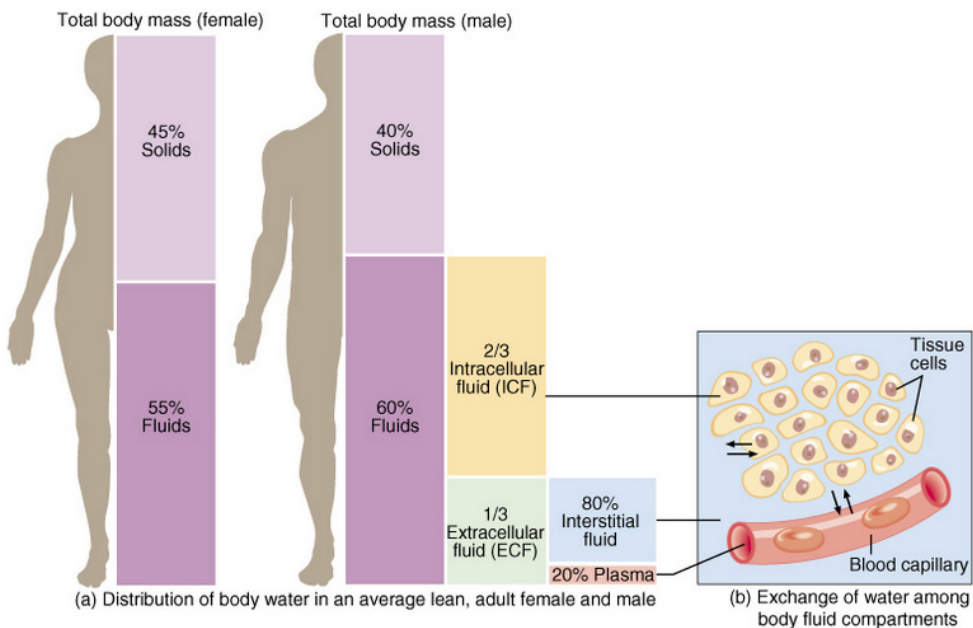
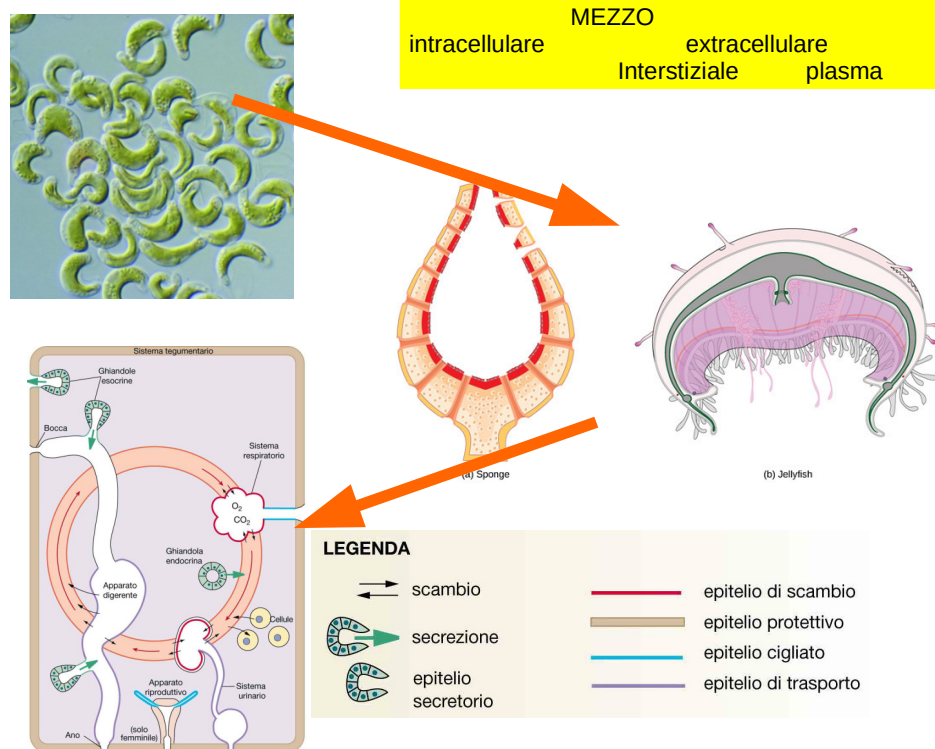




*Angraecum sesquipedale* Thouars, 1822, nota come orchidea cometa, è una pianta appartenente alla famiglia delle Orchidaceae, nativa del Madagascar.

È chiamata anche orchidea di Darwin, perché colpì la fantasia del celebre naturalista il quale, analizzando il lungo sperone nettario del fiore di questa orchidea, ipotizzò l'esistenza di un lepidottero con una spirotromba lunga a sufficienza per raccogliere il nettare. Questa ipotesi fu confermata soltanto 40 anni dopo (Darwin era nel frattempo deceduto): l'impollinatore di questa specie è la falena sfingide di Morgan, (*Xanthopan morgani*).



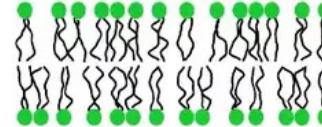
© John Wiley & Sons, Inc.

<http://testdimecina.altervista.org/blog/il-liquido-extracellulare/>

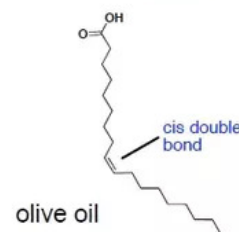
## temperatura e attività delle membrane biologiche



unsaturated fatty acid chains

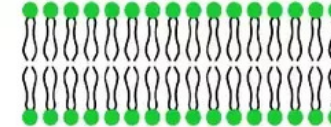


lower  $T_m$



oleic acid

saturated fatty acid chains



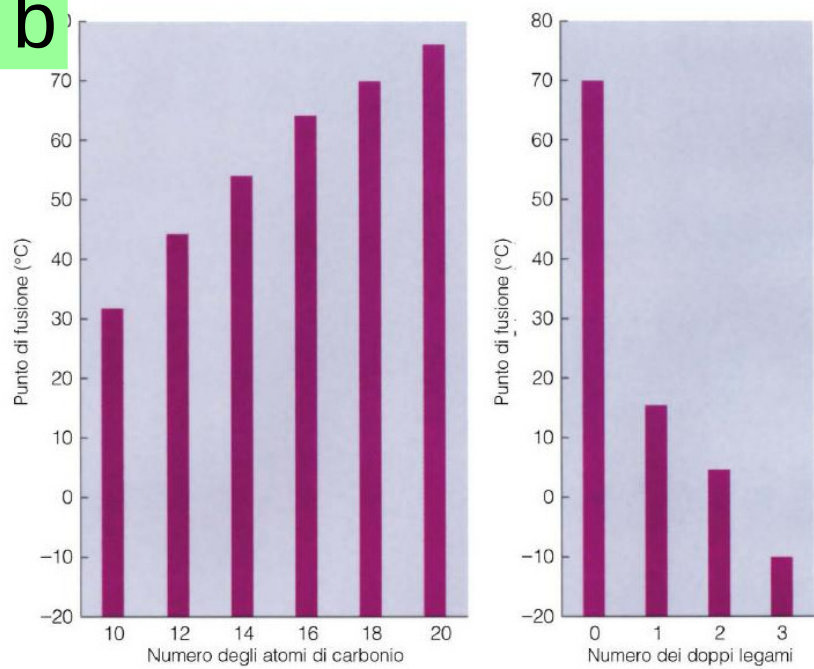
higher  $T_m$

17 carbons



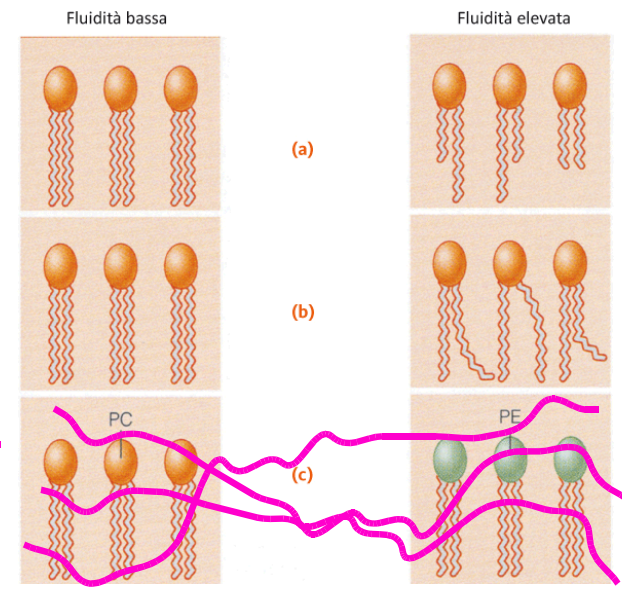
stearic acid

# 2.13 b



(a) Effetto della lunghezza della catena sul punto di fusione degli acidi grassi saturi  
 (b) Effetto dell'insaturazione sul punto di fusione degli acidi grassi con 18 atomi di carbonio

FIGURA 2.14 Il grado di fluidità della membrana plasmatica dipende da varie condizioni ambientali. Le variazioni della temperatura esterna, per esempio, provocano variazioni nella struttura dei fosfolipidi. L'esposizione al freddo, per esempio, innesca una serie di risposte che tendono a ridurre la lunghezza delle catene idrocarburiche degli acidi grassi (a) e ad aumentare il loro grado di insaturazione (b). La fosfatidilacetilcolina (PE), inoltre, è più comune della fosfatidilcolina (PC) nelle cellule esposte al freddo (c).



A Ecofisiologia studieremo gli adattamenti degli animali "a sangue freddo" alle variazioni della temperatura esterna

## temperatura e attività delle membrane biologiche ADATTAMENTO OMEOVISCOSO

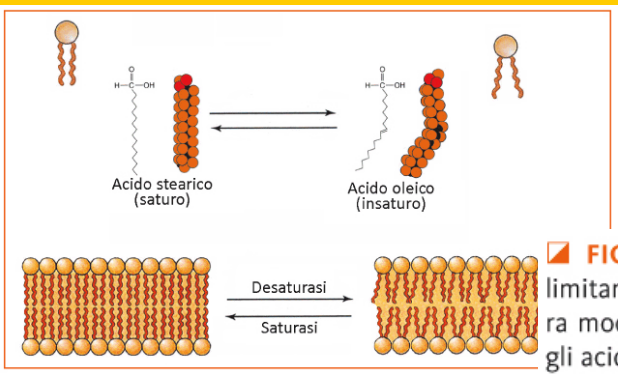
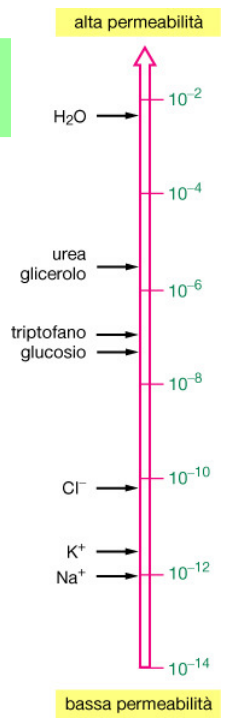


FIGURA 7.24 Gli ectotermi possono limitare gli effetti dannosi della temperatura modificando il grado di saturazione degli acidi grassi dei fosfolipidi di membrana. I doppi legami creano gomiti nella catena degli acidi grassi che limitano le interazioni tra catene di acidi grassi adiacenti. Questa modificazione reversibile, definita adattamento omeoviscoso, viene catalizzata da specifici enzimi che intervengono quando la temperatura è troppo bassa (desaturasi) o troppo alta (saturasi).

# 2.16 b



p. 659  
(Alberts ...)



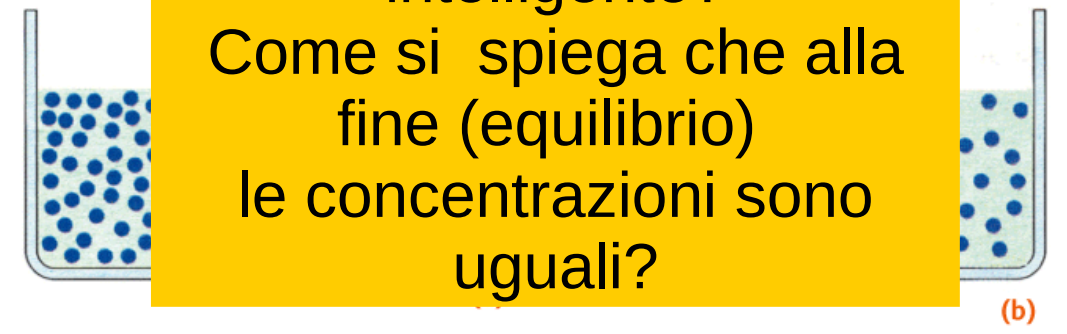
Coefficienti di permeabilità per il passaggio di varie molecole attraverso doppi strati lipidici sintetici.

La velocità di flusso di un soluto attraverso il doppio strato è direttamente proporzionale alla differenza di concentrazione sui due lati della membrana.

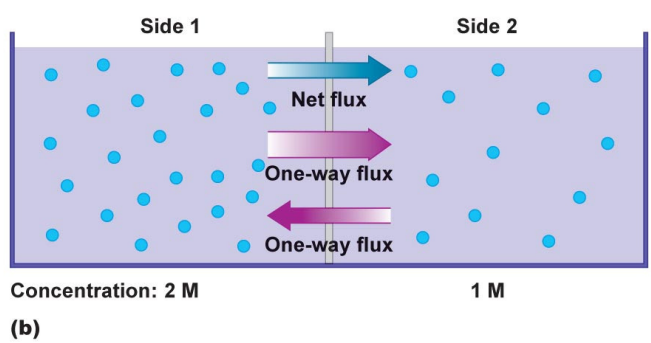
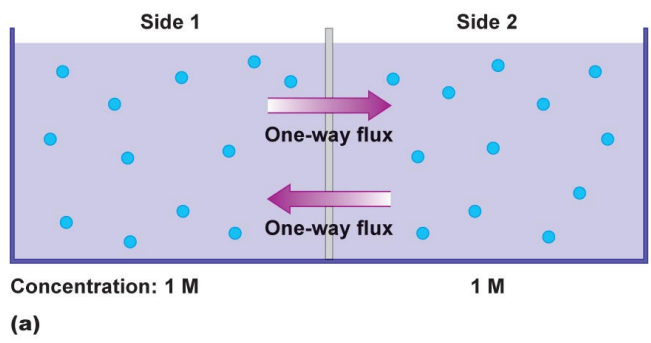
Moltiplicando questa differenza di concentrazione in moli/cm<sup>3</sup> per il coefficiente di permeabilità in cm/s si ottiene il flusso di soluto in moli/(s cm<sup>2</sup>).

Esempio una differenza di concentrazione di triptofano di 10<sup>-4</sup> moli/cm<sup>3</sup> provocherebbe un flusso di 10<sup>-4</sup> moli/cm<sup>3</sup> x 10<sup>-7</sup> cm/s = 10<sup>-11</sup> moli/s attraverso 1 cm<sup>2</sup> di membrana o 6 x 10<sup>4</sup> molecole/s attraverso 1 μm<sup>2</sup> di membrana.

FIGURA 2.25 Diffusione semplice attraverso una membrana secondo gradiente di concentrazione. Quando due compartimenti acquosi contenenti concentrazioni diverse di un soluto sono separati da una membrana impermeabile, il soluto si muove dalla regione di alta concentrazione alla regione di bassa concentrazione, fino a che nei due compartimenti le concentrazioni sono uguali.



flusso unidirezionale netto



## Prima legge di Fick

## 5.6 b

$$\frac{dn}{dt} = -AD \frac{dc}{dx}$$

Il segno negativo indica che la diffusione procede da dove la concentrazione è maggiore a dove è minore. La quantità  $dc/dx$  viene anche detta gradiente di concentrazione.

### Dimensioni

- n = moli
- A (area) = cm<sup>2</sup>
- D (coefficiente di diffusione di Einstein) = cm<sup>2</sup> / s
- c (concentrazione) = moli / cm<sup>3</sup>
- x (spessore membrana) = cm

$$\frac{dn}{dt} = -AD \frac{dc}{dx}$$

5.6 c

A scopi pratici, poiché A e x sono di difficile misura, la prima legge di Fick viene anche espressa

$$J = P (C_2 - C_1)$$

Ove  
J = flusso e P = coefficiente di permeabilità riferito a una sostanza in una specifica membrana

$$J = (dn/dt)/A, \quad P = D/dx, \quad (C_2 - C_1) = dc$$

Dimensioni

$$\begin{array}{llll} n = \text{moli} & A = \text{cm}^2 & D = \text{cm}^2 / \text{s} & c = \text{moli} / \text{cm}^3 \\ x = \text{cm} & J = \text{moli} / (\text{s} \times \text{cm}^2) & P = \text{cm} / \text{s} & \end{array}$$

## La pressione osmotica

La pressione osmotica è una proprietà colligativa, e non dipende dalla natura del soluto ma solo dalla sua concentrazione. La pressione osmotica, inoltre, non dipende nemmeno dalla natura del solvente. Per trattarla in maniera quantitativa, consideriamo da una parte della membrana una soluzione, e dall'altra il solvente puro.

**La pressione osmotica (simbolo  $\Pi$ ) è direttamente proporzionale alla concentrazione della soluzione.** La sua dipendenza dalla concentrazione è data dall'equazione di van't Hoff:

$$\Pi = RTM$$

dove M è la concentrazione *molare* (non molale come per  $\Delta T_e$  e  $\Delta T_f$ ) della soluzione.

Se stiamo considerando la soluzione di un elettrolita, si deve inserire anche l'indice di van't Hoff *i*:

$$\Pi = iRTM$$

Anche la pressione osmotica può essere usata per la misura della massa molare, ma anche per misurare il coefficiente *i*, e quindi il grado di dissociazione, di un elettrolita debole.

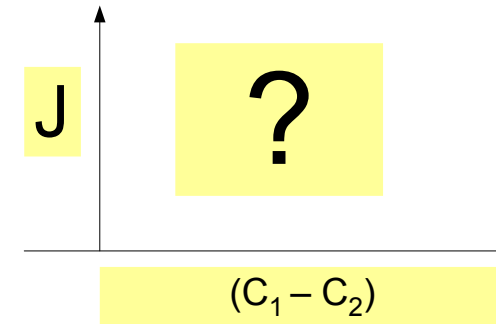
Se applichiamo sulla soluzione una pressione *maggiore* della pressione osmotica, si ha passaggio di solvente verso il lato del solvente puro. Questo processo prende il nome di *osmosi inversa*, e può essere usato per desalinizzare l'acqua di mare.

## 2.2.1 Diffusione

5.6 f

$$J = P (C_1 - C_2)$$

In un grafico di flusso in funzione di  $(C_1 - C_2)$  cosa si ottiene?



## 2.2.2 Osmosi

### OSMOLARITA'

Per prevedere il movimento osmotico dell'acqua, dobbiamo conoscere la concentrazione delle soluzioni. Il fattore importante nell'osmosi è il numero di particelle in un dato volume di soluzione.

Per es. una molecola di glucosio si scioglie in acqua dando una particella  
una molecola di NaCl si scioglie dando due particelle

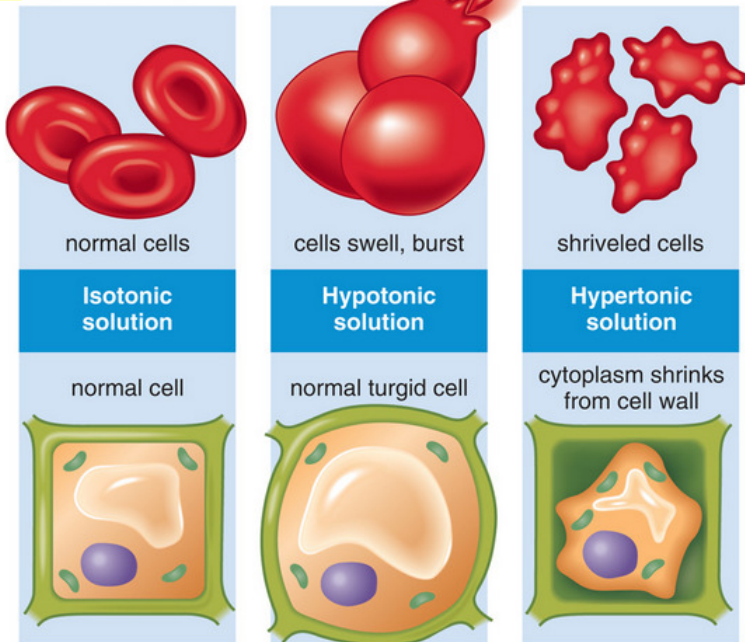
**Osmolarità = Molarità X numero di particelle**

L'osmolarità di una soluzione è la sua concentrazione di particelle osmoticamente attive. Per poter calcolare l'osmolarità bisogna conoscere la concentrazione del soluto e se questo si dissocia in soluzione

Se le due soluzioni hanno la stessa osmolarità si dice che sono **isosmotiche**. Se invece le concentrazioni sono differenti, la soluzione maggiormente concentrata viene definita **iper-osmotica**, quella più diluita **ipo-osmotica**.

## 2.2.2 Osmosi

Red blood cells



Plant cells

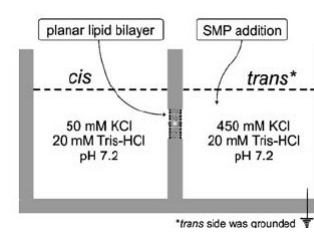
McGraw - Hill companies.

MEMBRANA CELLULARE

PARETE CELLULARE

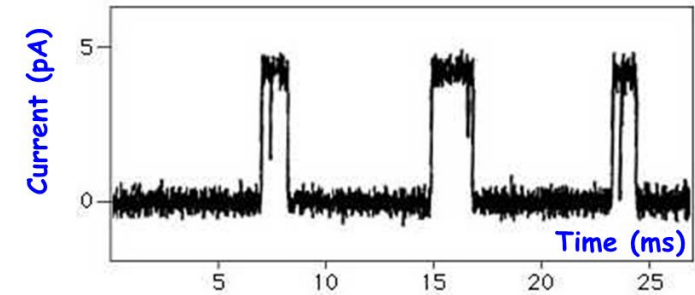
## 2.2.3 diffusione attraverso canali di membrana

### Ion channel recording (cont'd)



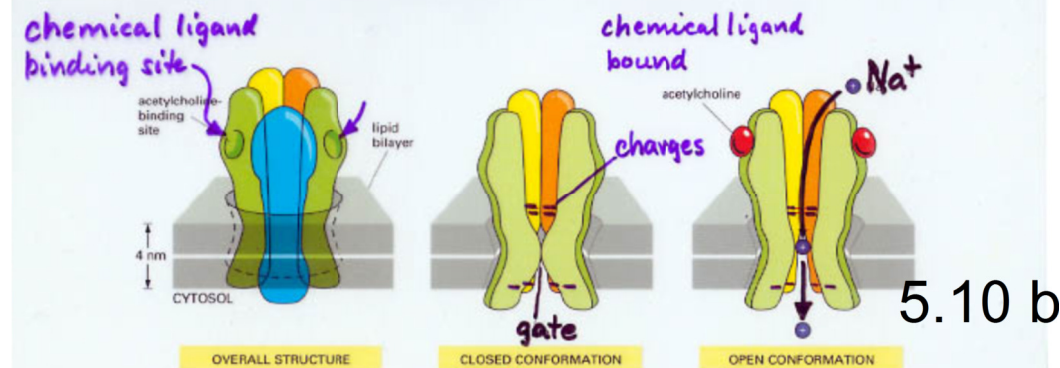
state of channel: closed open closed open closed open

Adapted from ECB Fig 12-21



- $\text{Na}^+$  channel activated by acetylcholine  $\Rightarrow \uparrow$  open state probability ( $P_o$ )
- When acetylcholine absent channel spends most of time in closed state

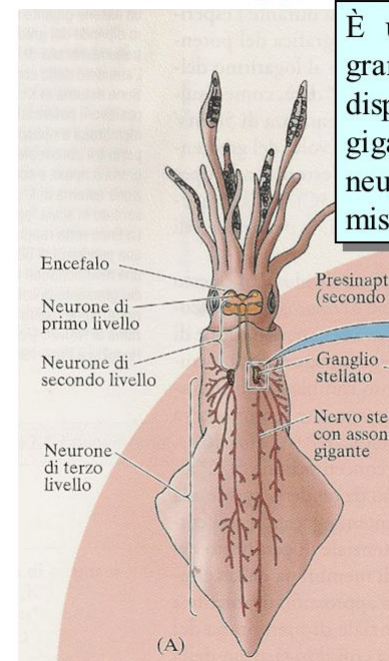
### Structure of an ion channel (Fig. 12-42)



Note: Negative charges inside channel attract  $\oplus$  ions and repulse  $\ominus$  ions. Gate size and design distinguishes different types of  $\oplus$  ions (e.g.  $\text{Na}^+$  versus  $\text{K}^+$ ).

Figure 12-18 The structure of an ion channel. Albers et al.: Essential Cell Biology Copyright © 1998 Garland Publishing, Inc.

### L'assone gigante del calamaro



È utile inoltre utilizzare un neurone di grandi dimensioni. La natura mette a disposizione alcuni neuroni di dimensione giganti. Il modello più utilizzato è il neurone gigante di calamaro il cui assone misura quasi un millimetro di diametro

Ogni calamaro ne ha due e gli servono per comandare il sistema di fuga

L'assone gigante, isolato dal calamaro può sopravvivere per un giorno o due in soluzione fisiologica

# Potenziale di membrana

globuli rossi:	-60 mV
epatociti:	-35 mV
alghe:	-150 mV

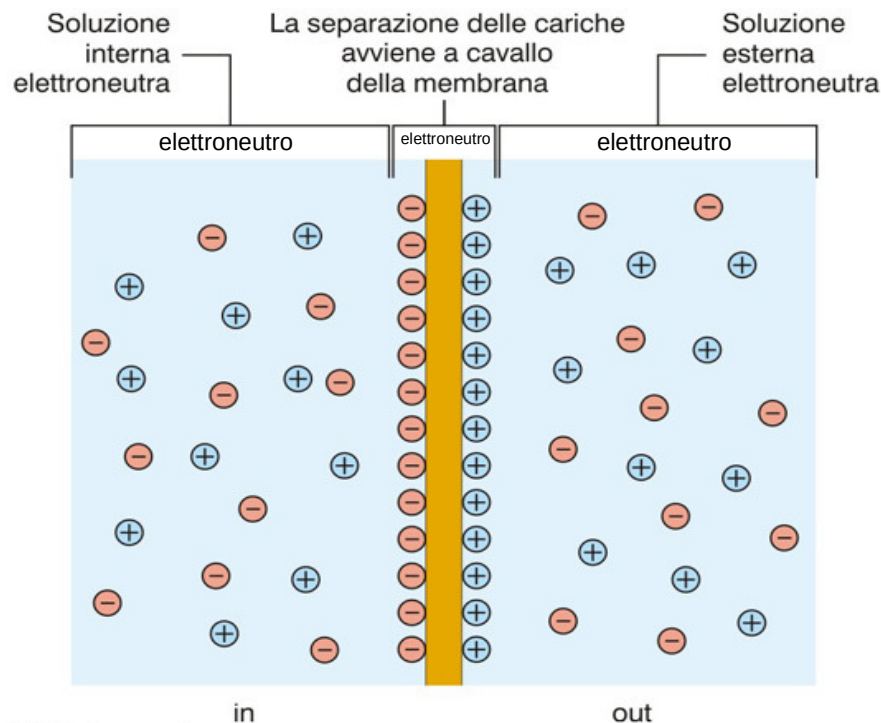
Nelle cellule eccitabili varia durante il potenziale d'azione

neuroni: da -50 mV a -80 mV

fotorecettori: -40 mV

cellule del muscolo striato: -90 mV

cellule del muscolo liscio: -50mV



## Principio di neutralità delle soluzioni

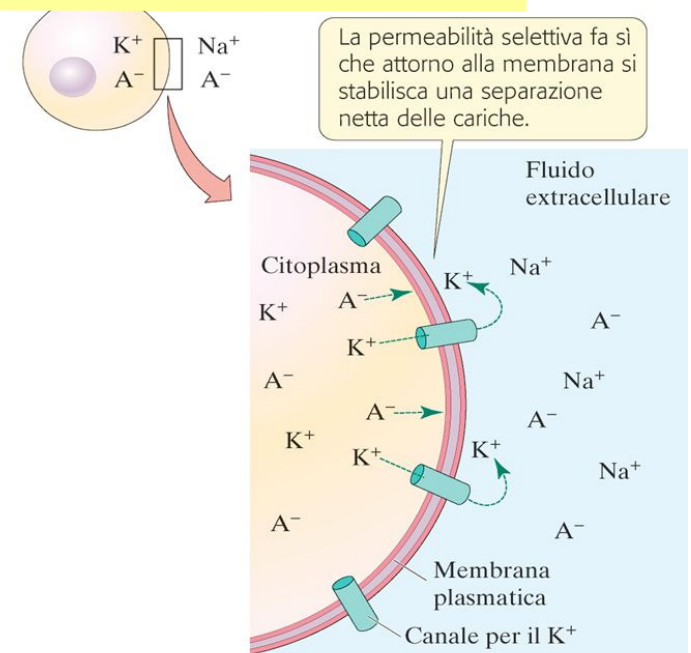
Ogni soluzione è elettricamente neutra.

(quindi l'interno della cellula e l'esterno della cellula sono elettricamente neutri)

Come è possibile allora che sia presente una differenza di potenziale elettrico a cavallo della membrana cellulare?

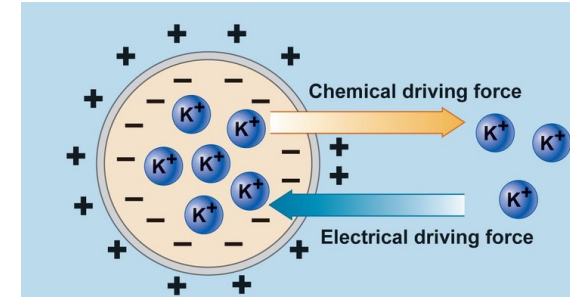
## SEMPLIFICAZIONE

La permeabilità selettiva di una membrana produce un potenziale di membrana: in questo esempio si genera un potenziale di equilibrio per il  $K^+$  che si indica con  $E_K$  esprimibile con l'equazione di Nernst



L'equazione di Nernst esprime il valore del potenziale di equilibrio. Il potenziale di equilibrio è la differenza di potenziale elettrico alla quale il flusso netto (attraverso la membrana plasmatica) è zero

Il potenziale d'equilibrio (V) di uno ione (i) è il potenziale di membrana al quale non esiste flusso netto dello ione da un lato all'altro della membrana cellulare. Il valore in mV del potenziale d'equilibrio ( $V_i$ ) si calcola con l'equazione di Nernst



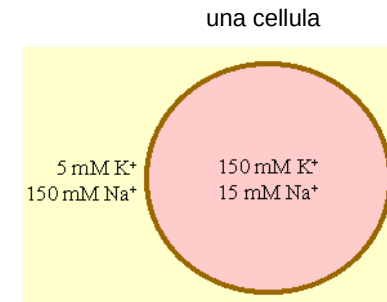
$$E_K = \frac{RT}{ZF} \log_e \frac{[K^+]_e}{[K^+]_i}$$

<http://slideplayer.it/slide/548965/>

- interno esterno - esterno interno
- interno esterno - esterno interno
- interno esterno - esterno interno
- interno esterno - esterno interno
- interno esterno - esterno interno
- interno esterno - esterno interno
- interno esterno - esterno interno
- interno esterno - esterno interno
- interno esterno - esterno interno
- interno esterno - esterno interno
- interno esterno - esterno interno

## Un esempio pratico

Supponendo che la membrana di una cellula sia permeabile solo al K<sup>+</sup>, calcolare il potenziale di membrana

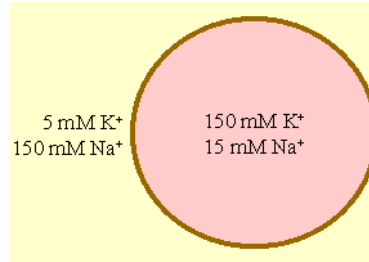


$$E = 58 \text{ mV} \times \log_{10} \left( \frac{[C]_{est}}{[C]_{int}} \right)$$

$$E = \frac{58}{1} \cdot \log \frac{5}{150} = 58 \cdot (-1.48) = -86 \text{ mV}$$

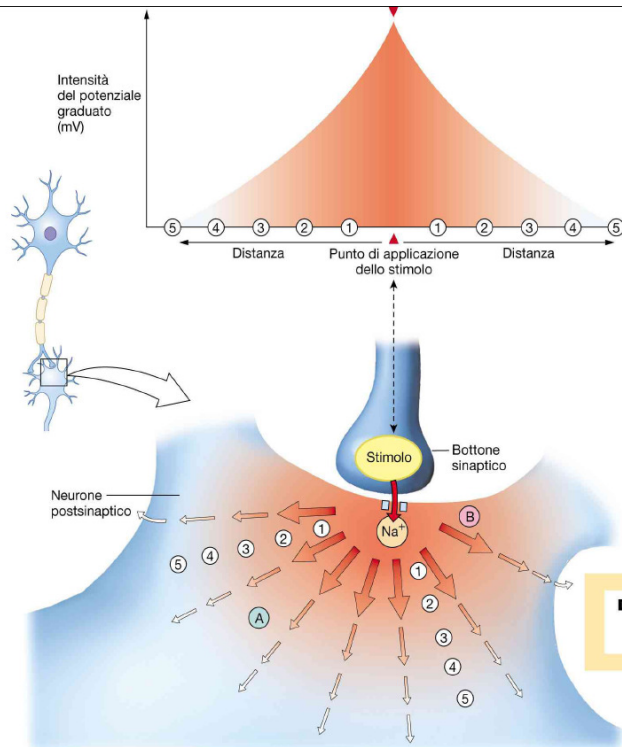
# Un altro esempio

Supponendo che la membrana di una cellula sia permeabile solo al  $\text{Na}^+$ , calcolare il potenziale di membrana



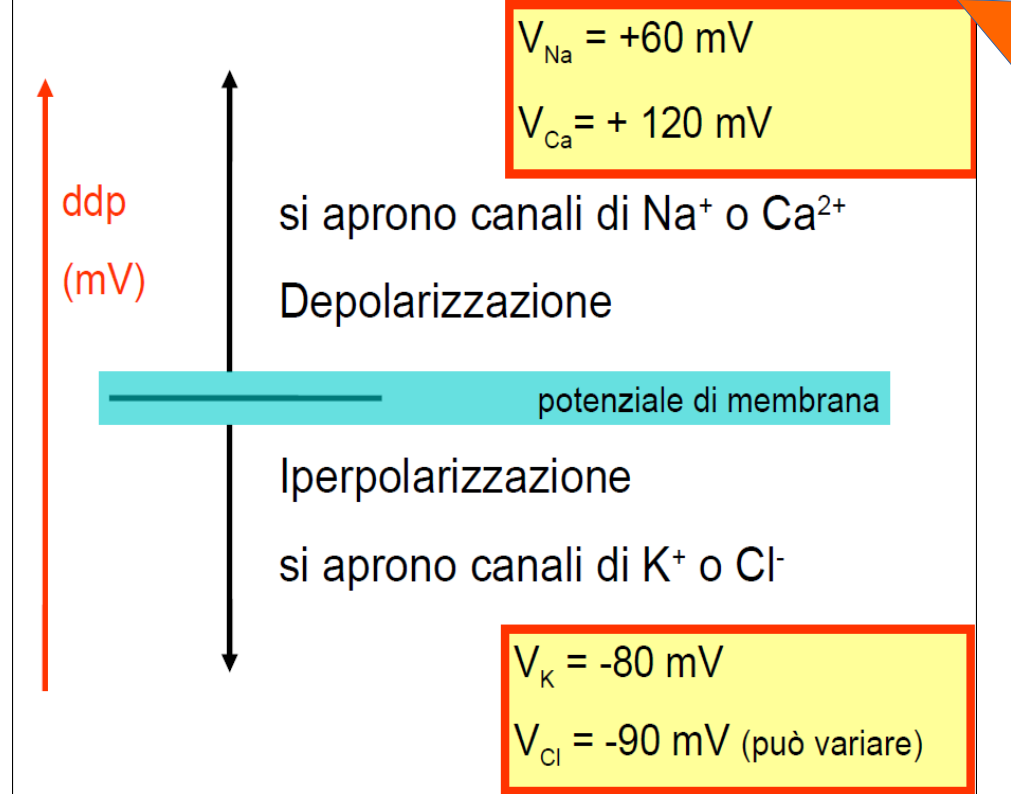
$$E = 58 \text{ mV} \times \log_{10} \left( \frac{[C]_{est}}{[C]_{int}} \right)$$

$$E = \frac{58}{1} \cdot \log \frac{150}{15} = 58 \cdot (1.0) = +58 \text{ mV}$$

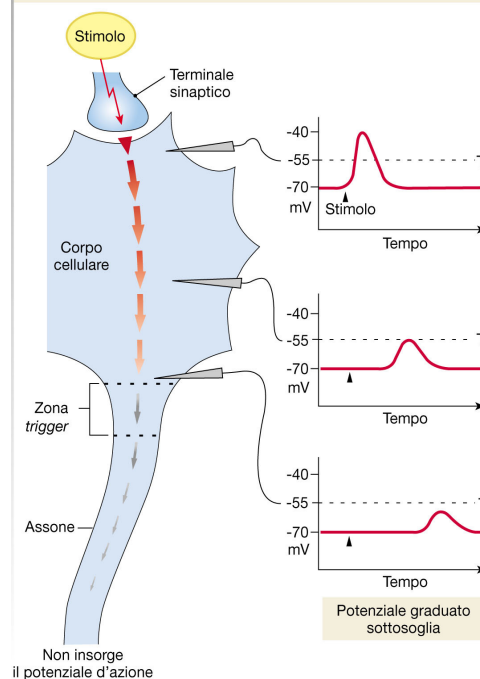


### DOMANDA SULLA FIGURA

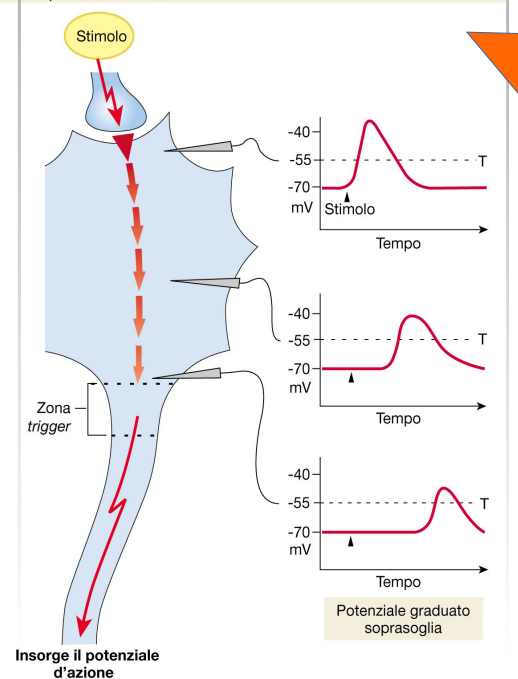
Il potenziale graduato sarà più intenso nel punto A o nel punto B? Sulla curva del grafico indicate approssimativamente la posizione dei punti A e B.



(a) Un potenziale graduato parte sopra la soglia (T) nel suo punto d'inizio, ma diminuisce di ampiezza mentre viaggia attraverso il corpo cellulare. Nella zona trigger è sottosoglia e quindi non scatena un potenziale d'azione.



(b) Uno stimolo più intenso condotto allo stesso punto sul corpo cellulare crea un potenziale graduato che è ancora sopra soglia quando raggiunge la zona trigger, perciò provoca l'insorgenza di un potenziale d'azione.

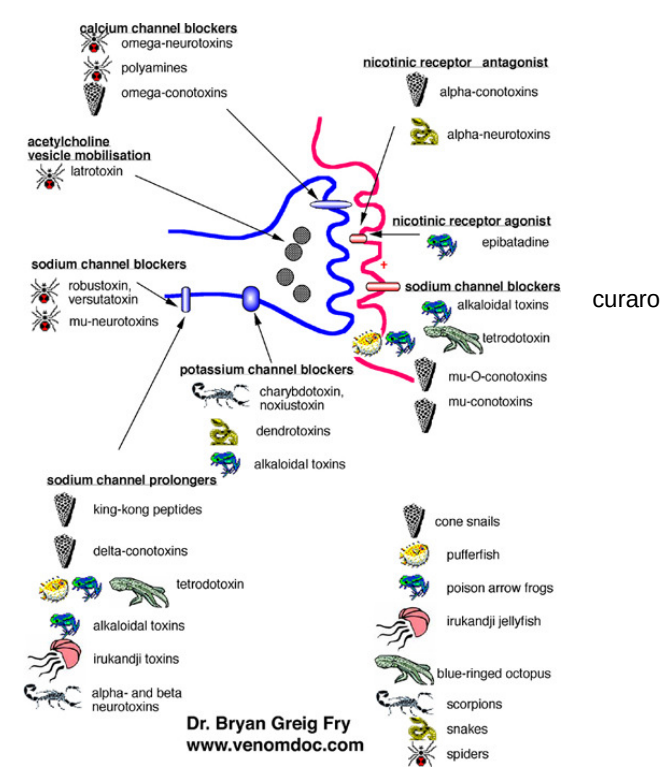
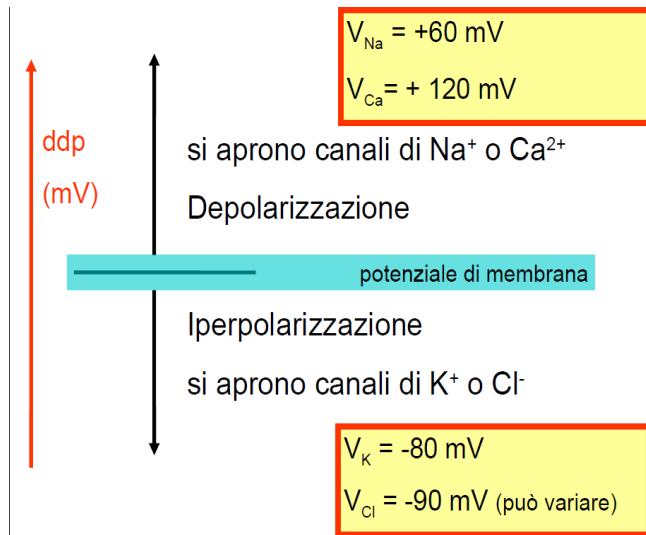




### 3.4.4 Innesco e propagazione dei potenziali d'azione

EPSP **Excitatory Post Synaptic Potential**

IPSP **Inhibitory Post Synaptic Potential**



curaro