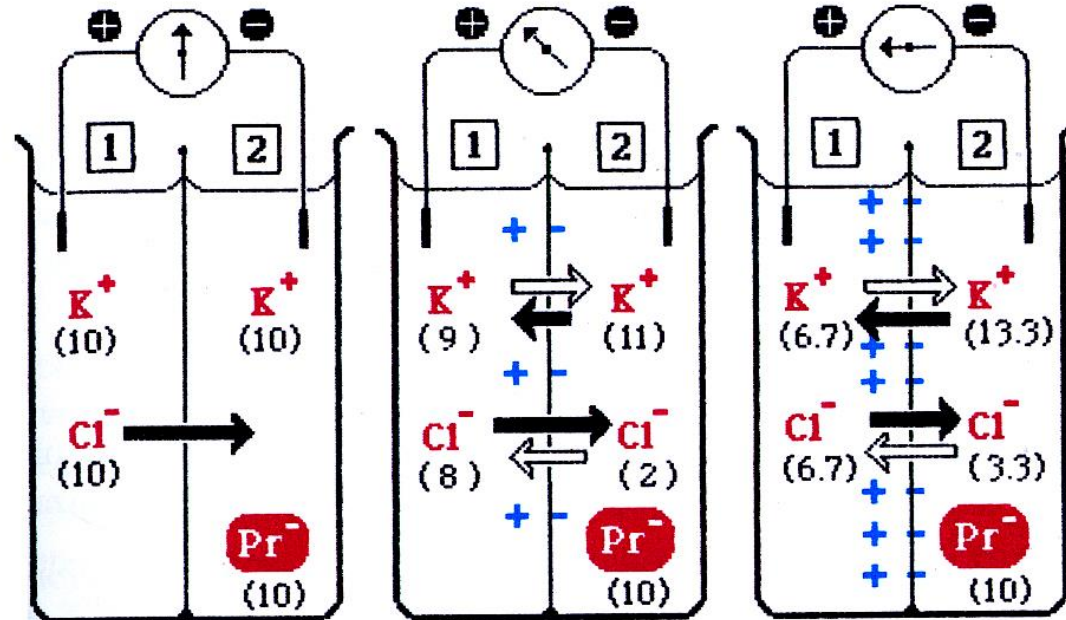


Equilibrio di Gibbs-Donnan

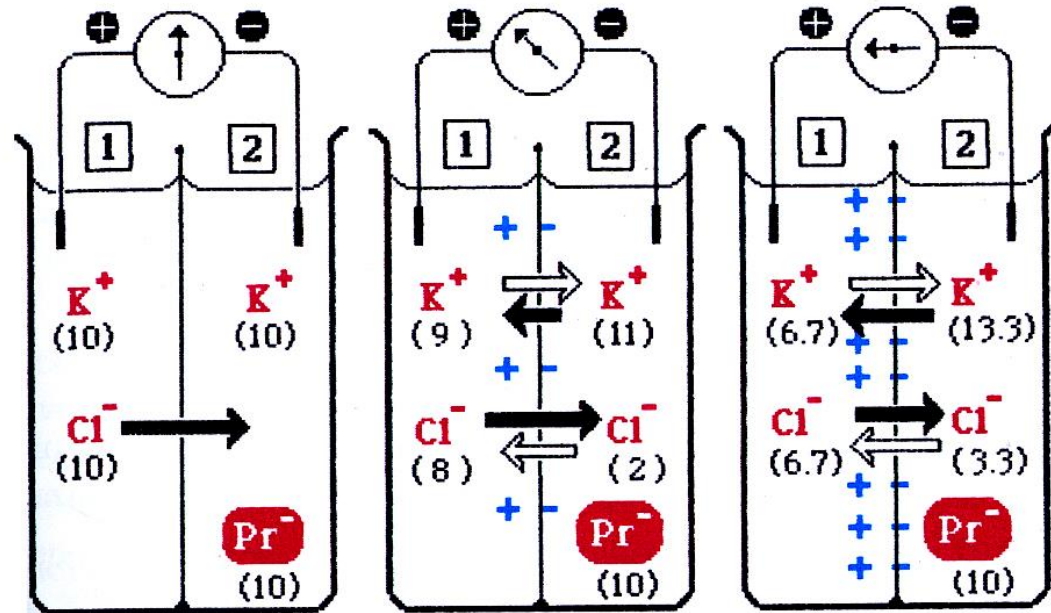
Equilibrio di Gibbs-Donnan



Tra due soluzioni acquose separate da una membrana che sia impermeabile ad uno solo dei soluti si stabilisce un equilibrio (equilibrio di Donnan) garantito da una differenza di potenziale transmembranaria.

Una conseguenza dell'equilibrio di Donnan è che tra i due compartimenti si stabilisce una differenza di pressione osmotica: la pressione osmotica è maggiore nel compartimento contenente lo ione non diffusibile.

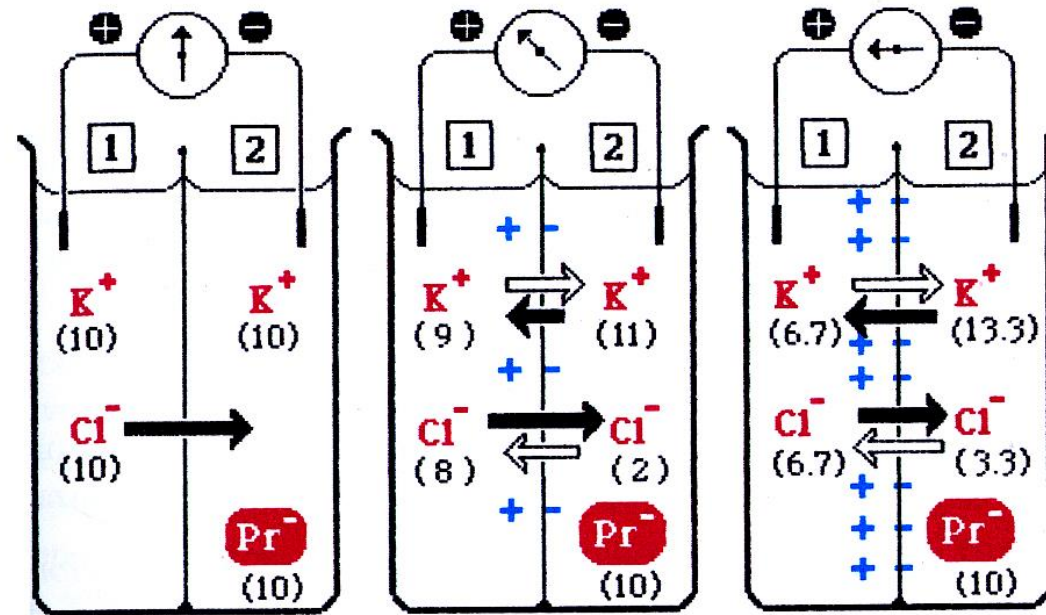
Equilibrio di Gibbs-Donnan



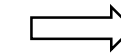
Immaginiamo un recipiente diviso da una membrana in due compartimenti (1 e 2) che contengono, rispettivamente, una soluzione di KCl ed una di proteinato di K^+ (KPr) in concentrazioni inizialmente equimolari (10 mM).

Immaginiamo, inoltre, che la membrana sia permeabile al K^+ e al Cl^- , ma non al Pr^- .

Equilibrio di Gibbs-Donnan



Le frecce nere indicano flussi secondo gradiente di concentrazione

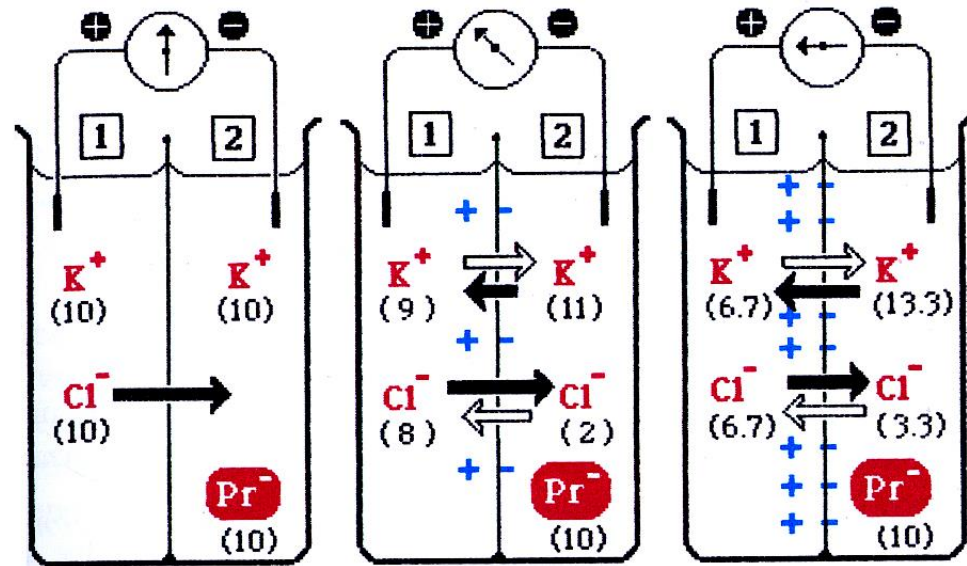


Le frecce bianche indicano flussi secondo gradiente elettrico

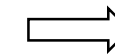
- 1) Gli ioni Cl^- diffondono da 1 a 2 secondo il loro gradiente di concentrazione, ma così facendo creano un gradiente elettrico che li spinge in direzione opposta.
- 2) Il gradiente elettrico creato dalla diffusione degli ioni Cl^- richiama ioni K^+ da 1 a 2, ma così facendo gli ioni K^+ creano a loro volta un gradiente di concentrazione che li spinge in direzione opposta.

Quando i flussi unidirezionali contrapposti diventano uguali sia per il K^+ che per il Cl^- , il flusso netto transmembranario diventa pari a 0 sia per il K^+ che per il Cl^-

Equilibrio di Gibbs-Donnan



Le frecce nere indicano flussi secondo gradiente di concentrazione



Le frecce bianche indicano flussi secondo gradiente elettrico

In queste condizioni la differenza di potenziale che si instaura a cavallo della membrana coincide con il potenziale di equilibrio dei due ioni ($E_K = E_{Cl}$) previsto dall'equazione di Nerst.

$$E_K = E_{Cl} = \frac{RT}{z_K F} \times \ln \left(\frac{[K]_1}{[K]_2} \right) = \frac{RT}{z_{Cl} F} \times \ln \frac{[Cl]_1}{[Cl]_2}$$

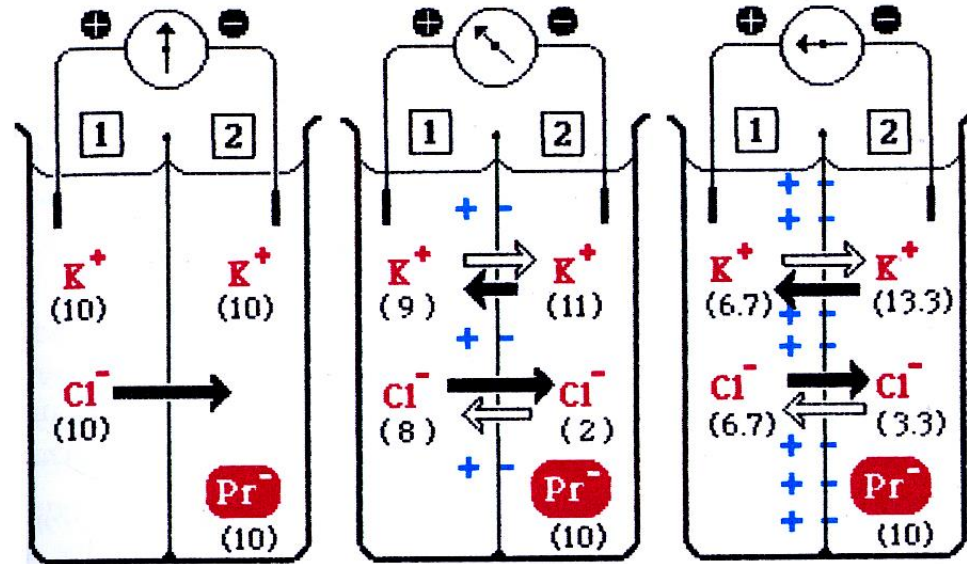
Dal momento che $z_K = 1$ e $z_{Cl} = -1$, ne consegue che: $\ln \left(\frac{[K]_1}{[K]_2} \right) = - \ln \frac{[Cl]_1}{[Cl]_2}$

ossia:

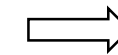
$$\frac{[K]_1}{[K]_2} = \frac{[Cl]_2}{[Cl]_1}$$

Pertanto, K^+ e Cl^- continuano a spostarsi dall'ambiente 1 all'ambiente 2 fino a quando il rapporto delle concentrazioni di K^+ e il rapporto delle concentrazioni di Cl^- non si eguaglia. Questo rapporto di concentrazioni corrisponde al potenziale di equilibrio sia per il K^+ che per il Cl^- .

Equilibrio di Gibbs-Donnan



Le frecce nere indicano flussi secondo gradiente di concentrazione



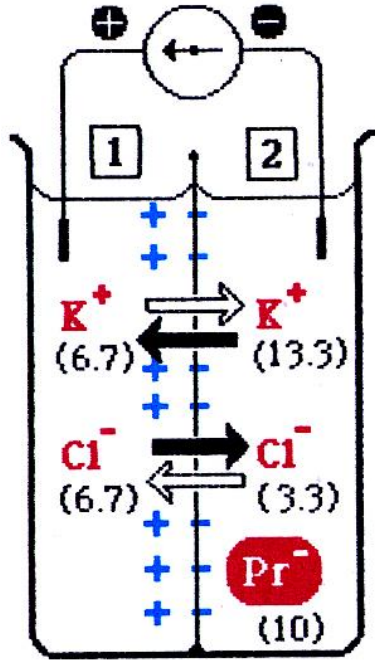
Le frecce bianche indicano flussi secondo gradiente elettrico

Dalla relazione $\frac{[K]_1}{[K]_2} = \frac{[Cl]_2}{[Cl]_1}$

deriva la relazione di Donnan: $[K]_1[Cl]_1 = [K]_2[Cl]_2$ **Relazione di Donnan**

ossia i prodotti delle concentrazioni degli ioni permeanti nei due compartimenti sono uguali tra loro.

Equilibrio di Gibbs-Donnan



Per il principio dell'elettroneutralità delle soluzioni, in ogni soluzione il numero di ioni positivi è uguale al numero di ioni negativi.

Pertanto nel compartimento 1 si avrà:

$$[K^+]_1 = [Cl^-]_1$$

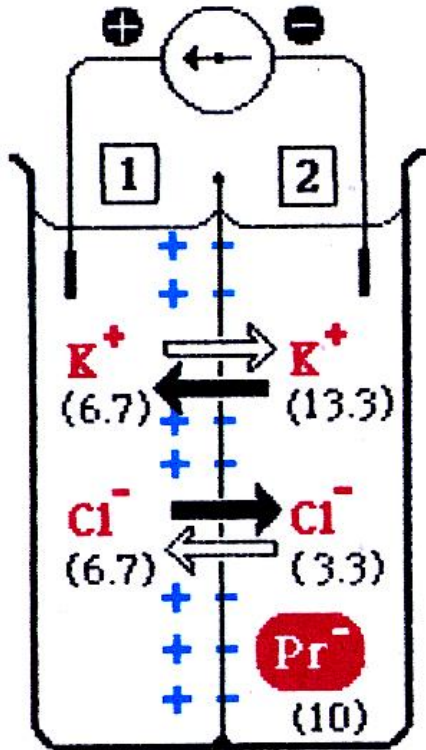
mentre nel compartimento 2 si verificherà che:

$$[K^+]_2 = [Cl^-]_2 + [Pr^-]_2$$

Quindi, la concentrazione **totale** degli *ioni diffusibili* (K^+ e Cl^-) è maggiore dal lato dove si trova lo ione non diffusibile (Pr^-):

$$[K^+]_2 + [Cl^-]_2 > [K^+]_1 + [Cl^-]_1$$

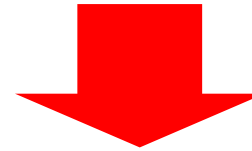
Equilibrio di Gibbs-Donnan



Cosa comporta l'equilibrio di Gibbs-Donnan?

La concentrazione totale degli *ioni diffusibili* (K^+ e Cl^-) è maggiore dal lato dove si trova lo ione non diffusibile (Pr^-):

$$[K^+]_2 + [Cl^-]_2 > [K^+]_1 + [Cl^-]_1$$

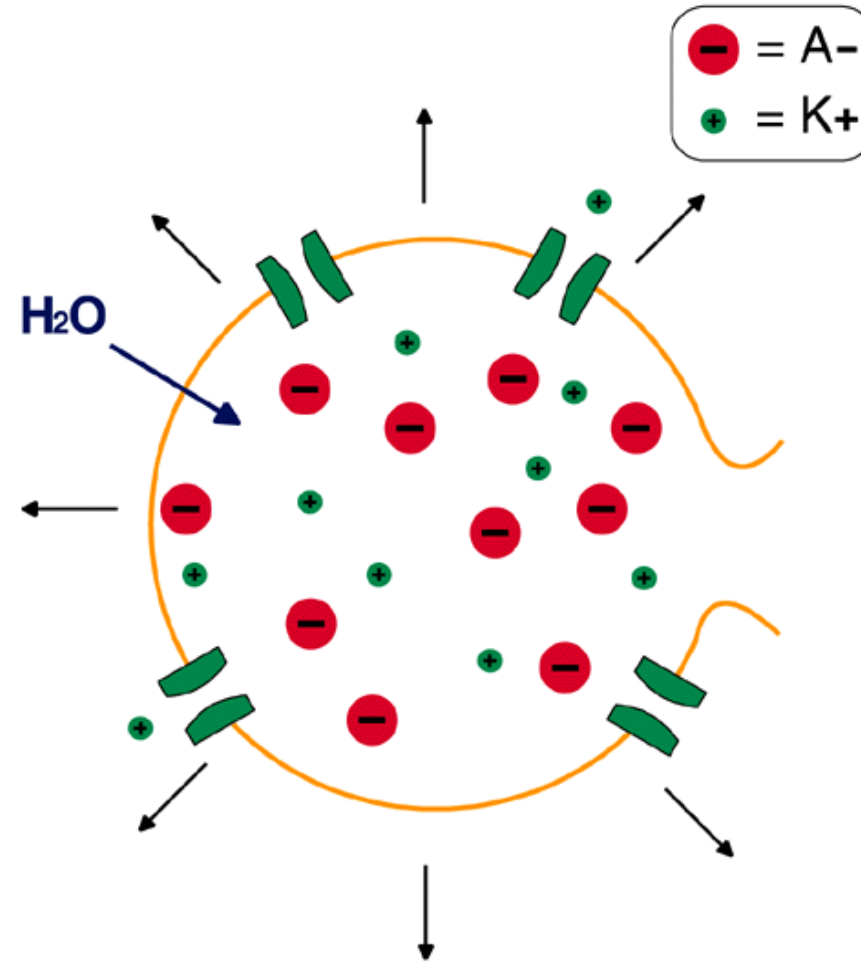


Un aumento di pressione osmotica
dal lato dello ione non diffusibile

Equilibrio di Gibbs-Donnan

All'interno di una cellula vi sono molti anioni osmoticamente attivi impermeabili, tipo proteinati e nucleotidi. Attraverso la membrana plasmatica sussistono le condizioni per l'instaurarsi di un equilibrio di Gibbs-Donnan.

Tuttavia, se si instaurasse un equilibrio di Gibbs-Donnan si verificherebbe una disparità di pressione osmotica tra l'interno e l'esterno della cellula.



Lo squilibrio osmotico causerebbe l'ingresso d'acqua e la rottura della membrana in caso di eccessivo rigonfiamento della cellula

Equilibrio di Gibbs-Donnan

Perché una cellula non subisce un rigonfiamento osmotico per effetto Donnan e infine non si rompe?

La spiegazione sta nel fatto che attraverso la presenza di meccanismi di trasporto attivo la cellula mantiene costanti i gradienti di concentrazione ionica a cavallo della membrana, riducendo in tal modo l'incremento di pressione osmotica nel citoplasma dovuto all'instaurarsi dell'effetto Donnan.