

**Biofisica e fisiologia I**  
**I semestre-II anno**  
**7,5 crediti**

**Docenti:**  
**G. Irace**  
**I. Sirangelo**  
**B. De Luca**  
**M. Monda**

**<http://dbb.unina2.it>**

# **Elementi di Fisiologia e Biofisica Cellulare**

**Eccitabilità**

**Fisiologia dell'apparato muscolare**

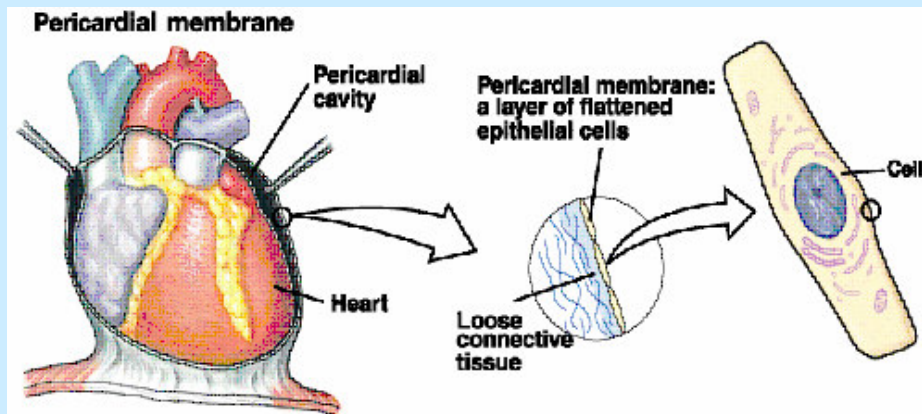
**Biofisica dei sistemi circolatorio e respiratorio**

**Sistema cardio-circolatorio**

**Sistema respiratorio**

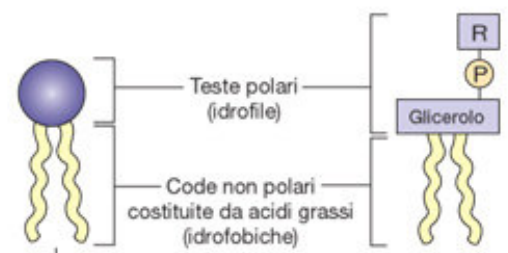
# BIOFISICA DELLE MEMBRANE

## Tipi di membrane biologiche

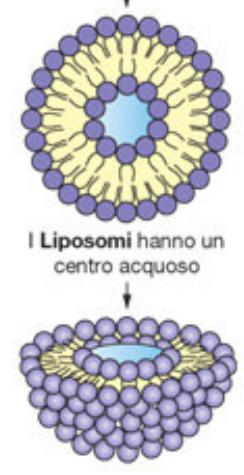
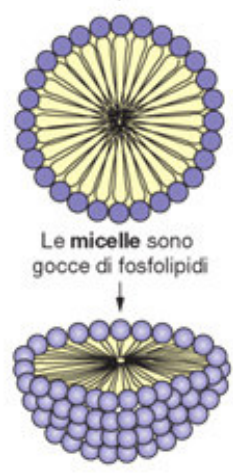
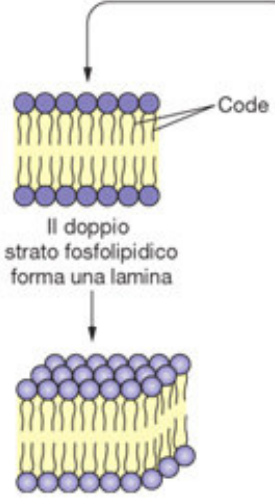


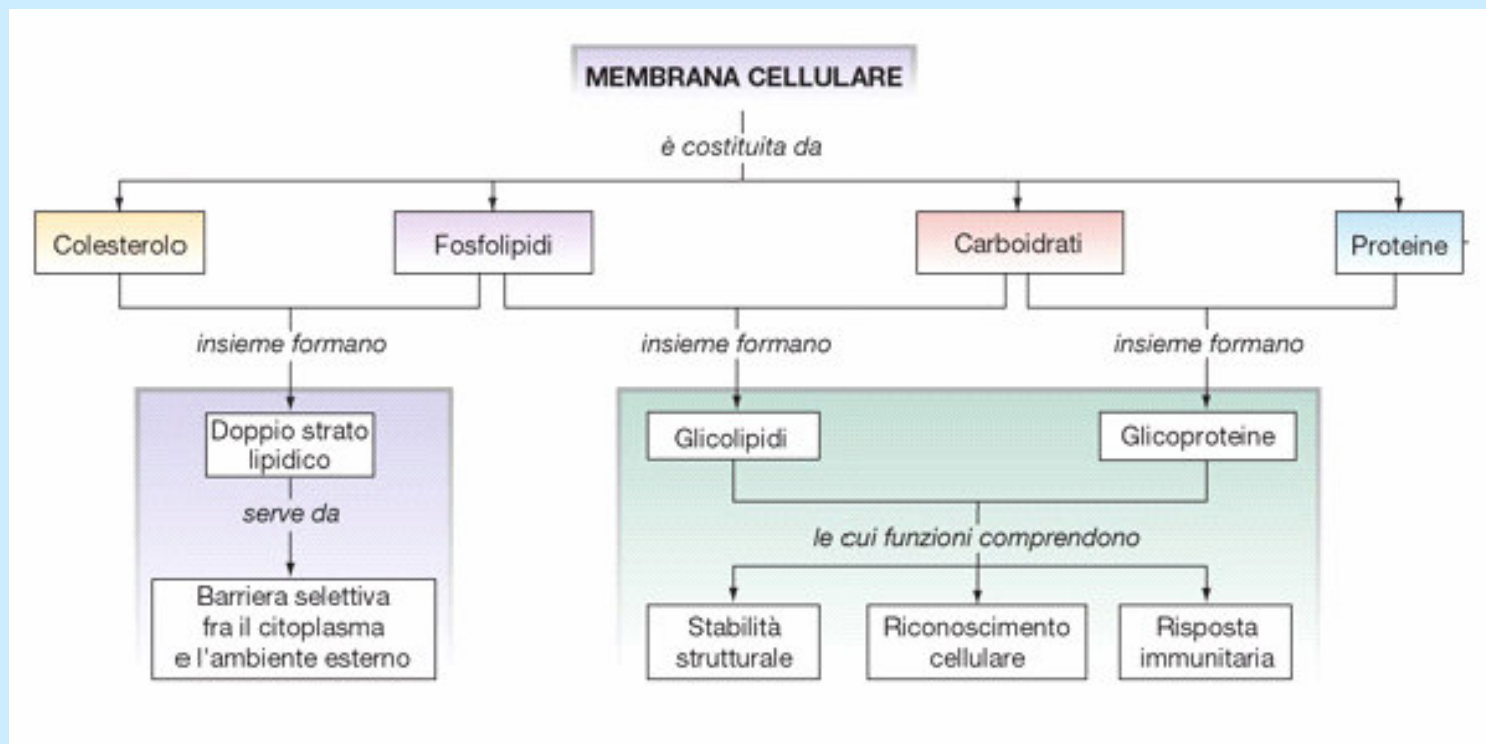
Sostanze permeanti:	Funzioni	Esempi biologici (spessori)
gas	assorbimento $O_2$ emissione $CO_2$	Membrana alveolare ( $10^{-4}$ cm: cellule)
sali e proteine	Metabolismo, escrezione.	membrane renali pareti capillari ( $10^{-4}$ cm: cellule)
ioni $Na^+$ , $K^+$ , $Ca^{++}$ , $Cl^-$	Trasporto anaboliti e cataboliti, potenziali bioelettrici, segnali chimici.	membrane cellulari ( $10^{-7}$ cm: molecole)

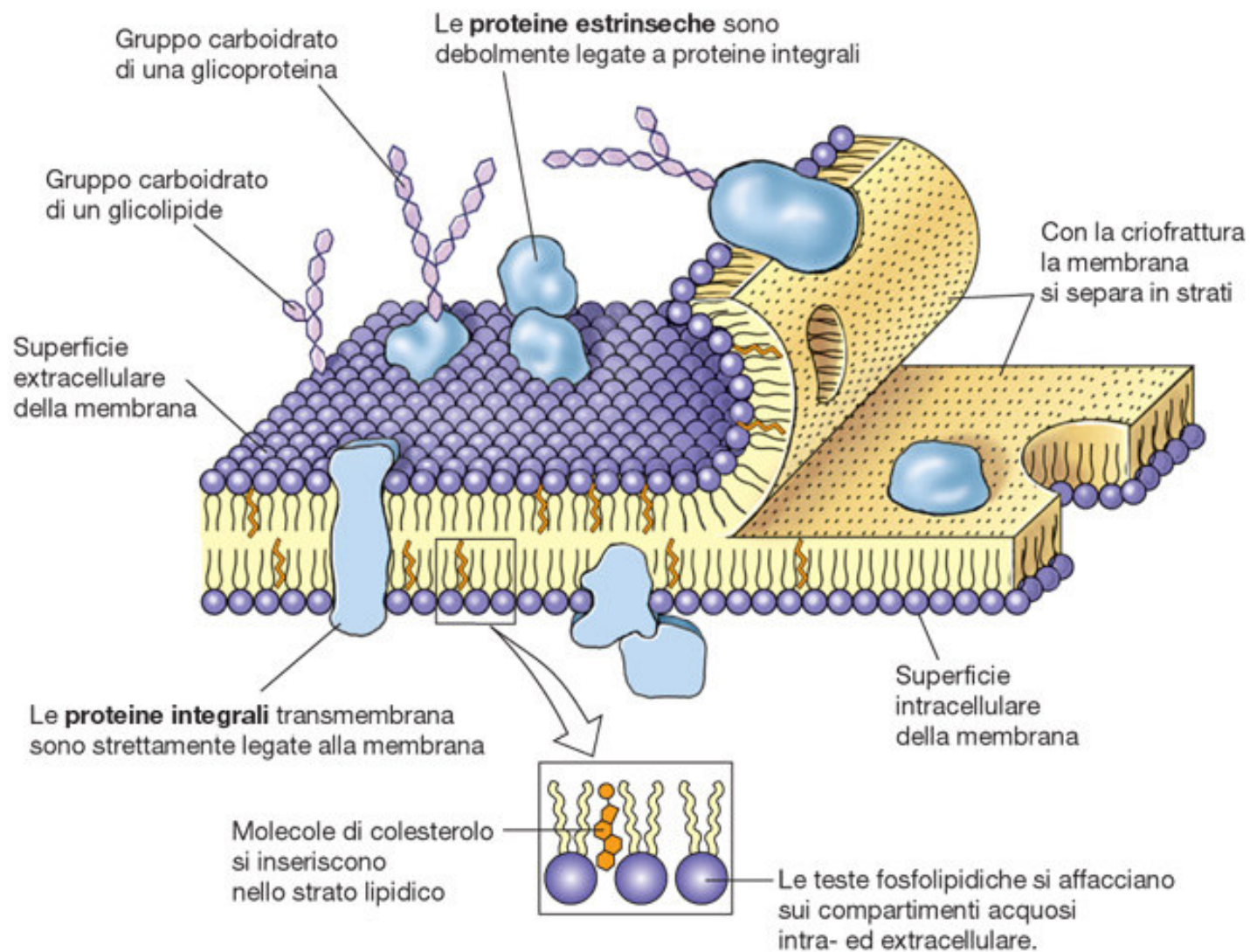
(a) Le molecole fosfolipidiche possiedono teste polari e code non polari.

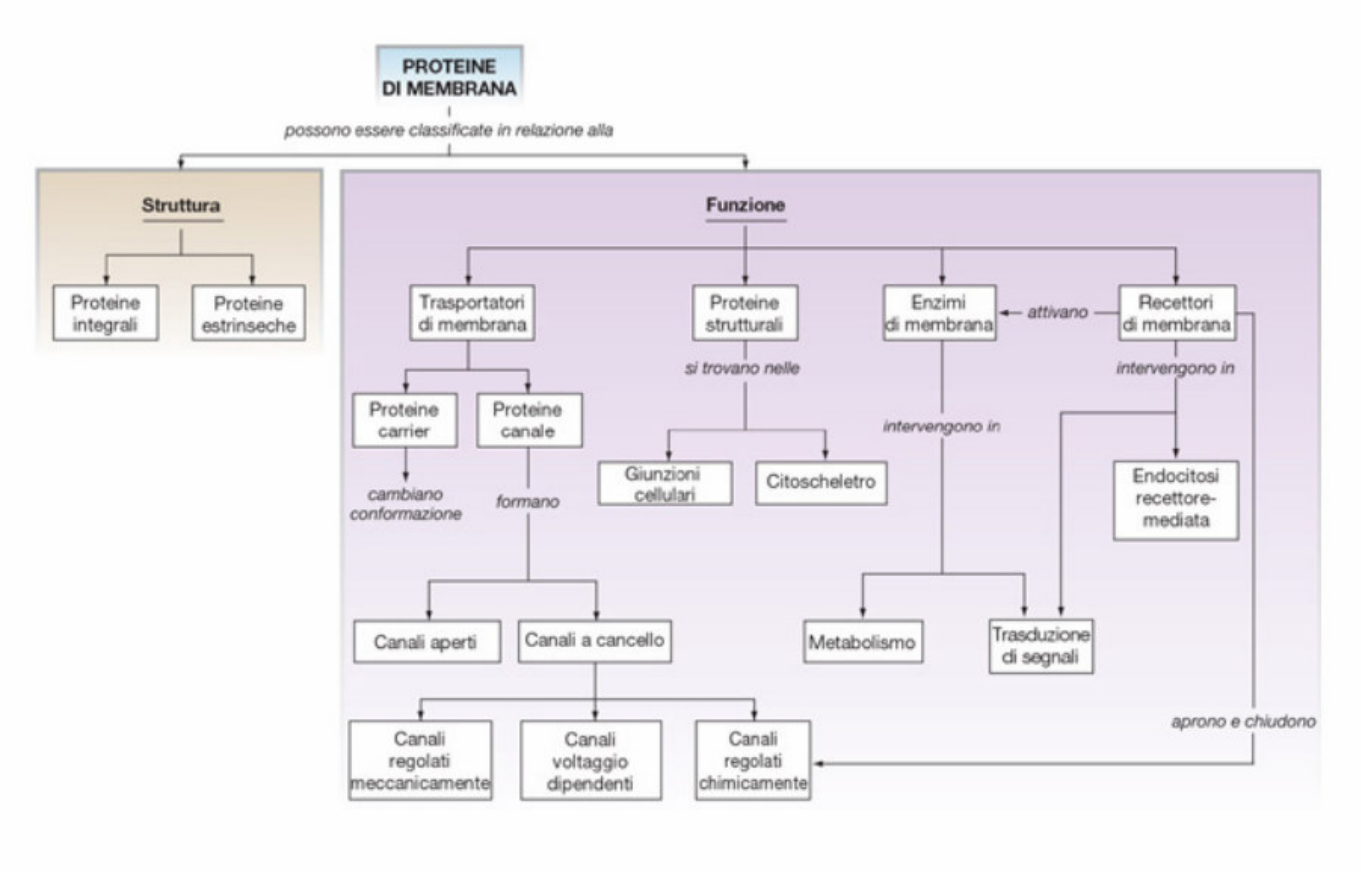


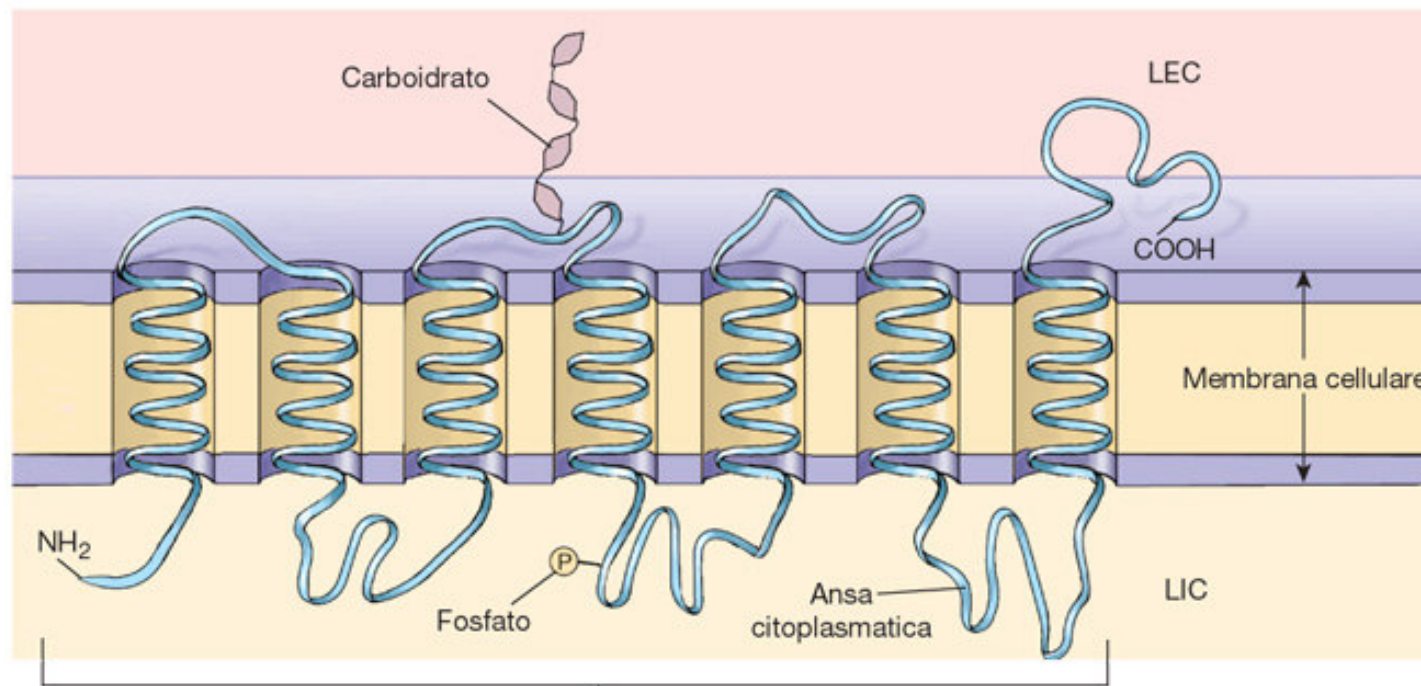
(b) I fosfolipidi si dispongono in modo che le loro code non polari non siano in contatto con soluzioni acquose come il liquido extracellulare.





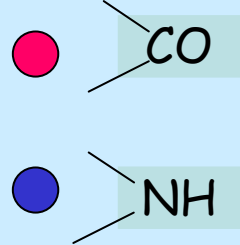
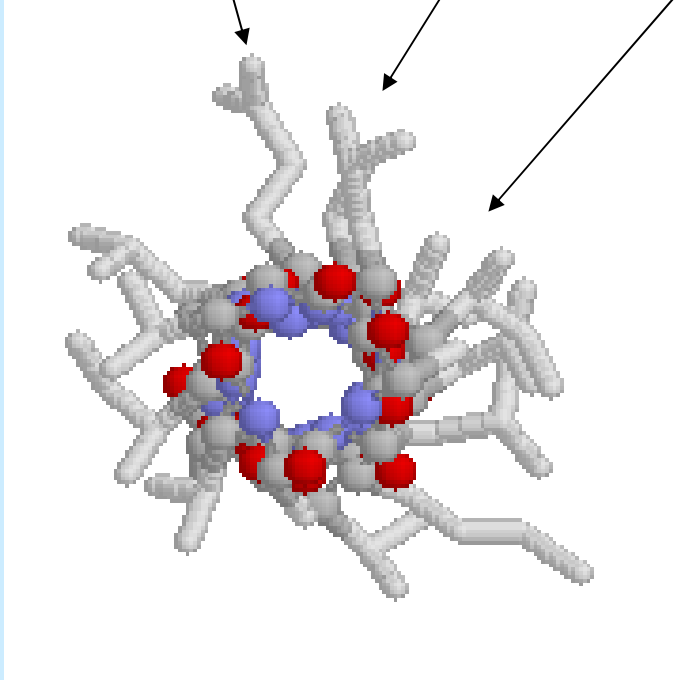




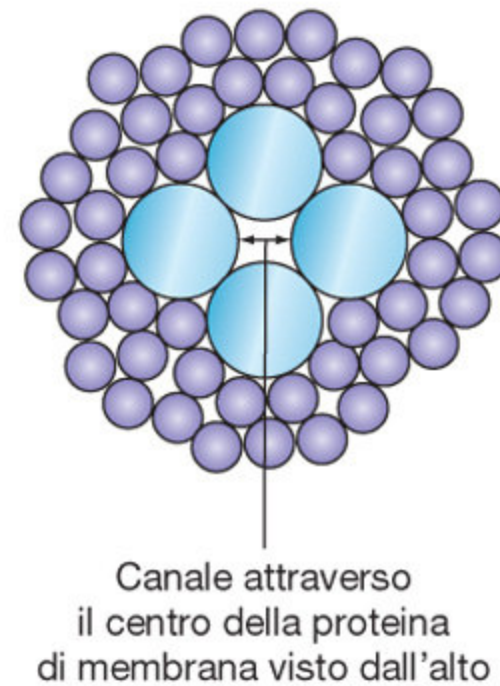
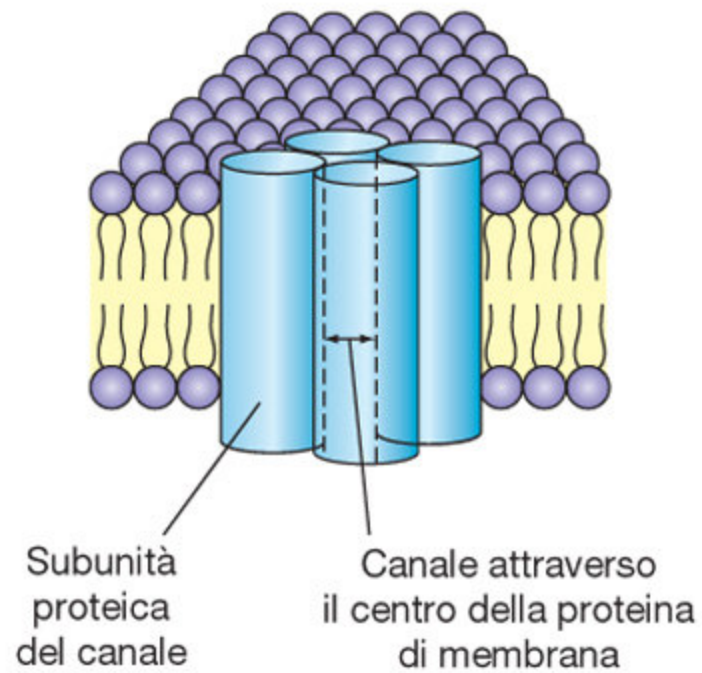


Questa **proteina transmembrana** attraversa la membrana sette volte

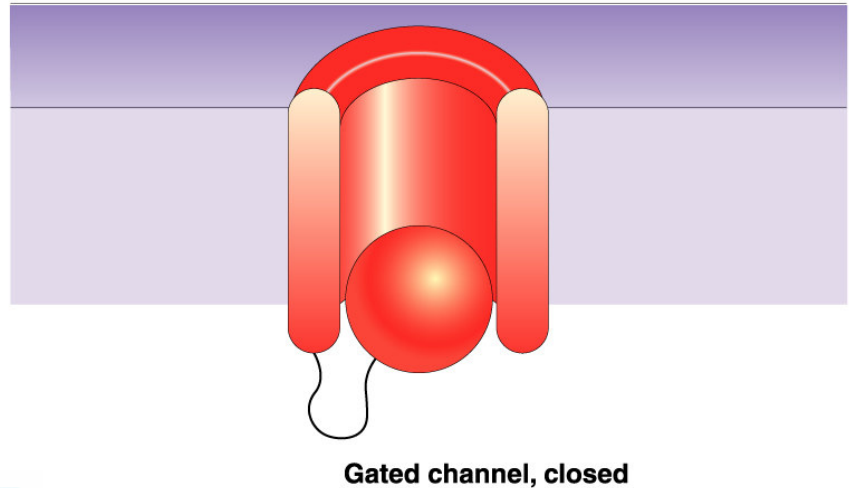
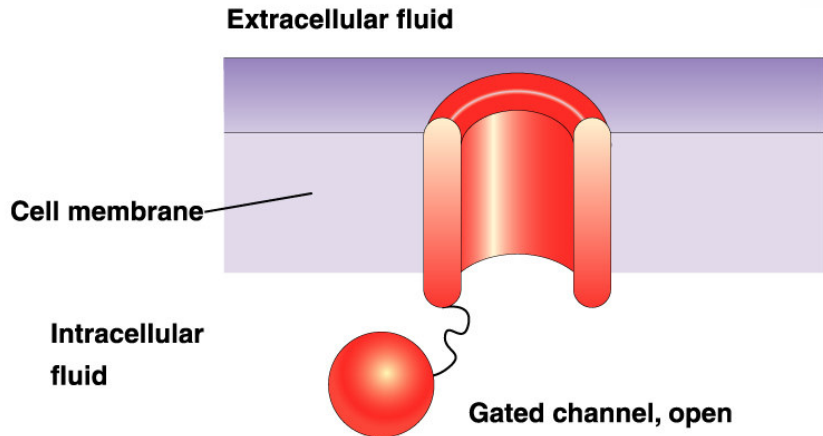
# Gruppi laterali idrofobici



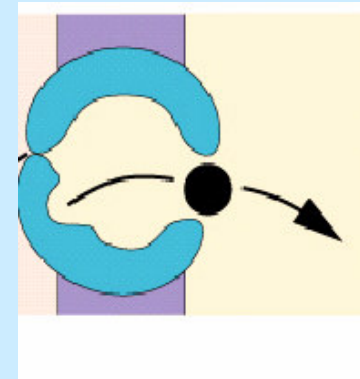
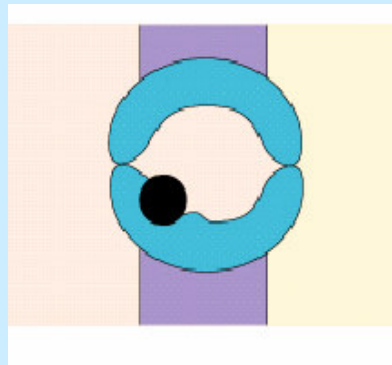
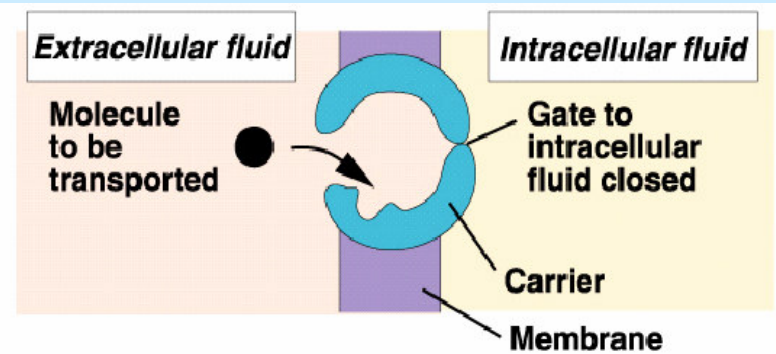
Molti canali sono costituiti da subunità proteiche multiple assemblate nella membrana



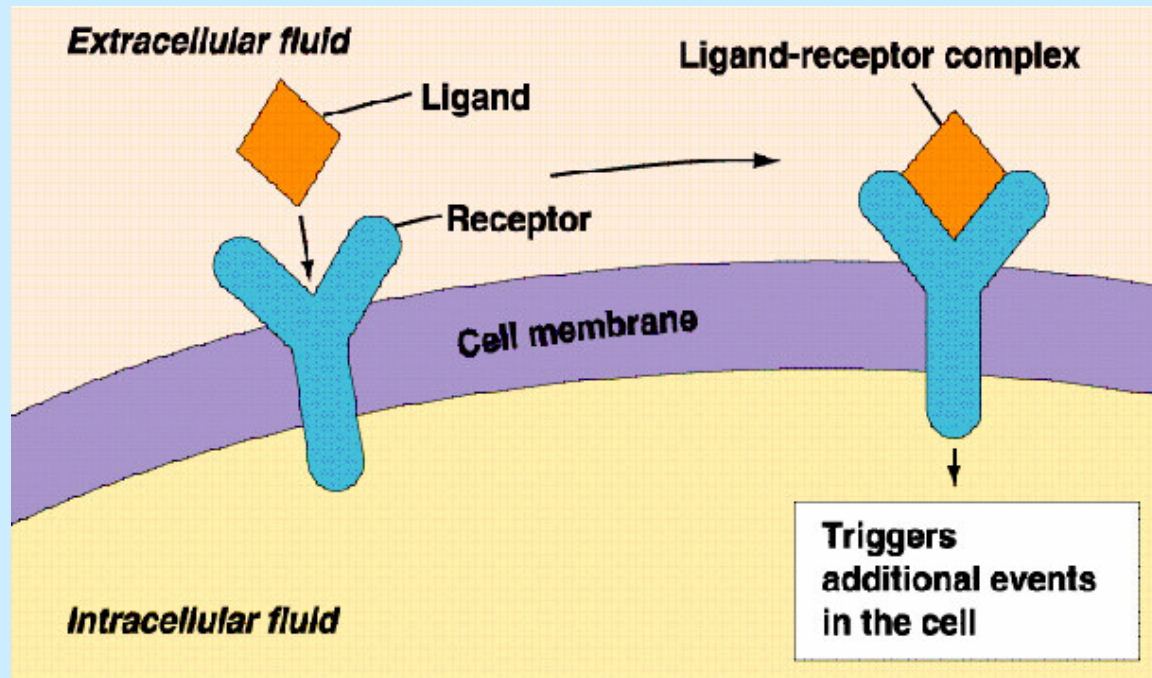
**Channel proteins**



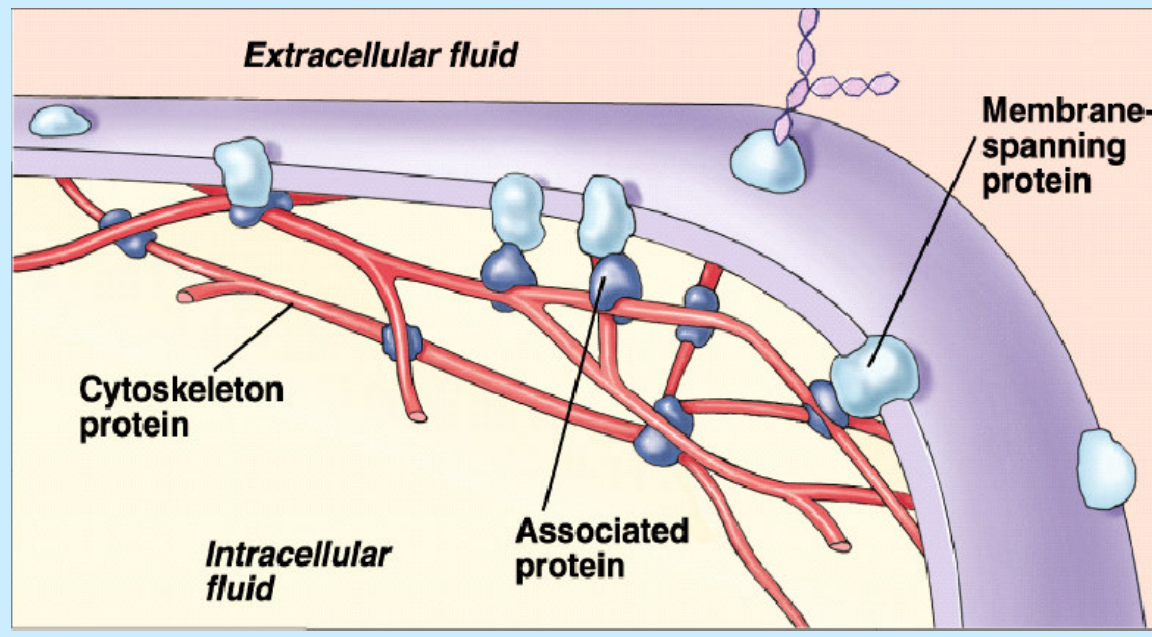
**Carrier proteins**



**Membrane receptors**

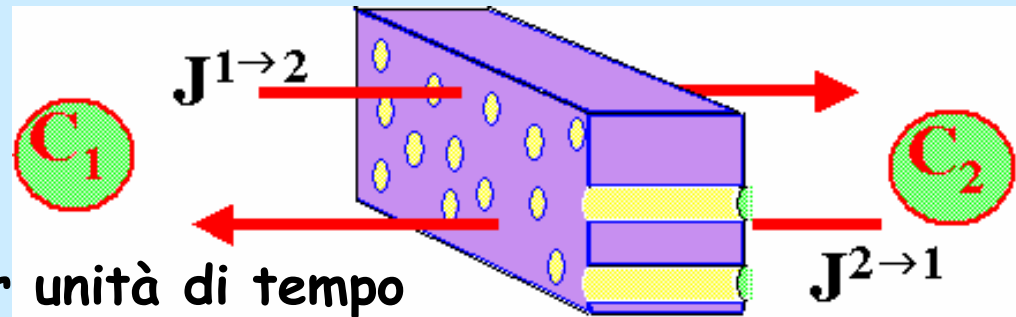


**Structural proteins**



# Flussi attraverso membrane

Flusso di sostanza =  $J$  =  
"quantità di materia" che  
attraversa la membrana  
per unità di superficie e per unità di tempo



Flusso di soluto:  $J_S = n.\text{moli soluto} / (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$   
Flusso globale:  $J_V = \text{volume soluzione} / (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$

Il flusso è una grandezza vettoriale

Flusso totale:

$$J_S = J_S^{1 \rightarrow 2} + J_S^{2 \rightarrow 1}$$

$$J_V = J_V^{1 \rightarrow 2} + J_V^{2 \rightarrow 1}$$

# Meccanismi di trasporto

Passaggio di sostanze tramite:  
processi fisici → **trasporto passivo**

## Processi fisici

Si ha flusso di soluto se tra i 2 compartimenti esiste una differenza (**gradiente**) di:

- concentrazione → **diffusione**
- potenziale elettrico → **elettrodifusione**
- temperatura → **termodifusione**
- pressione idraulica → **filtrazione**
- pressione osmotica → **osmosi**

**Flusso di soluto:  $J_S = n.\text{moli soluto} / (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$**   
**Flusso globale:  $J_V = \text{volume soluzione} / (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$**

**Diffusione**

$$J_S = K_d \Delta C$$

**Elettrodifusione**

$$J_S = K_{ed} \Delta V$$

**Termodifusione**

$$J_S = K_T \Delta T$$

**Flusso di volume**

$$J_V = K_P \Delta P$$

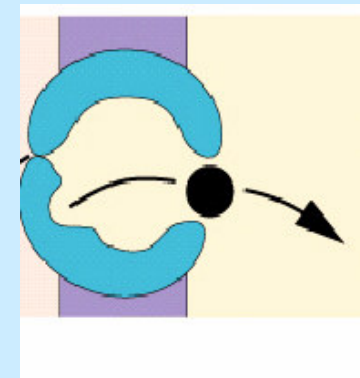
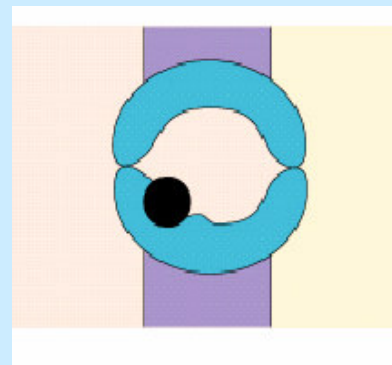
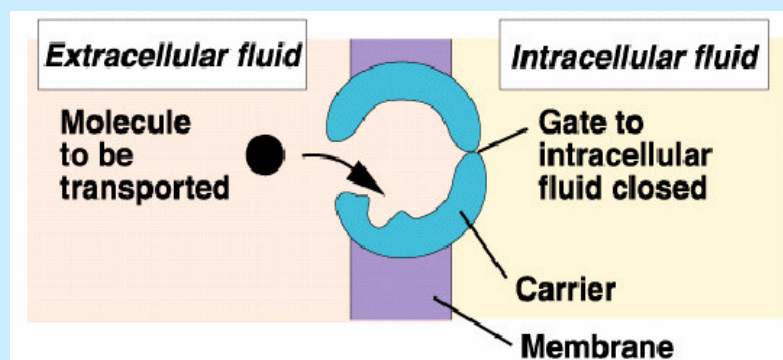
**Osmosi**

$$J = K_o \Delta \pi$$

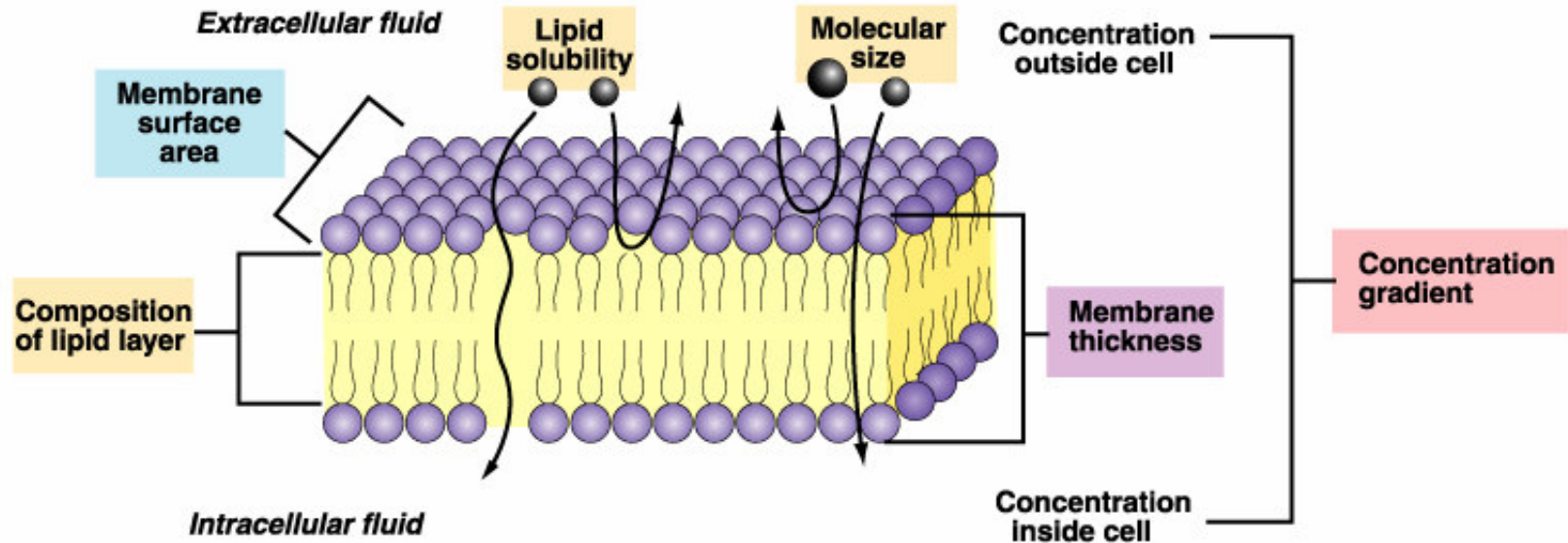
# Meccanismi di trasporto

Passaggio di sostanze tramite:

processi biochimici → **trasporto facilitato**  
**trasporto attivo**



# Diffusione attraverso membrane biologiche



$$J_s = P \Delta C$$

con  $P = -D_m r / \Delta x$  = permeabilità della membrana  
 $r$  = coefficiente di ripartizione olio/acqua

## Coefficiente di diffusione

Il coefficiente di diffusione libera  $D$  dipende da:

- temperatura assoluta  $T$
  - caratteristiche fisico-chimiche di soluto e solvente
- dimensioni molecola: raggio  $r$   
attrito  $\rightarrow$  viscosità liquido

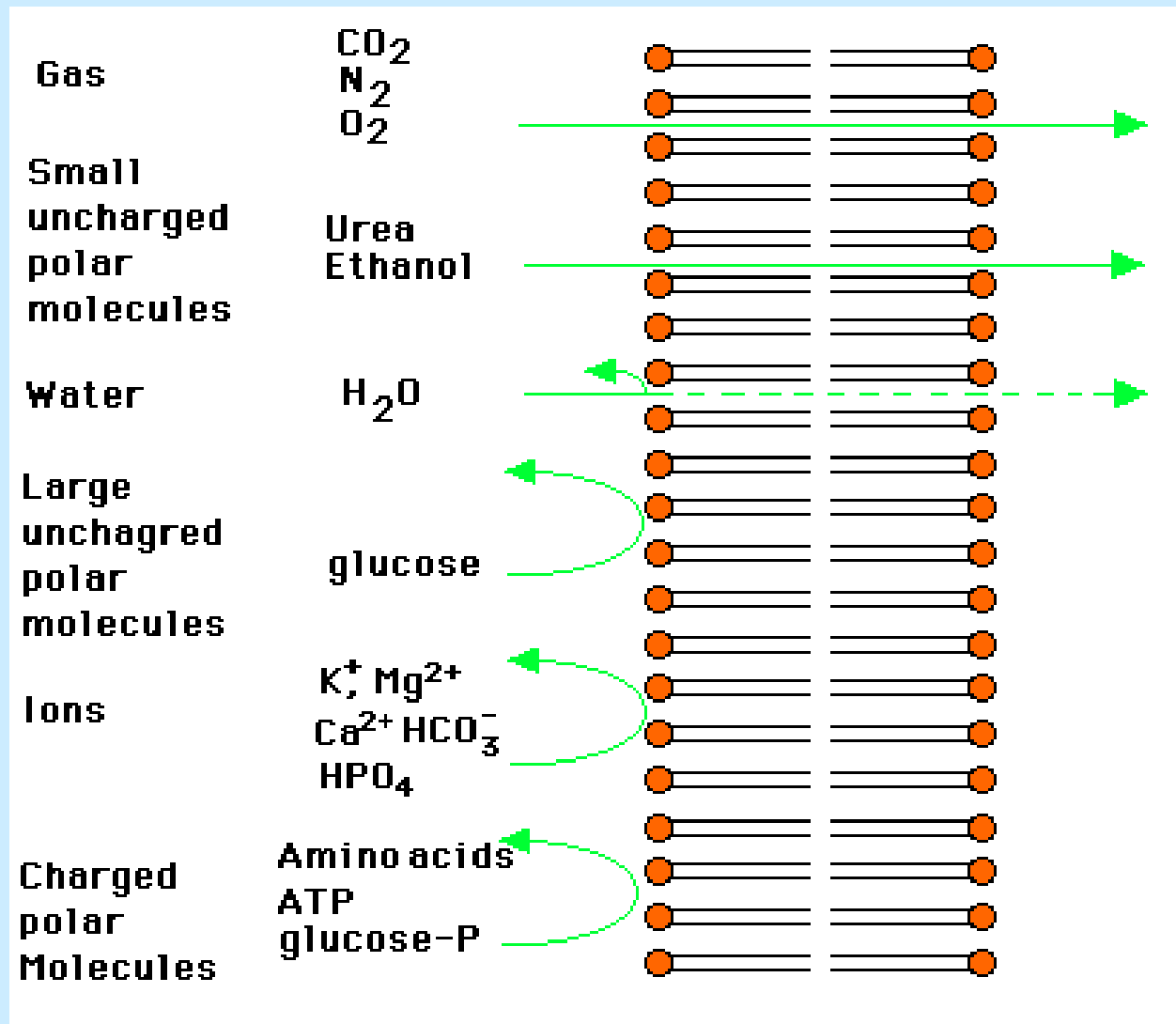
$$D = kT/6\pi\eta r$$

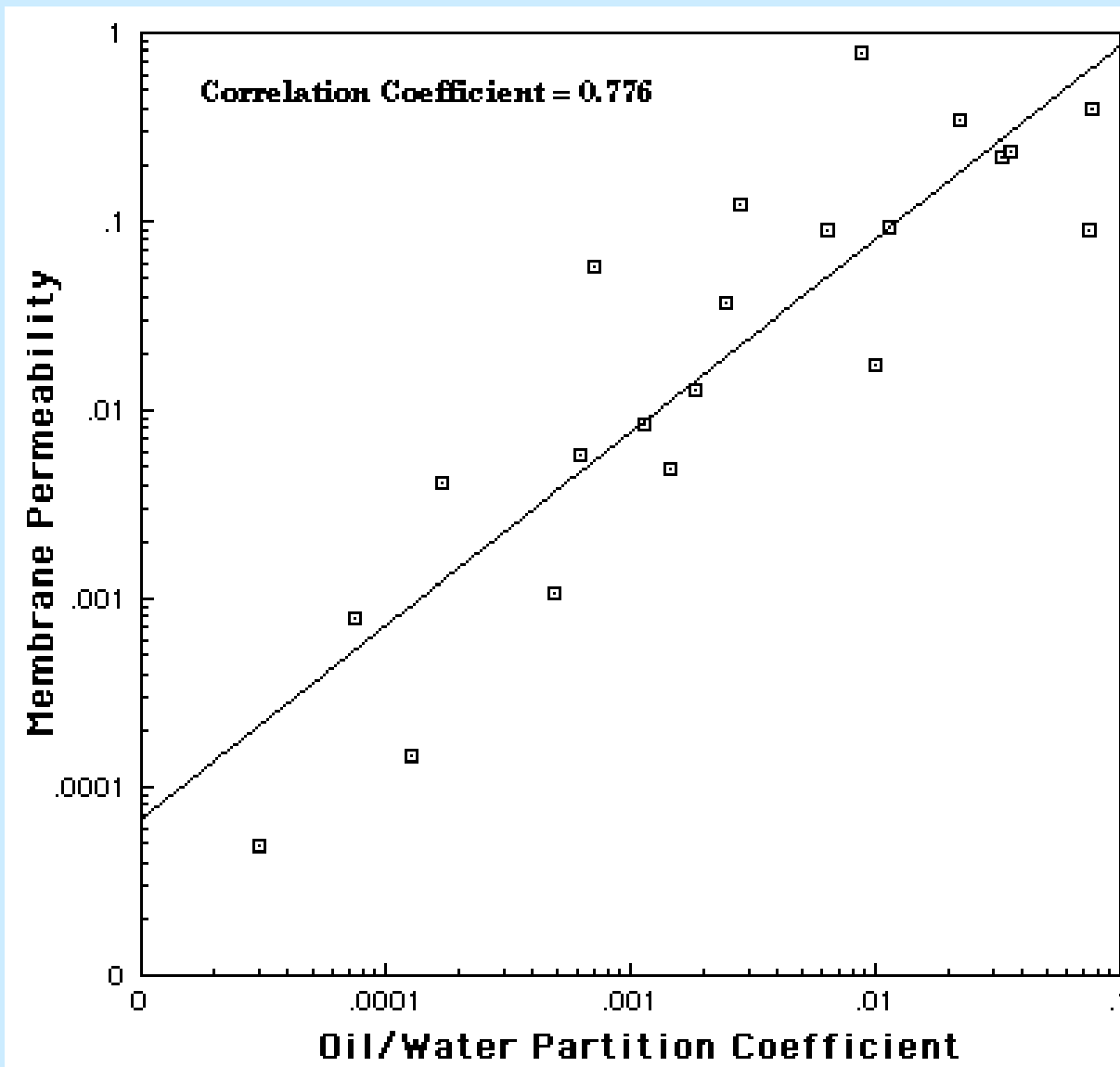
(almeno 10000 volte più grande nei gas che nei liquidi)

$$k = R/N$$

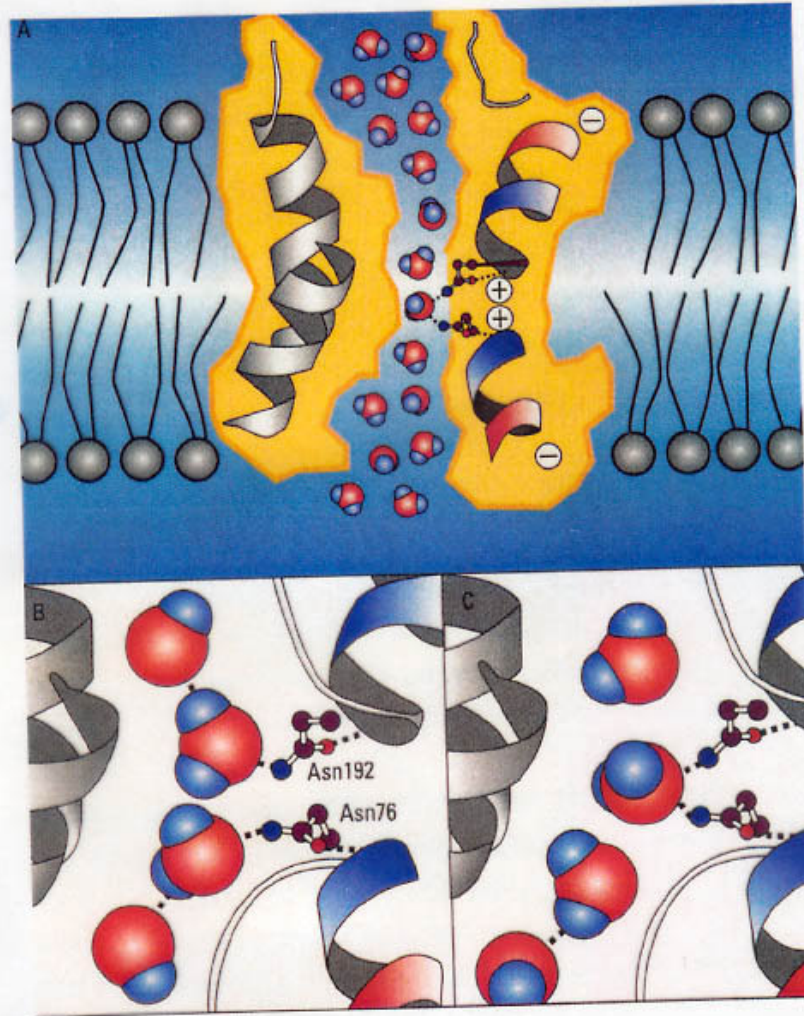
$$N = 6.02 \cdot 10^{23}$$

$$R = 8.3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}$$

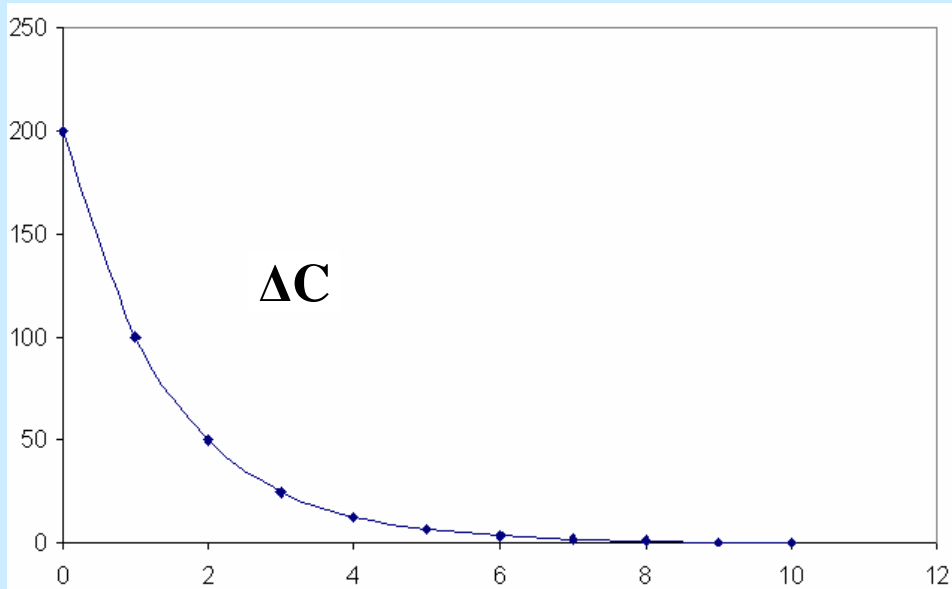
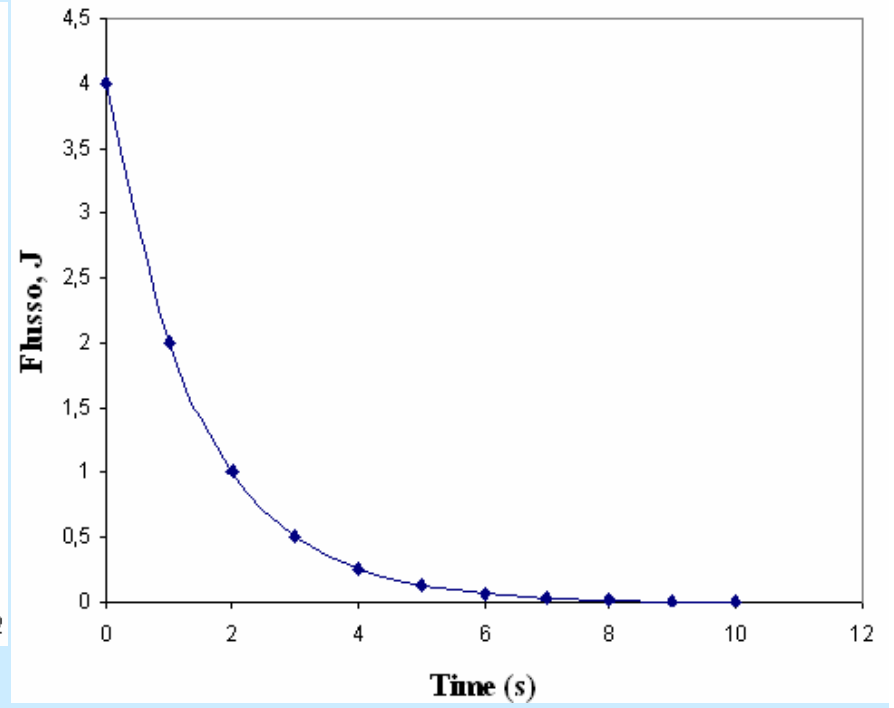
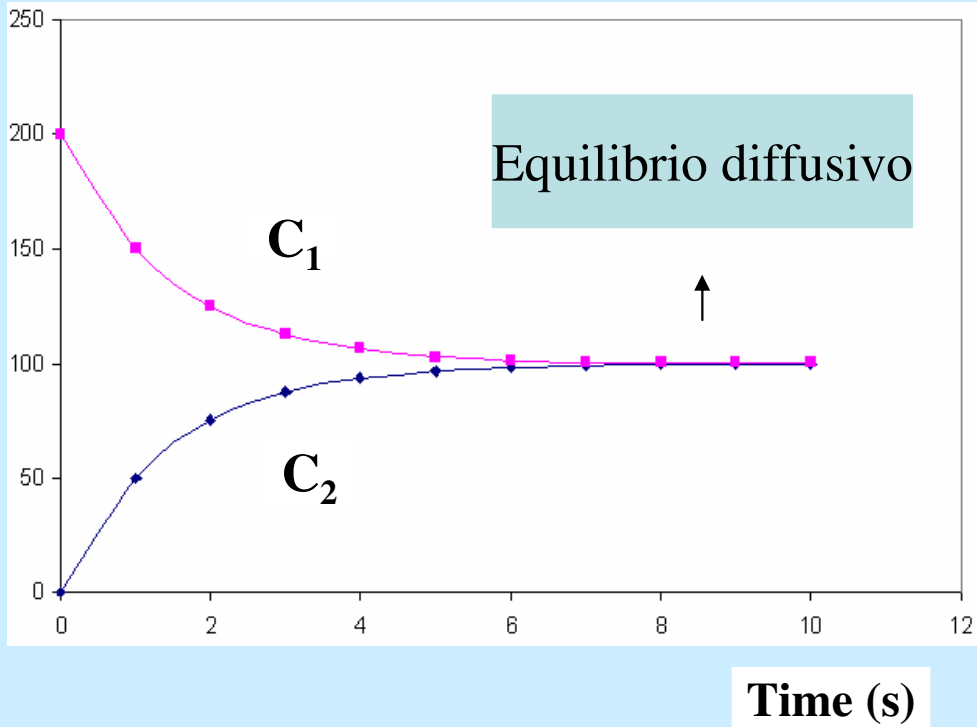




## Aquaporin water channel



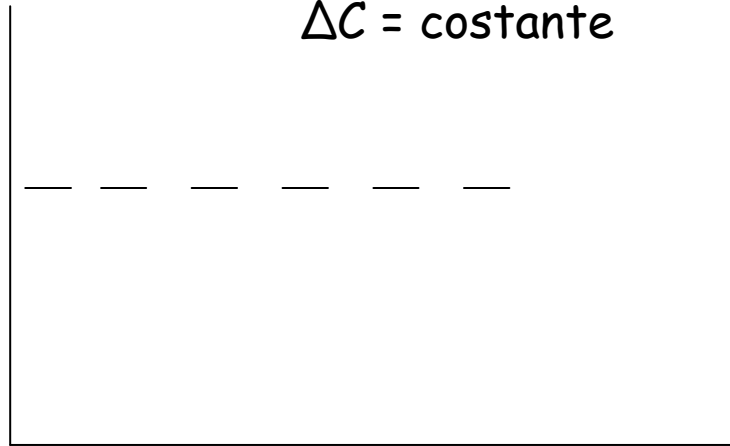
$H_2O$  molecules become aligned by interaction with Asn molecules at constriction site



$J = P\Delta C$

$\Delta C = \text{costante}$

J

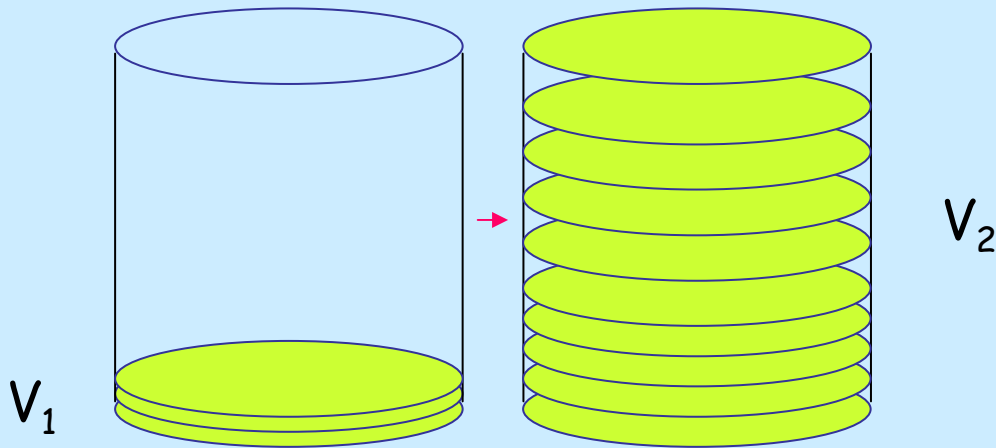


tempo

# Energia libera e diffusione

La variazione di energia libera che si osserva quando una mole di soluto viene trasferita da un mezzo a concentrazione  $C_1$  ad un mezzo a concentrazione  $C_2$  è data da:

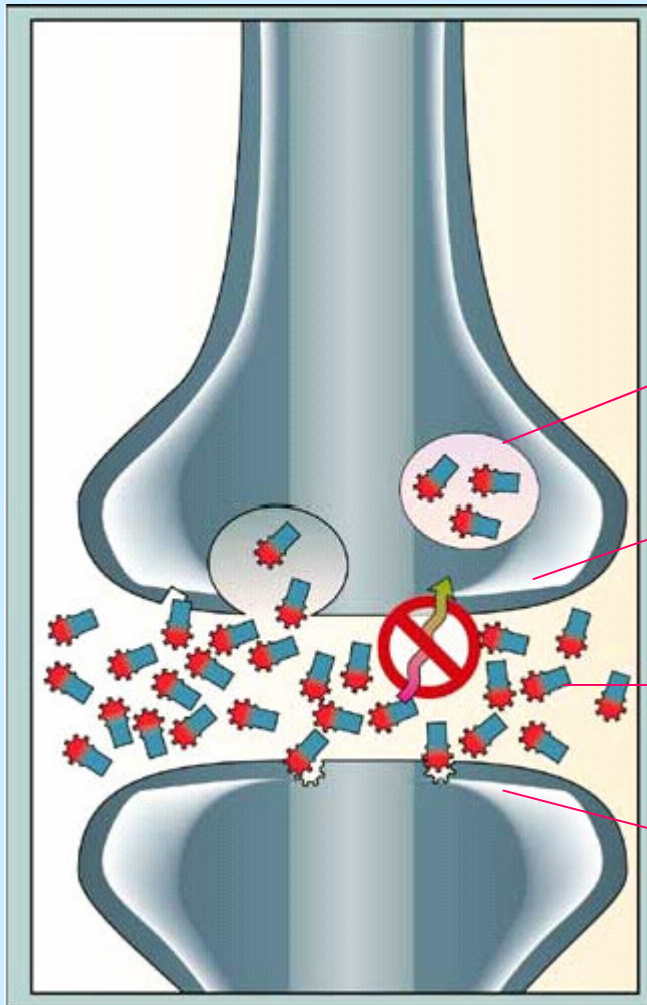
$$\Delta G = RT \ln(C_2/C_1)$$



$V$  indica il volume di soluzione in cui è contenuta una mole di soluto

$$\begin{aligned} \Delta G < 0 & \text{ se } C_2 < C_1 \\ \Delta G > 0 & \text{ se } C_2 > C_1 \\ \Delta G = 0 & \text{ se } C_2 = C_1 \end{aligned}$$

Equilibrio diffusivo  
 $\Delta G = 0$



Sinapsi chimica

Vescicola presinaptica

Membrana presinaptica

Spazio sinaptico

Membrana postsinaptica