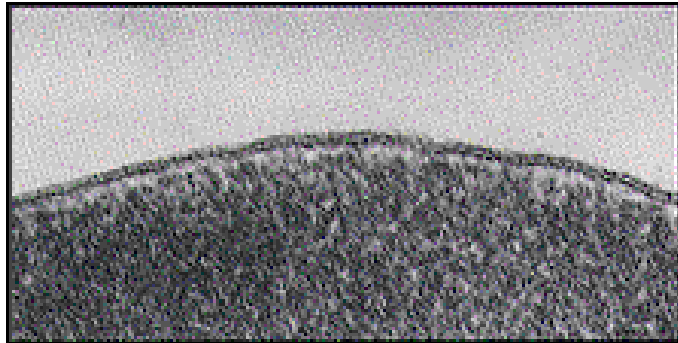
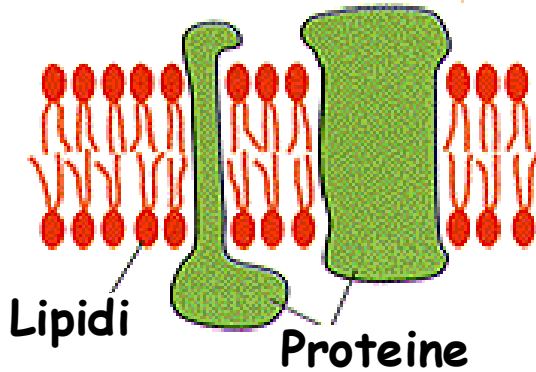


LE MEMBRANE BIOLOGICHE

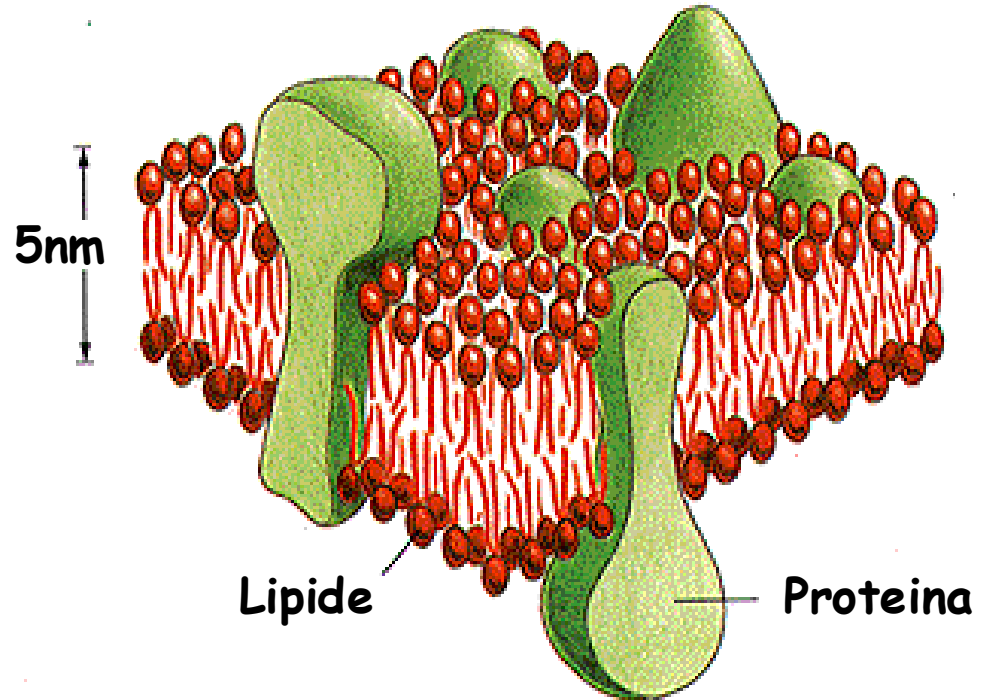
Costituite da lipidi, proteine e carboidrati



(A)

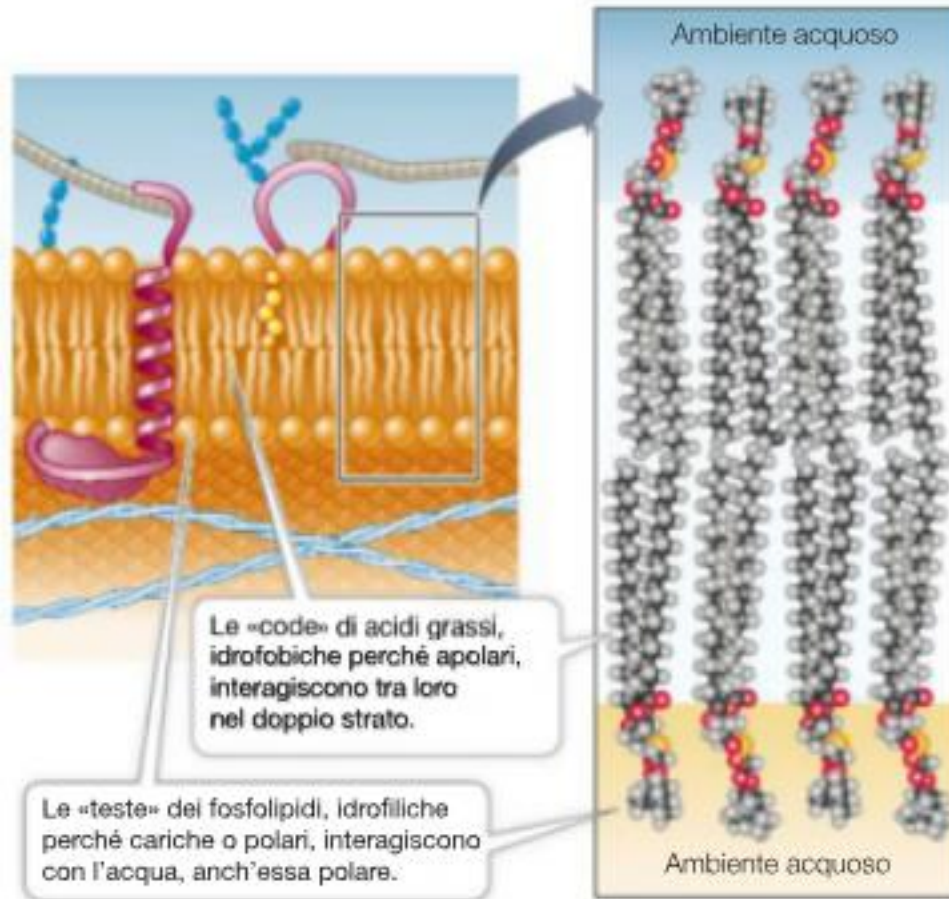


(B)

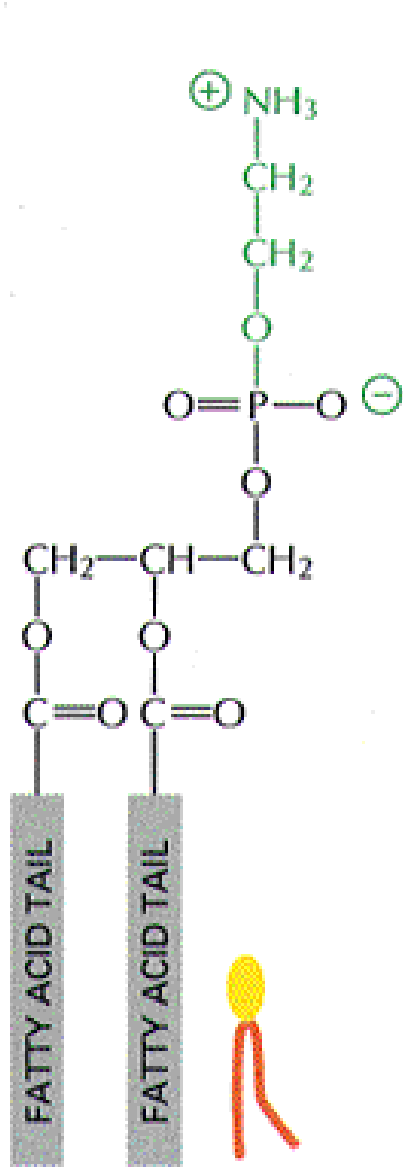


(C)

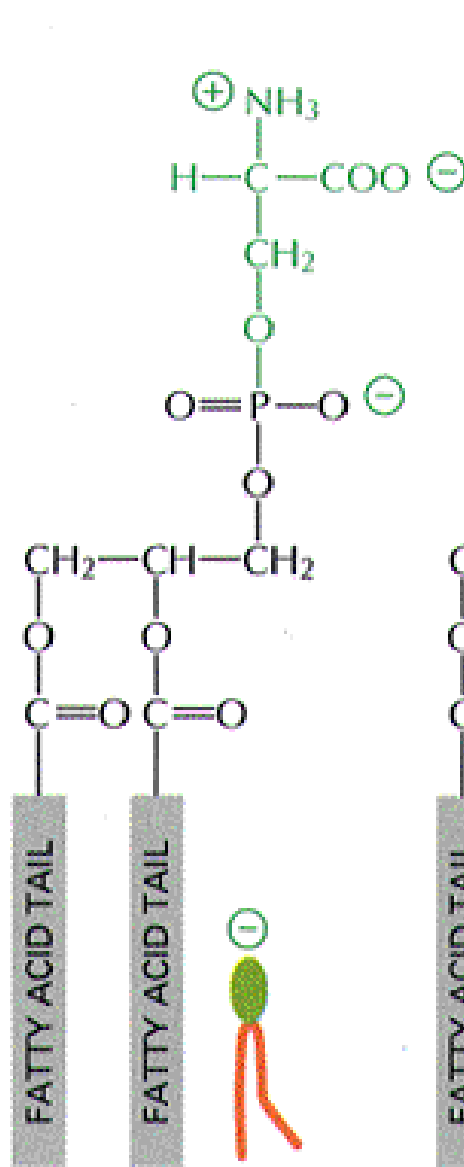
IL DOPPIO STRATO FOSFOLIPIDICO DELLE MEMBRANE



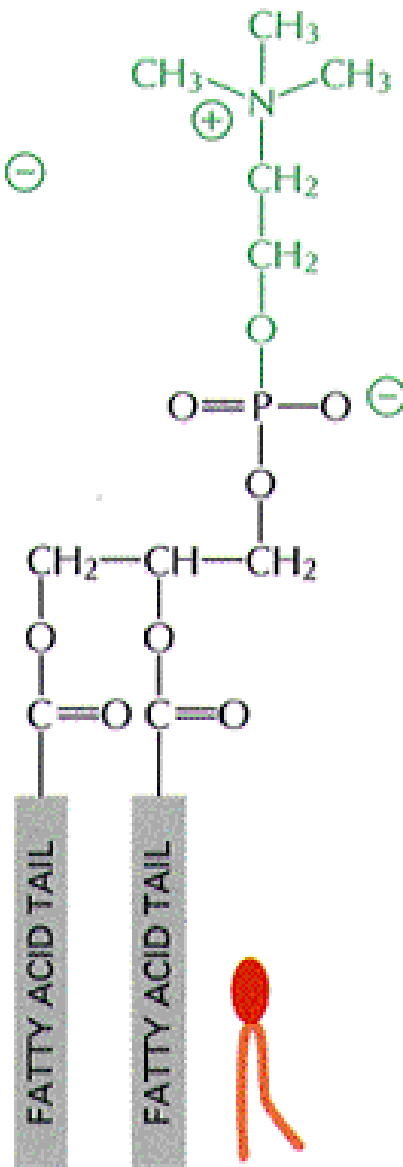
LIPIDI DI MEMBRANA



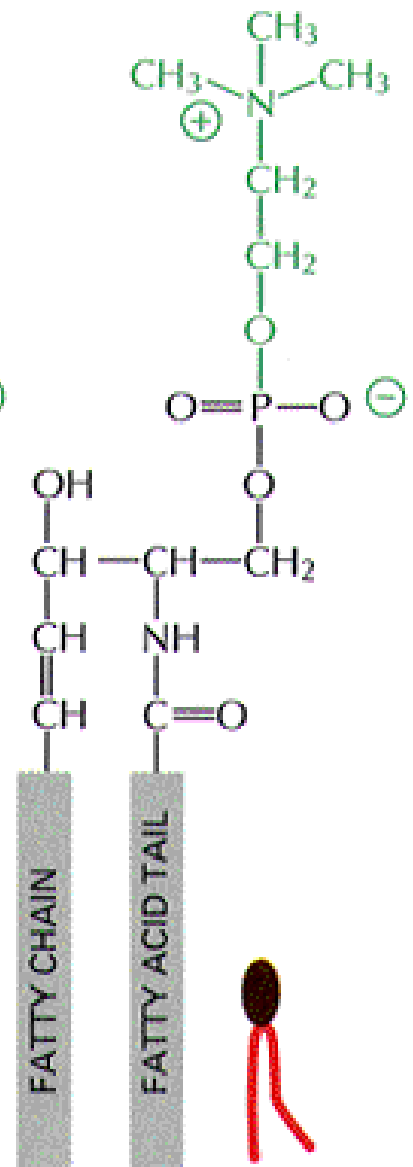
phosphatidylethanolamine



phosphatidylserine

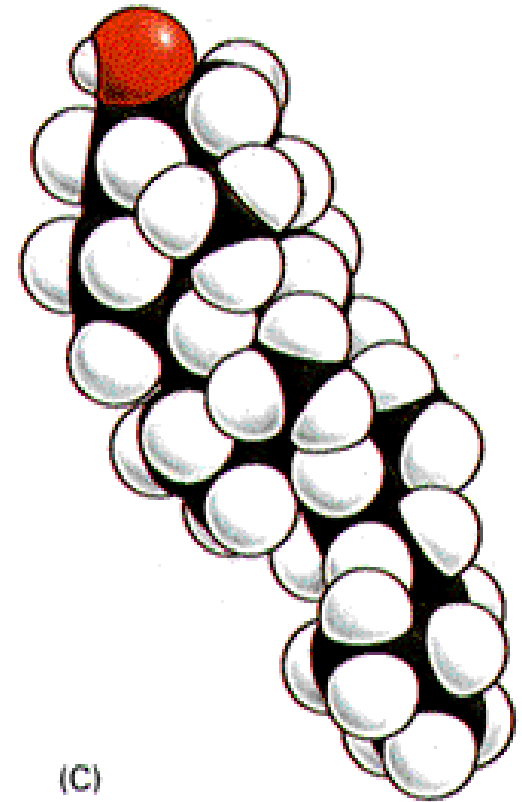
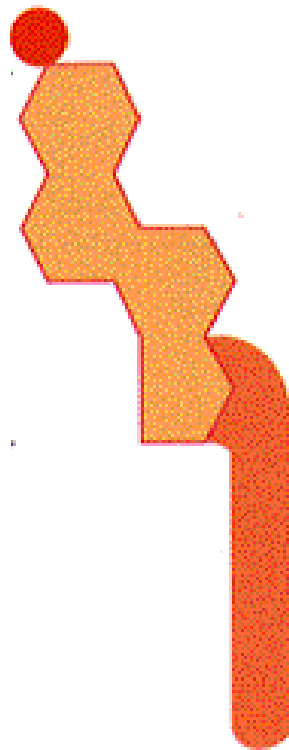
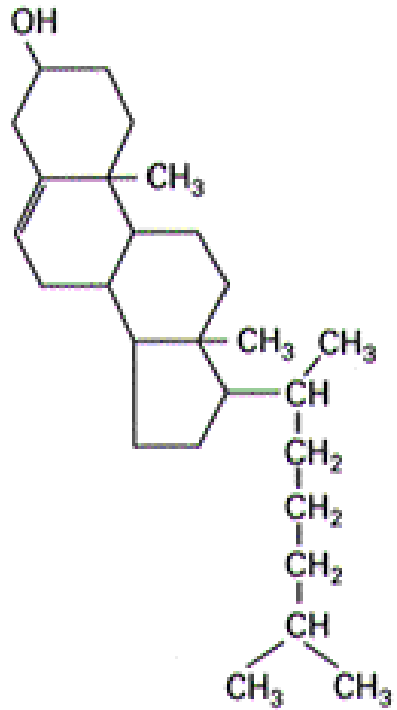


phosphatidylcholine



sphingomyelin

COLESTEROLO

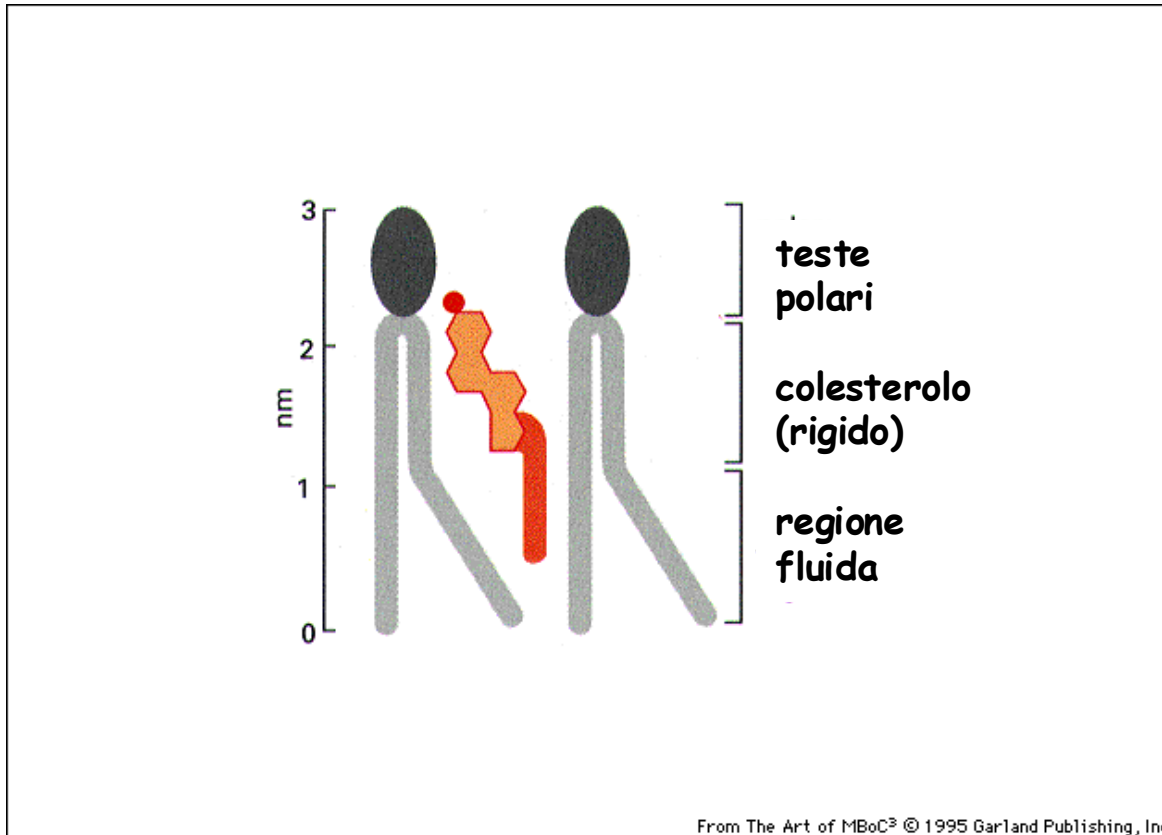


(A)

(B)

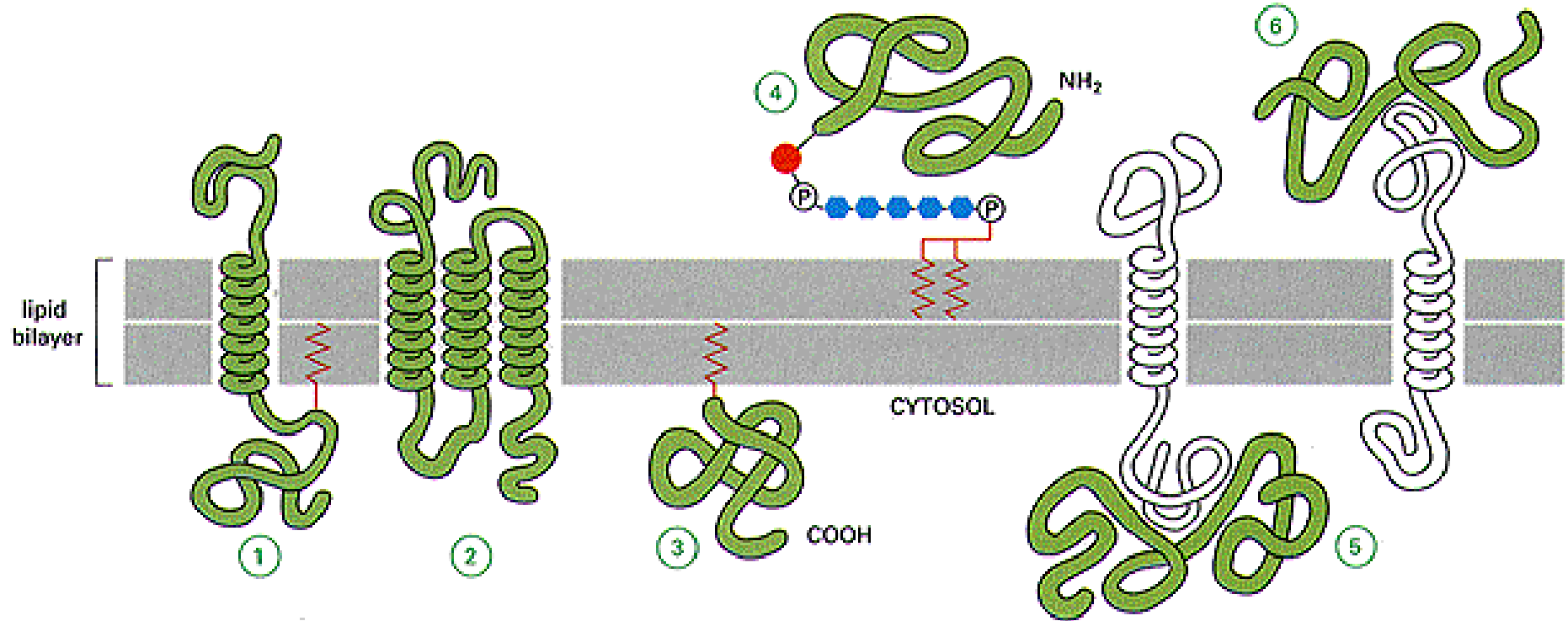
(C)

La composizione lipidica e la temperatura influenzano la fluidità della membrana



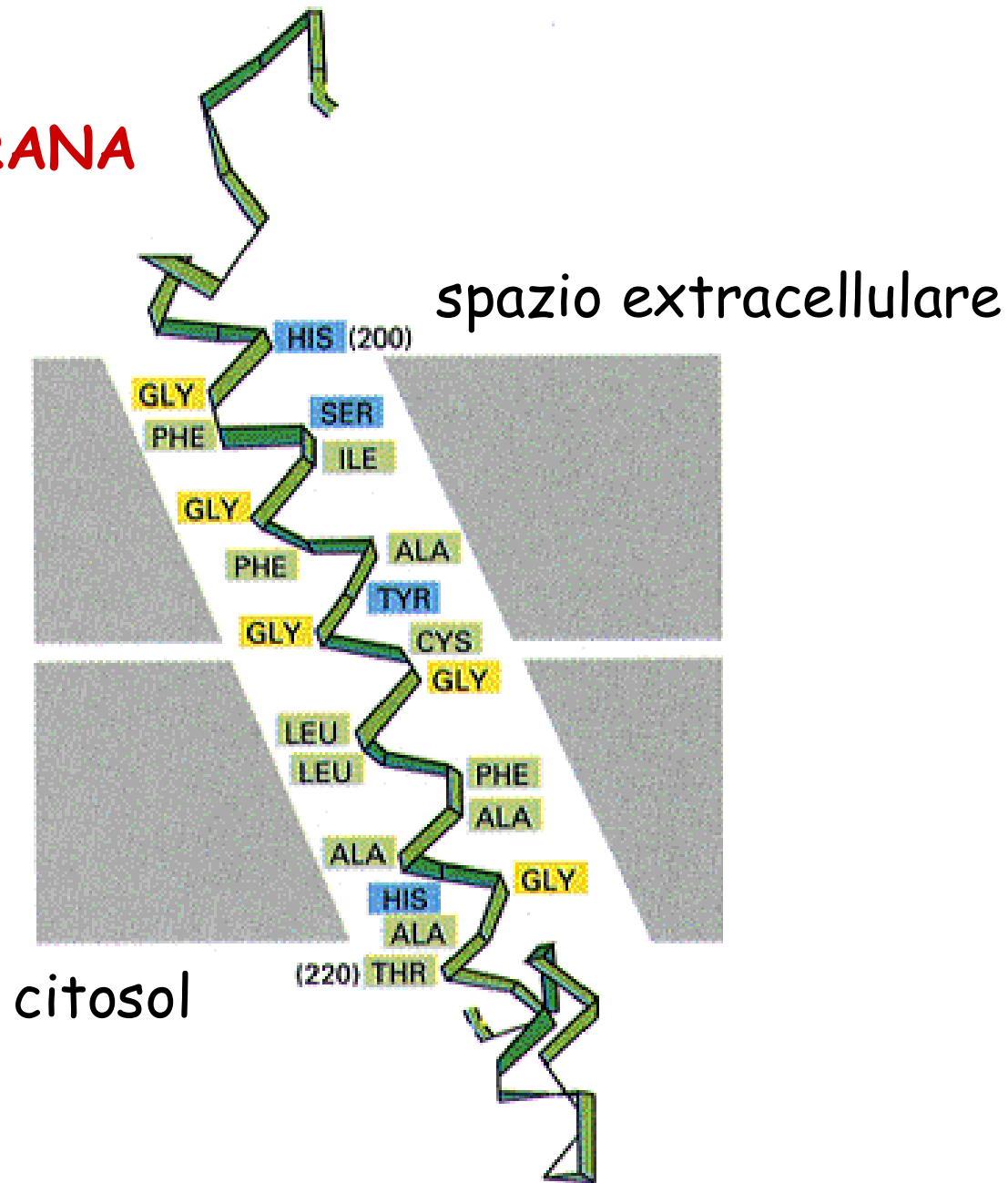
PROTEINE DI MEMBRANA

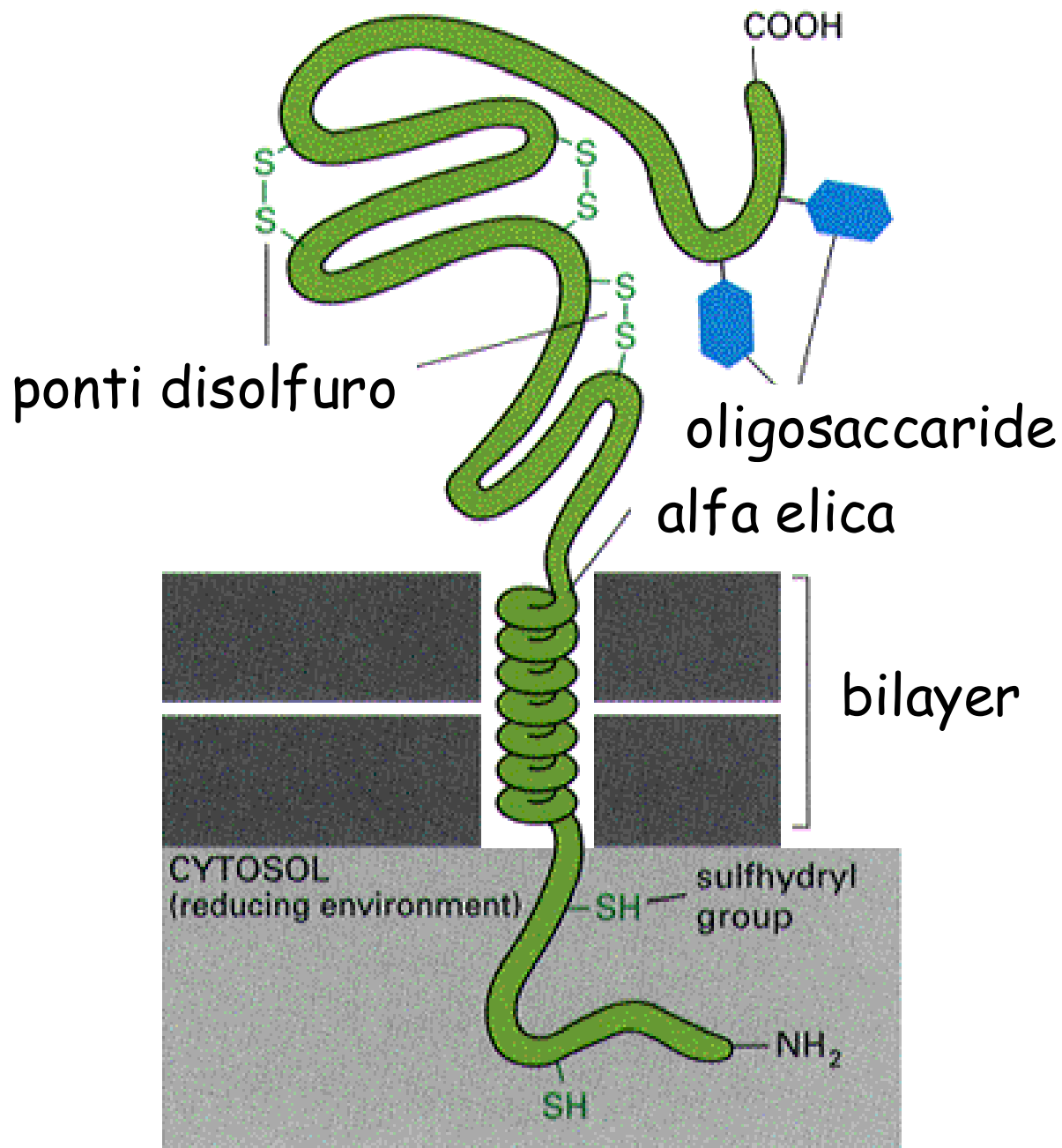
INTRINSECHE O INTEGRALI



ESTRINSECHE O PERIFERICHE

PROTEINE TRANSMEMBRANA





LE PROTEINE DI MEMBRANA HANNO VARIE FUNZIONI

RECETTORI > ormoni, fattori di crescita, virus
(INSULINA, EGF, INFLUENZA)

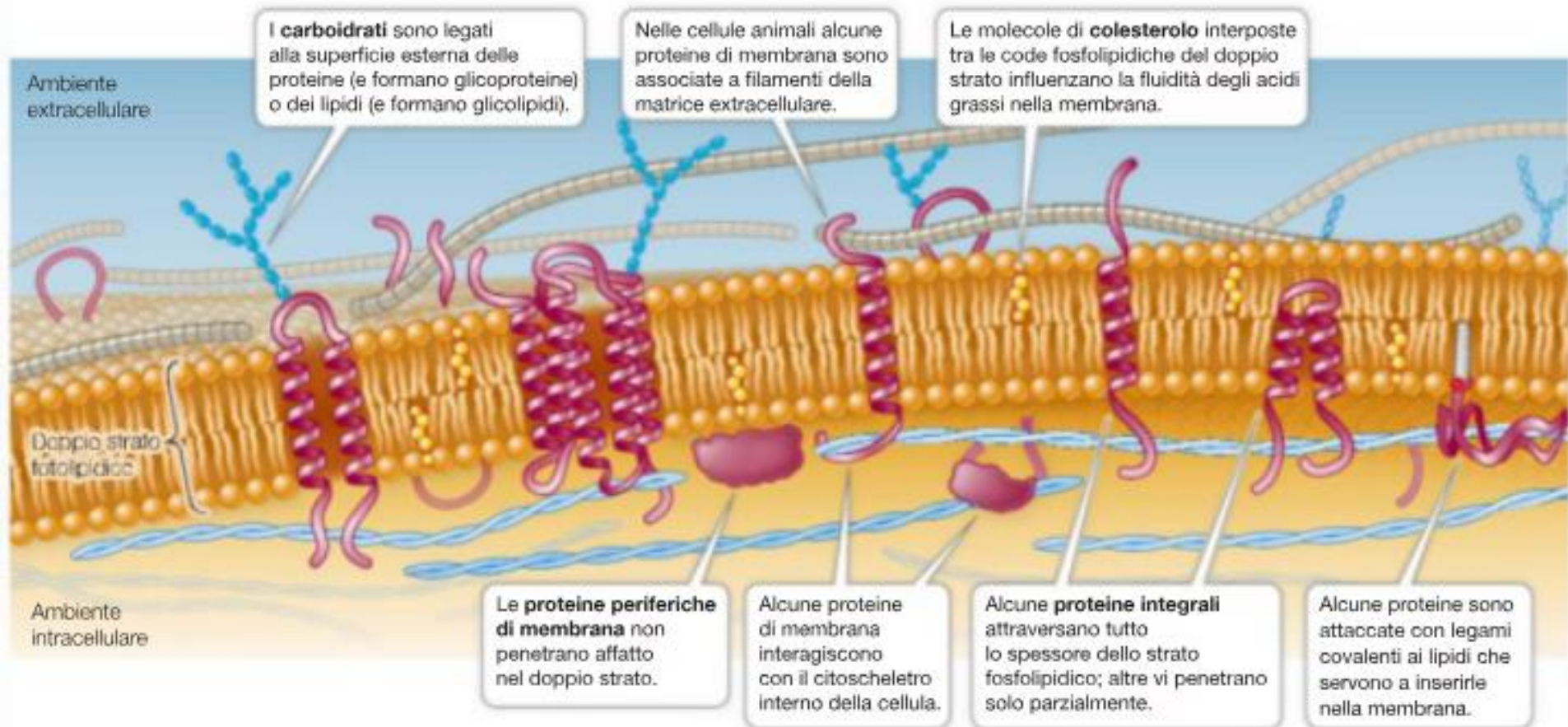
ADESIONE > cellula-cellula, cellula-matrice
(CADERINE, INTEGRINE)

TRASPORTO > canali, trasportatori
(K⁺, Na/K-ATPasi)

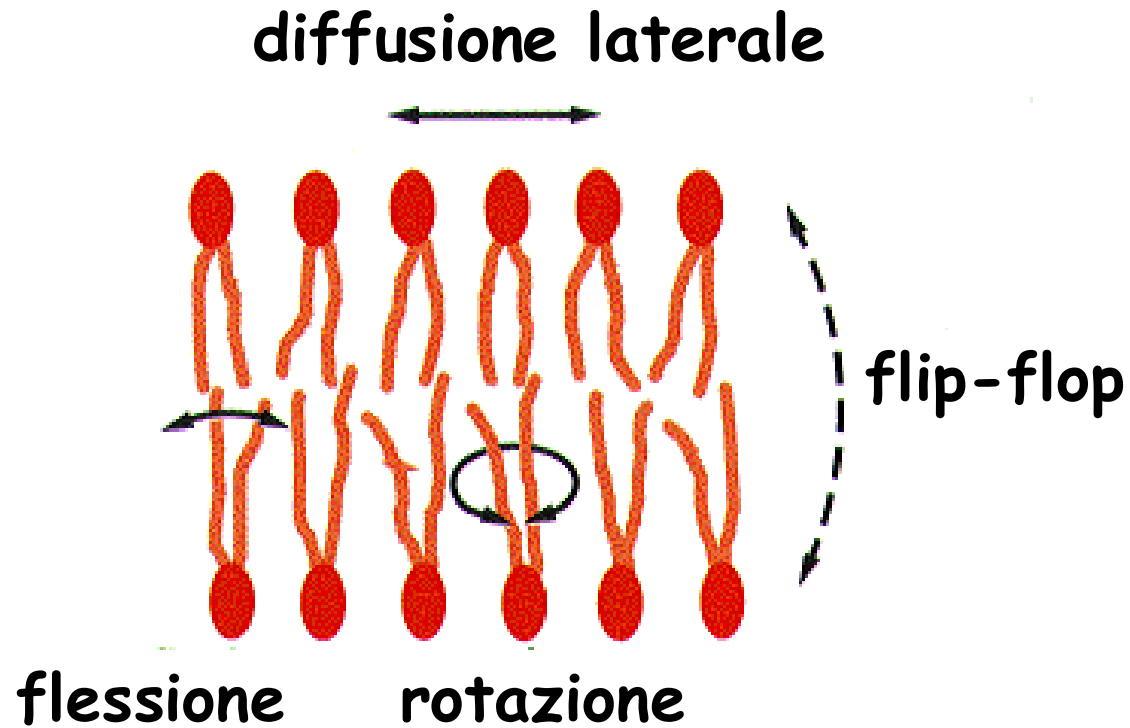
ENZIMI > molti tipi

LE PROTEINE DI MEMBRANA SONO SPESSO
ASSOCIATE IN GROSSI COMPLESSI

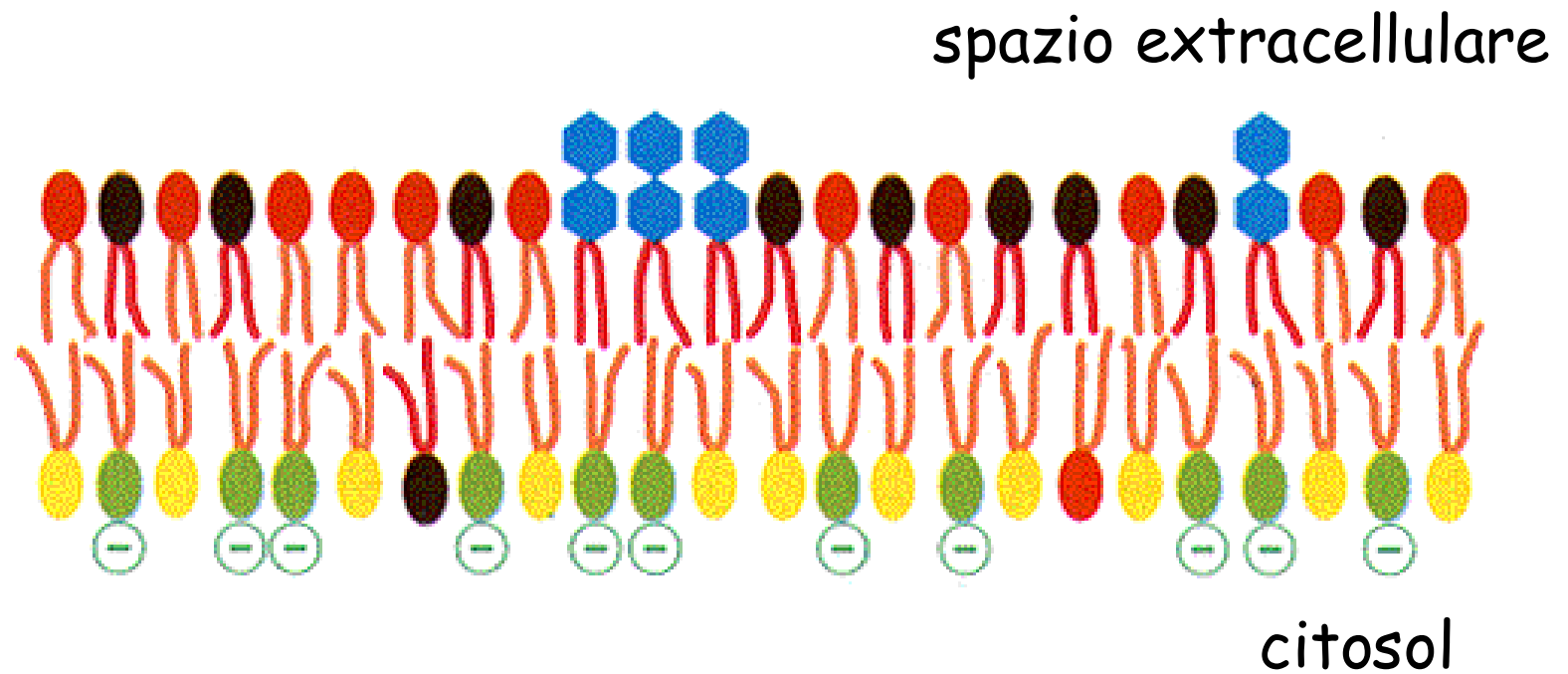
Il Modello a mosaico fluido (1972 proposto da Nicolson) spiega la struttura della membrana



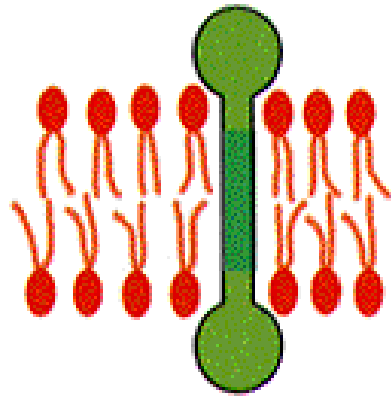
MOVIMENTI DEI LIPIDI



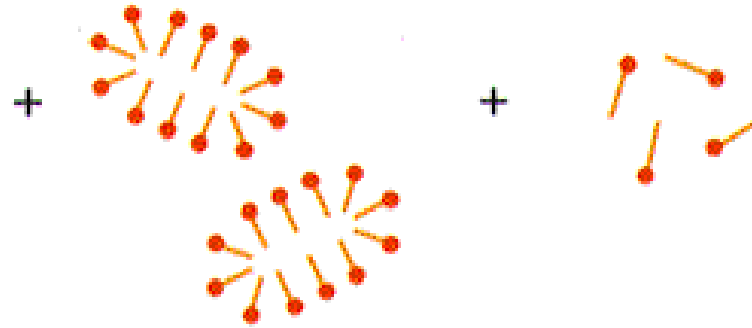
ASIMMETRIA DEL BILAYER LIPIDICO



DETERGENTI

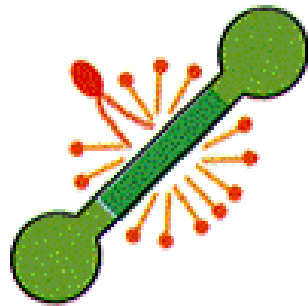


membrane protein
in lipid bilayer



detergent
micelles

detergent
monomers



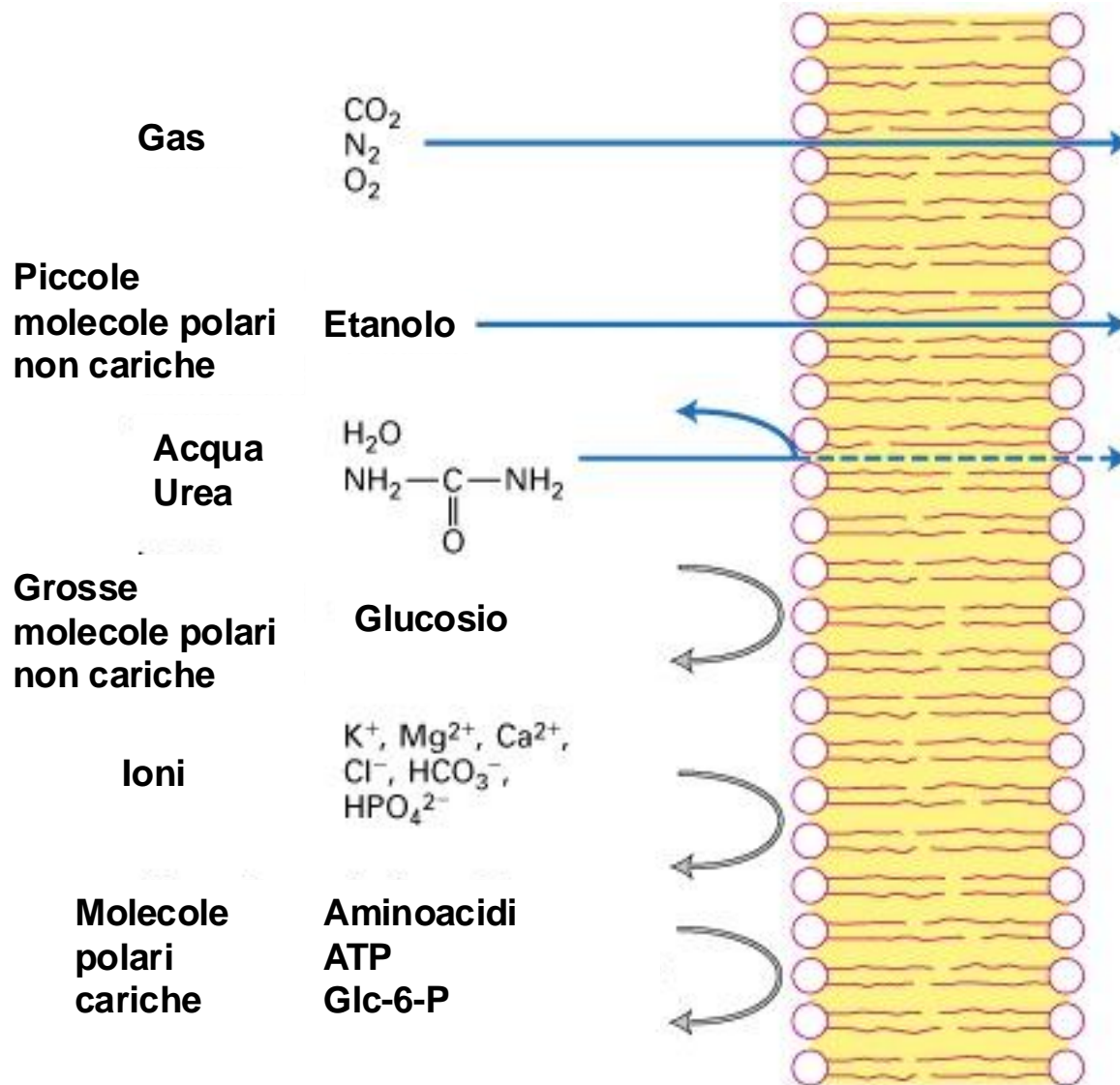
water-soluble protein-
lipid-detergent complex



soluble mixed
lipid-detergent
micelles

**Il trasporto di molecole
attraverso la membrana
Proteine di trasporto**

Una membrana costituita da un puro bilayer fosfolipidico è impermeabile alle proteine e alla maggior parte delle piccole molecole



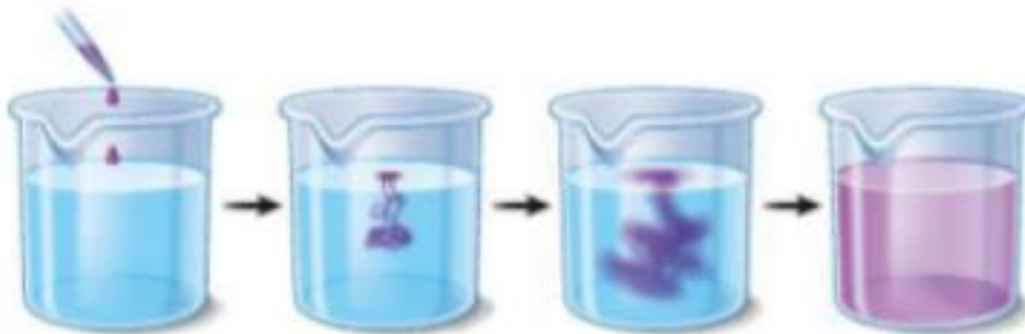
PROCESSI DI TRASPORTO

TRASPORTO PASSIVO non richiede apporto di energia chimica

TRASPORTO ATTIVO richiede apporto di energia chimica

L'energia per il trasporto passivo di una sostanza viene dal **gradiente di concentrazione**, cioè dalla differenza tra la concentrazione che esiste tra un lato e l'altro della membrana

DIFFUSIONE SEMPLICE E FACILITATA

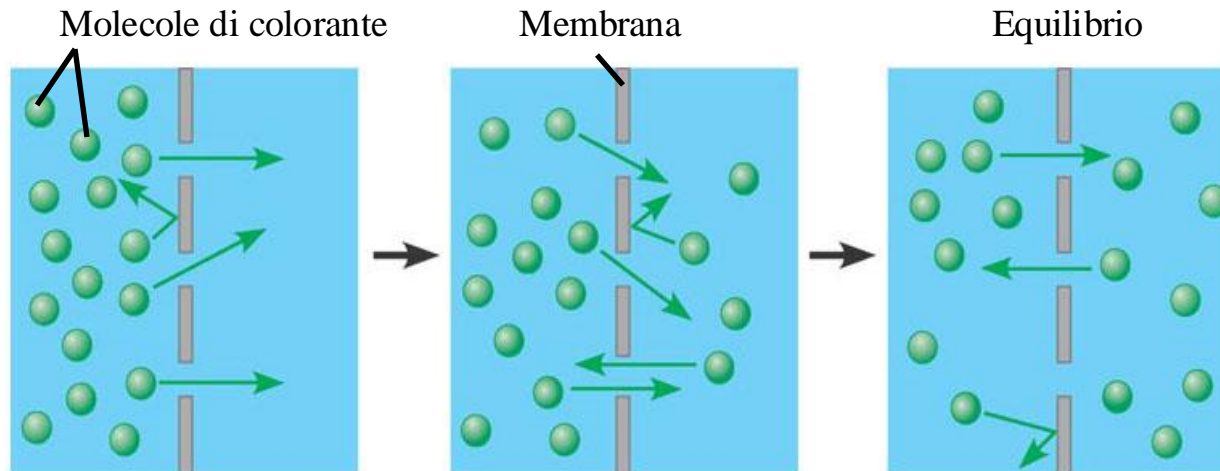


FATTORI CHE INFLUENZANO LA DIFFUSIONE

- Dimensione e massa delle molecole o ioni
- Temperatura della soluzione
- Densità della soluzione
- Gradiente di concentrazione

Diffusione semplice

- Molecole possono diffondere attraverso le membrane
- Nel trasporto passivo (**diffusione**), le sostanze diffondono attraverso le membrane senza che le cellule compiano alcun lavoro: le particelle si spostano spontaneamente da una zona dove sono più concentrate a una dove sono meno concentrate.

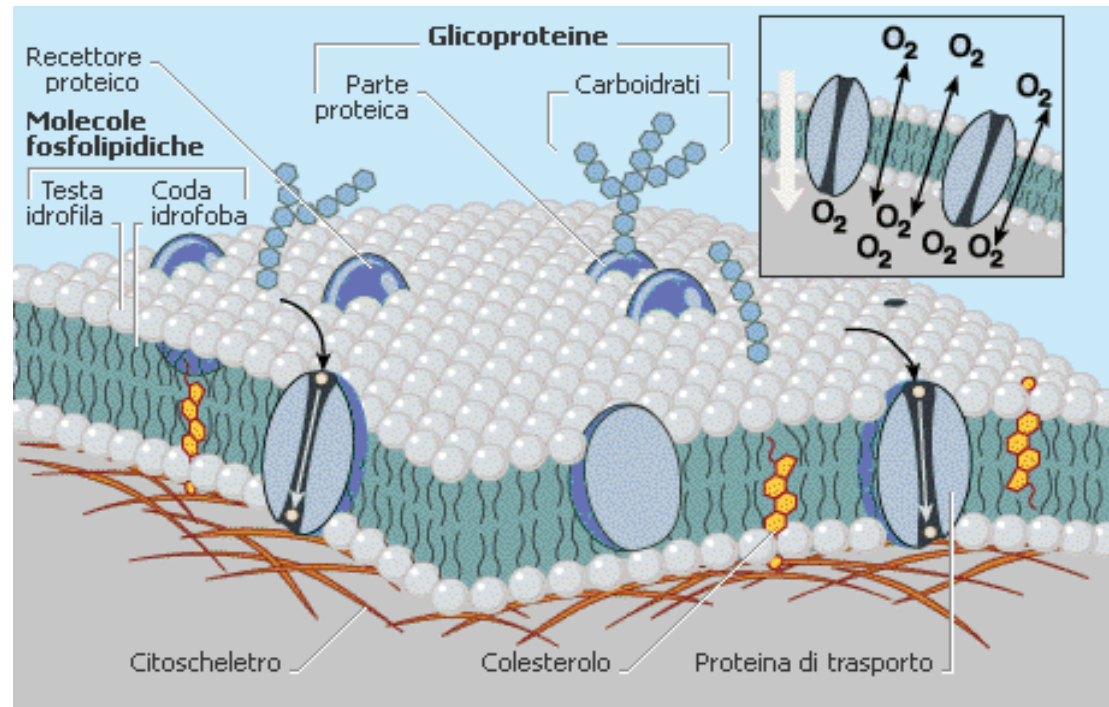


Diffusione dei gas

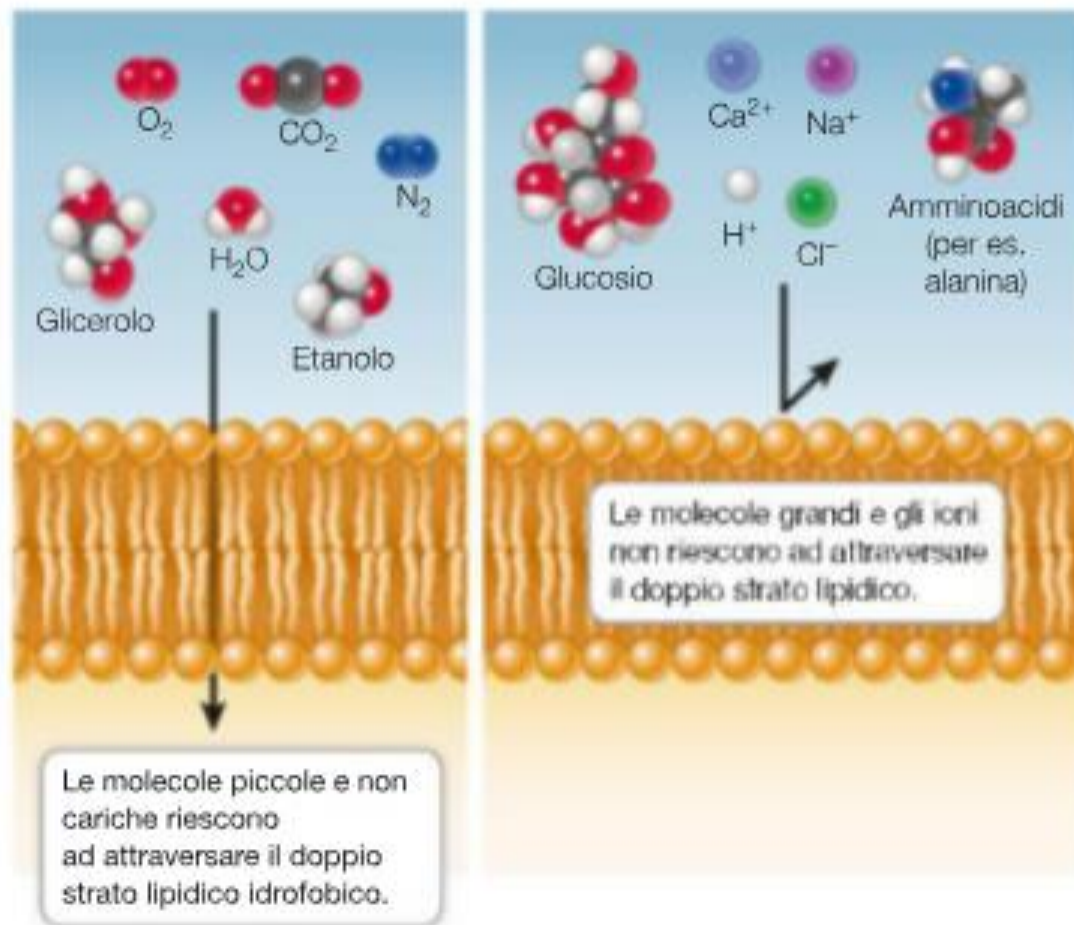
• Piccole molecole non polari diffondono facilmente attraverso il doppio strato fosfolipidico della membrana.

Ne sono un esempio

- l'ossigeno molecolare (O_2 , essenziale per il metabolismo)
- il diossido di carbonio (CO_2 , un prodotto di rifiuto metabolico)

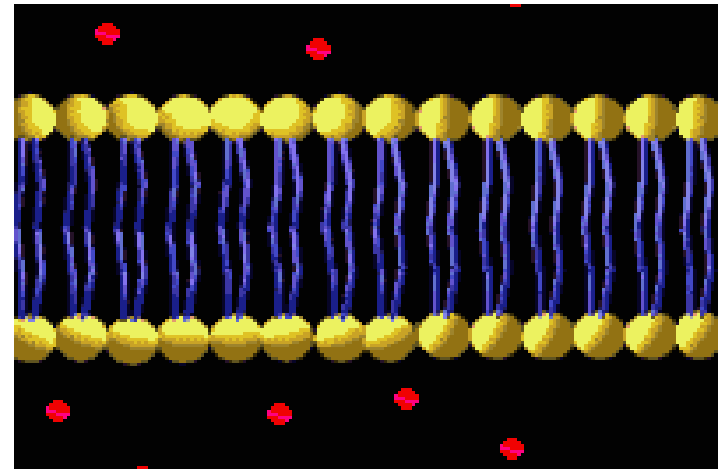
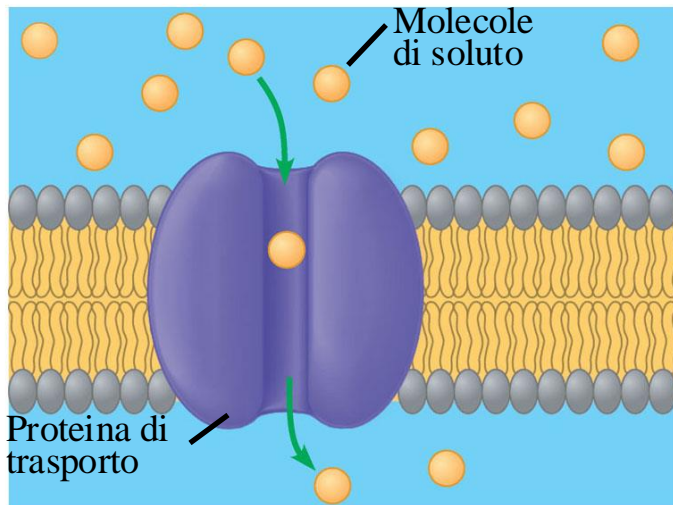


PERMEABILITA' DEI DOPPI STRATI FOSFOLIPIDICI

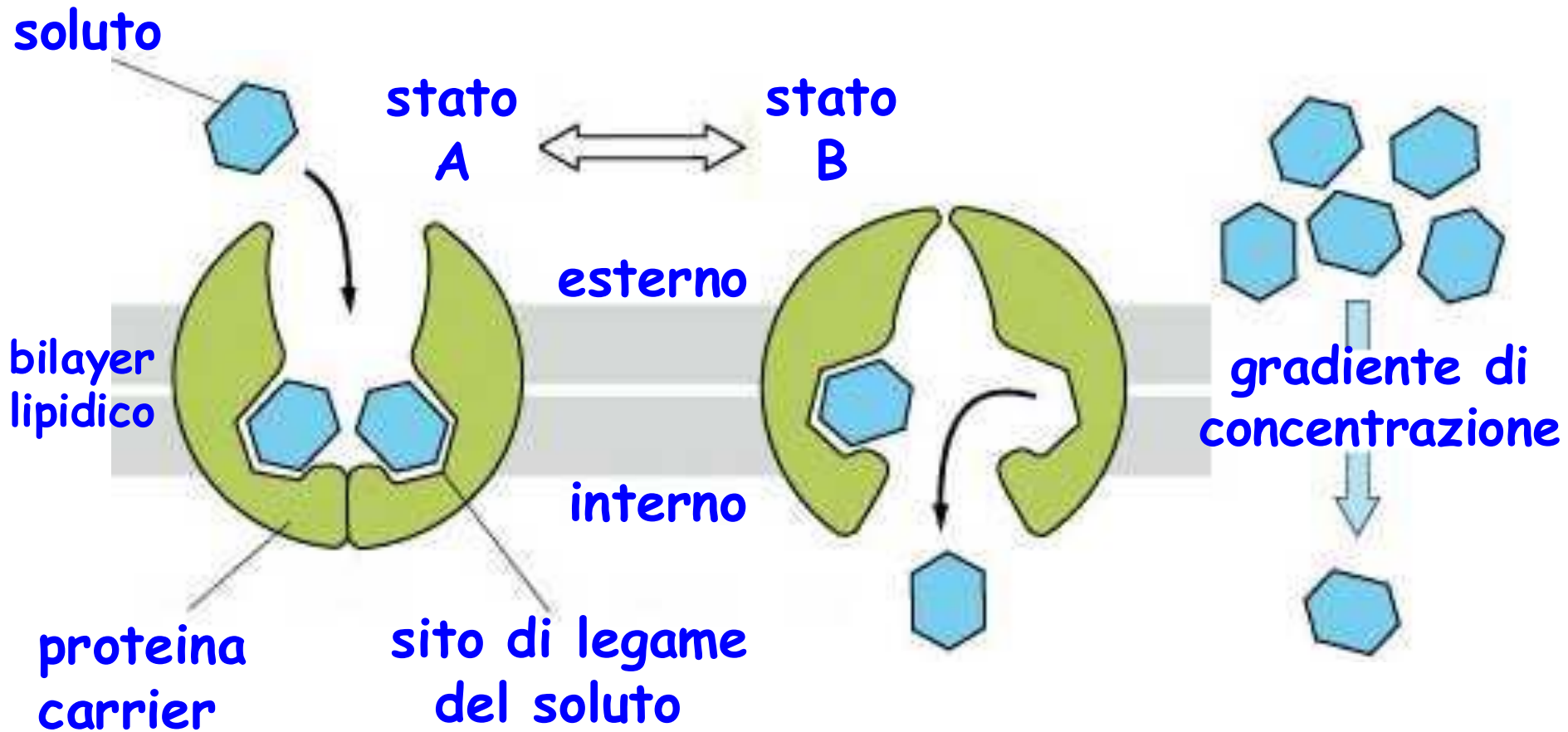


Diffusione facilitata

- La diffusione di molte molecole è facilitata da proteine di trasporto
 - Molte tipi di molecole non diffondono liberamente attraverso le membrane.
 - Queste molecole attraversano le membrane con l'aiuto di proteine di trasporto che forniscono un passaggio attraverso le membrane in un processo chiamato **diffusione facilitata**.



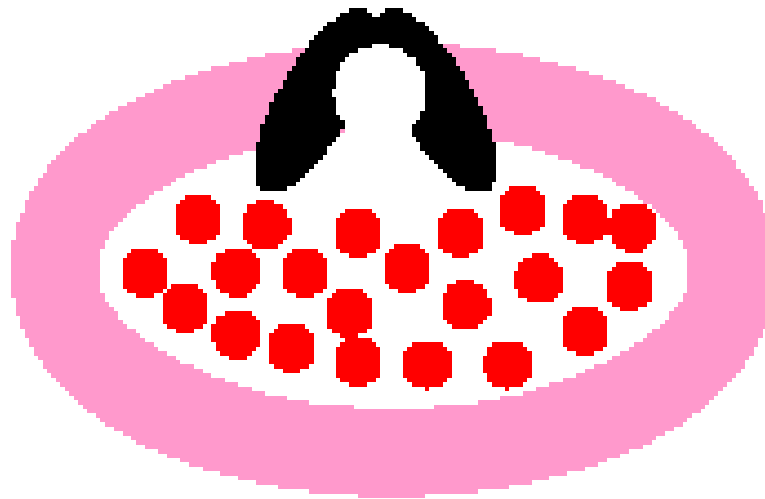
Diffusione Facilitata



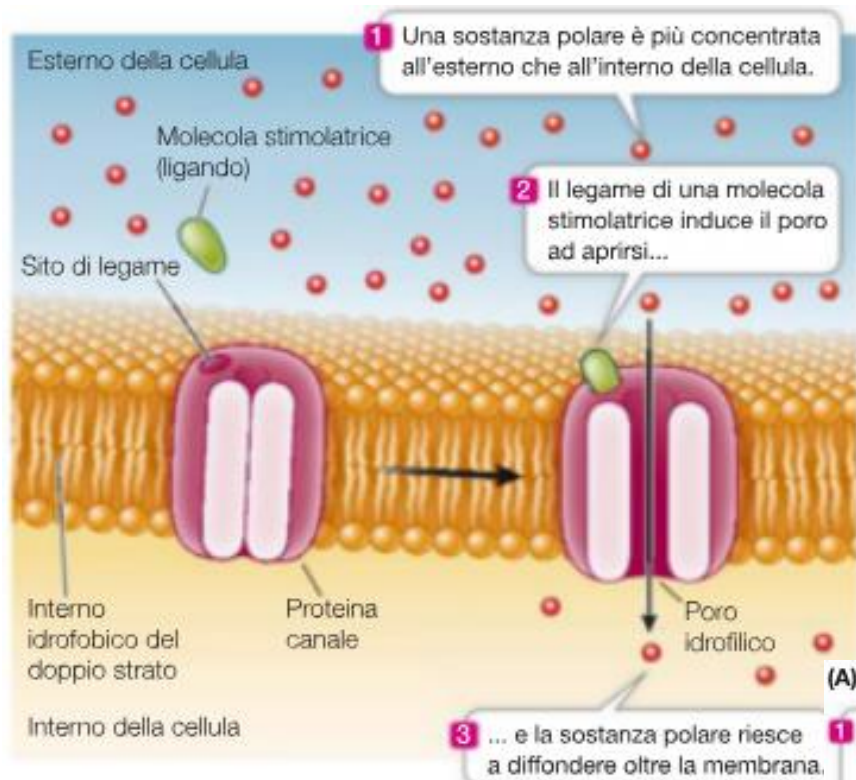
es. Trasportatore del glucosio negli epatociti

La *driving force* per il trasporto in qualsivoglia direzione è determinata dal gradiente di concentrazione attraverso la membrana

Diffusione Facilitata

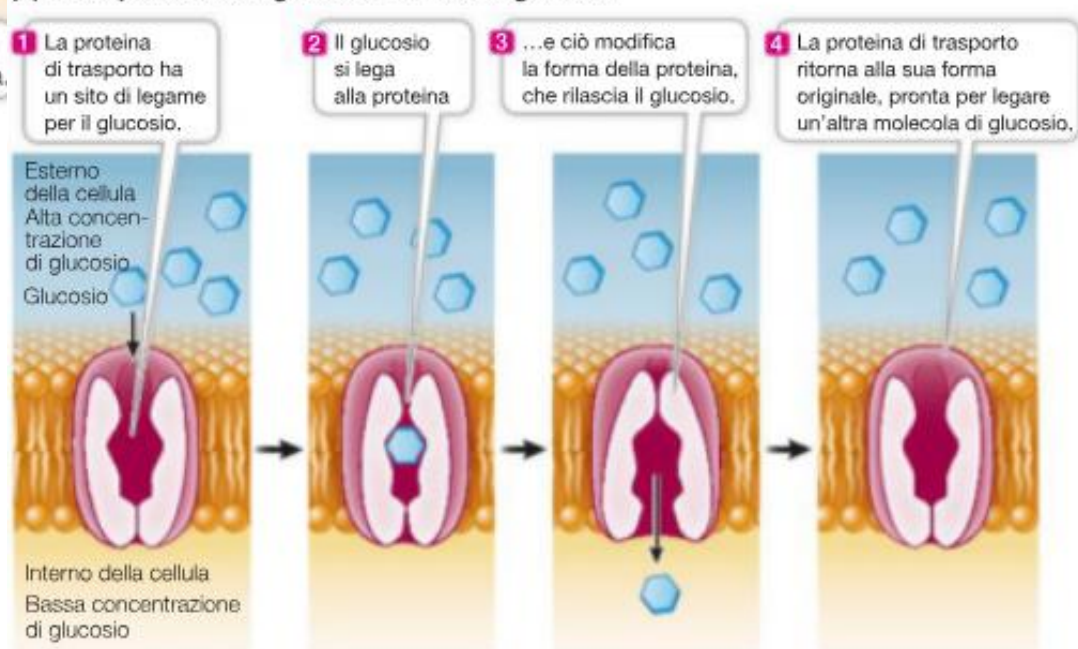


PROTEINE CANALE



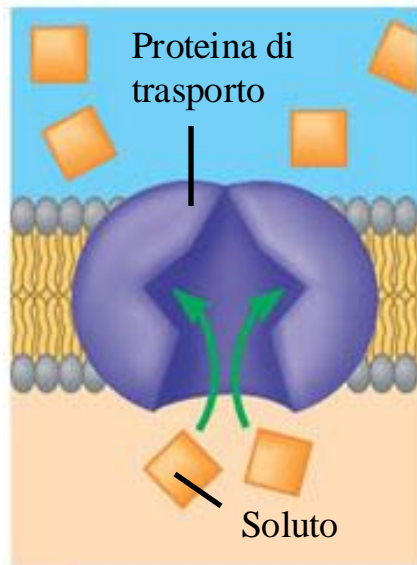
PROTEINE CARRIER

(A) Il trasportatore del glucosio fa entrare il glucosio

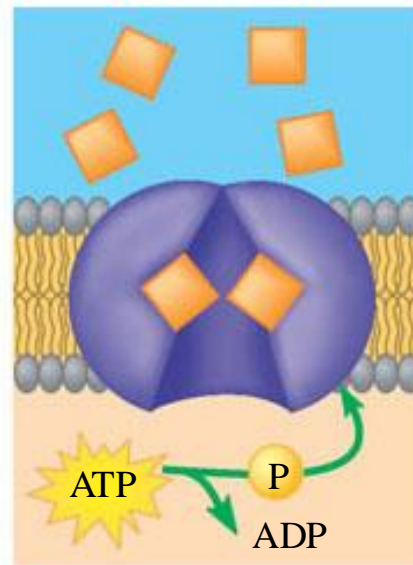


Trasporto attivo

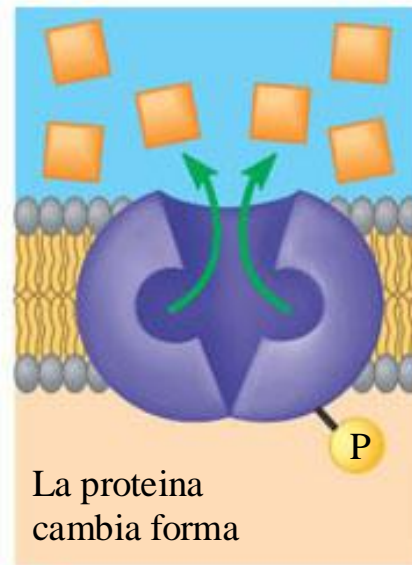
- La cellula spende energia per il trasporto attivo
- Le proteine di trasporto possono spostare i soluti contro un gradiente di concentrazione attraverso il **trasporto attivo**, un processo che richiede ATP.



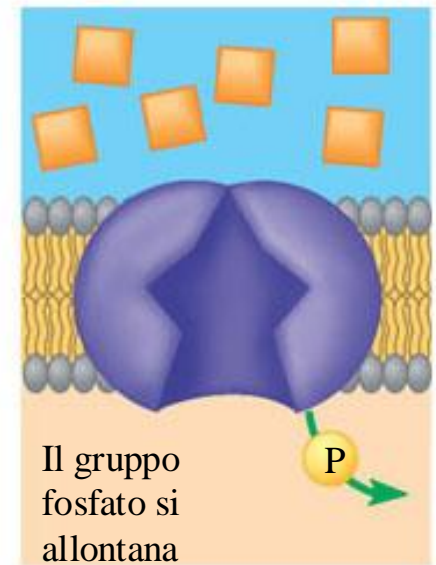
1 Legame con il soluto



2 Fosforilazione



3 Trasporto



4 Proteina originaria

Concentrazioni ioniche intracellulari ed extracellulari

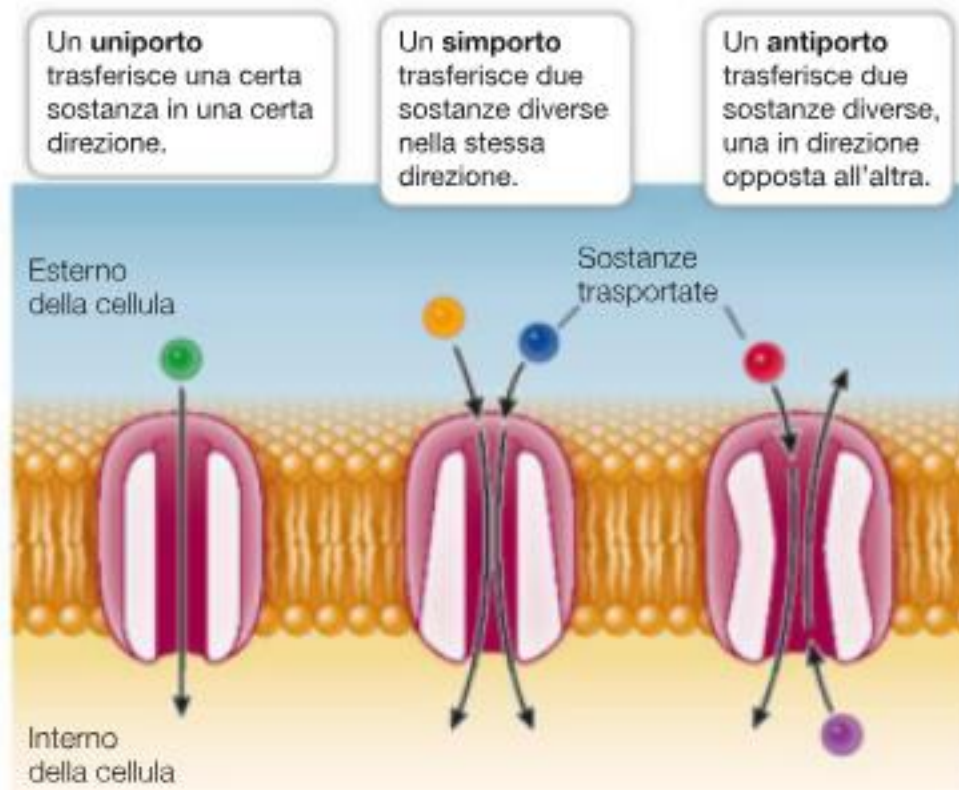
Ione	Intracellulare	Extracellulare
Na ⁺	5-15 mM	145 mM
K ⁺	140 mM	5 mM
Mg ²⁺	0.5 mM	1-2 mM
Ca ²⁺	10 ⁻⁷ mM	1-2 mM
H ⁺	10 ^{-7.2} M (pH 7.2)	10 ^{-7.4} M (pH 7.4)
Cl ⁻	5-15 mM	110 mM
Anioni fissi	high	0 mM

La [intracellulare] è molto diversa dalla [extracellulare]
I cationi sono bilanciati dagli anioni

Il trasporto attivo è direzionale

Esistono tre tipi di proteine coinvolte nel trasporto attivo:

- **Uniporto:** muove solo una sostanza e a senso unico
- **Simporto:** muove due sostanze nello stesso senso
- **Antiporto:** sposta due sostanze in senso opposto

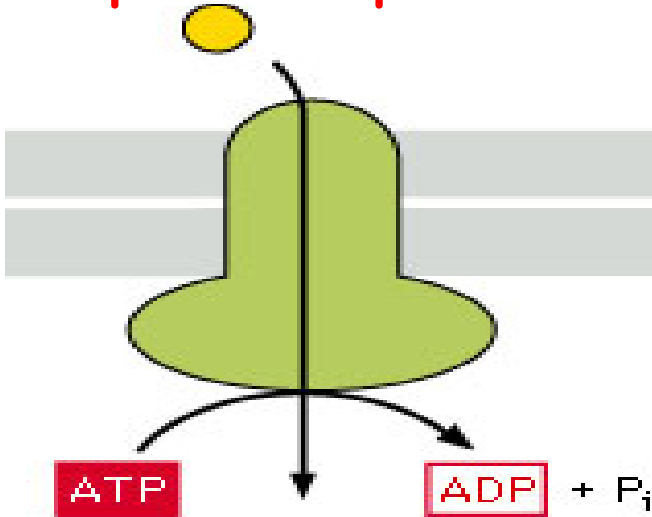


Trasporti Attivi

Il trasporto di un soluto contro un gradiente elettrochimico richiede l'utilizzo di energia

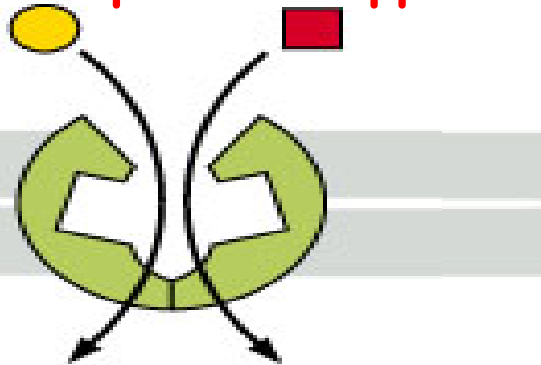
Due strategie sono adottate dalle cellule animali:

Pompe ATP-dipendenti

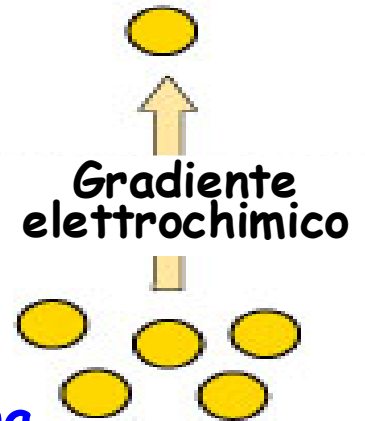


Trasporto in salita
accoppiato direttamente
all'idrolisi dell'ATP

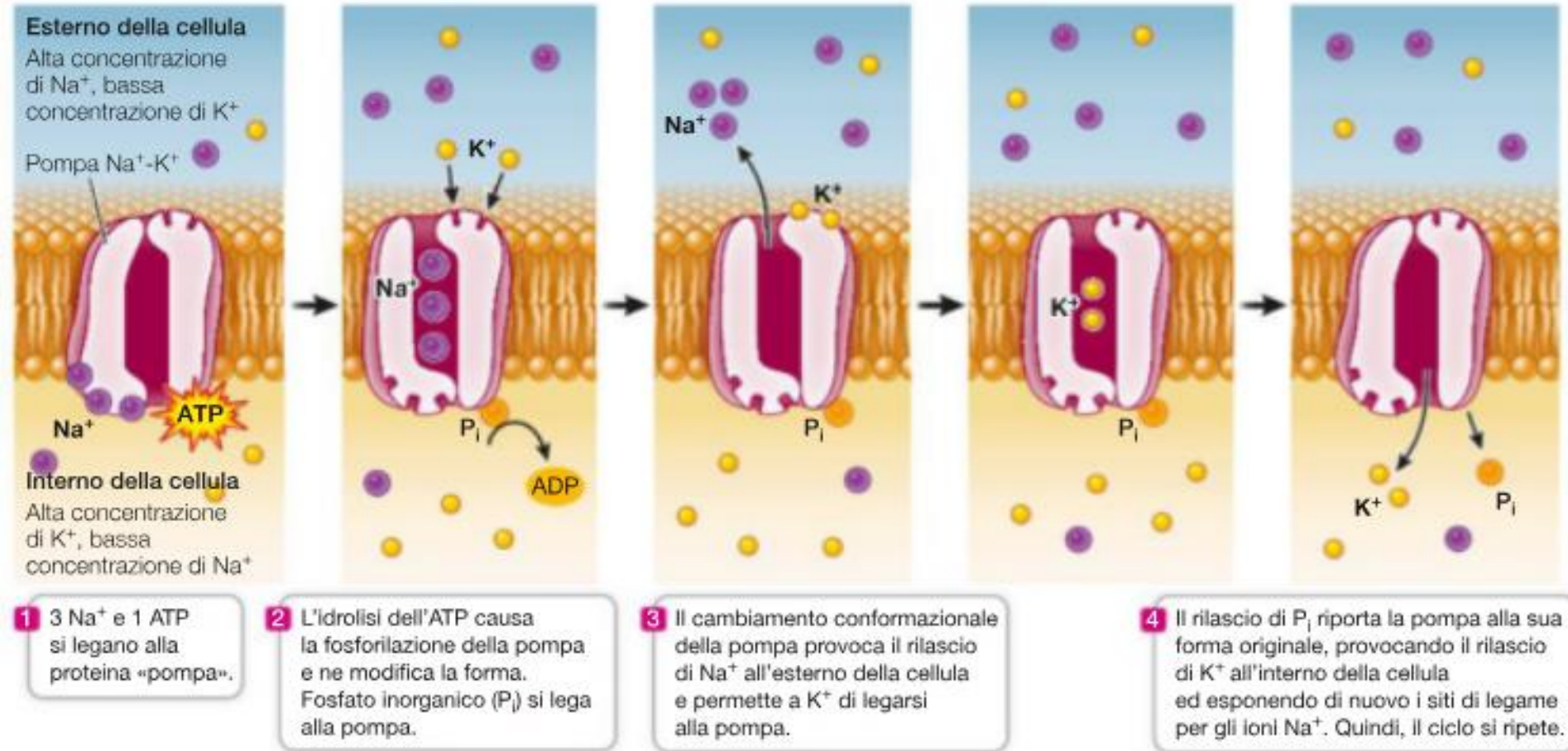
Trasporti accoppiati



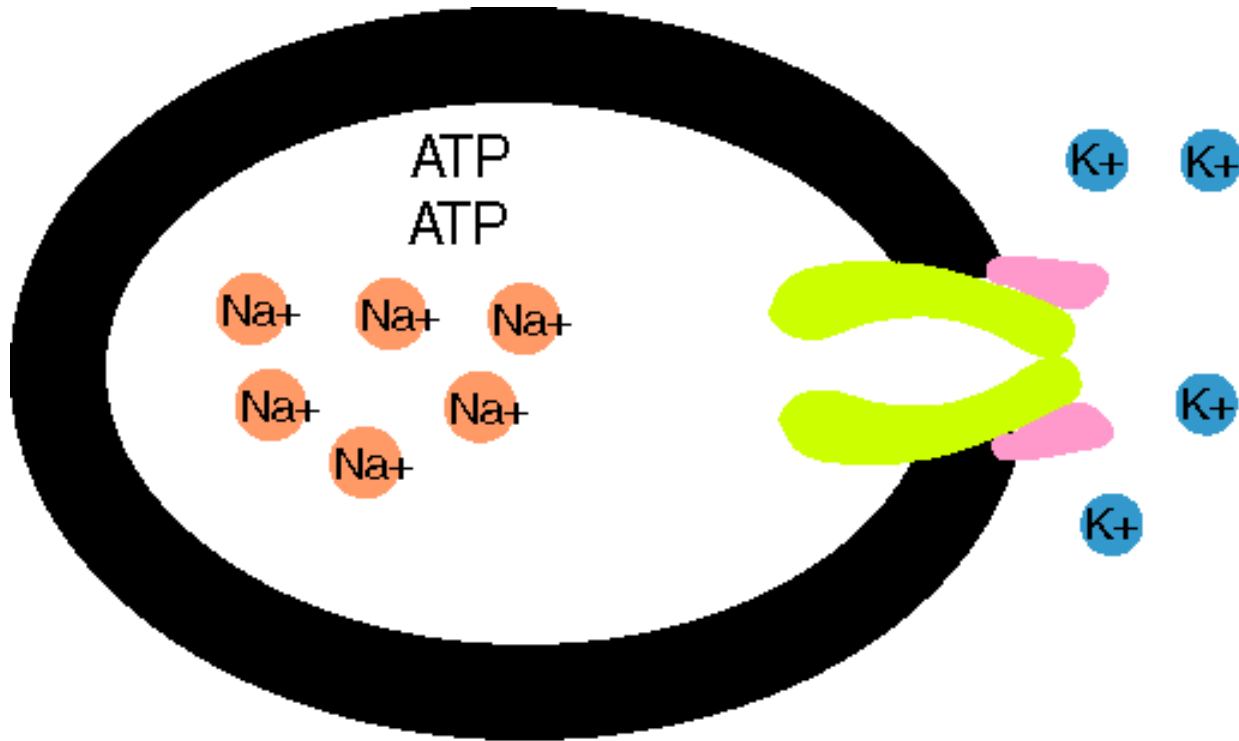
Trasporto in salita di una
molecola ● accoppiato
al trasporto in discesa di
un'altra ■



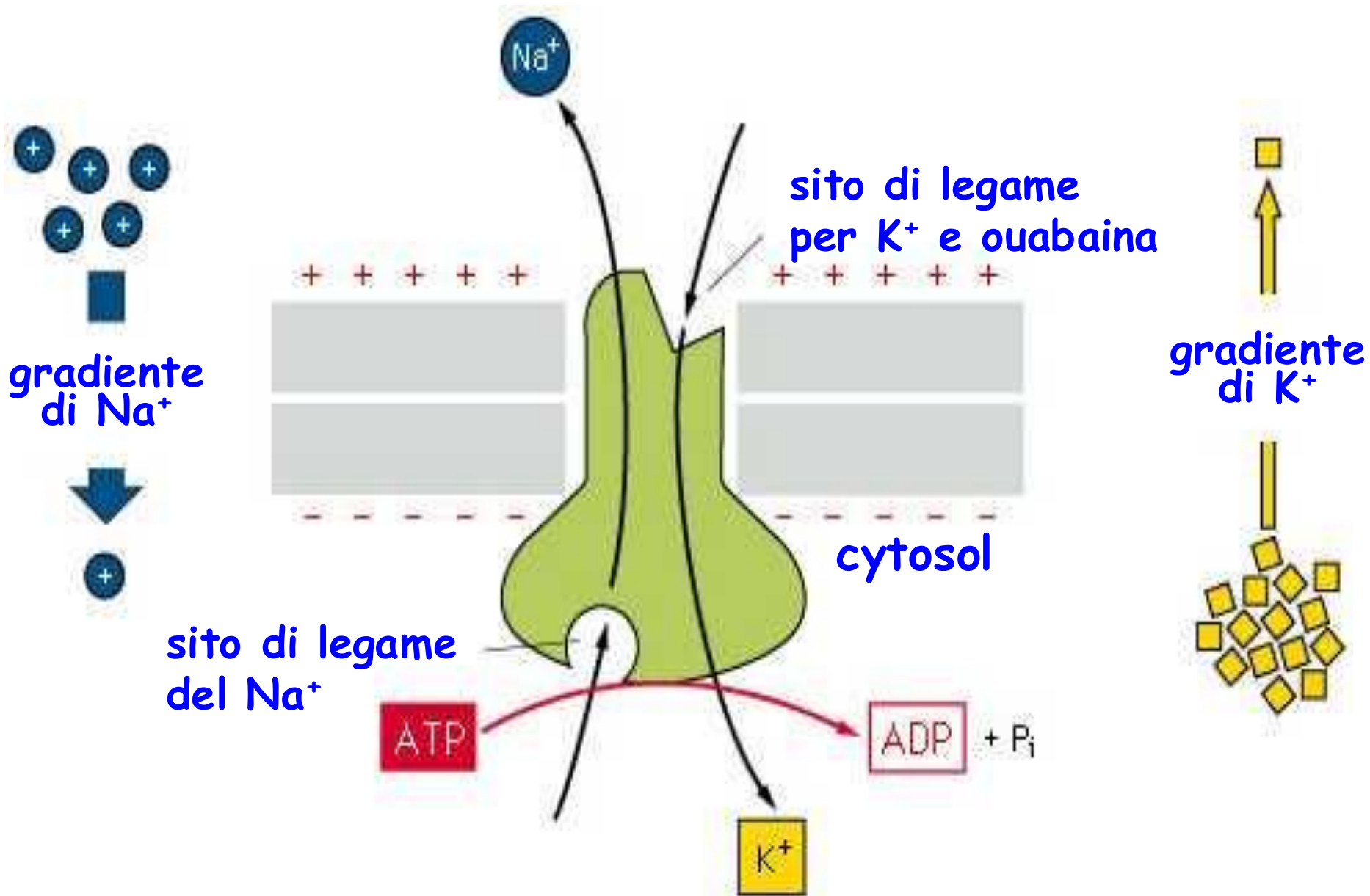
La pompa $\text{Na}^+ - \text{K}^+$



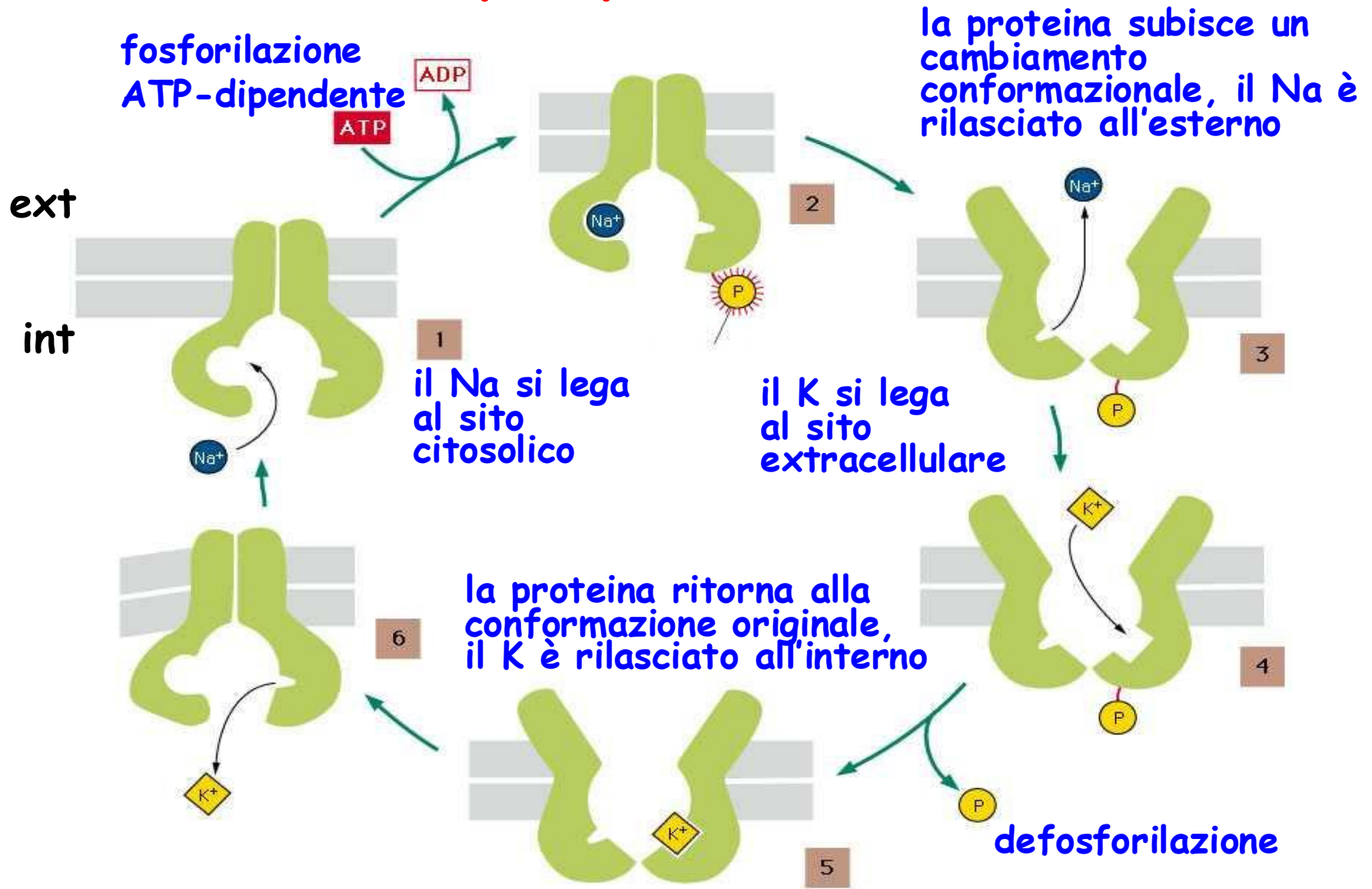
Na⁺/K⁺ ATPasi



Na⁺/K⁺ ATPasi



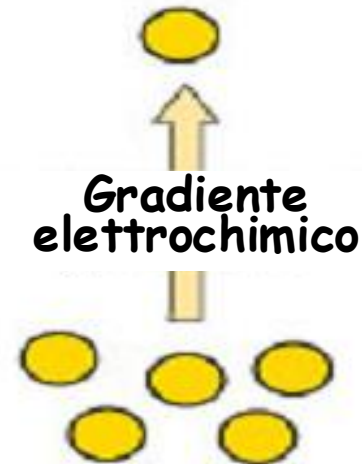
Ciclo della pompa Na^+/K^+ ATPasi




1 ciclo \approx 10 millisecondi

Trasporti accoppiati

Il gradiente di un soluto (es. gradiente del Na^+) viene usato per guidare in salita il trasporto di una seconda molecola - *trasporto attivo secondario*

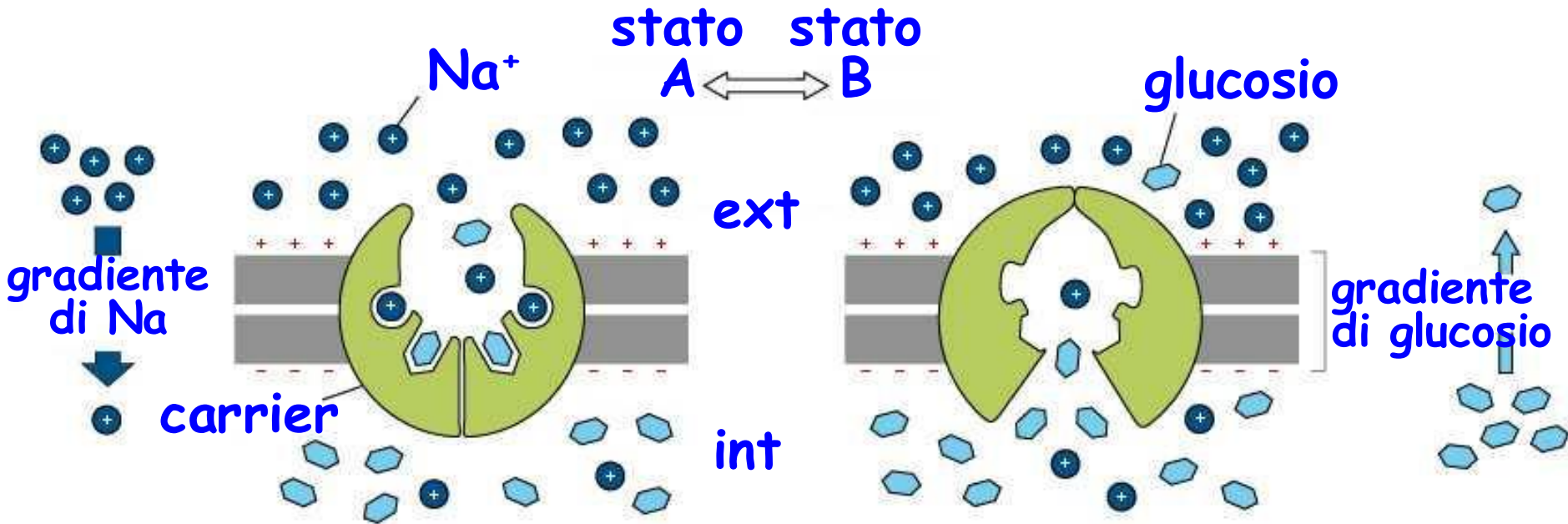


Trasporto in *salita* di una molecola  accoppiato al trasporto in *discesa* di un'altra 

Trasporti accoppiati al gradiente di Na

Nelle cellule animali molti processi di trasporto di membrana sono accoppiati al gradiente del Na.

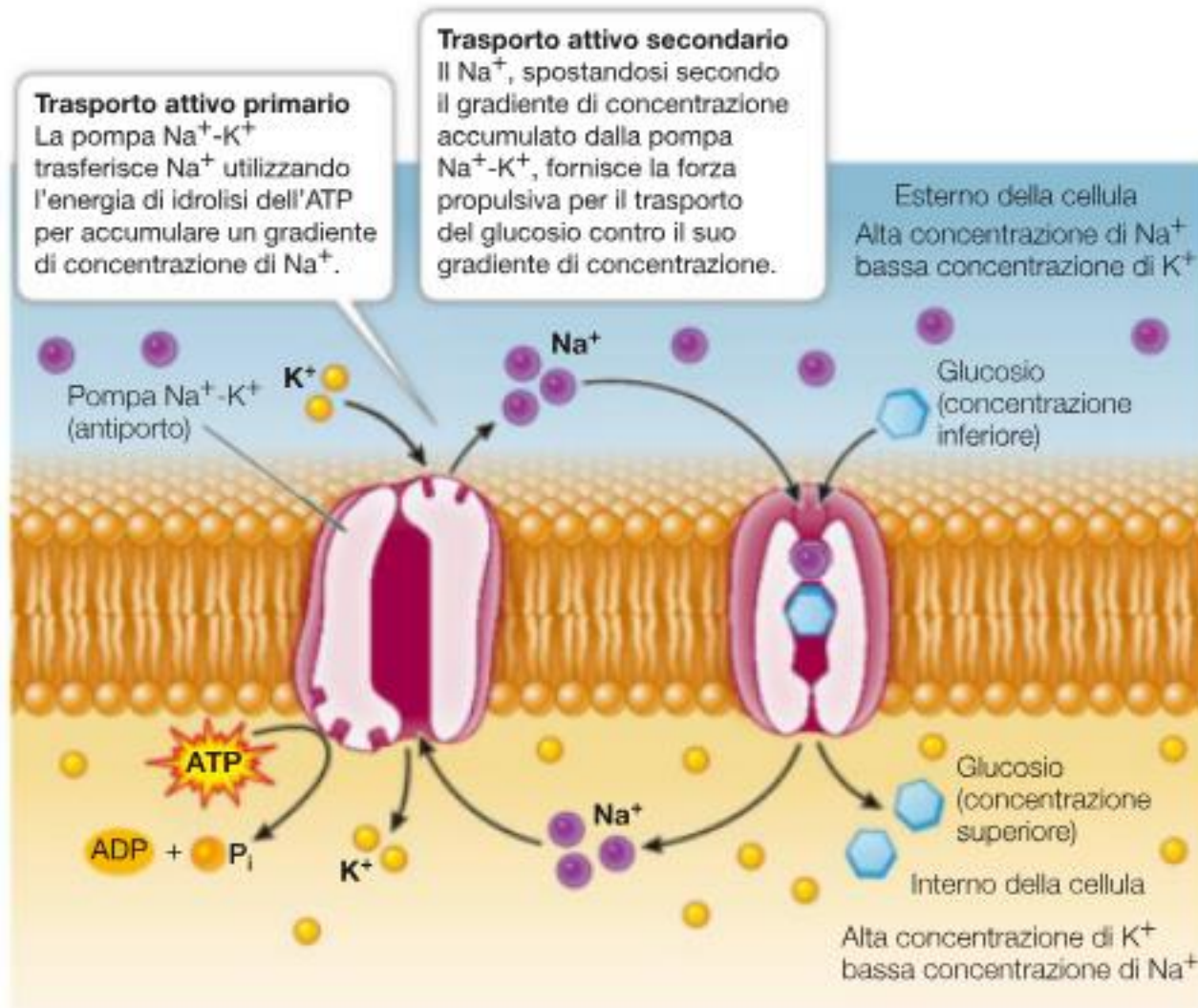
Es. Trasporto del glucosio in cellule dell'epitelio intestinale



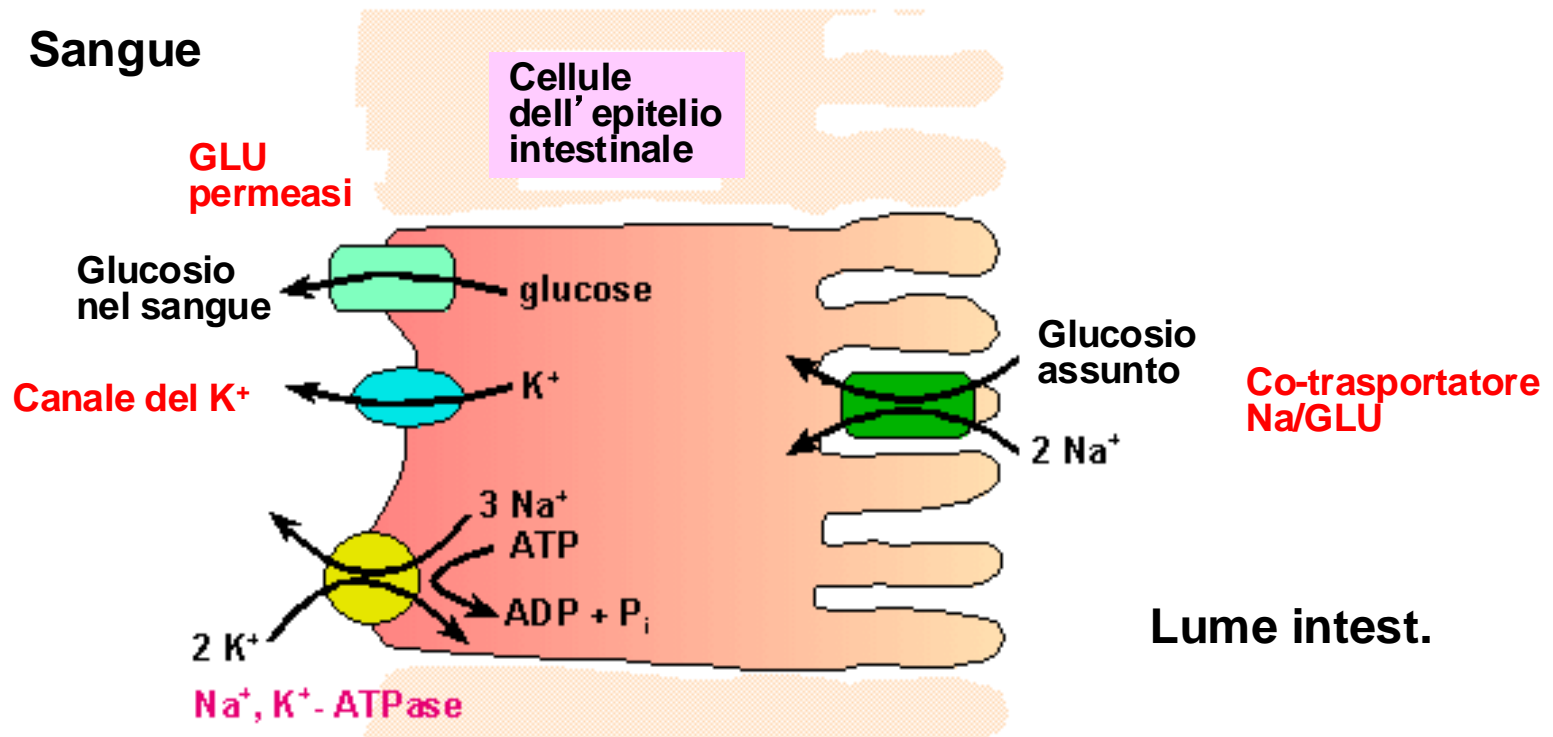
Stechiometria: $2 \text{ Na}^+ \rightarrow 1 \text{ Glc}$

Bloccante: **florizina**

Trasporto del glucosio accoppiato al trasporto attivo Na^+-K^+



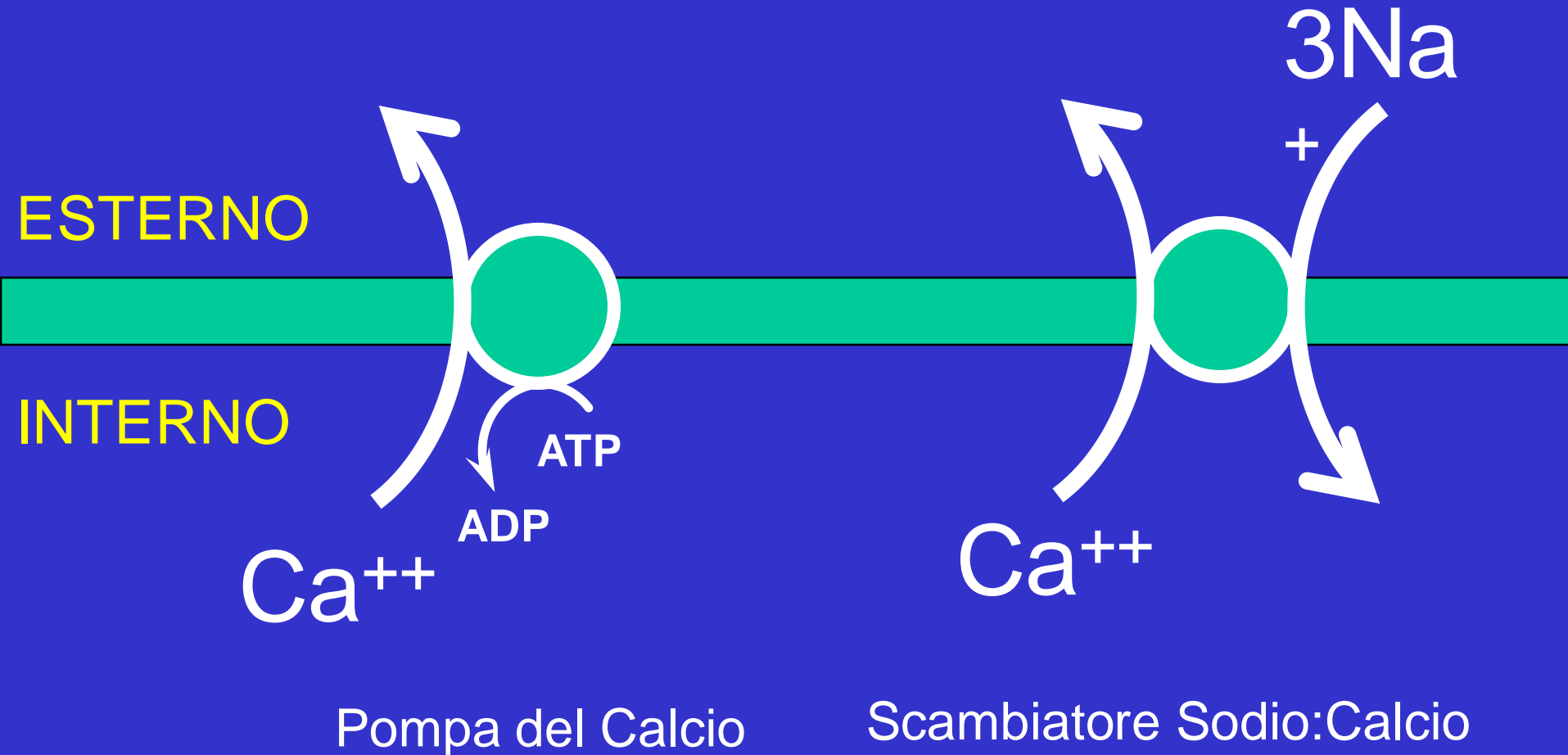
Trasporto del glucosio dal lume intestinale al sangue



Mantenimento dei livelli di Ca^{2+} intracellulare

- Il Ca^{2+} è coinvolto in molti processi cellulari
- Il mantenimento di bassi livelli di Ca^{2+} intracellulare è critico per il normale funzionamento cellulare
- La $[\text{Ca}^{2+}]$ extracellulare \gggg della $[\text{Ca}^{2+}]$ intracellulare
- Le pompe del Ca^{2+} ATP-dipendenti della membrana plasmatica e del reticolo endoplasmatico pompano attivamente Ca^{2+} fuori dal citoplasma
- Esiste anche uno scambiatore Na/Ca (T.A.II) che pompa attivamente Ca^{2+} fuori dalla cellula

Quali meccanismi mantengono l'ampio gradiente di calcio?



I gradienti di calcio esistono sia all'interno della cellula che a cavallo della membrana plasmatica

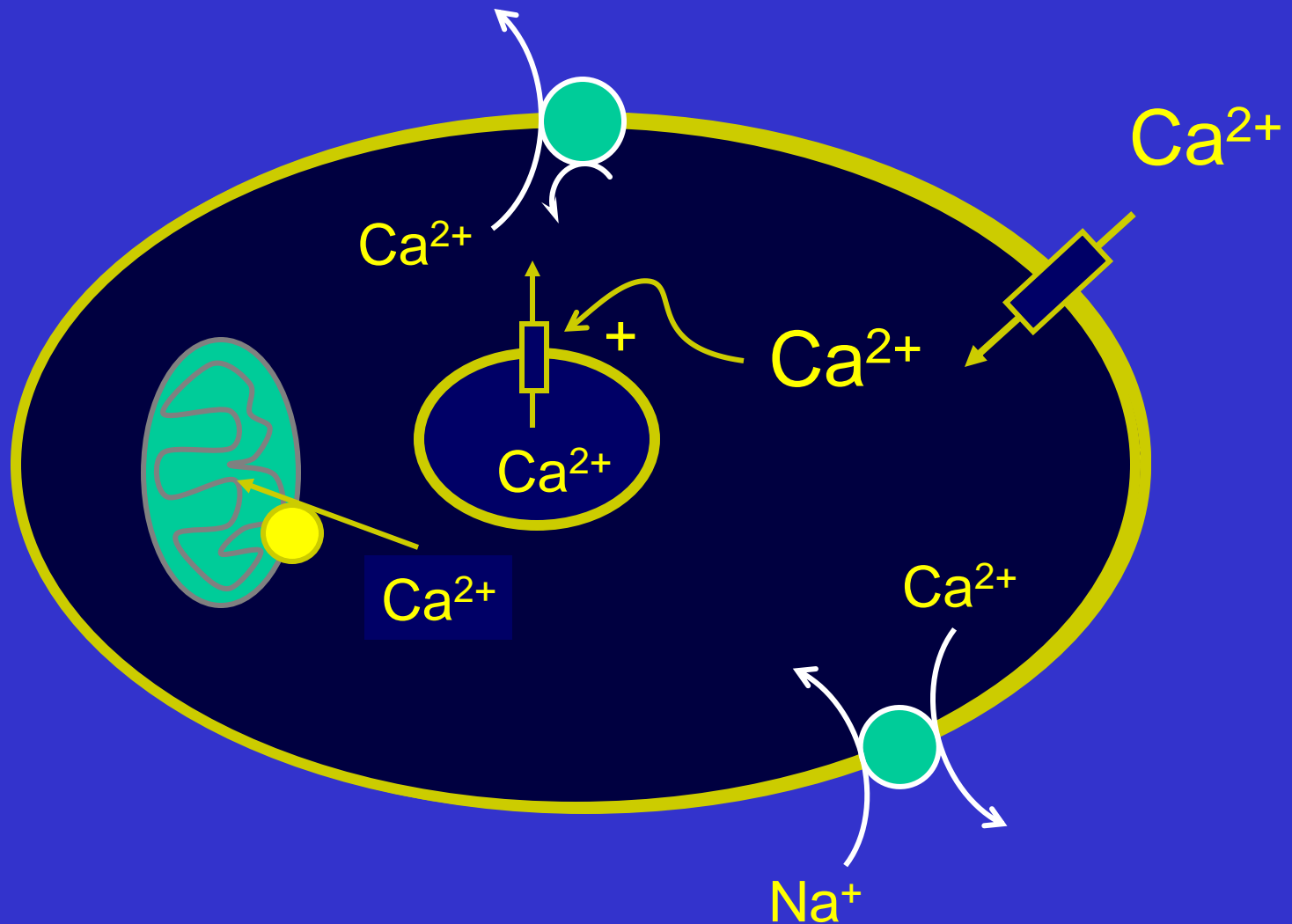
Contrazione

Secrezione

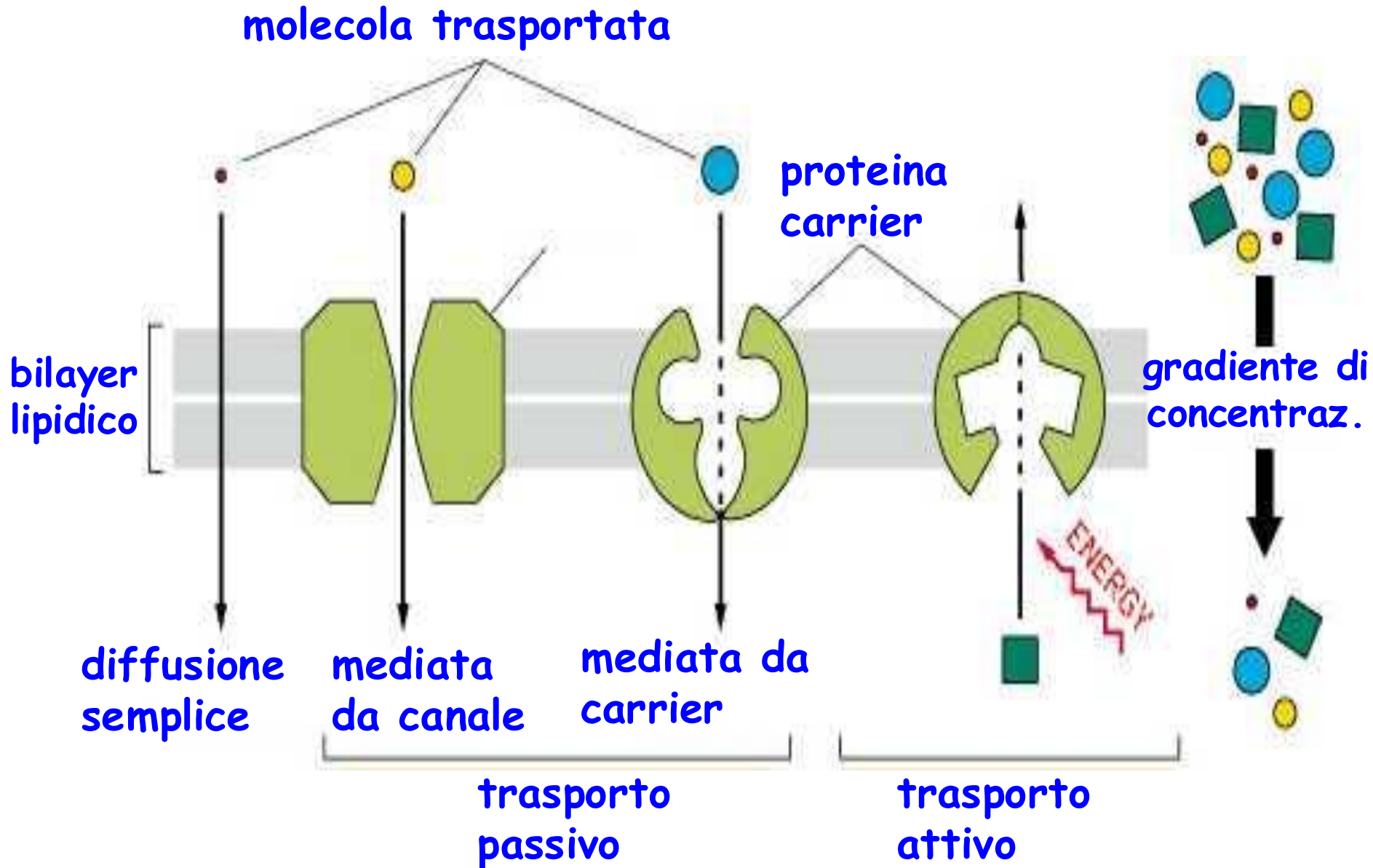
Esocitosi

Espressione di geni

Secondo messaggero



Trasporti passivi e attivi a confronto



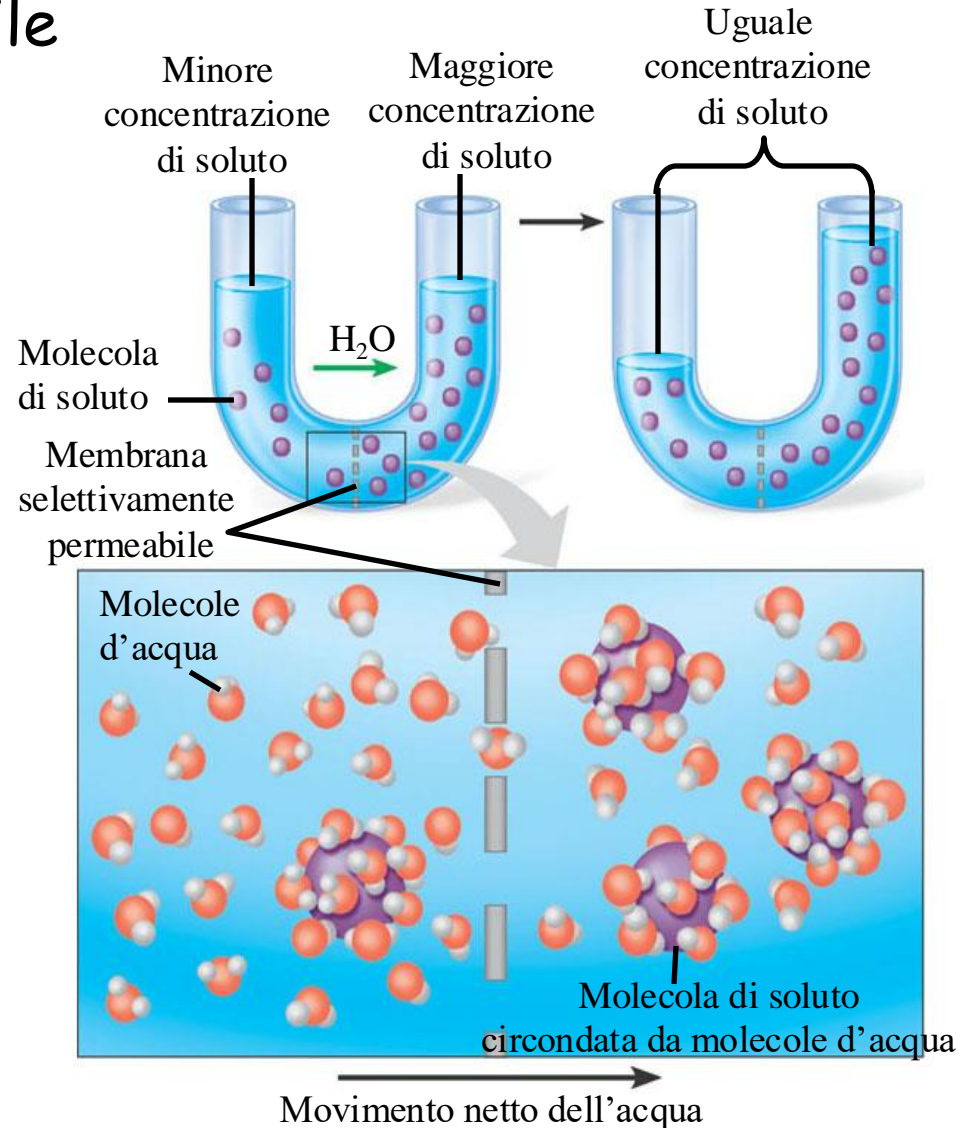
Active Transport

© Sinauer Associates, Inc.

Osmosi

• L'osmosi è una diffusione di acqua attraverso una membrana semipermeabile

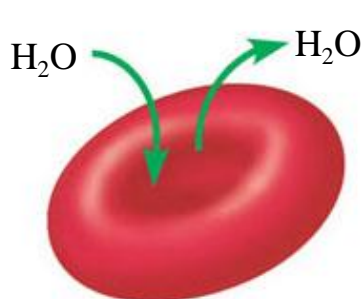
Nell'osmosi l'acqua si sposta da una soluzione nella quale la concentrazione di soluto è minore a una soluzione nella quale la concentrazione di soluto è maggiore.



Soluzioni a diversa concentrazione

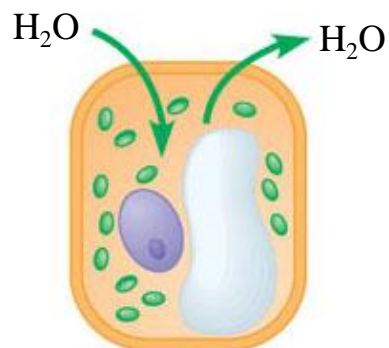
Comportamento delle cellule poste in soluzioni con diversa concentrazione:

Soluzione isotonica



Cellula animale

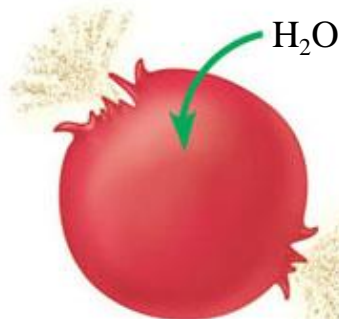
(1) Risulta normale



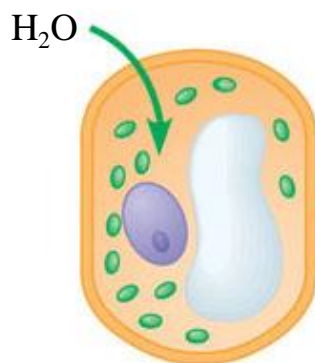
Cellula vegetale

(4) Perde consistenza

Soluzione ipotonica

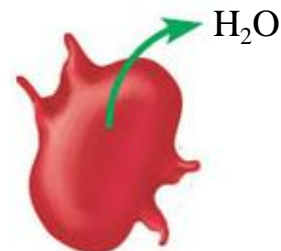


(2) Si gonfia fino a scoppiare

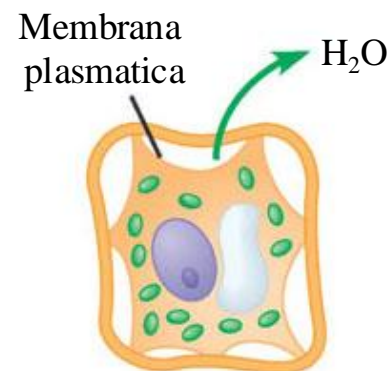


(5) È turgida

Soluzione ipertonica



(3) Si contrae



(6) Si contrae

Plasmolisi

- In cellule vegetali immerse in soluzione ipertonica si ha la riduzione del volume e quindi il distacco della membrana plasmatica dalla parete cellulare.

Ciò generalmente causa prima la perdita di turgore e poi la morte della cellula.

