



Per poter comprendere il potenziale di membrana a riposo dobbiamo considerare:

i fluidi ricchi di sali presenti su entrambe le facce della membrana;

la membrana stessa;

le proteine che la attraversano.

L'acqua è il principale costituente del fluido presente all'interno del neurone, **il fluido intracellulare**, e del fluido in cui è immerso il neurone, **il fluido extracellulare**. Atomi caricati elettricamente, detti **ioni**, sono disciolti in acqua e sono proprio questi i responsabili dei potenziali a riposo e d'azione

Qualche richiamo di chimica...

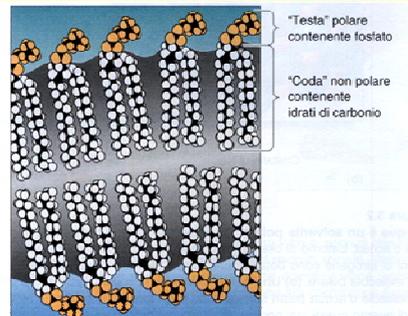
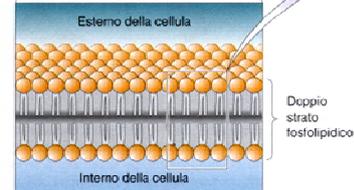
Gli ioni

Gli ioni sono molecole o atomi che hanno una carica elettrica netta. Ad esempio il sale da cucina, NaCl, è composto da due ioni tenuti insieme da un legame detto appunto ionico. In acqua, che è una sostanza polare, il sale si scioglie dando origine agli ioni Na⁺ e Cl⁻.

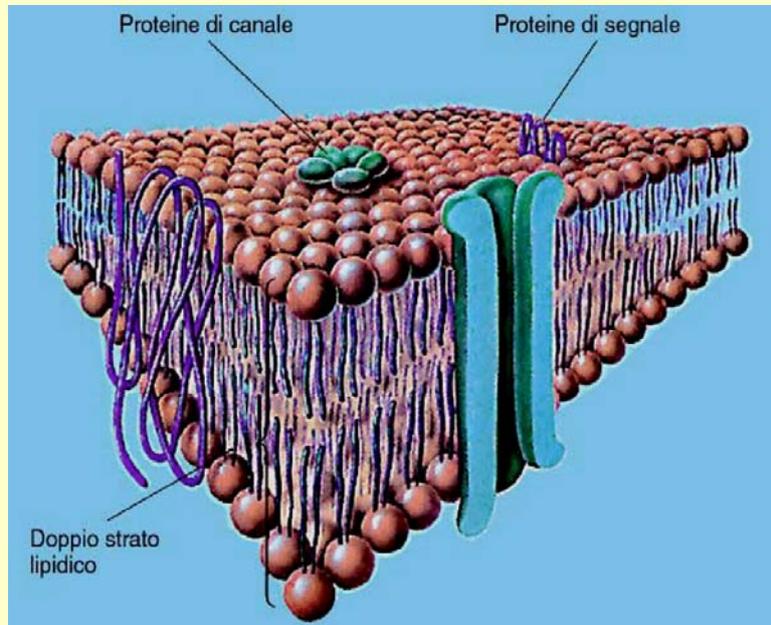
Gli ioni con una carica elettrica positiva sono detti **cationi**, quelli con una carica negativa sono detti **anioni**.



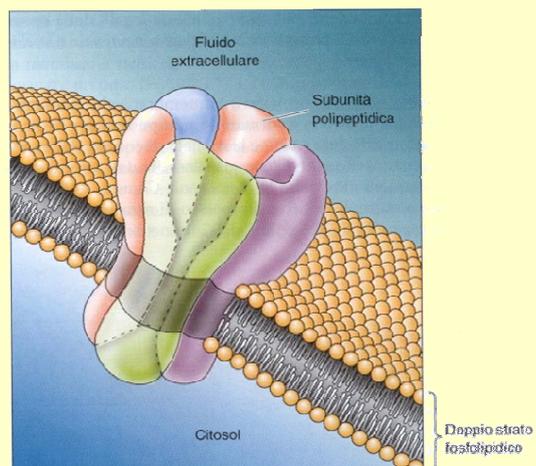
La membrana cellulare è costituita di un doppio strato fosfolipidico ed isola efficacemente il citosol dal fluido extracellulare



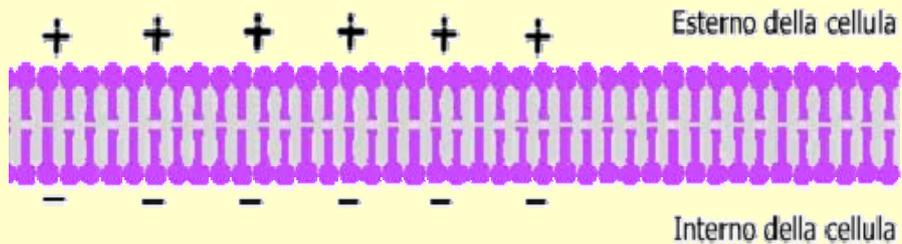
Membrana cellulare: doppio strato lipidico in cui sono incluse proteine di segnale e proteine di canale



I canali ionici di membrana. I canali ionici sono costituiti da proteine che attraversano la membrana, unite tra loro a formare un poro. In questo esempio il canale proteico è costituito da cinque subunità polipeptidiche. Ciascuna subunità è dotata di una regione superficiale idrofobica (ombreggiata) che si unisce efficacemente al doppio strato fosfolipidico.

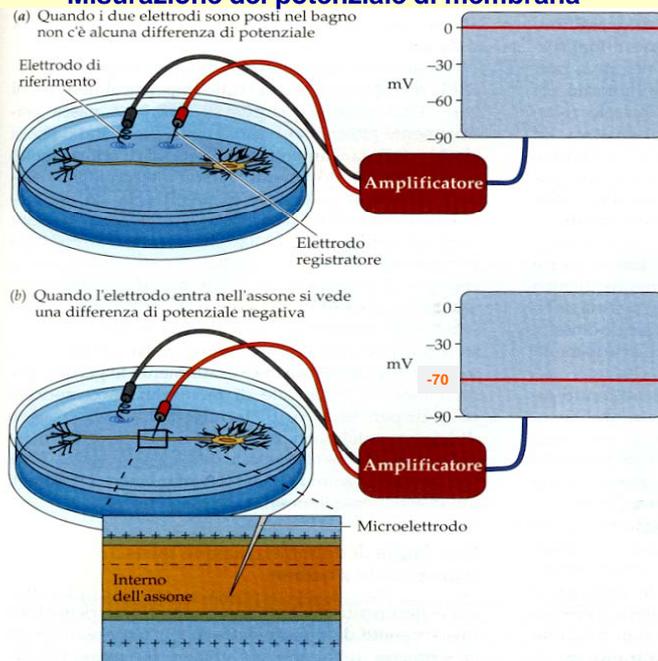


Il potenziale di membrana è dovuto ad una differenza di carica tra l'interno e l'esterno della cellula.



Il potenziale di membrana di un neurone a riposo misura circa -70 millivolt (mV), cioè il potenziale di un neurone all'interno della cellula è minore di circa 70 mV rispetto al liquido extracellulare. Il neurone allo stato di riposo è polarizzato.

Misurazione del potenziale di membrana



FATTORI CHE GENERANO IL POTENZIALE DI MEMBRANA A RIPOSO

- Forza di diffusione
- Forza di pressione elettrostatica



Tendono a mantenere la distribuzione di carica uguale ai due lati della membrana

Caratteristiche della membrana



Sono responsabili della diversa distribuzione di carica ai due lati della membrana

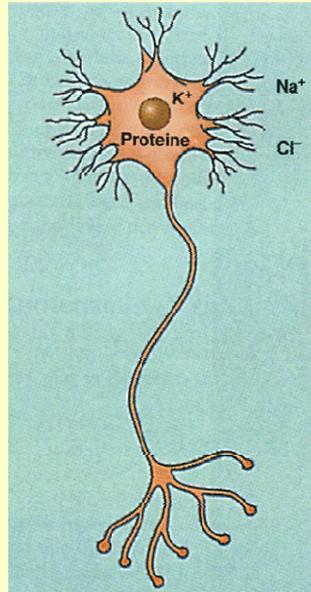
Diffusione:

è il processo tramite il quale le molecole si distribuiscono in modo uniforme all'interno del mezzo in cui sono disciolte. Il movimento delle molecole va da regioni di alta concentrazione a regioni di minore concentrazione

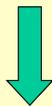
Pressione elettrostatica:

è la forza di attrazione tra particelle atomiche dotate di segno opposto, oppure la forza di repulsione tra particelle atomiche dotate di segno uguale.

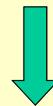
Nello stato di riposo, più ioni Na^+ e Cl^- sono all'esterno del neurone, mentre più ioni K^+ e proteine $^-$ sono all'interno



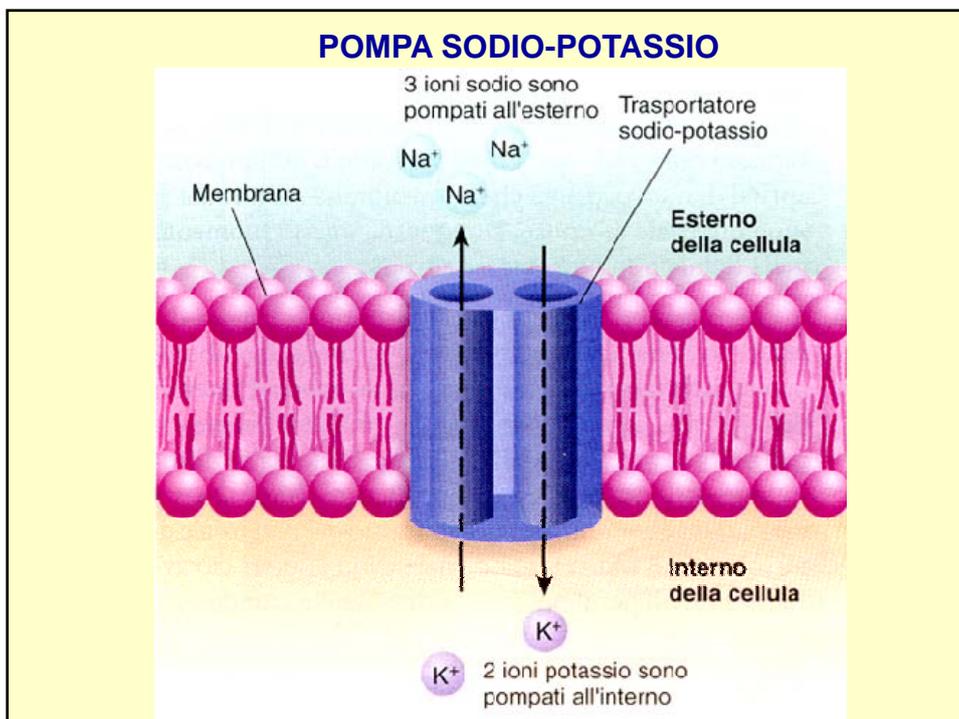
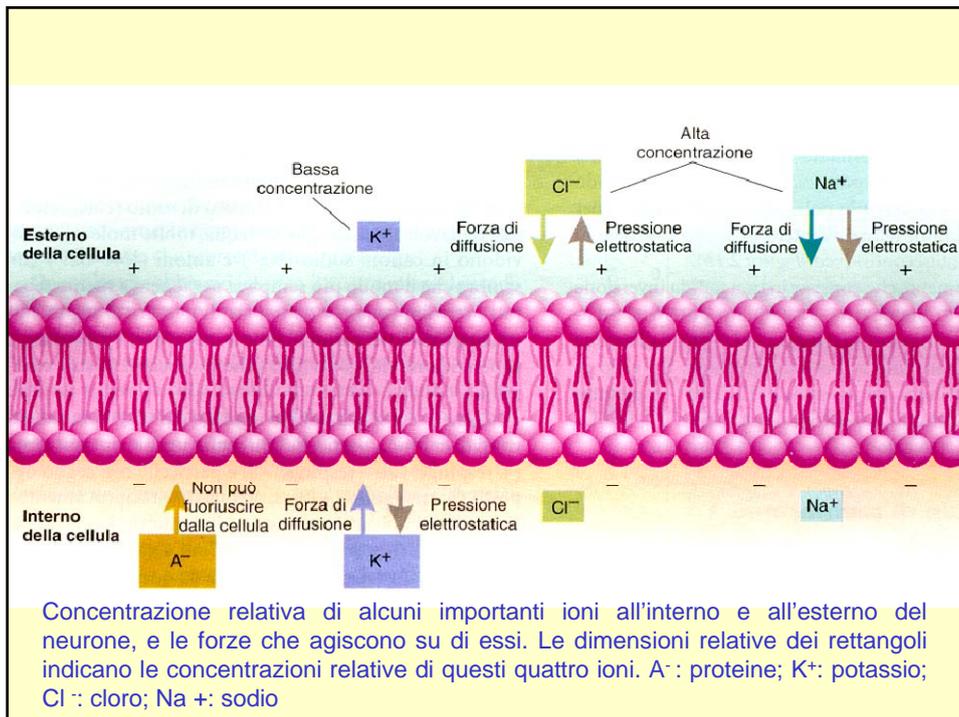
Caratteristiche della membrana responsabili della differente distribuzione di carica ai due lati della membrana neuronale nel potenziale a riposo

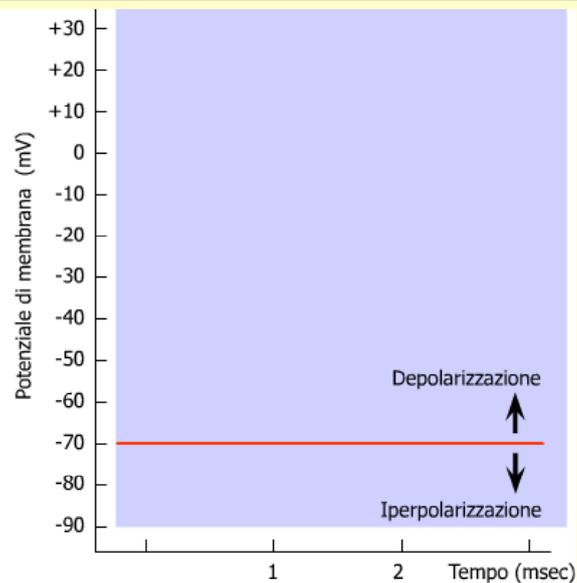


Differente permeabilità della membrana plasmatica ai diversi tipi di ioni: K^+ e Cl^- diffondono con facilità attraverso la membrana, gli ioni Na^+ passano con molta difficoltà, mentre le proteine non passano affatto



Presenza nella membrana della **pompa sodio-potassio**: è un meccanismo attivo che richiede apporto di energia





POTENZIALE DI MEMBRANA A RIPOSO

Tabella riassuntiva dei fattori responsabili delle differenze di concentrazione intracellulare (ioni k^+ e proteine intracellulari) ed extracellulare (ioni Na^+ e Cl^-)

Proteine intracellulari: sono cariche negativamente e rimangono dentro la cellula perché non possono attraversare la membrana.

Ioni K^+ : possono passare attraverso la membrana tramite canali passivi (sempre aperti) specifici per il potassio. Sono spinti fuori dal neurone dal gradiente di concentrazione: questa forza è parzialmente bilanciata dal gradiente elettrostatico che spinge il potassio verso l'interno. E' pertanto necessario un meccanismo attivo (pompa sodio-potassio) che porti all'interno k^+ per rendere conto dell'elevata concentrazione intracellulare di questo ione.

Tabella riassuntiva dei fattori responsabili delle differenze di concentrazione intracellulare (ioni K^+ e proteine intracellulari) ed extracellulare (ioni Na^+ e Cl^-)

Ioni Cl^- : possono passare attraverso la membrana tramite canali passivi (sempre aperti) specifici per il cloro. Sono spinti fuori dalla cellula dal gradiente elettrostatico. Man mano che la concentrazione esterna aumenta sono spinti all'interno dal gradiente di concentrazione. All'equilibrio, che è pari a -70 mV, gli ioni cloro sono maggiormente concentrati all'esterno.

Ioni Na^+ : sia il gradiente di concentrazione sia quello elettrostatico tendono a spingere il sodio all'interno del neurone; la membrana è però poco permeabile alla diffusione passiva di questo ione. Questa caratteristica intrinseca della membrana stessa e la presenza della pompa sodio-potassio fanno sì che all'esterno della cellula vi sia una elevata concentrazione dello ione sodio.