

# MEMBRANA PLASMATICA

Membrana plasmatica → Permeabilità selettiva

❖ Sostanze non polari e liposolubili,  $H_2O$  e gas ( $O_2$ ;  $CO_2$ ;  $N_2$ ) penetrano rapidamente all'interno della cellula solubilizzandosi nella fase lipidica della membrana

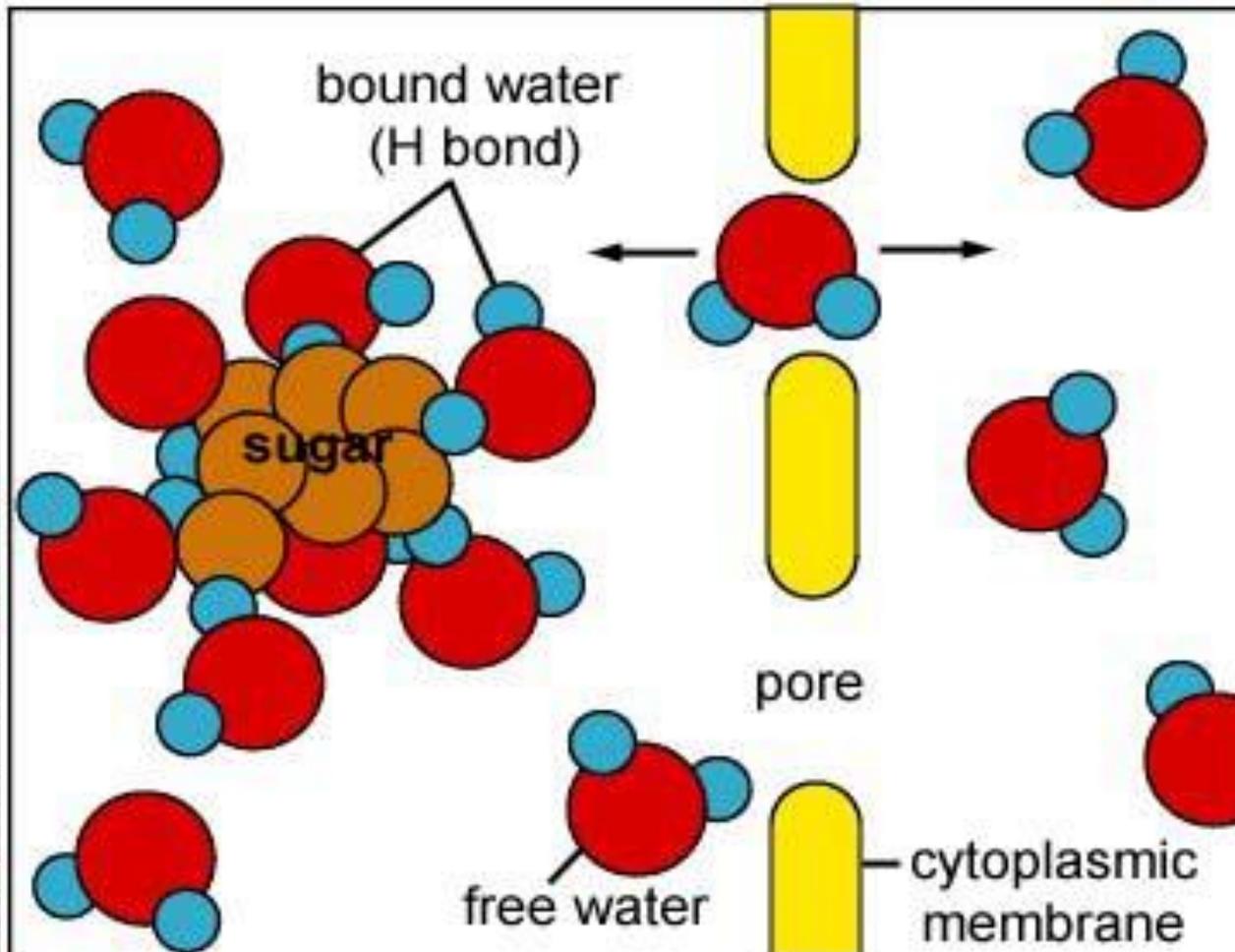


❖ Acquaporine: canali che velocizzano il passaggio di  $H_2O$ . Non sono essenziali per la vita della cellula



❖ Ioni e composti polari, sostanze idrofile, zuccheri e grosse molecole, non attraversano rapidamente la barriera di membrana e devono essere trasportate specificatamente





osmosi

Diffusione di acqua attraverso una membrana, da una zona a maggiore concentrazione ad una zona a minore concentrazione, secondo gradiente. Non richiede energia ed è alimentata dalla energia potenziale del gradiente stesso.

# TRASPORTO PASSIVO

## DIFFUSIONE SEMPLICE e FACILITATA

DIFFUSIONE

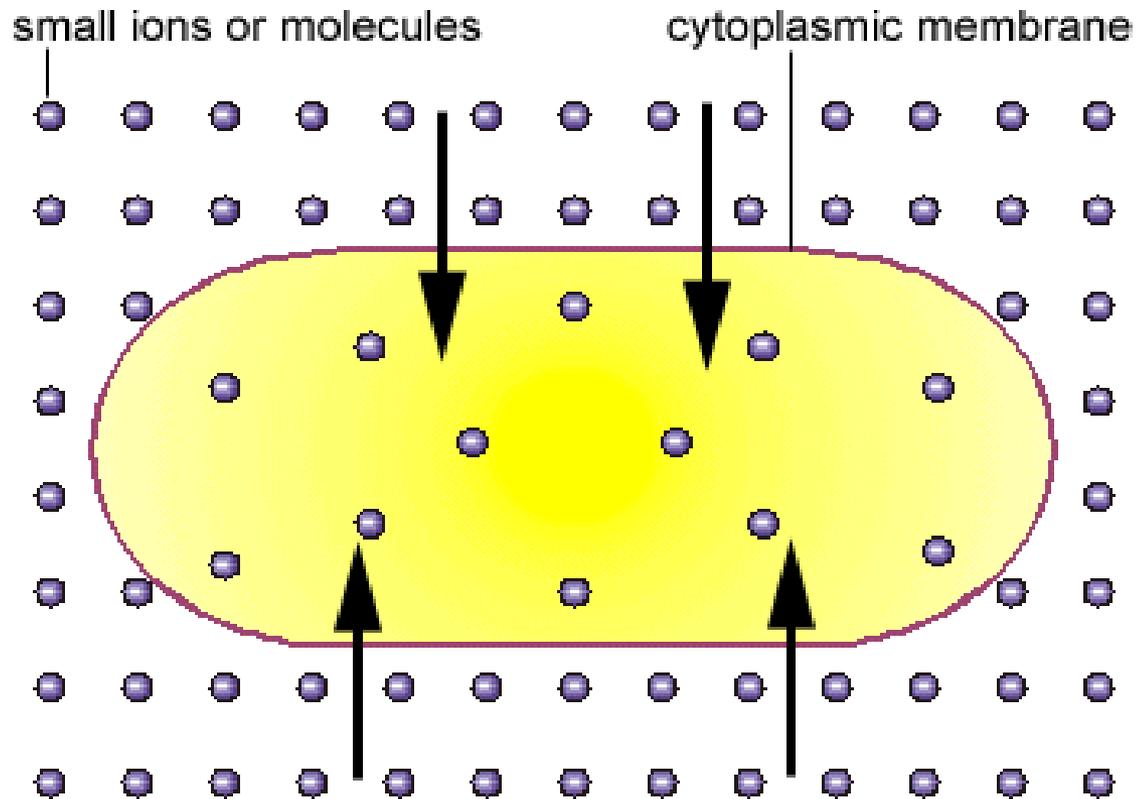


Movimento spontaneo di una sostanza secondo il proprio gradiente di concentrazione

**“ NESSUN CONSUMO ENERGETICO “**

- **DIFFUSIONE SEMPLICE:** I SOLUTI DIFFONDONO LIBERAMENTE ATTRAVERSO LA MEMBRANA
  - **DIFFUSIONE FACILITATA:** RICHIEDE L'INTERVENTO DI PROTEINE INTEGRALI (canali idrofilici o permeasi; uniporto)
-

# Diffusione semplice

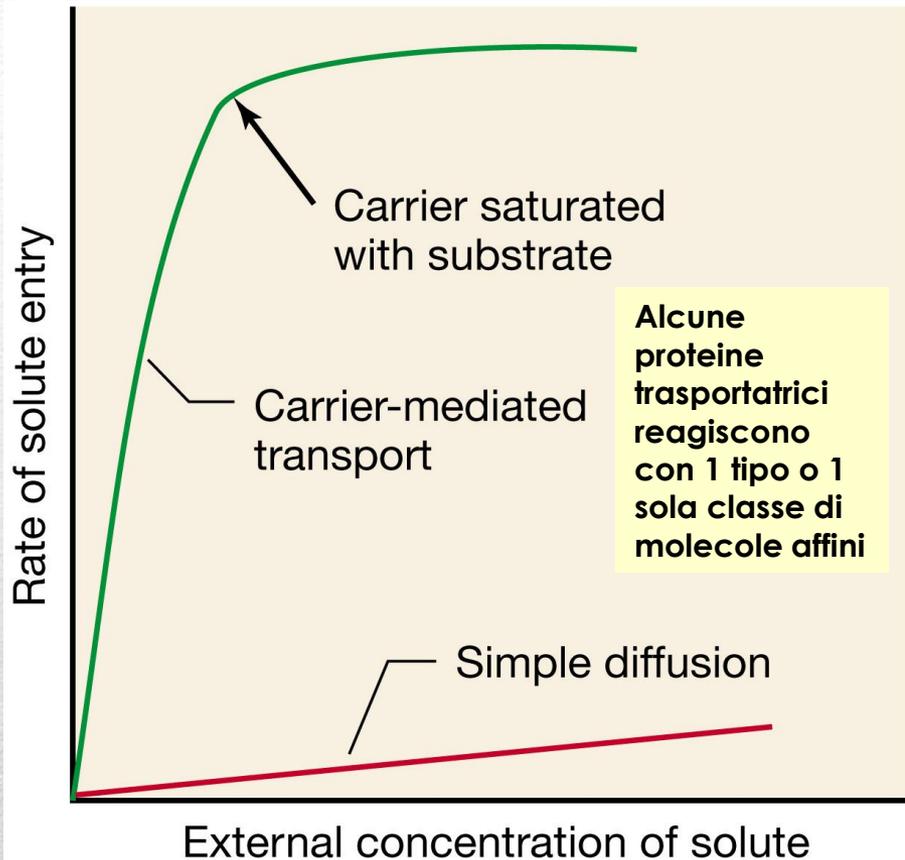


The concentration of small molecules or ions is greater outside of the cell so the net flow is into the cell.

# IMPORTANZA DEI SISTEMI DI TRASPORTO

- ❖ La concentrazione dei nutrienti in natura è molto bassa
- ❖ I sistemi di trasporto consentono l'ingresso e l'accumulo di diverse sostanze necessarie alla cellula, a livelli più elevati.
- ❖ Se la diffusione semplice fosse l'unico meccanismo di trasporto disponibile, dentro la cellula non si raggiungerebbe mai una concentrazione adeguata di soluti per la realizzazione delle reazioni metaboliche.

# Differenza tra diffusione semplice e diffusione facilitata



Relazione tra **concentrazione esterna di soluti** e **velocità di assunzione** = conseguente concentrazione intracellulare di un determinato substrato.

**Diffusione semplice:** la concentrazione cresce proporzionalmente

**Diffusione facilitata:** la velocità di assunzione raggiunge la saturazione anche a valori bassi di concentrazione esterna di un determinato substrato.

**Contro-gradiente:** va incontro ad un effetto di saturazione.

# MECCANISMI DI TRASPORTO ENERGIA-DIPENDENTE

La maggioranza dei processi di trasporto richiede energia



Determina una concentrazione di molecole trasportate molto più alta all'interno che all'esterno della cellula

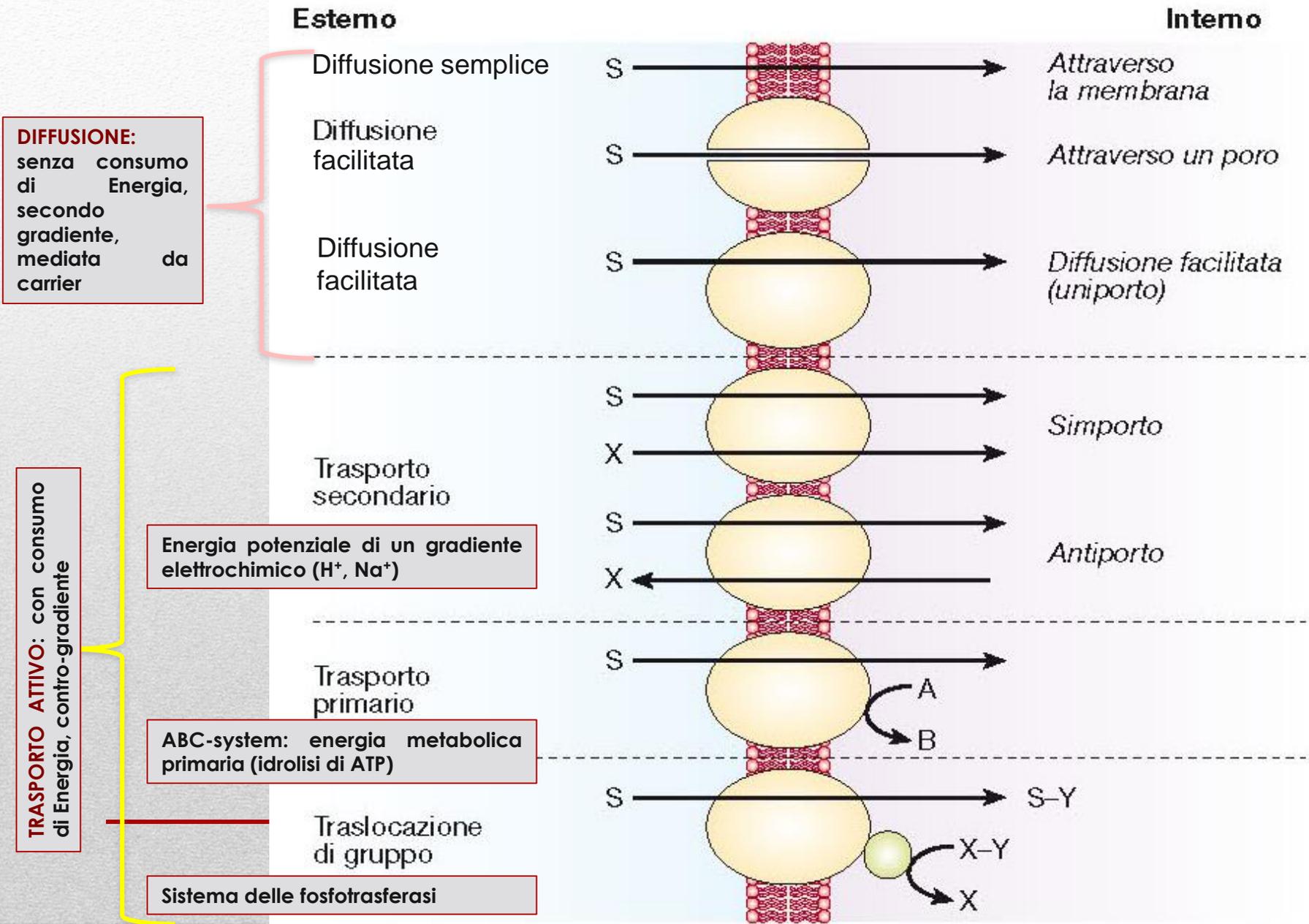
---

# TRASPORTO ATTIVO

Nei batteri l'energia per attuare il processo proviene in alcuni casi dall' **ATP (TRASPORTO PRIMARIO)**, ma più comunemente dalla cosiddetta **forza motrice dei protoni (TRASPORTO SECONDARIO)**.

---

# Differenti modalità di trasporto



# Meccanismi di trasporto Energia-dipendenti

**Simporto e Antiporto:**  
controllato dall'energia associata alla forza protonmotrice

Esterno Interno

H<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

Sostanza trasportata

**Traslocazione di gruppo:** modificazione chimica della sostanza trasportata, controllata dal fosfoenolpiruvato

Sostanza trasportata

P

R~P

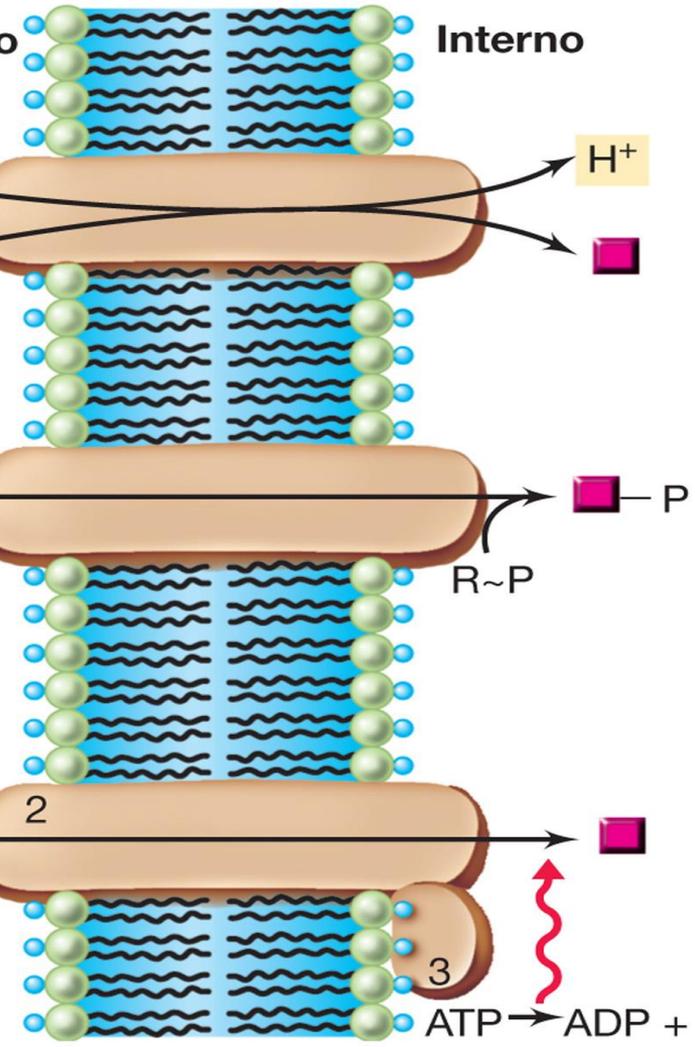
1

2

3

ATP → ADP + P<sub>i</sub>

**Il sistema ABC:**  
coinvolge proteine di legame periplasmatiche e l'energia viene fornita dall'ATP



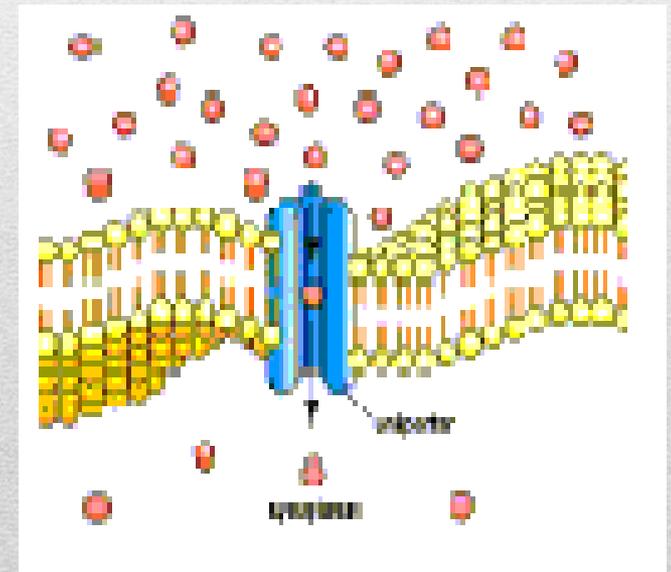
# TRASPORTATORI TRANSMEMBRANARI

Utilizza un solo tipo di proteine integrali di membrana, **indipendentemente** dal tipo di meccanismo di trasporto e dal consumo di energia:

**PROTEINE DI TRASPORTO: “porter”**



Cambiano conformazione in seguito al legame con il proprio soluto, e come una “porta oscillante” lo rilasciano nella cellula



# TRASPORTATORI TRANSMEMBRANARI

Le **proteine trasportatrici** transmembrana, sono costituite da 12  $\alpha$ -eliche, allineate le une alle altre a formare un canale che attraversa la membrana

Una peculiarità del trasferimento mediato da trasportatori è la sua **natura altamente specifica**.

Alcune proteine trasportatrici reagiscono solo con un tipo di molecola, ma molte hanno affinità per un'intera classe di molecole.

I soluti legati alla superficie esterna della cellula attraversano la membrana grazie a **modificazioni conformazionali** delle proteine di trasporto

---

# TRASPORTATORI TRANSMEMBRANARI

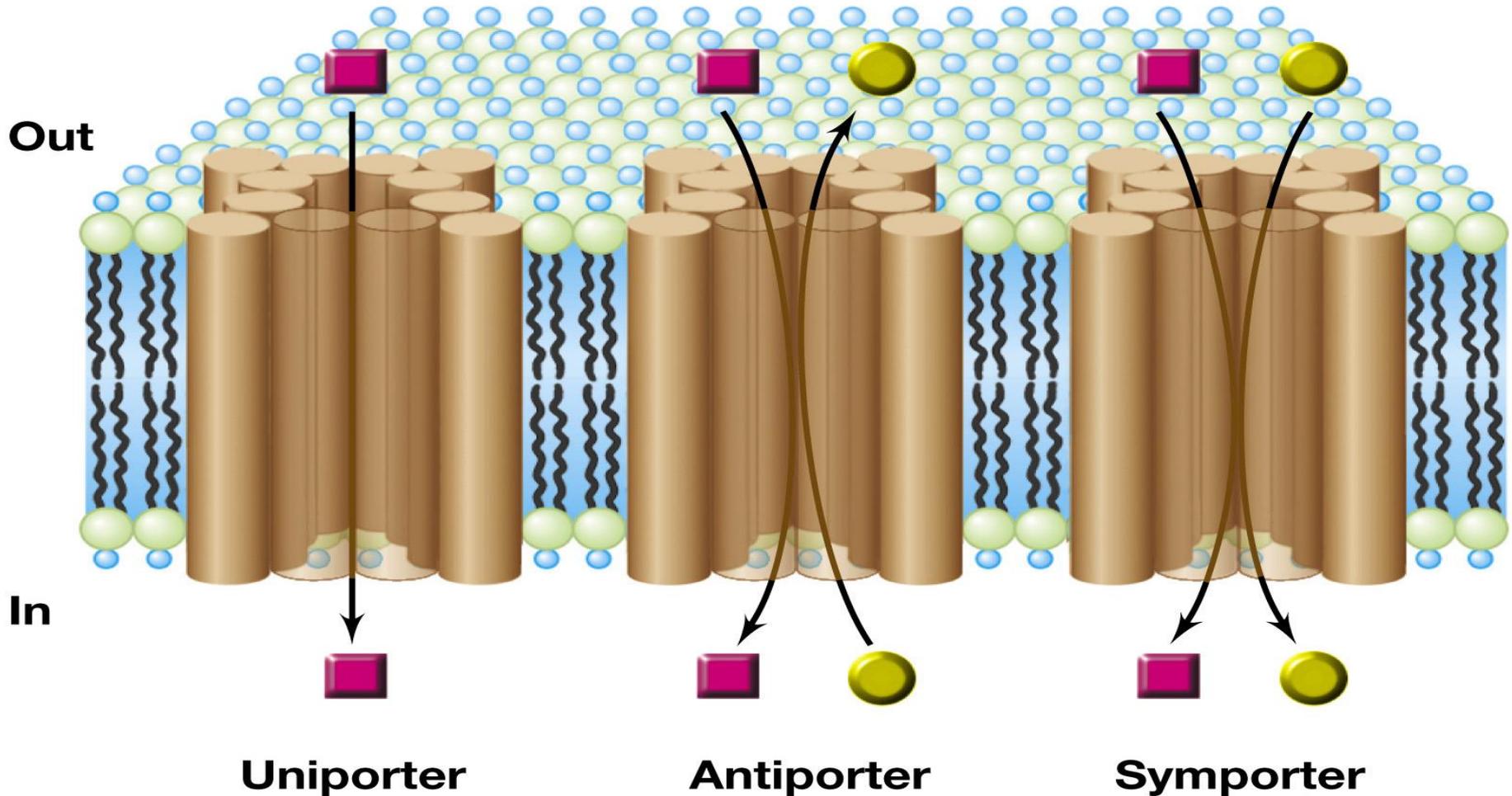
## 3 classi di proteine di trasporto o "PORTER"

<b>UNIORTO</b>	<b>SIMPORTO</b>	<b>ANTIORTO</b>
Trasporto della sostanza da un lato della membrana all'altro (senza consumo di E)	Trasportano due sostanze attraverso la membrana nella medesima direzione (con consumo di E)	Trasportano due sostanze attraverso la membrana in direzioni opposte (con consumo di E)

---

Senza consumo di E

Con consumo di E



Ogni trasportatore, nei sistemi di **symporter** e **antiporter**, sfrutta l'energizzazione della membrana (FORZA PROTONMOTRICE).  
Presenta un sito di legame per  $H^+$  sulla superficie esterna della MC

# TRASPORTO SECONDARIO

## I SISTEMI DI SIMPORTO ED ANTIPORTO SFRUTTANO LA FORZA PROTON-MOTRICE DELLA MEMBRANA

L'energia rilasciata nella scissione di sostanze organiche o inorganiche (trasporto degli elettroni) viene usata per creare una ripartizione di protoni più alta all'esterno della cellula.

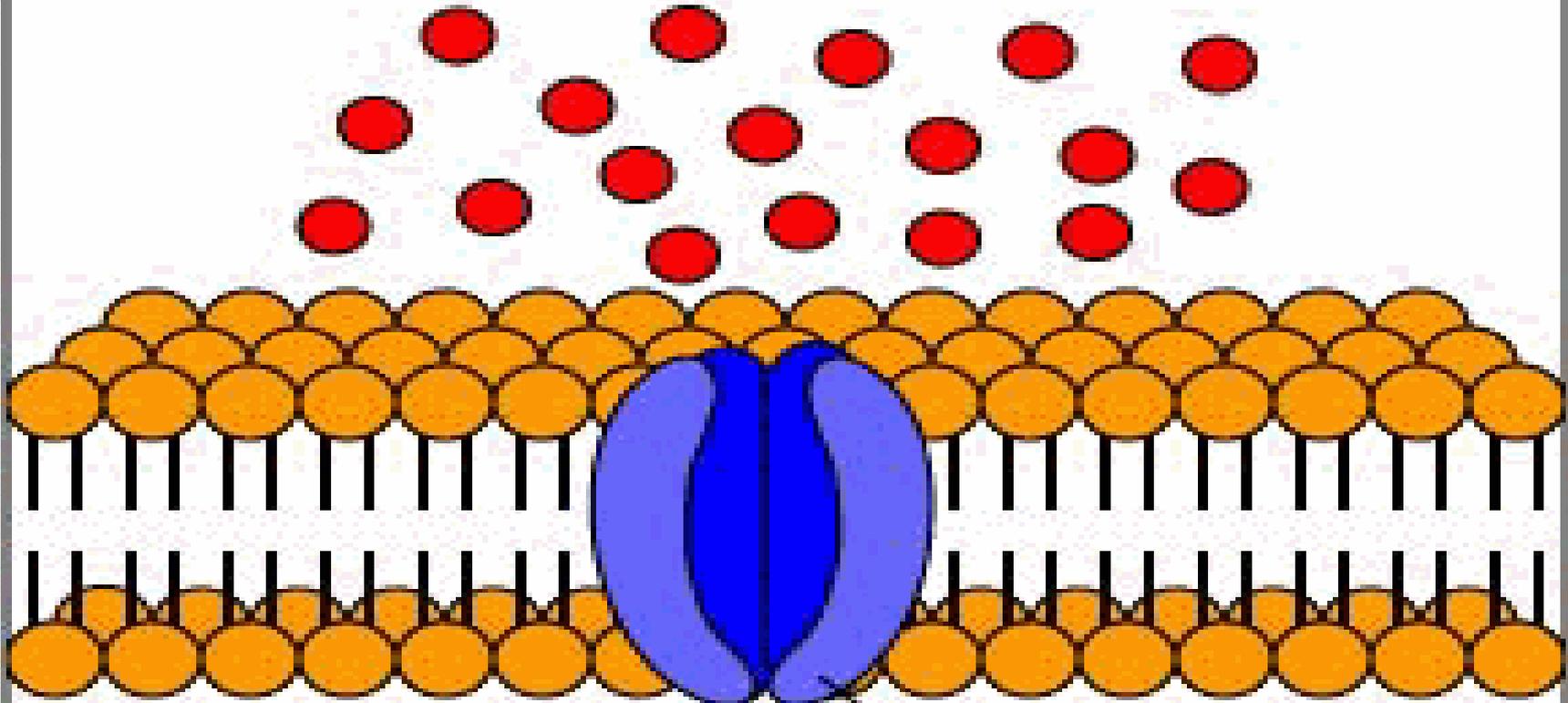


POTENZIALE ELETTROCHIMICO



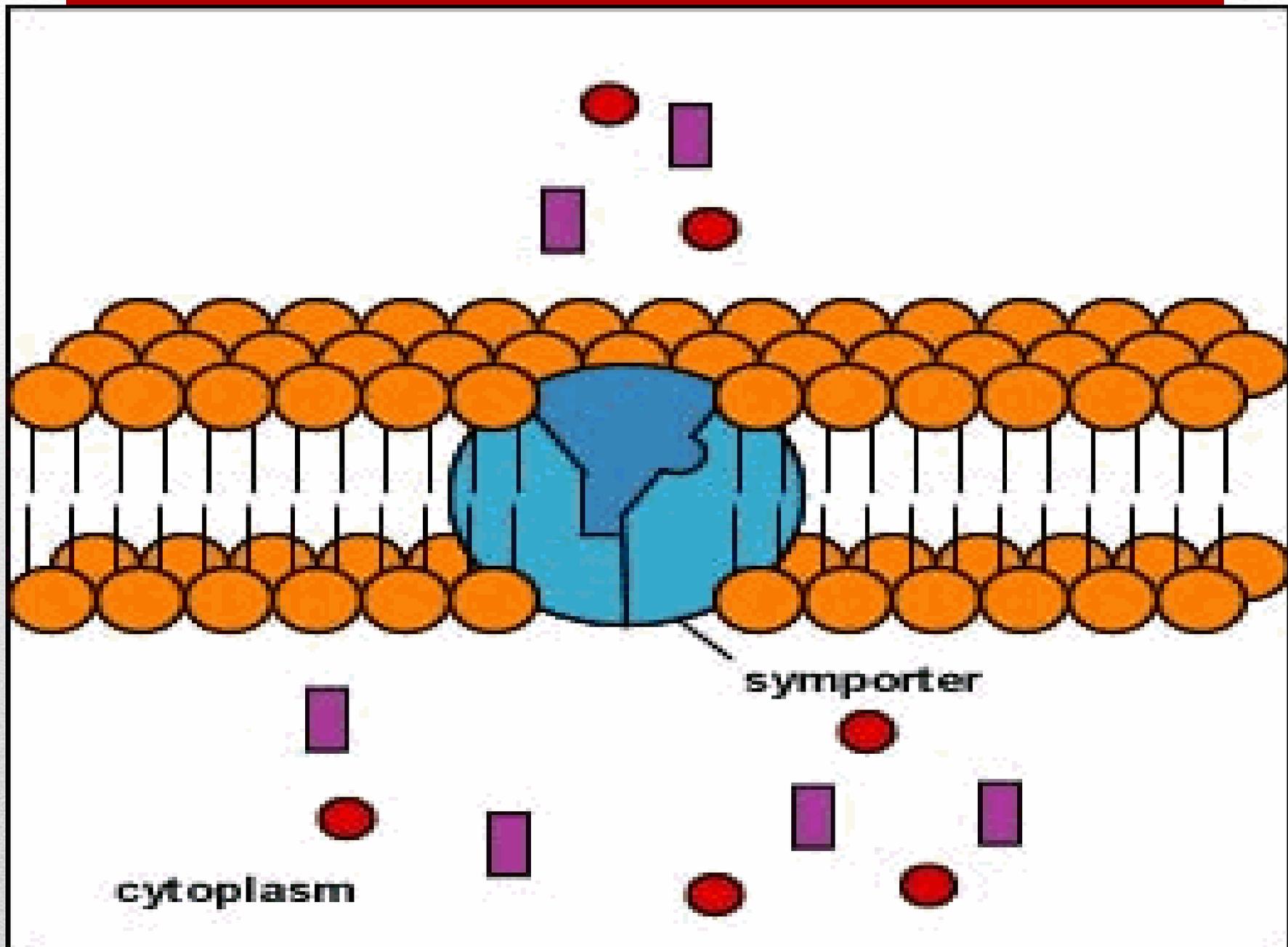
**L'interno della cellula è carico negativamente**

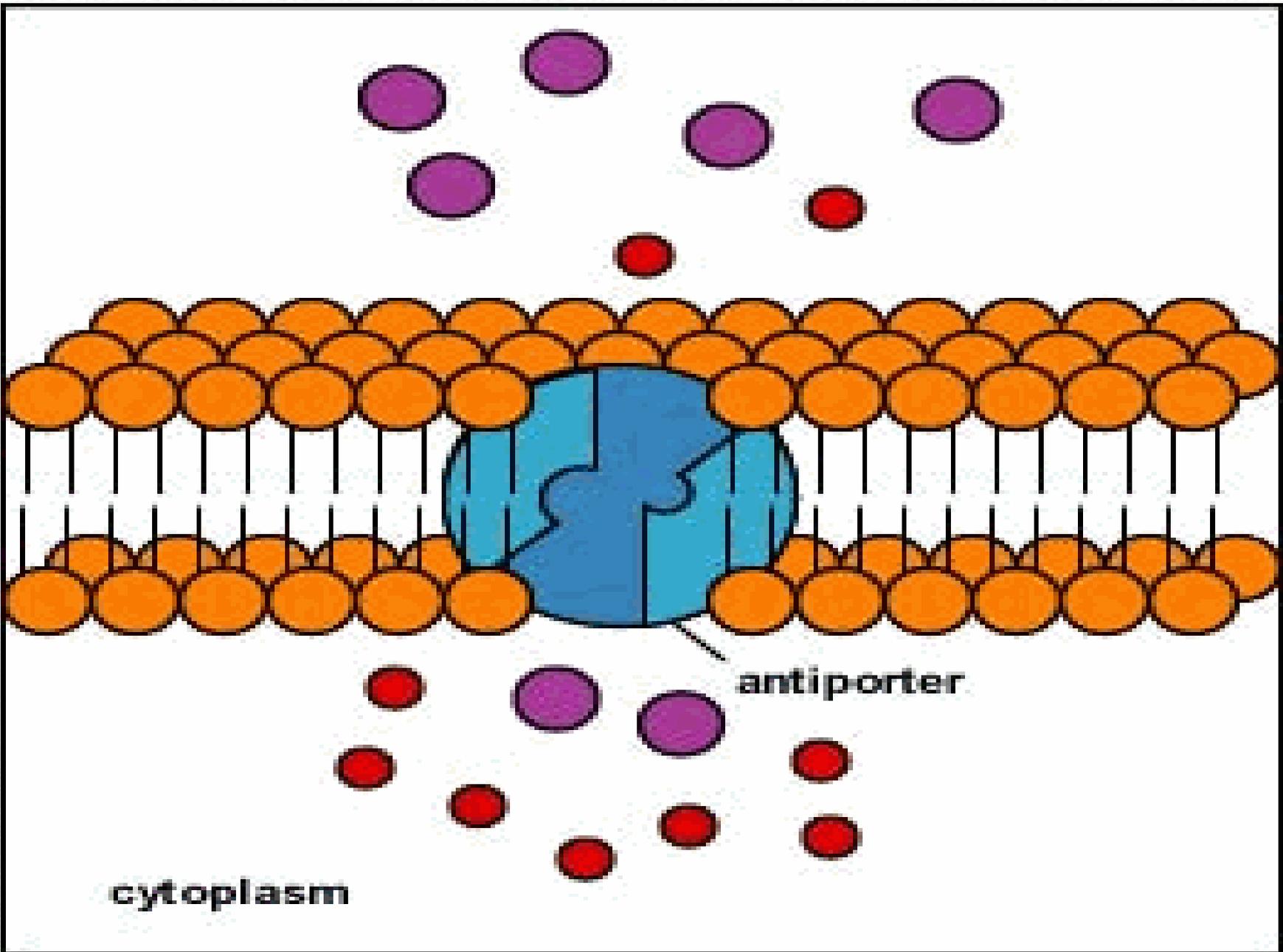
Nei sistemi di symporter ed antiporter, man mano che una sostanza viene trasportata, l'Energia della forza proton-motrice si riduce per il co-trasporto simultaneo di  $H^+$  dentro la cellula. Ogni trasportatore ha un sito per il substrato e uno per  $H^+$



cytoplasm

uniporter



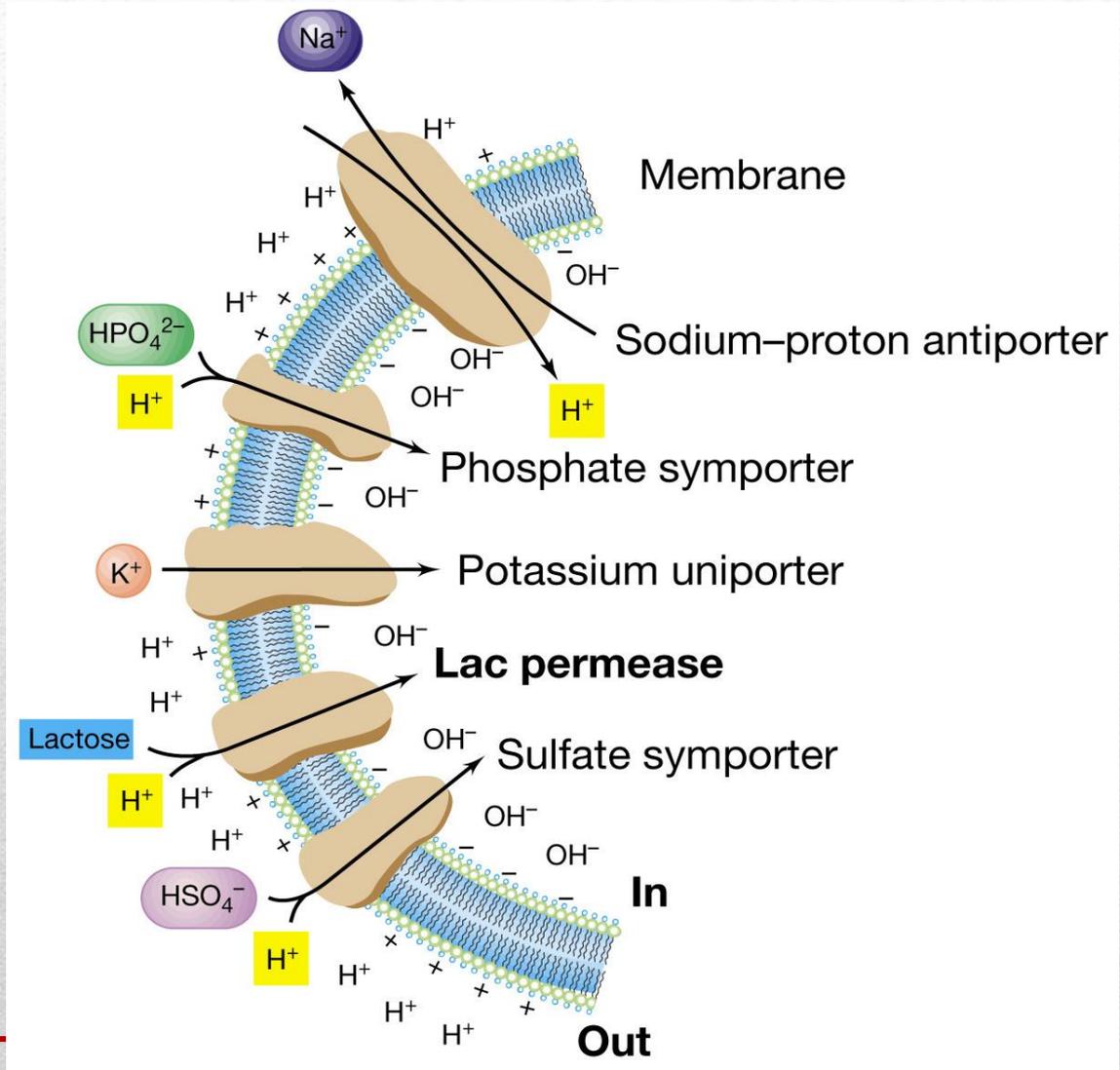


# Alcuni esempi di proteine di trasporto

I cationi, ad esempio il  $K^+$ , possono essere trasportati verso il citoplasma da "uniporter".

L'ingresso di anioni per symporter, in contemporanea con  $H^+$  fa sì che entrino come acidi indissociati.

La Lac permeasi di *E.coli* è un sistema tipico di symporter: sfrutta la forza proton-motrice per il passaggio del lattosio



# **MECCANISMI DI TRASPORTO ATTIVO ASSOCIATI AL TRASPORTO DEGLI ZUCCHERI**

Due principali **meccanismi di trasporto energia-dipendente**

**TRASLOCAZIONE DI GRUPPO**

**ABC SYSTEM**

---

# TRASLOCAZIONE DI GRUPPO

Sostanza contemporaneamente  
trasportata e modificata chimicamente



fosforilazione

---

# TRASLOCAZIONE DI GRUPPO

Trasporto di zuccheri



Fosforilati durante il trasporto

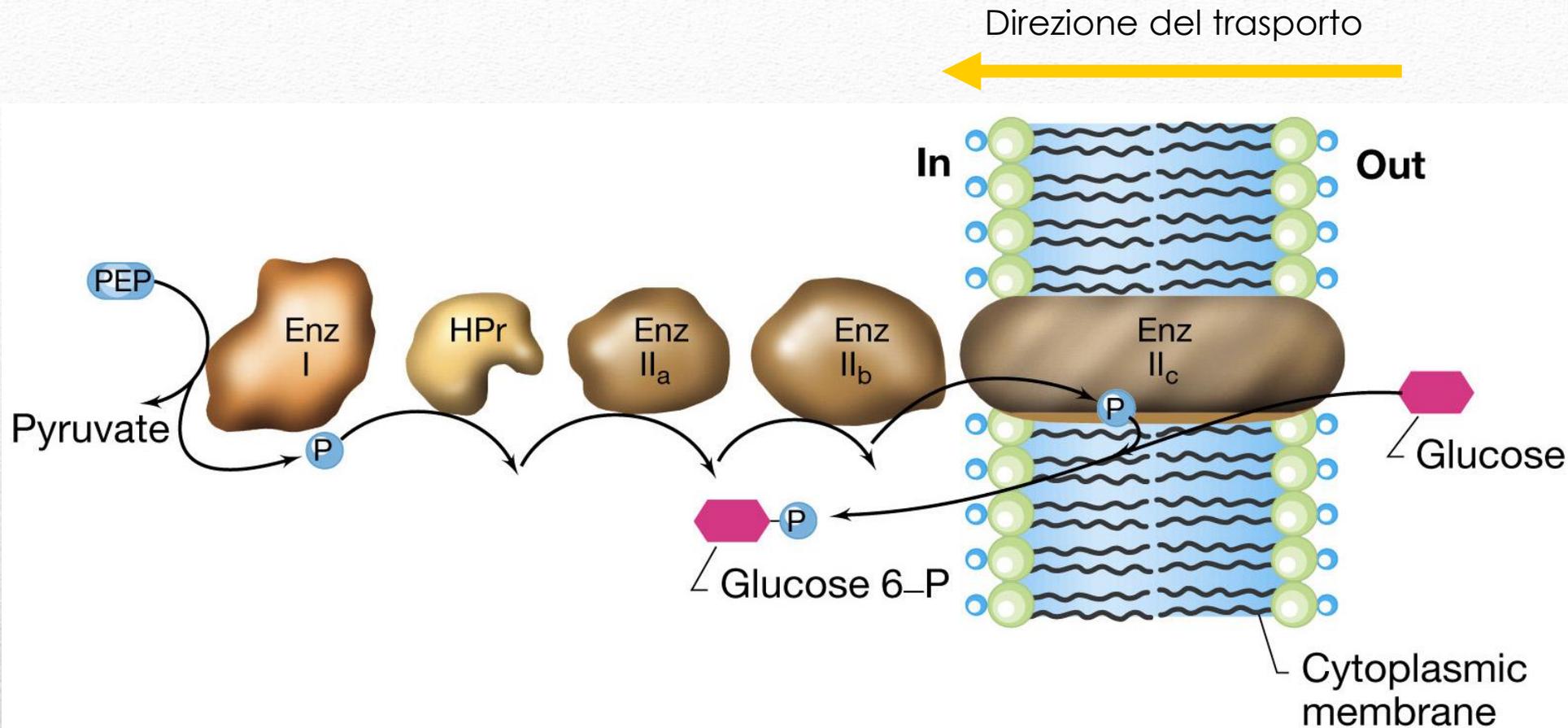


Sistema delle fosfotransferasi

Meccanismo molto studiato in *Escherichia coli*, è esclusivo dei batteri. Comprende 4 enzimi (**E I, EIIA, EIIB ed EIIIC**) ed una proteina termostabile (**HPr**)

- HPr, Enzima I ed Enzima IIA: citoplasmatici
- Enzima IIB: prot. di membr del versante interno
- Enzima IIC : proteine integrale di membrana = vero trasportatore
- Enzimi E IABC: proteine specifiche per ogni zucchero
- HPr e enzima E I: uguali per tutti gli zuccheri.

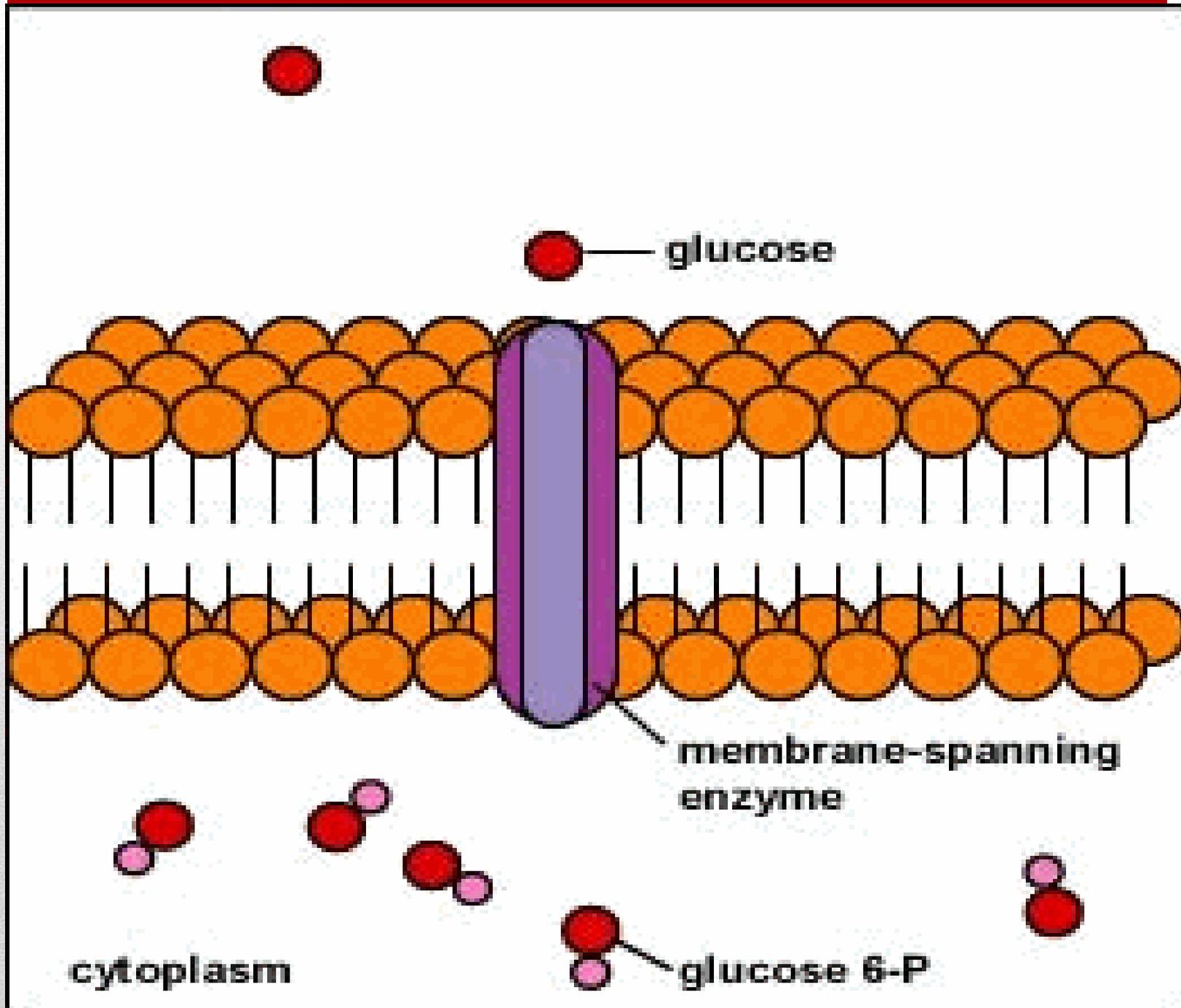
# TRASLOCAZIONE DI GRUPPO



Il trasferimento del fosfato avviene dal fosfoenolpiruvato (PEP, un intermedio della glicolisi ad alta E), attraverso un sistema di fosforilazioni a cascata, all'enzima II<sub>c</sub>. Prima che avvenga il trasporto del glucosio, deve avvenire la "cattura" del P.

# TRASLOCAZIONE DI GRUPPO

- L'E viene fornita dal PEP = composto ad alta energia, per via del gruppo P
  - La fosforilazione del glucosio (primo step della glicolisi) viene raggiunta in questo caso, prima.
  - Preparazione del Glucosio per essere metabolizzato, da parte delle fosfotrasferasi.
-



# ABC-system: ATP – Binding - Cassette

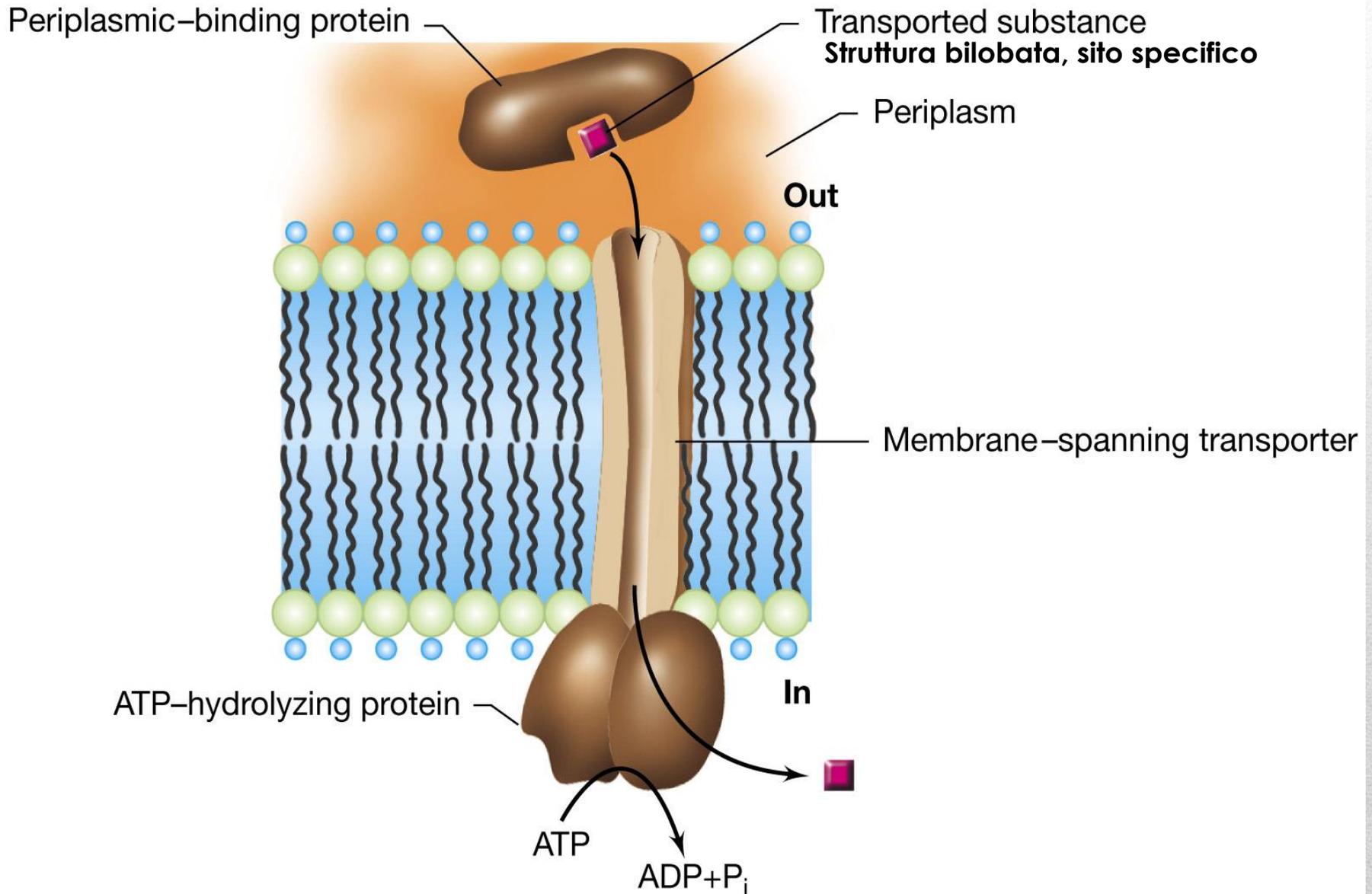
**1** - Proteina periplasmatica di legame, con elevata affinità per il substrato

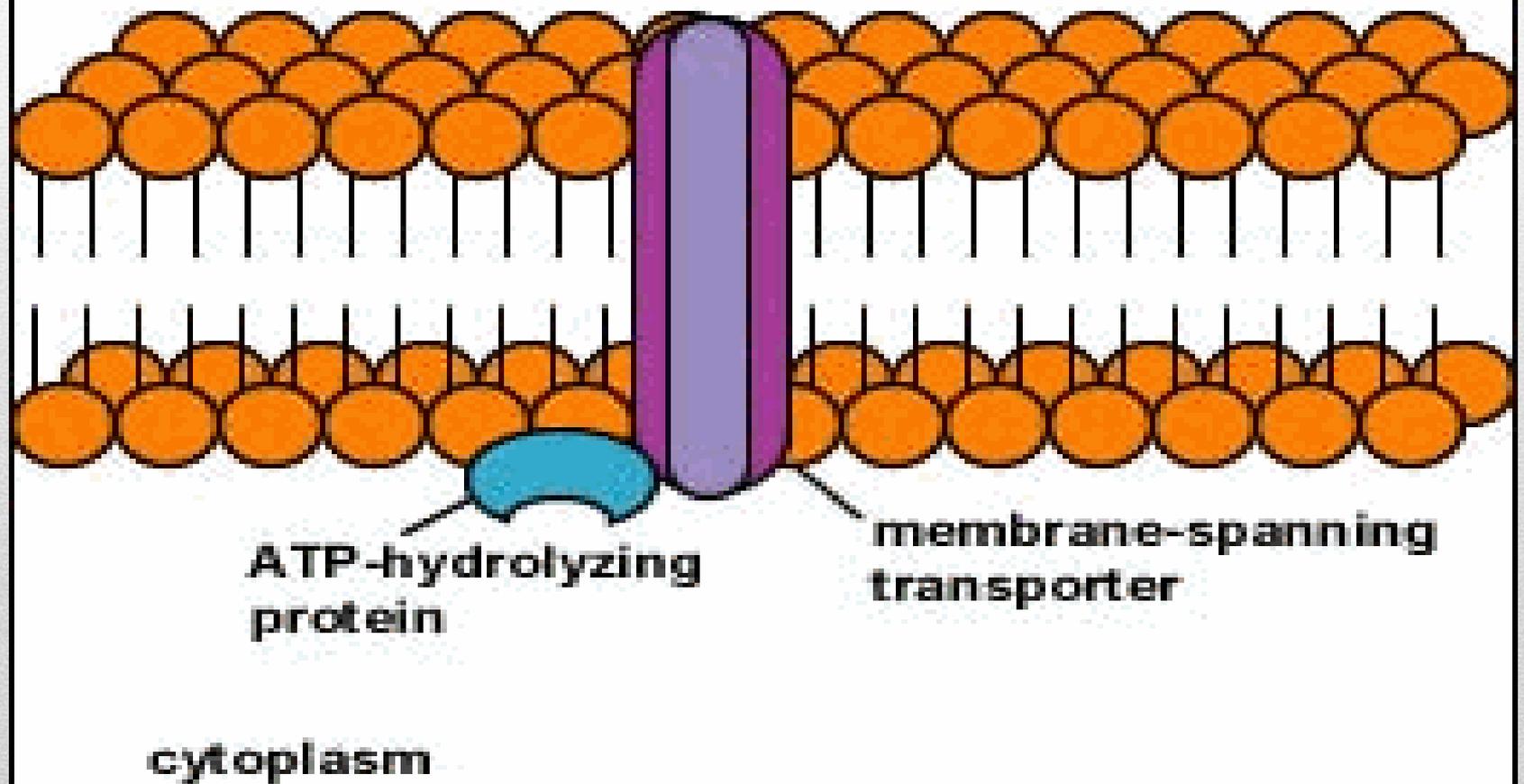
**2** - Proteina integrale di membrana, con funzione di canale di trasporto

**3** - ATPasi per la produzione di energia

- Sistema diffuso nei G- Famiglia di proteine di legame periplasmatiche correlate.
  - Anche nei G+ Le proteine di legame sono ancorate alla MC
-

# ABC-system: ATP – Binding – Cassette





# Diverse modalità per il trasporto degli zuccheri

In *Escherichia coli* diversi meccanismi di trasporto per gli zuccheri:

- ❖ il lattosio è trasportato attivamente mediante symporter: energia dalla forza protomotrice (Lac permeasi)
- ❖ glucosio, mannosio e fruttosio: sistema delle fosfotrasferasi
- ❖ il maltosio è trasportato attivamente grazie al ABC- system: consumo di ATP

# IONOFORI

PICCOLE MOLECOLE  
IDROFOBICHE



Aboliscono la capacità di permeabilità selettiva della membrana solubilizzandosi nel doppio strato



AGENTI LETALI

Alcuni antibiotici funzionano proprio come ionofori

---