

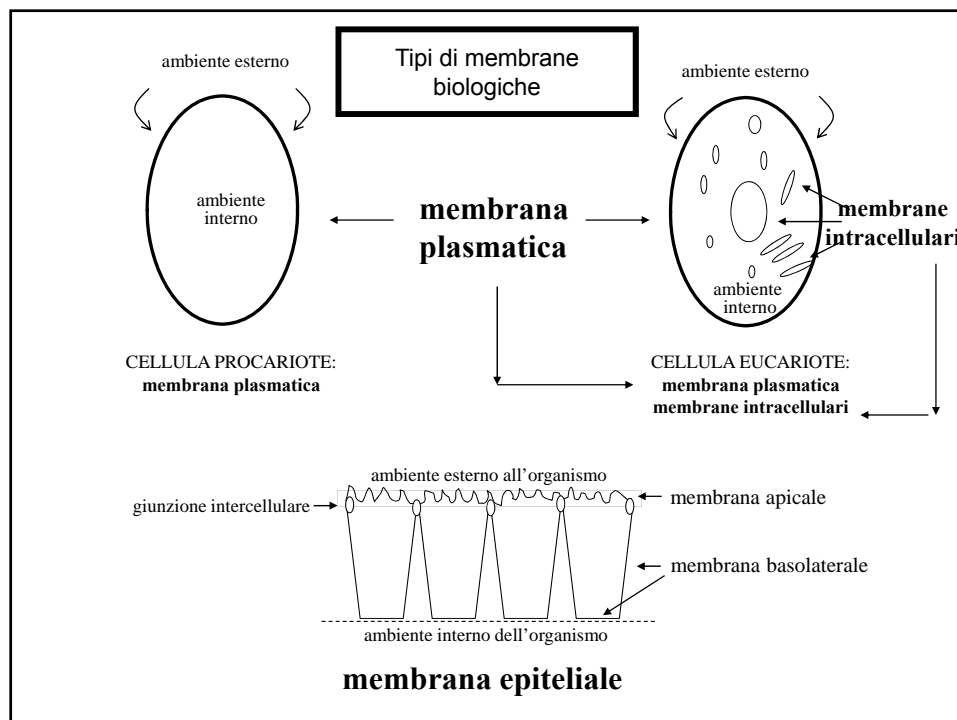
BIOFISICA DELLE MEMBRANE

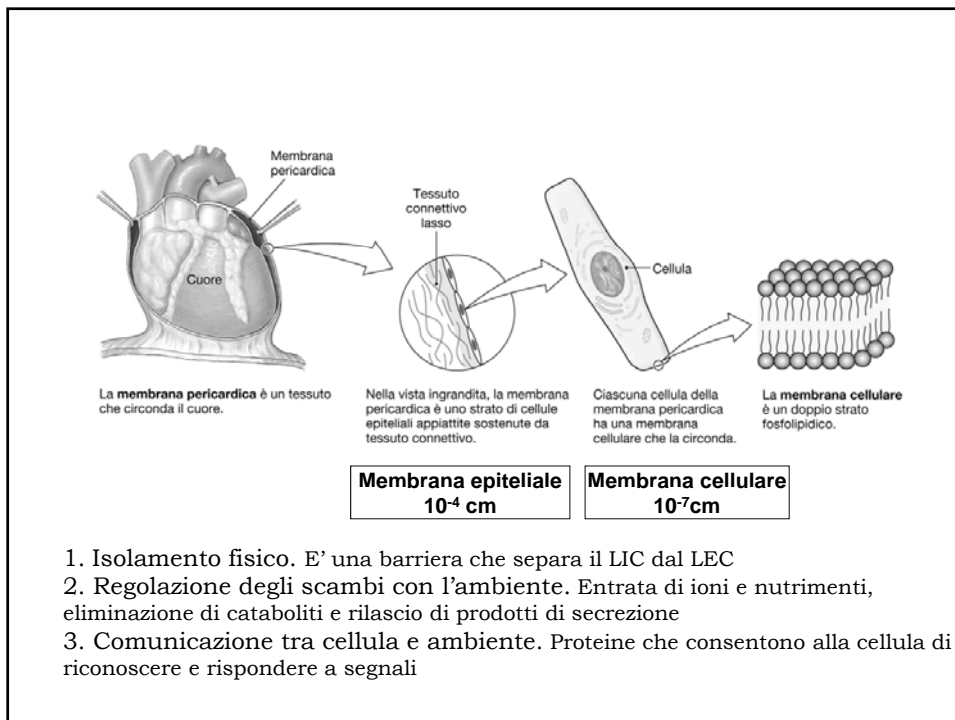
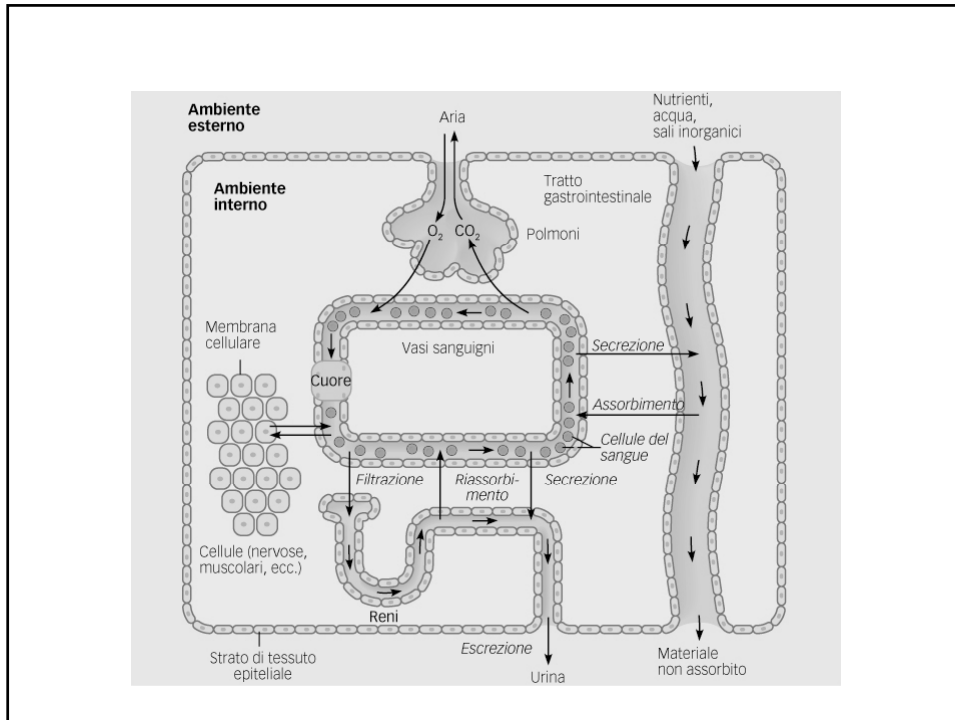
Le funzioni biologiche di tutti gli organismi viventi si svolgono mediante scambio di sostanze ed informazioni attraverso membrane.

Membrana = struttura che separa due mezzi diversi (gas o liquidi) e che regola selettivamente il trasporto delle sostanze in essi contenute in entrata ed in uscita.

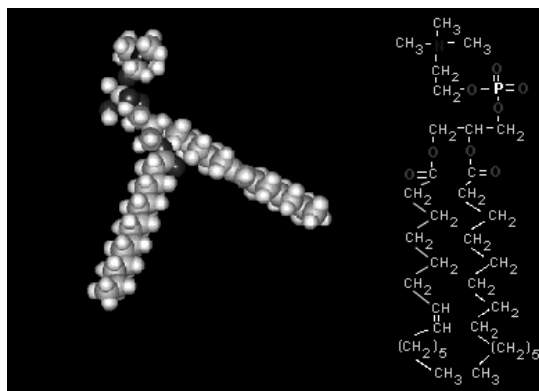
compartimento 1

compartimento 2



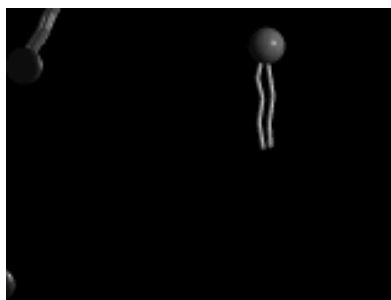


I fosfolipidi sono molecole *anfipatiche*

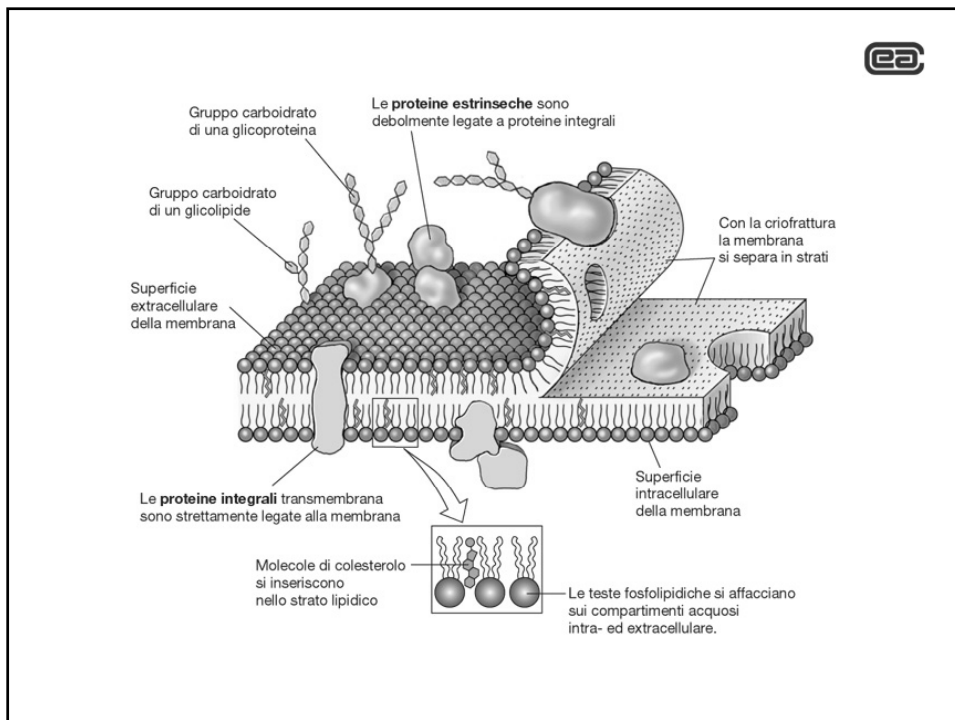
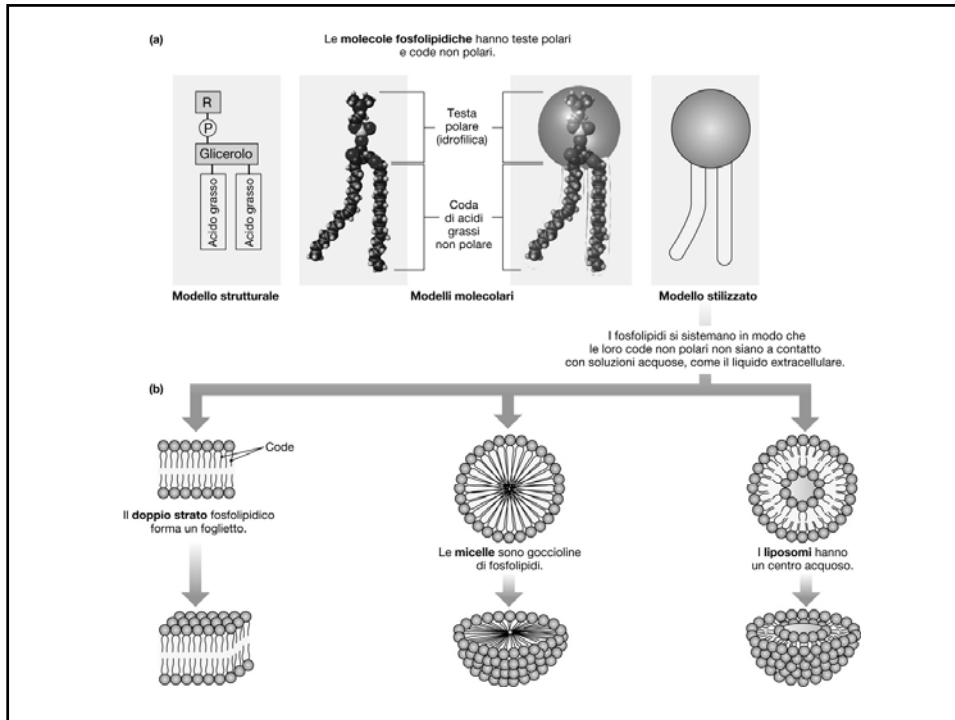


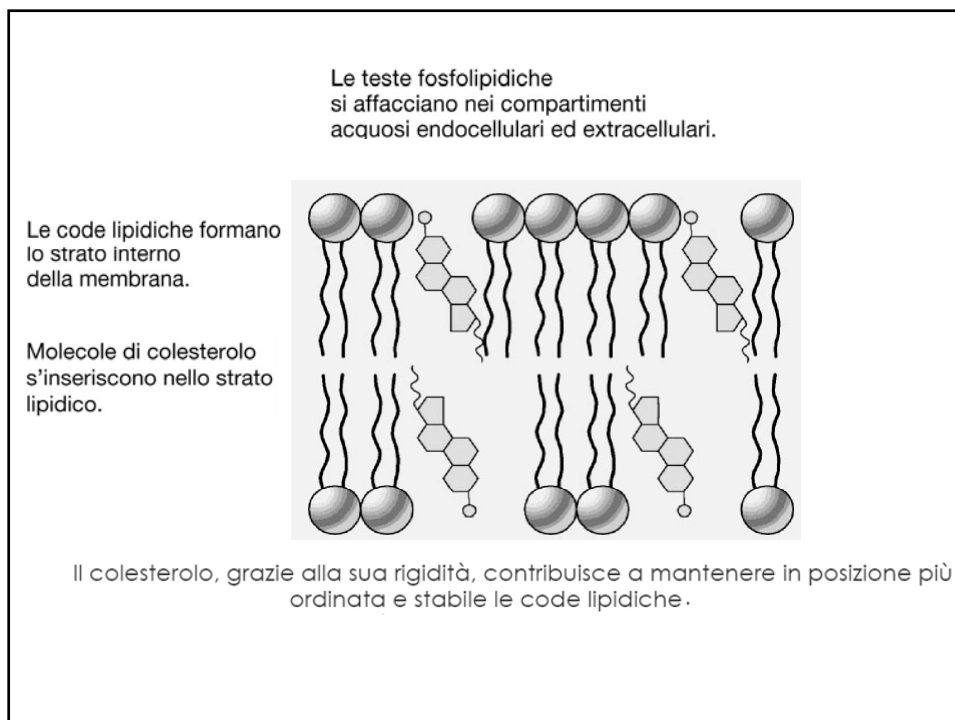
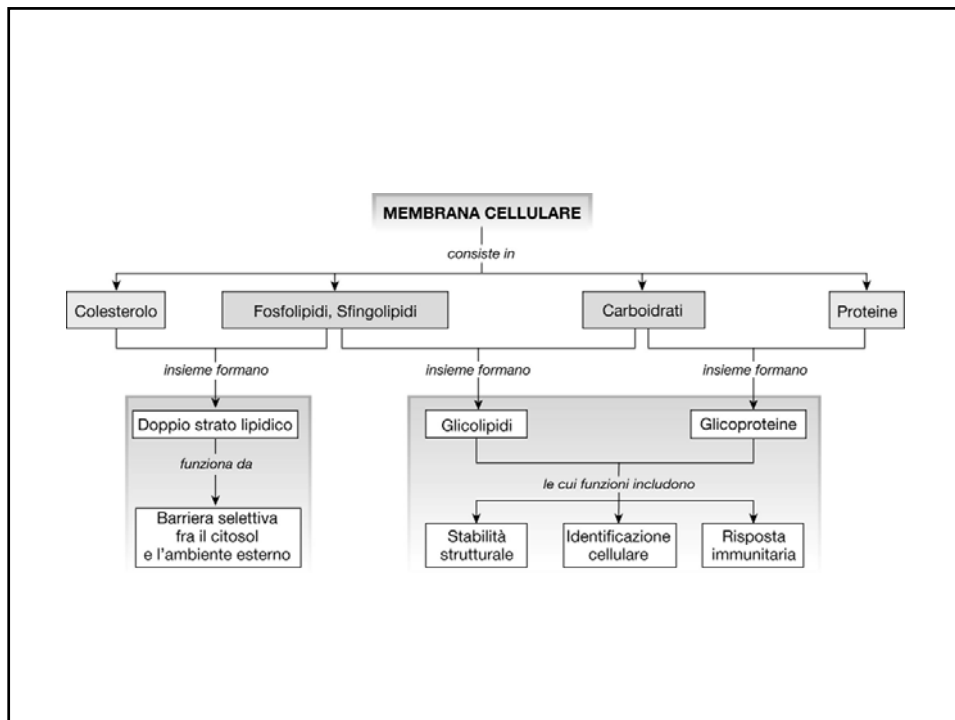
Organizzazione dei fosfolipidi in acqua

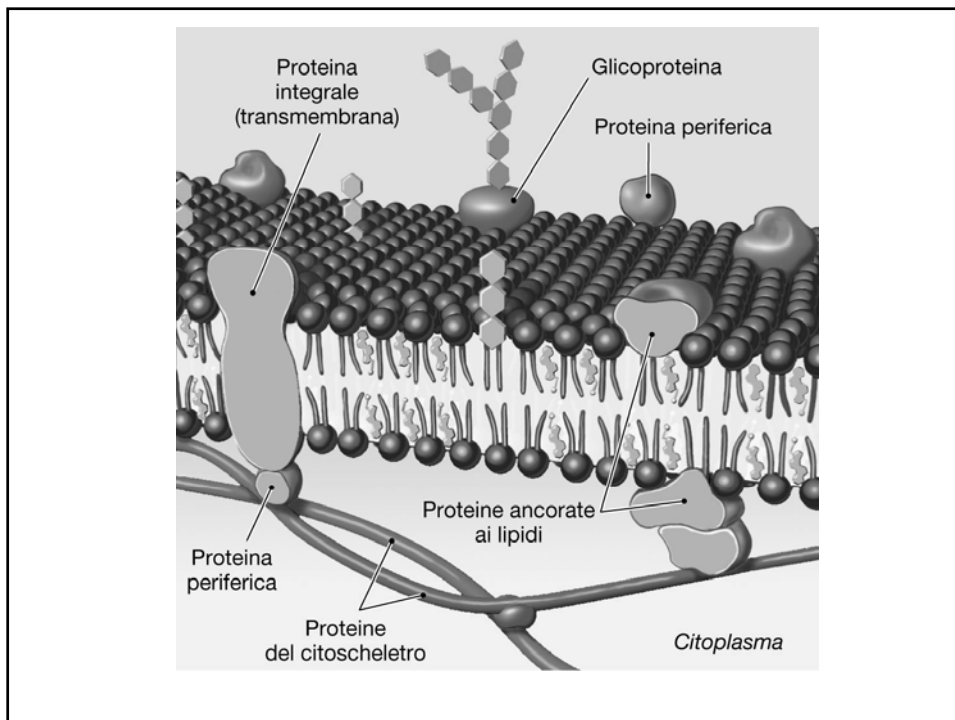
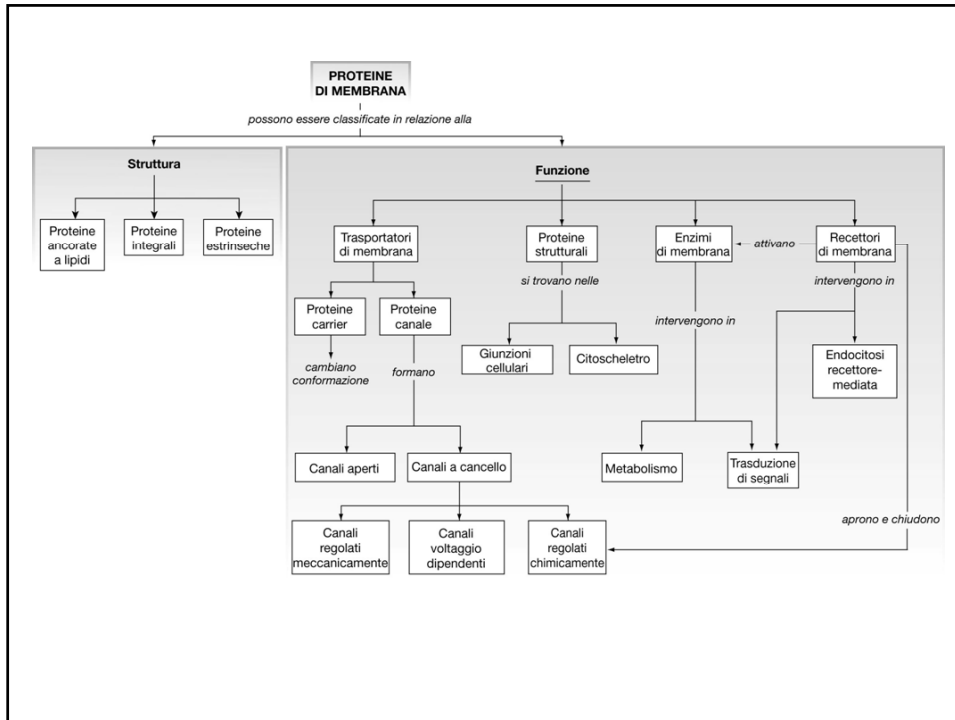
ambiente acquoso

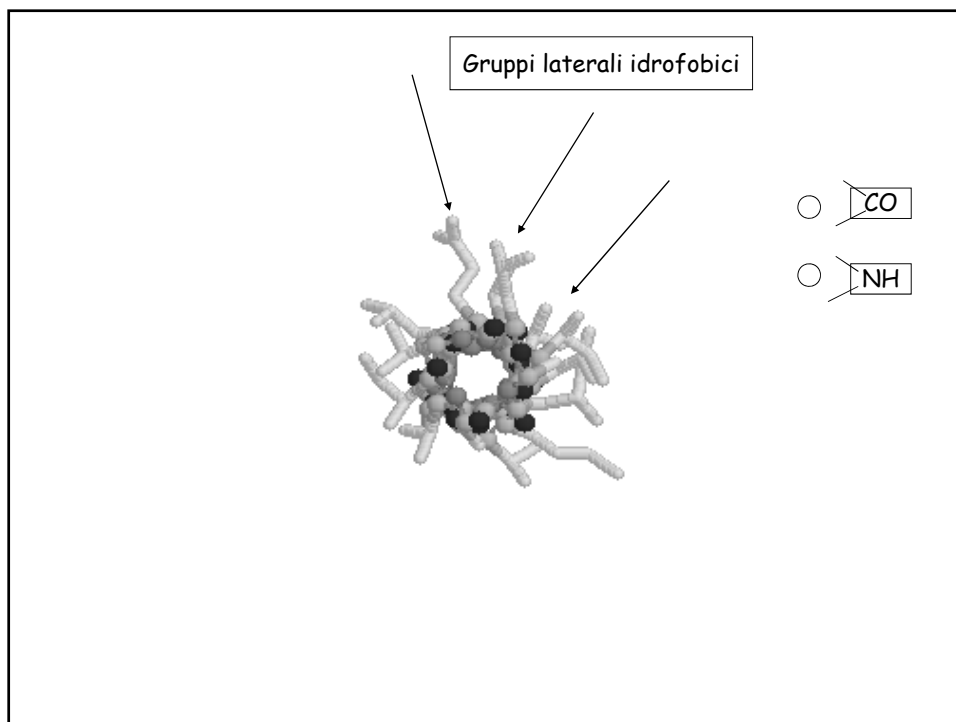
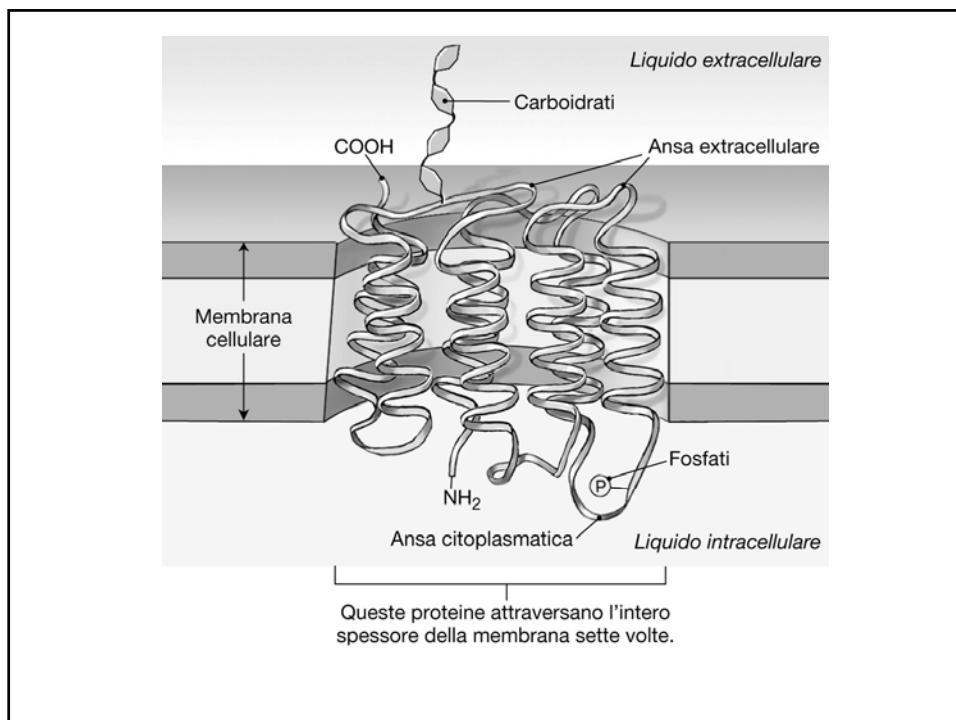


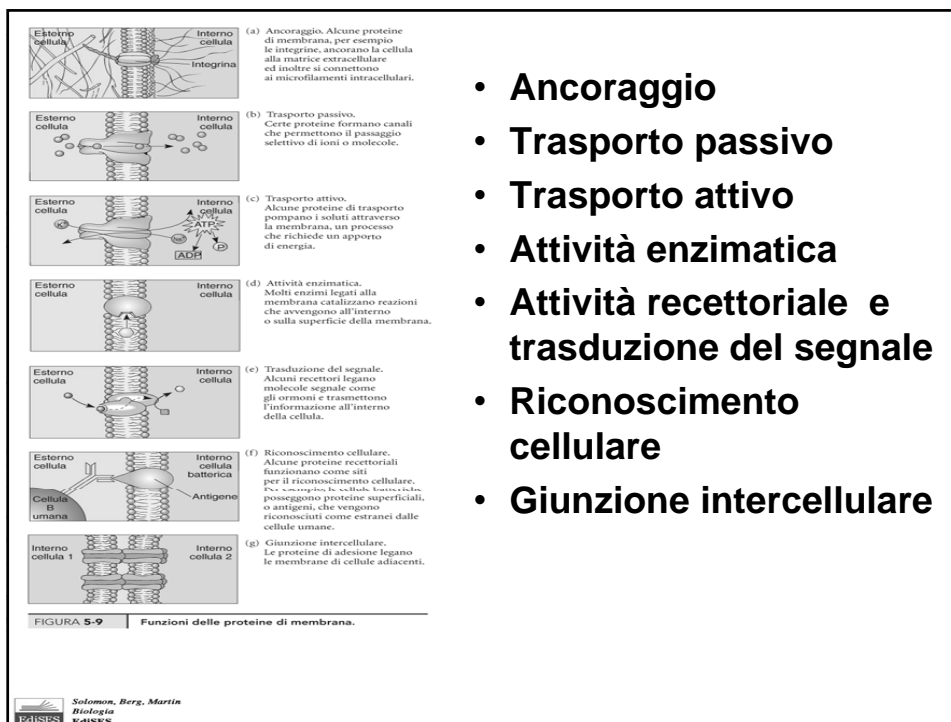
ambiente acquoso



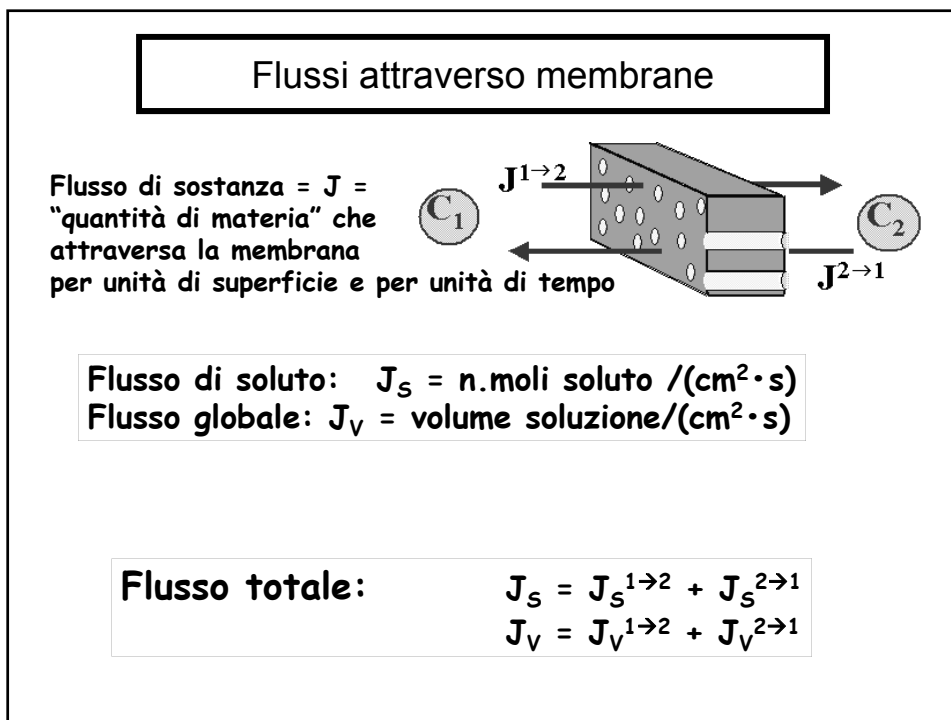








- **Ancoraggio**
- **Trasporto passivo**
- **Trasporto attivo**
- **Attività enzimatica**
- **Attività recettoriale e trasduzione del segnale**
- **Riconoscimento cellulare**
- **Giunzione intercellulare**



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

- concentrazione → diffusione
- potenziale elettrico → elettrodiffusione
- temperatura → termodiffusione
- pressione idraulica → filtrazione
- pressione osmotica → osmosi

Diffusione

$$J_S = P \Delta C$$

Elettrodiffusione

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

Termodiffusione

$$J_S = K_T \Delta T$$

Flusso di volume

$$J_V = K_P \Delta P$$

Osmosi

$$J_V = K_0 \Delta \pi$$

$$G = RT \ln[S]$$

$$\Delta G = RT \ln[S]_i - RT \ln[S]_o$$

$$\Delta G = RT \ln [S]_i/[S]_o$$

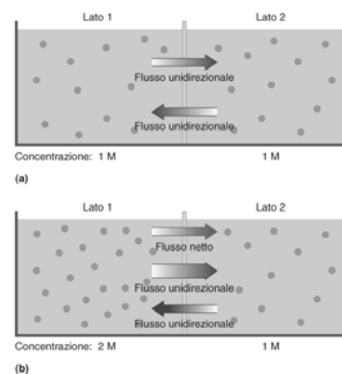
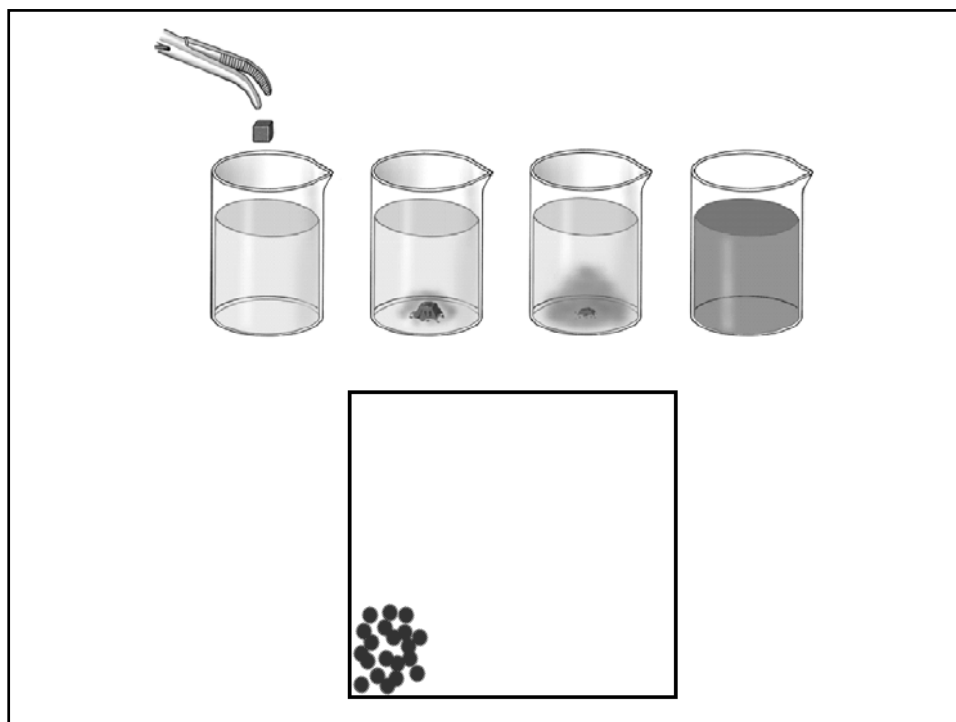


FIGURA 4.6 Flusso direzionale delle molecole e flusso netto. (a) Equilibrio di diffusione. Quando le molecole di soluto (punti) sono alla stessa concentrazione ai due lati della membrana, il flusso unidirezionale dal compartimento 1 al compartimento 2 è uguale a quello dal compartimento 2 al compartimento 1 (freccie). In queste condizioni, il flusso netto attraverso la membrana è zero. **(b)** Flusso netto. Quando la concentrazione nel compartimento 1 viene aumentata del doppio, il flusso unidirezionale da questo compartimento al compartimento 2 si raddoppia di conseguenza, ma il flusso unidirezionale con direzione opposta rimane inalterato. In tal caso i due flussi unidirezionali sono diversi (come indicato dalle frecce) e ciò produce un flusso netto lungo il gradiente di concentrazione dal compartimento 1 al compartimento 2.

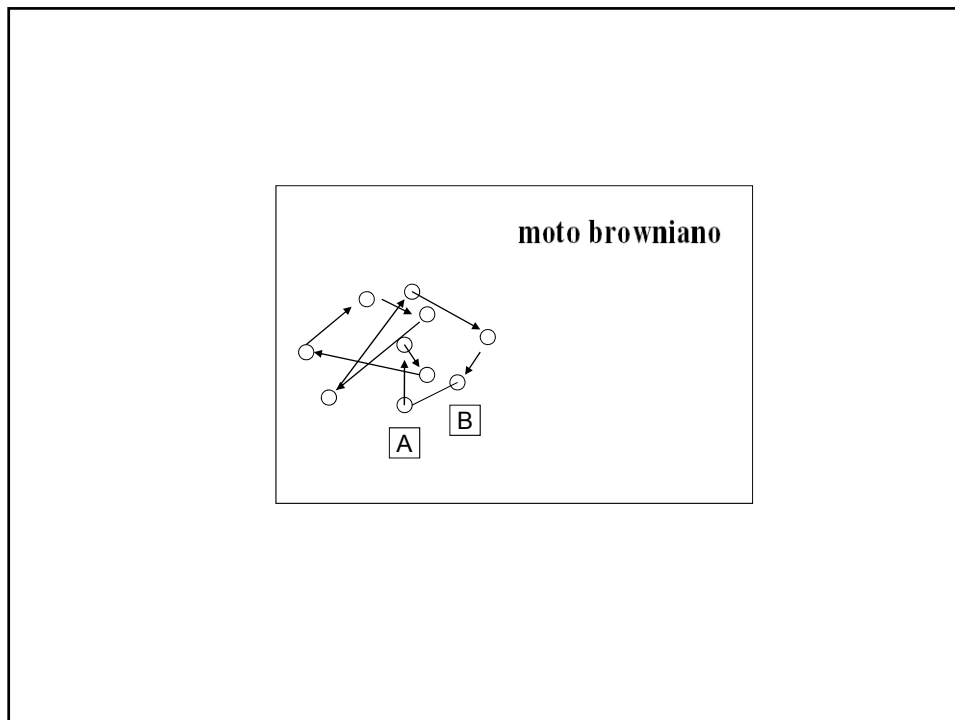


Diffusione

Tutte le molecole sono costantemente in movimento. Le molecole gassose e le molecole in soluzione si muovono continuamente da un punto ad un altro, rimbalzando contro altre molecole o contro le pareti del contenitore in cui si trovano.

Agitazione termica:
moto browniano → casuale con moltissimi urti





Coefficiente di diffusione

Il coefficiente di diffusione libera D dipende da:

- **temperatura assoluta T**
- **caratteristiche fisico-chimiche di soluto e solvente**
 (tipo di urti che subisce la molecola di soluto
 → dimensioni molecola: raggio r
 → attrito → viscosità liquido)

→ **$D = kT/6\pi\eta r$**

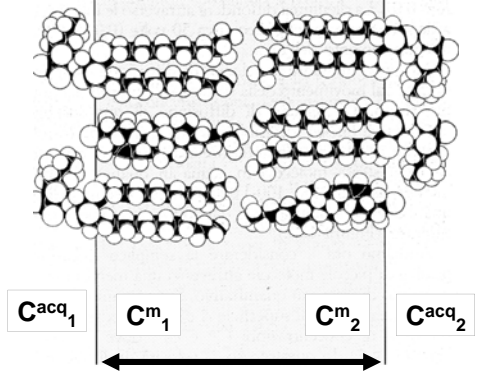
(almeno 10000 volte più grande nei gas che nei liquidi)

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

Einstein ha dimostrato che l'attrito tra la superficie di una particella e il mezzo attraverso il quale essa diffonde rappresenta una resistenza al movimento. Egli calcolò che la diffusione è inversamente proporzionale al raggio della molecola.

Energia cinetica media - Velocità media dipendono dalla temperatura (assoluta)

La velocità tra due urti successivi aumenta al crescere della temperatura diminuisce al crescere del peso molecolare



La legge di Fick può essere applicata alla diffusione passiva attraverso la membrana cellulare

$C^{acq}_1 > C^{acq}_2$

C^{acq}_1 C^m_1 C^m_2 C^{acq}_2

x

La legge di Fick descrive la diffusione libera anche in ambienti non acquosi e quindi anche nell'ambiente interno libero di una qualsiasi membrana omogenea

il flusso netto transmembranario è espresso in funzione delle concentrazioni dentro la membrana :

$$R(C^m_1 - C^m_2)$$

$$R = [C]_{olio}/[C]_{acqua}$$

Diffusione attraverso doppi strati fosfolipidici

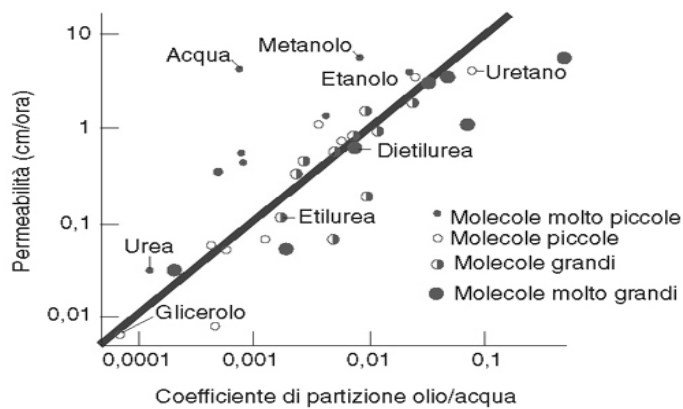
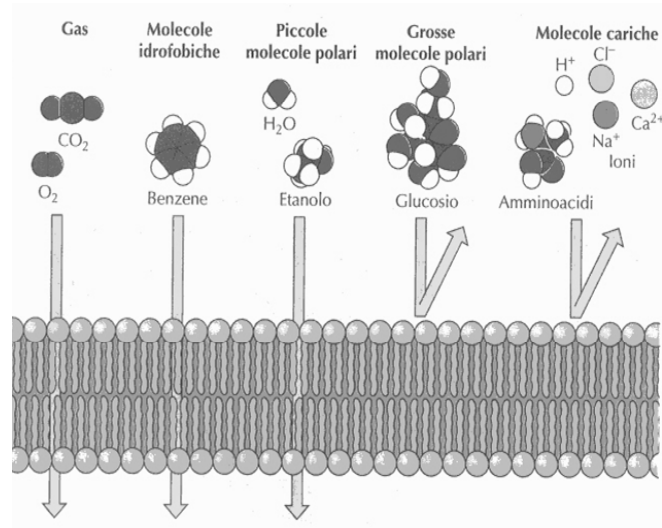
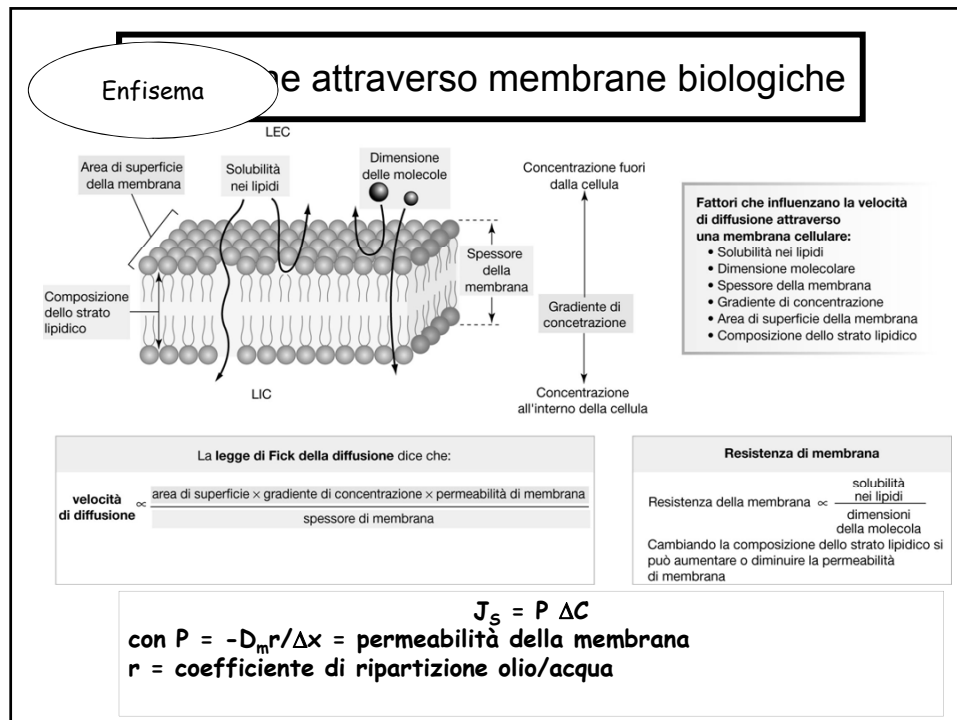


Figura 1.9 Relazione lineare tra coefficiente di partizione olio/acqua e permeabilità di membrana. Si noti come la permeabilità non dipenda dalla dimensione delle molecole. Due molecole piccole come glicerolo e uretano hanno permeabilità molto diverse perché i loro coefficienti di partizione differiscono di circa tre ordini di grandezza.

La permeabilità relativa di una molecola attraverso un doppio strato lipidico è proporzionale al suo coefficiente di ripartizione R tra la fase di olio e la fase acquosa



Riepilogando...

1. Le molecole diffondono da un'area a più alta concentrazione verso un'area a concentrazione più bassa.
2. La diffusione è un processo passivo che non richiede fonti di energia esterne. Usa solo l'energia cinetica del movimento molecolare.
3. Si ha uno spostamento netto di molecole fino a quando la concentrazione diventa uniforme. Il movimento molecolare continua, perciò questo è detto equilibrio dinamico.
4. La diffusione è rapida a breve distanza ma molto più lenta a lunga distanza.
5. La diffusione è direttamente correlata alla temperatura. A temperature più elevate, le molecole si muovono più velocemente e la diffusione è più rapida.
6. La diffusione è inversamente correlata alla dimensione molecolare. Più grande è la molecola tanto più lenta sarà la diffusione.
7. La velocità di diffusione attraverso la membrana cellulare dipende dalla capacità della molecola di sciogliersi nello strato lipidico della membrana. Le molecole solubili nei lipidi (lipofile) possono diffondere attraverso la membrana per diffusione semplice.
8. La velocità di diffusione attraverso la membrana è direttamente proporzionale all'area della membrana. Maggiore l'area, tante più molecole possono attraversare la membrana nell'unità di tempo.
9. La velocità di diffusione attraverso una membrana è inversamente proporzionale allo spessore della membrana. Maggiore lo spessore della membrana, più lenta sarà la diffusione.