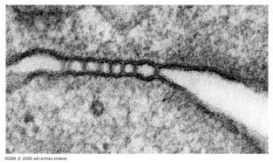
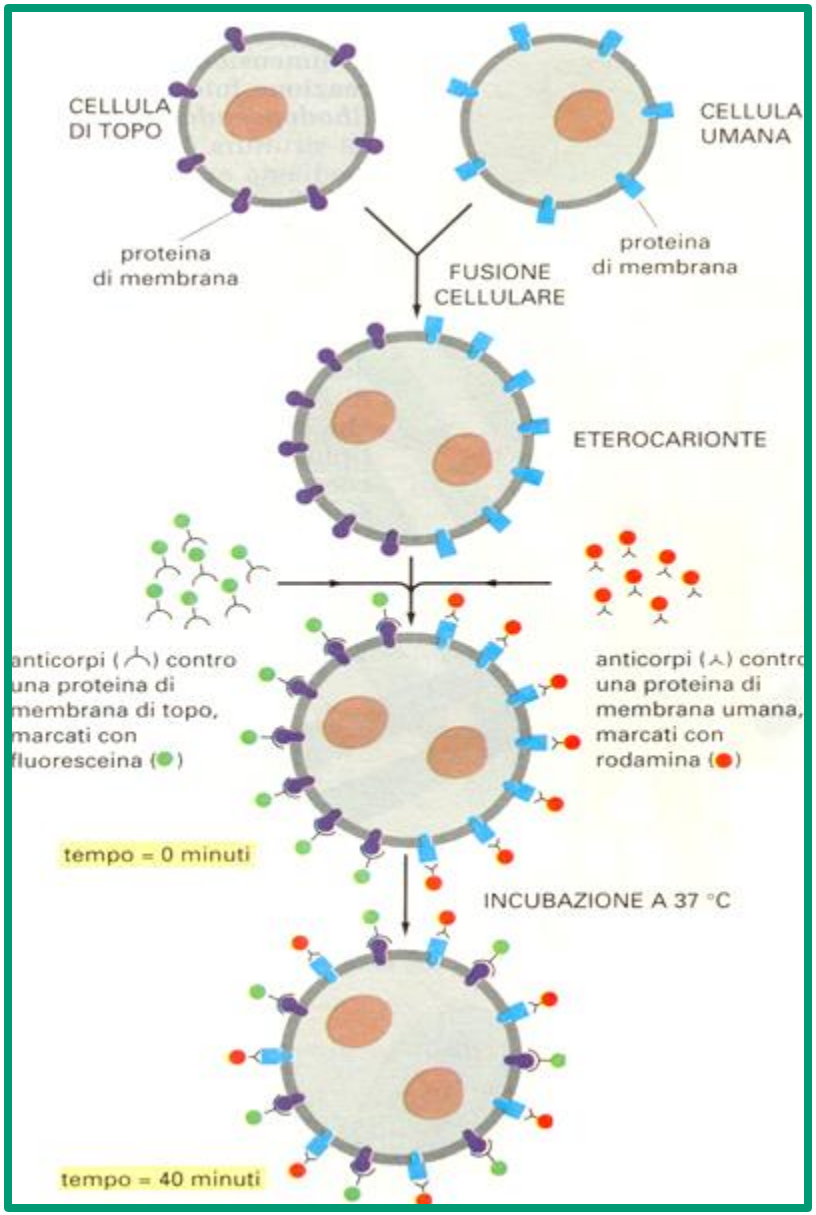
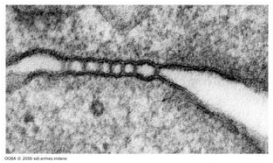


Le membrane cellulari

La componente proteica: Diffusione delle proteine nella membrana

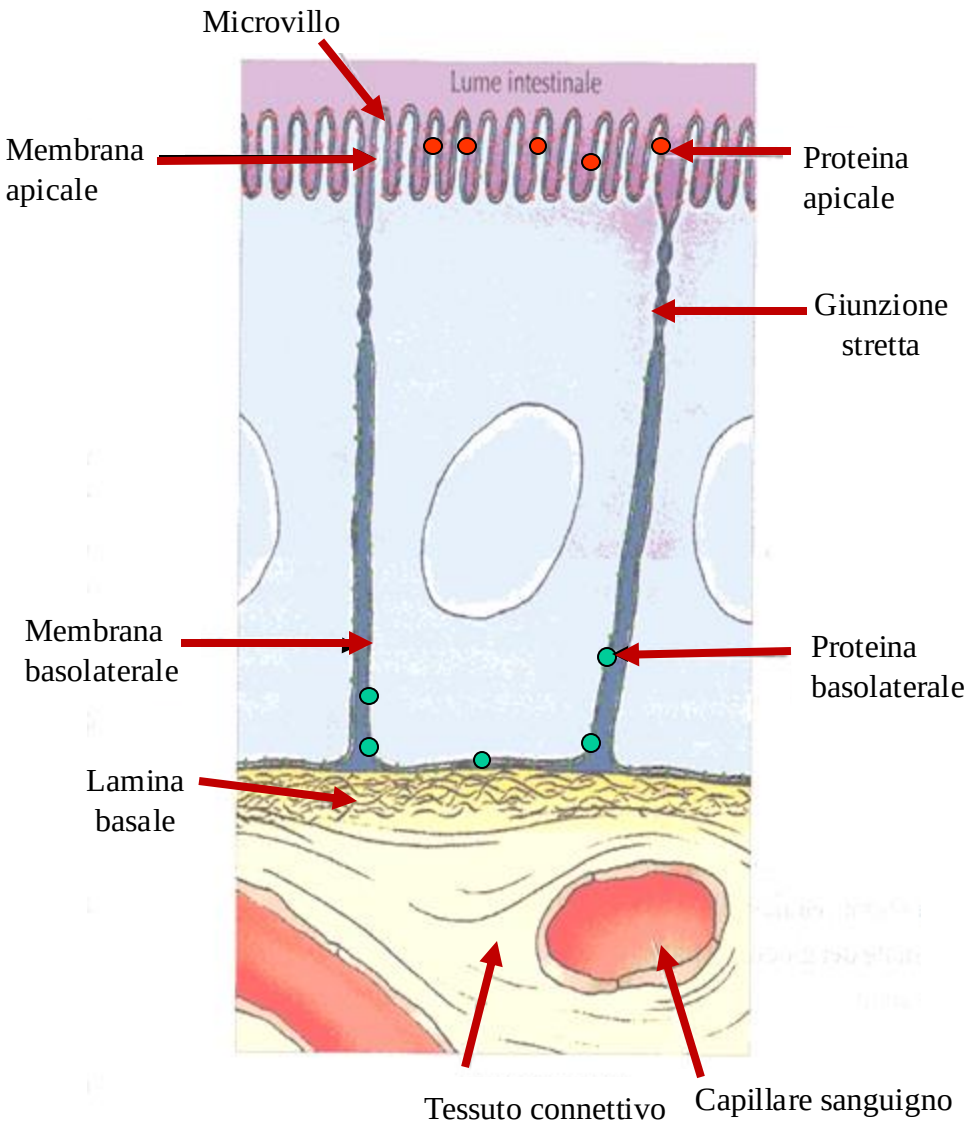


Le proteine diffondono nel piano della membrana per diffusione rotazionale e laterale

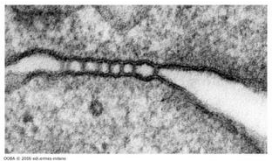


Le membrane cellulari

La componente proteica: Diffusione delle proteine nella membrana



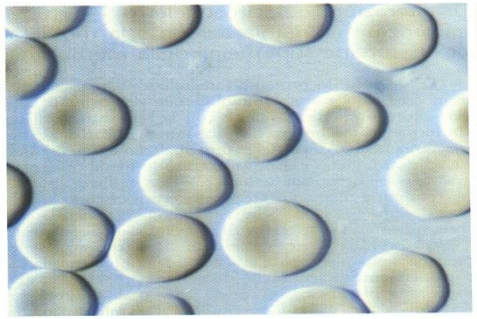
Proteine e lipidi possono essere confinati in domini specifici

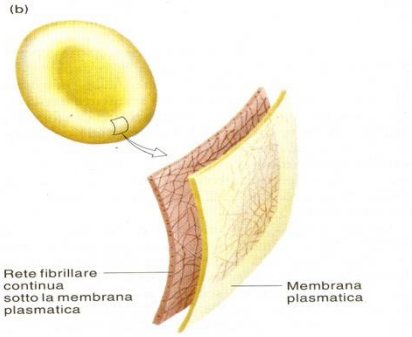


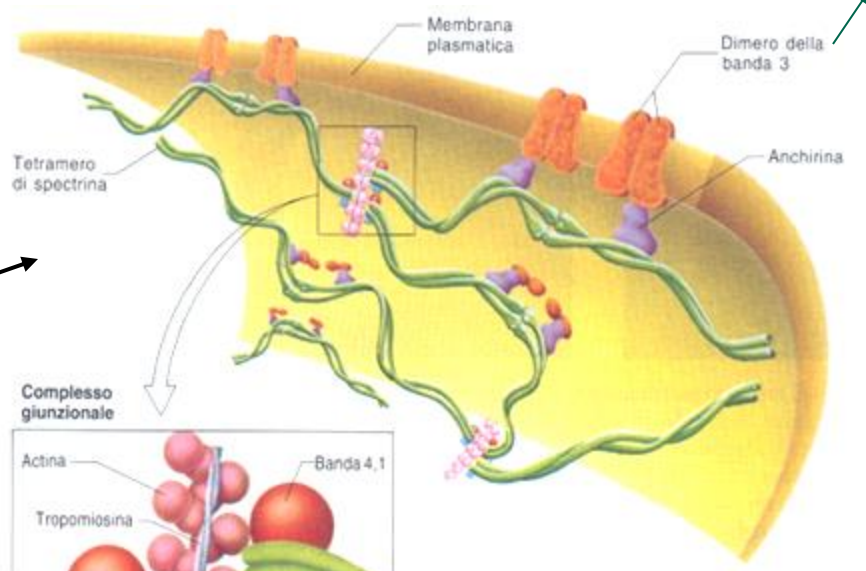
Le membrane cellulari

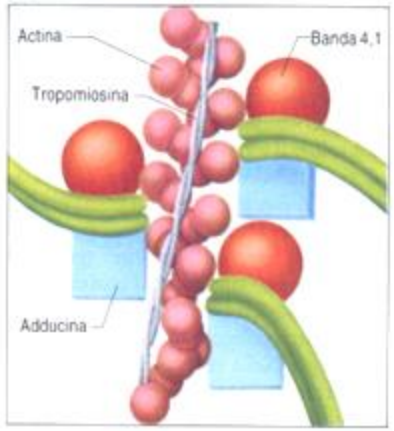
La componente proteica: Le proteine della membrana interagiscono con il citoscheletro

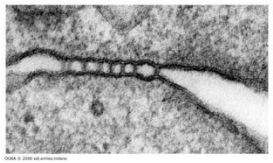
Trasportatore di anioni: scambio HCO_3^- / Cl^-



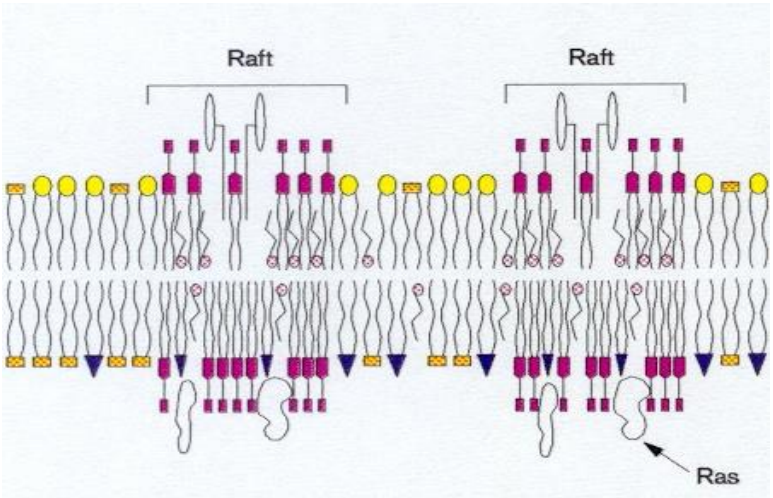


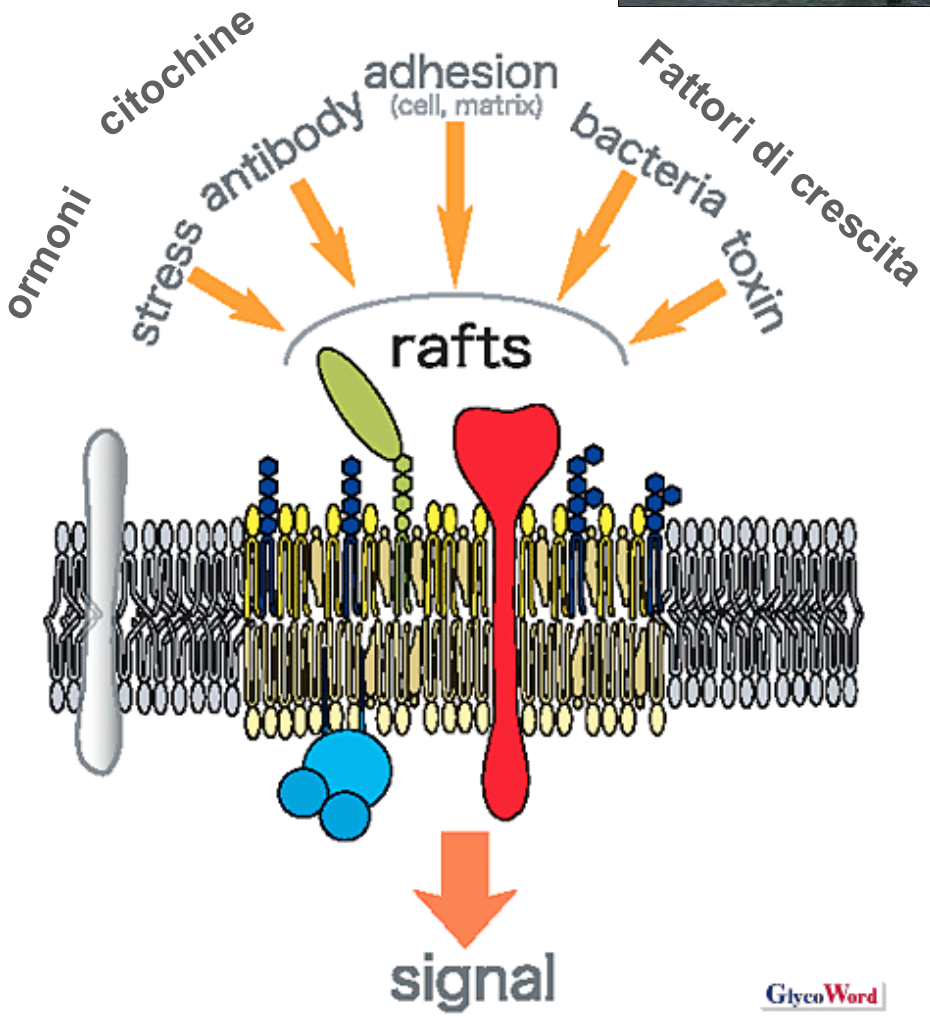


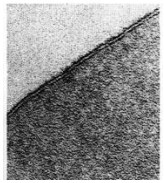




Le membrane cellulari:
cializzazioni delle membrane: domini "r



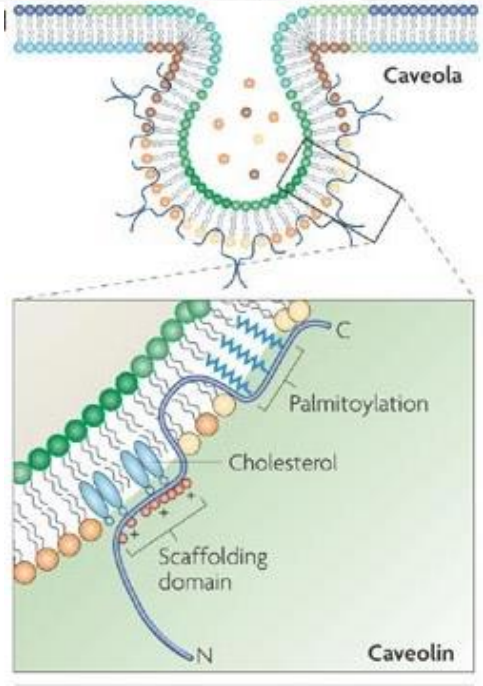




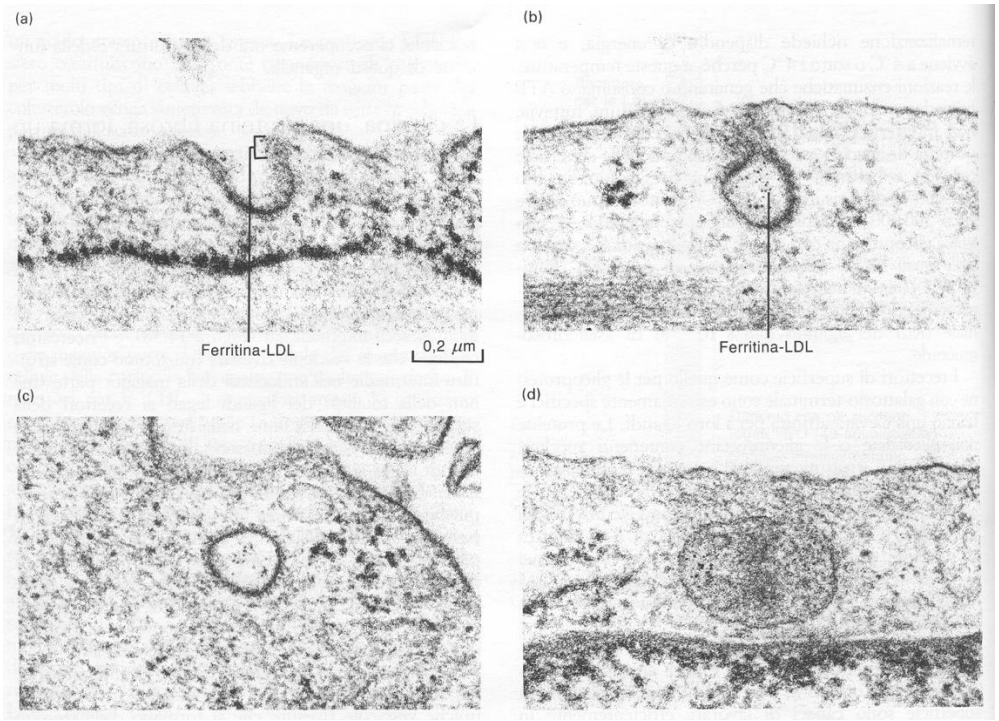
La membrana plasmatica

Le membrane cellulari:
Specializzazioni delle membrane: caveole e fossette rivestite

Caveole



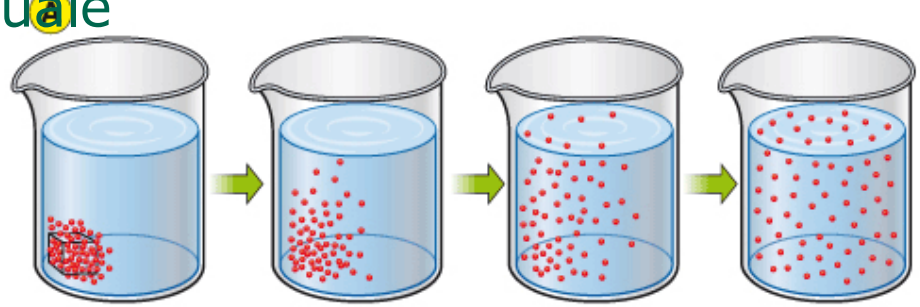
Vescicole rivestite

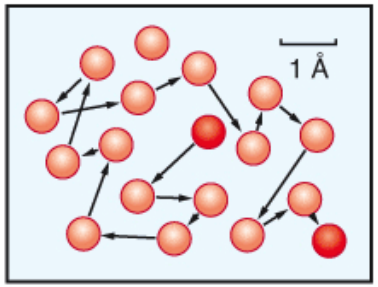


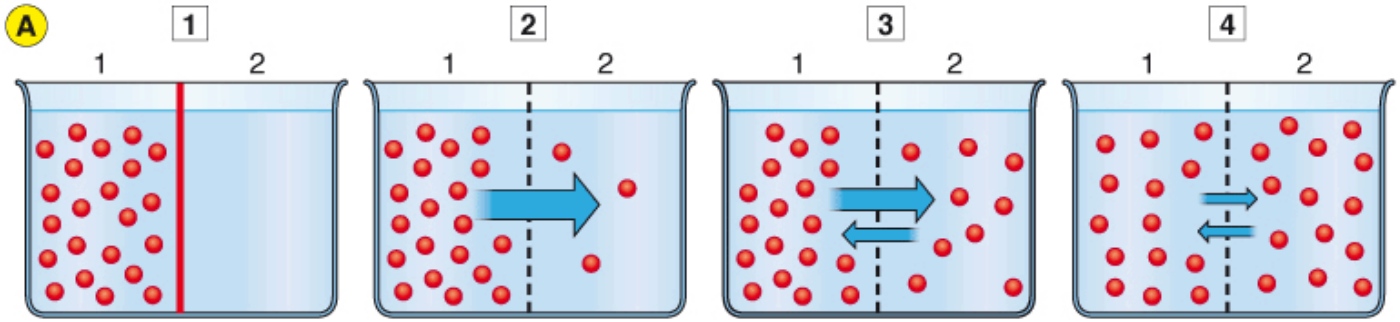
Cellule nervose, epatociti, cellule muscolari lische e fibroblasti sono particolarmente ricchi di fossette rivestite

Diffusione

Dispersione di molecole in sospensione o in soluzione da zone a concentrazione più alta ad altre a concentrazione più bassa determinata dal loro movimento termico casuale







equazione di Fick sulla diffusione $\frac{dQ_s}{dt} = D_s \times A \times \frac{dC_s}{dx}$

Processo molto lento, ma in una cellula impiega frazioni di millisecondo

Flusso di membrana

$J = \frac{dQ_s}{}$

(moll/cm²/sec)

Permeabilità della membrana ad una sostanza: velocità alla quale la sostanza attraversa passivamente la membrana

$dQ_s/dt = P\,(C_1 - C_2)$

Costante di permeabilità (cm/s).
Probabilità con cui una molecola di una particolare sostanza attraverserà la membrana:

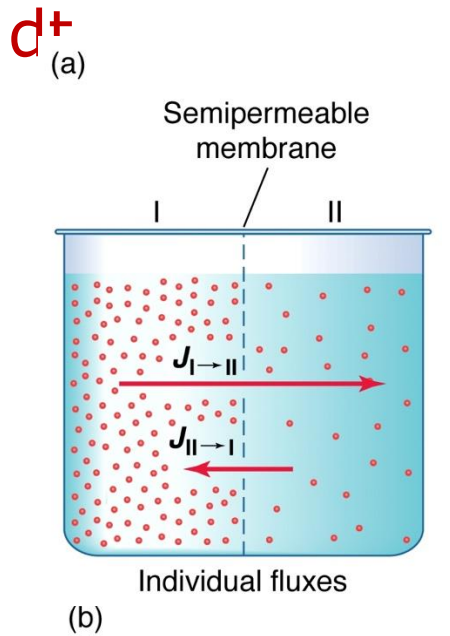
$P = D_m K_s / x$

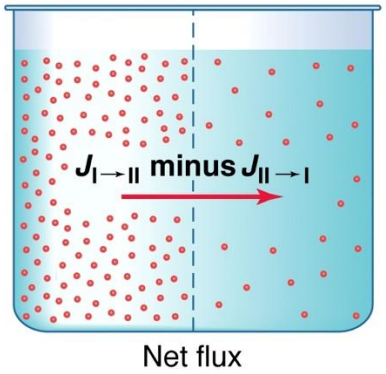
D_m= coefficiente di diffusione di s
(>> viscosità della membrana e/o >> dimensioni della molecola = << D_m)

K= coefficiente di ripartizione di s

X= spessore della membrana

Si applica solo a molecole che non vengono trasportate attivamente o che non siano influenzate da forze diverse dalla semplice diffusione





Osmosi

L'osmosi è alla base del movimento netto di acqua attraverso le membrane e gli epiteli

1748: l'Abate Jean Antoine Nollet osserva per la prima volta il processo dell'osmosi (dal greco *osmos* "spingere")

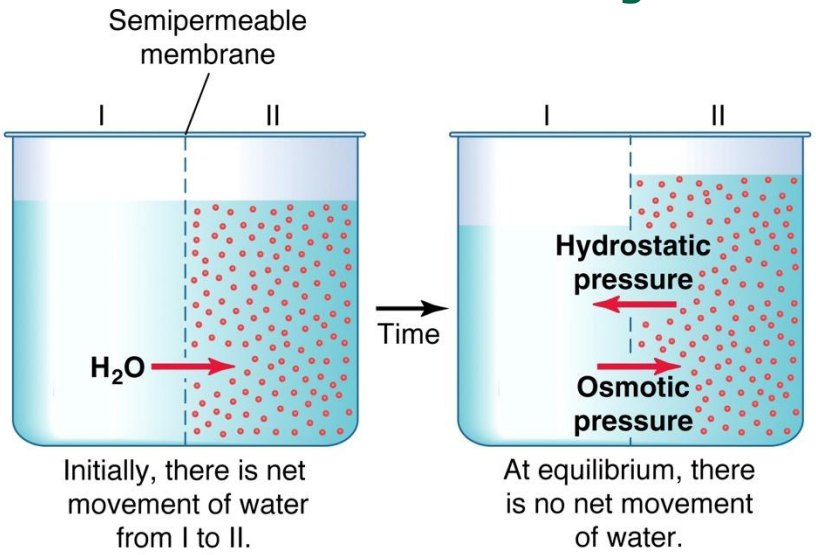


Table 4-1 Osmotic pressure of sucrose solutions of various concentrations*

Sucrose (%)	Osmotic pressure (atm)	Ratio of osmotic pressure to percentage of sucrose
1	0.70	0.70
2	1.34	0.67
4	2.74	0.68
6	4.10	0.68

* Results were obtained by Pfeffer (1877) in experimental measurements.

La pressione osmotica π è proporzionale:

1. **alla concentrazione di soluto C (moli/litro = osmolarità), quindi: $\pi = K_1C$**
2. **alla temperatura T assoluta, quindi: $\pi = K_2T$**

da cui: $\pi = RTC$ sostituendo C con n/V: $\pi = RTn/V$

R = costante molare dei gas (0,082 L x atm/K x moli) (Jacobus Van't Hoff: molecole di soluto si comportano in soluzione come quelle dei gas)
n = numero di moli equivalenti di soluto
V = volume in litri

Osmolarità

L'OSMOLARITA' viene riferita come numero di particelle di soluto per unità di volume. Viene misurata mediante un osmometro ideale in cui la membrana osmotica permette il passaggio dell'acqua ma impedisce quello dei soluti

Le soluzioni possono essere:

- **ISOSMOTICHE**
- **IPOSMOTICHE**
- **IPEROSMOTICHE**

Tonicità

La TONICITA' di una soluzione si definisce in base al comportamento di cellule e tessuti immersi in essa

- **ISOTONICA**: cellule immerse nella soluzione non si rigonfiano né si restringono
- **IPOTONICA:** cellule immerse nella soluzione si rigonfiano
- **IPERTONICA:** cellule immerse nella soluzione si restringono

In cosa differisce l'osmolarità dalla tonicità?

1. **L'osmolarità definisce il numero di particelle di un soluto in un volume di soluzione ed è misurabile (osm/l) attraverso un osmometro**
   La tonicità non ha unità di misura, è solo un termine di paragone

2. **L'osmolarità pu0 essere usata come termine di paragone reciproco tra due soluzioni**
   La tonicità confronta sempre una soluzione rispetto ad una cellula

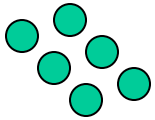
3. **L'osmolarità di per se non ci dice cosa succede ad una cellula**
   La tonicità, per definizione, dice cosa accade al volume di una

Perché l'osmolarità non può essere usata per predire la tonicità?

Perché la tonicità di una soluzione non dipende solo dalla concentrazione della soluzione, ma anche dalla *natura* dei soluti

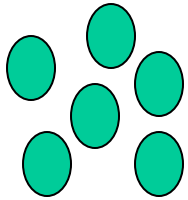
Soluzioni isosmotiche tra loro possono non avere la stessa ton

NaCl (isosmotica con l'acqua di mare)



Uova riccio di mare non cambiano volume: la soluzione è isotonica

CaCl2 (isosmotica con NaCl e con l'acqua di mare)

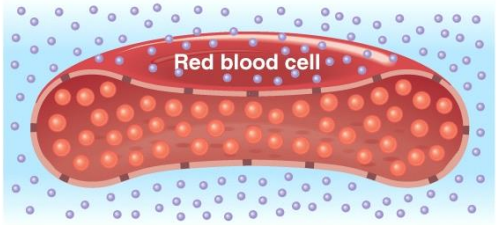


Uova riccio di mare si rigonfiano: la soluzione è ipotonica

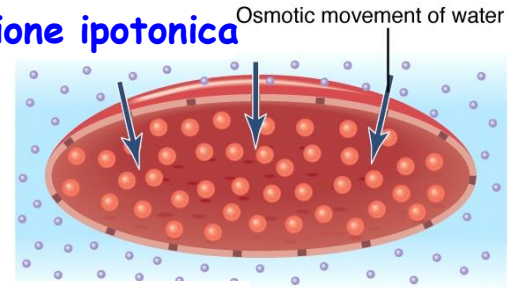
La tonicità di una soluzione dipende dal grado di accumulo intracellulare di un soluto oltre che dalla concentrazione della soluzione

Regolazione del volume cellulare

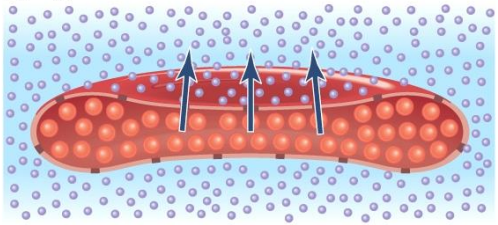
Soluzione isotonica



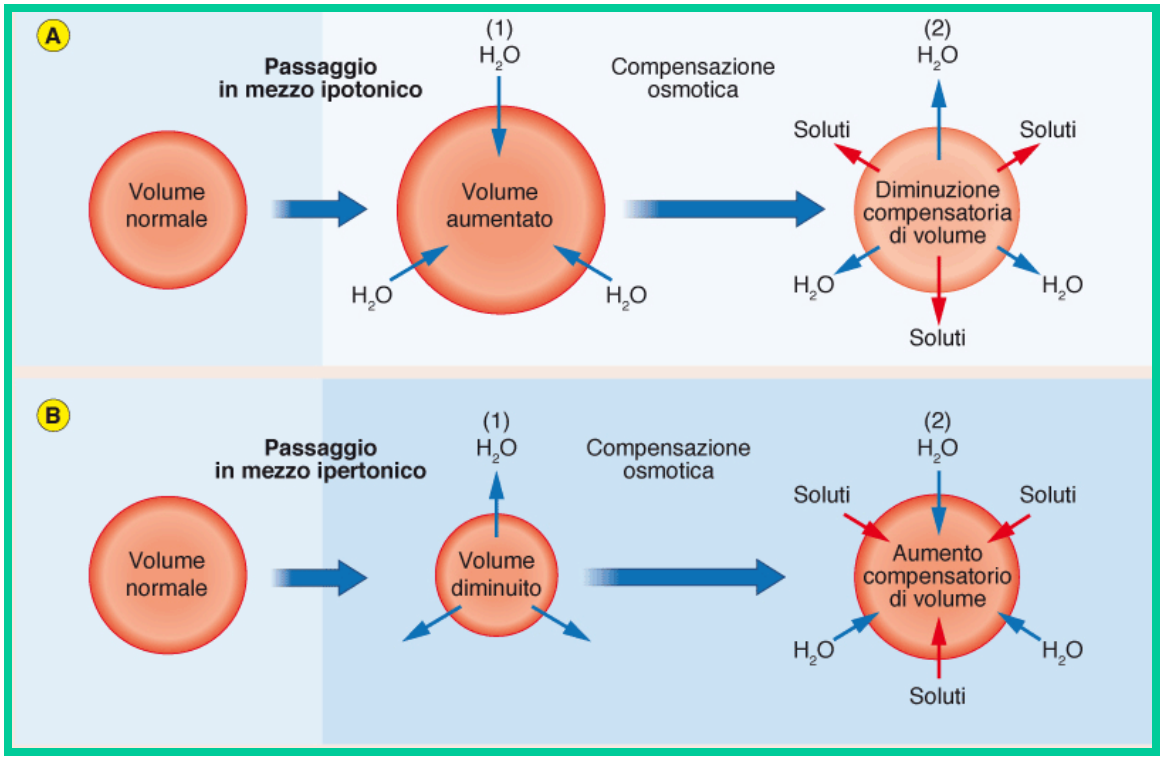
Soluzione ipotonica



Soluzione ipertonica

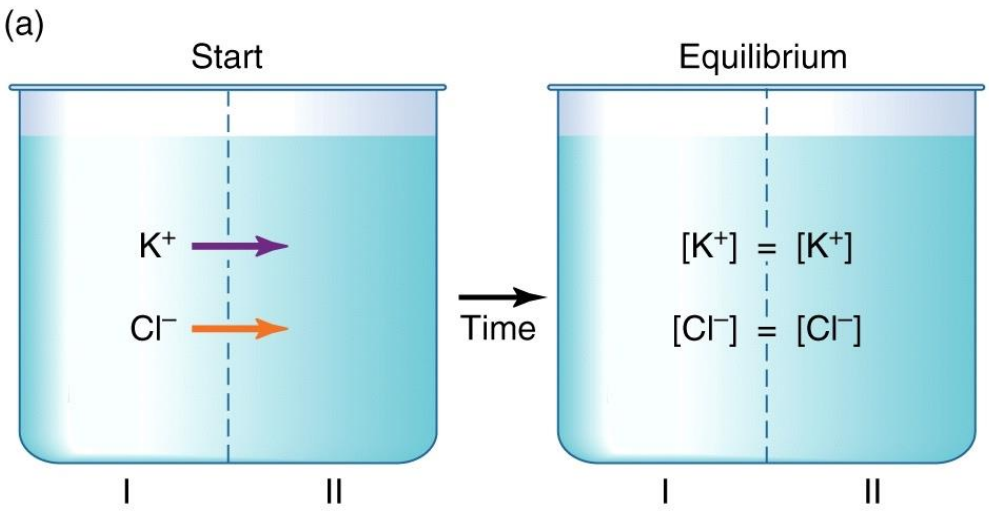


Compensazione osmotica



Equilibrio di Donnan

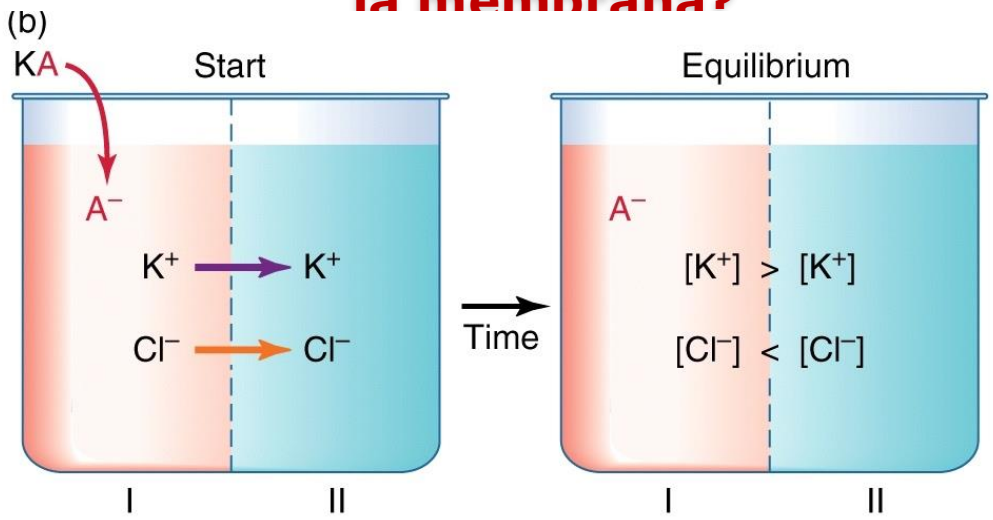
$$\frac{[K^+]_I}{[K^+]_{II}} = \frac{[Cl^-]_{II}}{[Cl^-]_I}$$

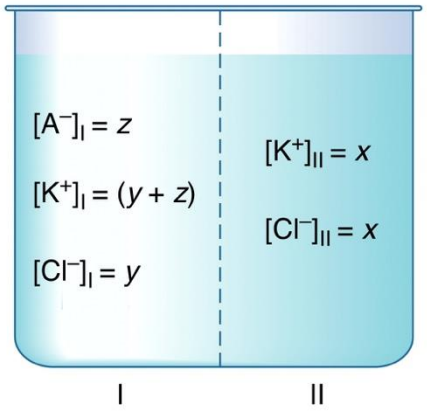


All'equilibrio ci sarà una distribuzione reciproca di anioni e cationi tale che:

1) In ciascun compartimento ci deve essere una condizione di elettroneutralità: $[K^+]=[Cl^-]$
2) Per mantenere tale elettroneutralità, gli ioni devono attraversare la membrana in coppia. La probabilità che ciò avvenga è pari al prodotto $[K^+] \times [Cl^-]$
3) All'equilibrio, la velocità di diffusione del prodotto $[K^+]_I \times [Cl^-]_I = [K^+]_{II} \times [Cl^-]_{II}$

Ma cosa accade quando ci sono ioni che non diffondono attraverso la membrana?





All'equilibrio la somma delle cariche positive e negative nel compartimento I è uguale a quella del compartimento II

$y\ (y+z) = x^2$

$(y+z)/x = x/y$

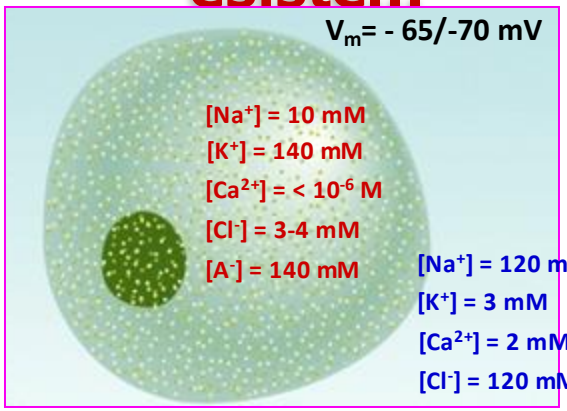
$$\frac{[K^+]_I}{[K^+]_{II}} = \frac{[Cl^-]_{II}}{[Cl^-]_I}$$

Se la membrana fosse permeabile anche all'acqua:

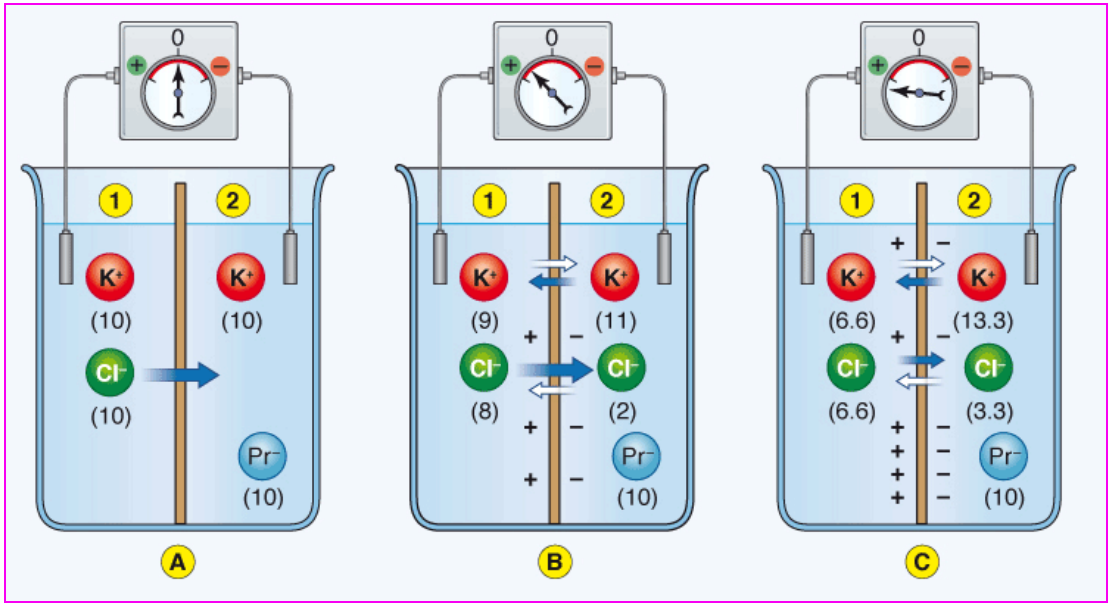
la soluzione nel compartimento **I** avrebbe una osmolarità maggiore di quella nel compartimento II → entrata di acqua nel compartimento I

Ma in una cellula l'elettroneutralità di Donnan non esiste...

INT
somma apparentemente positiva:
ma c'è il contributo degli anioni non diffusibili



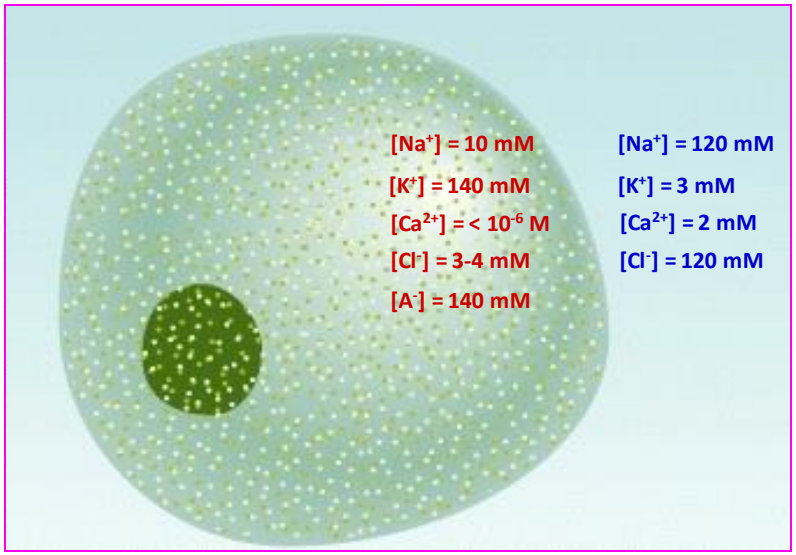
EXT
somma solo leggermente positiva:
ma c'è il contributo di altri ioni meno rappresentati



1. A cavallo della membrana si produce un *differenza di potenziale*, negativo dal lato citoplasmatico, dove sono presenti le Pr^-

2. La concentrazione degli ioni diffusibili è più alta dal lato dove si trovano le Pr^- e questo comporta un aumento della pressione osmotica (colloido-osmotica), con entrata di acqua e turgore cellulare

Stato stazionario ionico



Le cellule sono in grado di regolare le concentrazioni dei soluti inorganici al loro interno a valori che differiscono da quelli extracellulari

1. La carica netta negativa è dovuta a gruppi carbossilici e siti anionici presenti sulle molecole non permeanti di proteine e peptidi
2. La permeabilità al K^+ è circa 30 volte superiore a quella del Na^+, la permeabilità al Cl^- è più variabile (simile al K^+ o inferiore)
3. Se K^+ e Cl^- fossero gli unici due ioni diffusibili si imporrebbe una situazione di equilibrio di Donnan
4. Cellule pompano attivamente fuori Na^+ e Ca^{2+}, con dispendio energetico. Effettiva impermeabilità a questi due ioni.

Stato stazionario ionico: una condizione che richiede un continuo dispendio energetico, piuttosto che un vero equilibrio