$

## **molalità (m)**

È il numero di moli di soluto in un kg di solvente.

- usata più raramente, ma ha il vantaggio di essere una **misura indipendente dalla temperatura**
- indicata con **m** minuscola

$$m = \frac{\text{moli soluto}}{\text{kg solvente}}$$

## **La Normalità (N) o Equivalenti/l (Eq/l):**

Indica il numero di equivalenti di ioni in 1litro di soluzione

- Utilizzata x le specie chimiche presenti in ioni ed è la quantità che corrisponde ad una mole di sostanza divisa per la carica dello ione.

### **Esempi:**

1 Eq di  $\text{Na}^+$  = 1mole di ioni  $\text{Na}^+$ /1 quindi per ioni con carica 1 --> Eq = Mole

1 Eq di  $\text{Ca}^{++}$  = 1mole di ioni  $\text{Ca}^{++}$ /2 ovvero --> 1 mole di  $\text{Ca}^{++}$ = 2 Eq di  $\text{Ca}^{++}$

## **Percentuale volume/volume, (%v/v),**

Indica gli ml di soluto presenti in 100 ml di soluzione

- Indica il grado alcolico ( es:**5,1 %VOL** .nella birra rappresenta quanti ml di alcol ci sono in 100 ml di bevanda)

## ESEMPIO riassuntivo sull'NaCl

**% p/p = numero grammi di soluto in 100 g di soluzione**

➤ 4% p/p di NaCl significa che ci sono 4g di NaCl e 96 g di acqua

**% p/v= numero grammi di soluto in 100 ml di soluzione**

➤ 4% p/v di NaCl significa che ci sono 4g di NaCl in 100 ml di soluzione

**Molarità= n°moli di soluto in 1litro di soluzione**

➤ una soluzione 4M di NaCl è data da 4 moli di NaCl in 1 litro di soluzione

**IMPORTANTE !!**

**La più semplice soluzione salina fisiologica è una soluzione di NaCl allo 0,9% p/V ed equivale a 0,155 M**

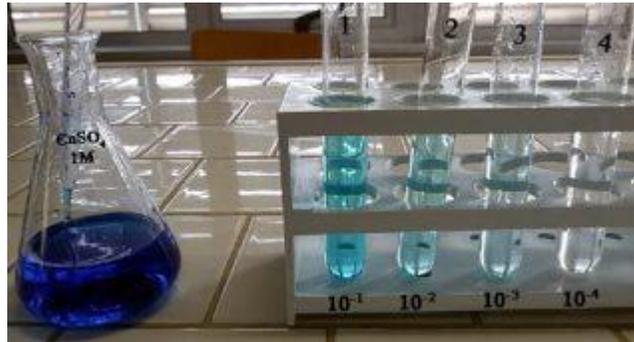
Altri modi per esprimere le concentrazioni, in laboratorio sono:

➤ **g/L** oppure **mg/ml** oppure **μg/μl**  
➤ **mg/L** oppure **μg/ml** oppure **ng/μl**

# DILUIZIONI

Consiste nel diminuire la concentrazione di un soluto

- trasferendone un piccolo volume in un volume più grande di solvente, oppure
- aggiungendo nuovo solvente ad una soluzione a concentrazione nota.



[Questa foto](#) di Autore sconosciuto è concesso in licenza da [CC BY-NC-ND](#)

Qualsiasi sia il modo per esprimere la concentrazione di una soluzione in rapporto al volume, essa è data da  $C=Q/V$

Ciò che resta invariato, in una diluizione, è la quantità (**Q**) di soluto: quindi quando una soluzione viene diluita, il volume (**V**) della stessa aumenta e la sua concentrazione (**C**) diminuisce.

Ricordando che:

$$Q = C \cdot V$$

Possiamo dire che

$$Q_i = Q_f$$

Il che significa che:

$$C_i V_i = C_f V_f$$

## Come si procede praticamente?

Per diluire una soluzione si deve semplicemente aggiungere solvente

**Ciò che non cambia è la quantità di soluto presente nella soluzione, cambiano invece sia il volume che la concentrazione.**

Poiché il numero di moli del soluto non cambia (non si aggiunge né si sottrae soluto ma soltanto solvente), ricordando che il prodotto concentrazione x volume dà il numero di moli, se con  $V_i$  e  $V_f$  indichiamo rispettivamente i volumi iniziali e finali, vale la relazione:

$$C_i V_i = C_f V_f$$

Possiamo anche esprimere il fattore di diluizione

Il **Fattore di diluizione (F)** è il rapporto tra la concentrazione iniziale (**C<sub>i</sub>**) e la concentrazione finale (**C<sub>f</sub>**) della soluzione.

$$F = C_i / C_f$$

e

$$V_f = V_i F$$

### Esempio:

25 ml di una soluzione di NaCl 3 M devono essere diluiti per ottenere una soluzione 0,15 M (la cosiddetta “soluzione fisiologica” usata per infusione endovenosa).

Possiamo procedere in due modi:

- Sfruttando il fattore di diluizione  $F = C_i/C_f$  sarà  $3/0,15 = 20$  per cui il volume finale  $V_f = V_i F$  ( $25 \text{ ml} \times 20$ ) = **500 ml** di soluzione fisiologica.
- Sfruttando la relazione  $C_i V_i = C_f V_f$  per cui  $3 \times 25 = 0,15 \times V_f$  da cui  $V_f = 500$  ml di soluzione fisiologica.

### Esempio:

A quale volume in litri deve essere diluito 100 ml di una soluzione 3M di NaCl per disporre di:

- una soluzione diluita 50X (R= 5 l) e qual è la nuova concentrazione?  
(R=0.06M)
- una soluzione diluita 250 X (R=25 l) e qual è la nuova concentrazione?  
(R=0.012M)

Ricordando che  $V_f = V_i F$  e  $C_i V_i = C_f V_f$  possiamo scrivere:

- $V_f = 100 \times 50 = 5000 \text{ ml} = 5 \text{ l}$                        $C_f = C_i V_i / V_f = 3 \times 100 / 5000 = 0,06 \text{ M}$
- $V_f = 100 \times 250 = 25000 \text{ ml} = 25 \text{ l}$                        $C_f = C_i V_i / V_f = 3 \times 100 / 25000 = 0,012 \text{ M}$

## Altri esempi:

1. Quanti ml si devono prendere di una soluzione 1.5 M di NaCl per fare 200 ml di una soluzione fisiologica? **(R=20ml)**
2. Quanti ml (o cc) si devono prendere di una soluzione di glucosio 3 M per dare ad un paziente 500 ml di una soluzione 0.3 M di glucosio (glucosata)? **(R=50 ml)**
3. Una soluzione di NaOH è 1,1 M. Calcolare la quantità di acqua che deve essere aggiunta a 700 ml per ottenere una soluzione 0,35 M di idrossido di sodio. **(R=1500 ml)**
4. 50 ml di una soluzione di NaCl 1.5 M devono essere diluiti per ottenere una soluzione 0,15 M . Qual è il volume finale? **(R=500 ml)**

# COME SI FANNO LE DILUIZIONI SERIALI



**Le diluizioni seriali sono date da campioni diluiti serialmente in base ad un certo fattore**

Possono essere in base **2** (al raddoppio: 1:2, 1:4, 1:8..), in base **3** (1:3, 1:9, 1:27...), in base **10** (1:10, 1:100, 1:1000...) etc:

Si ottengono trasferendo un ugual volume di sospensione da una provetta a quella successiva, contenente un volume di tampone opportuno per ottenere la diluizione desiderata

| DIL.  | VOL | METODO   |
|-------|-----|--|
| 1:2 = | 1+1 | es: metto 1ml in tutti e poi passo 1ml da una provetta all'altra   |
| 1:3=  | 1+2 | es: metto 2ml in tutti e poi passo 1ml da una provetta all'altra<br>0.6ml in tutti e poi passo 0.3ml da una provetta all'altra |
| 1:10  | 1+9 | es: metto 9ml in tutti e poi passo 1ml da una provetta all'altra<br>1.8ml in tutti e poi passo 0.2ml da una provetta all'altra |



Corso di laurea in Scienze Biologiche  
Corso di laurea magistrale in Scienze Biomolecolari e dell'Evoluzione

## ***Materiale didattico di supporto***

---

Tutto il materiale fornito a supporto delle lezioni e reperibile nel minisito dell'insegnamento o sulla piattaforma online UniFE deve essere inteso come traccia degli argomenti svolti e non sostituisce il libro di testo.

**Raccomandazione importante:** questo materiale didattico è per uso personale dello studente, ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione, la diffusione o il riutilizzo, anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore.