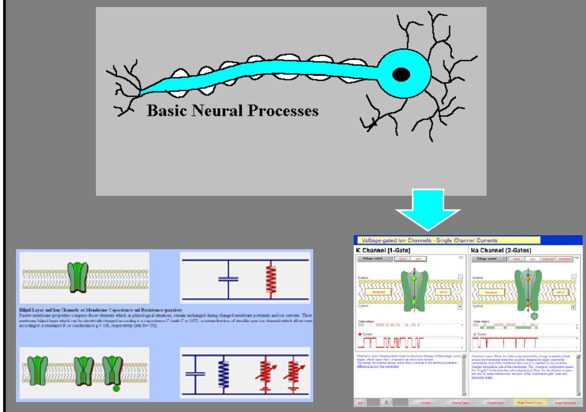
CLASE EXCITABILIDAD

KIO 5 MAYO 2010
PR0F. GLORIA RIQUELME

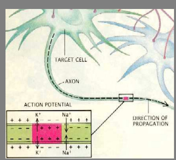


CANALES IONICOS

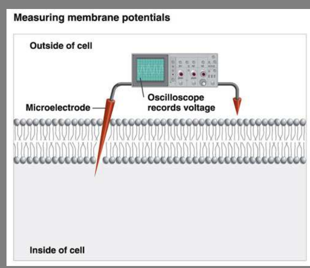
$10^6 - 10^7$
Iones/ seg

Conducen | Seleccionan | Responden a señales

POTENCIAL DE MEMBRANA



Potencial de Membrana

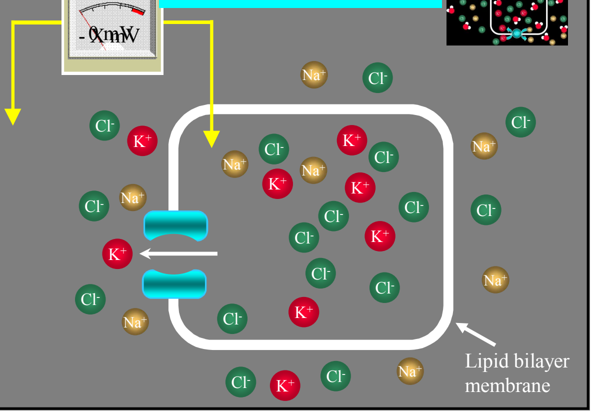


potencial de membrana

$V_m = V_i - V_e$

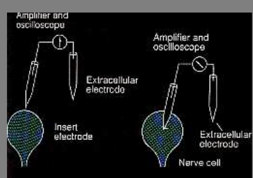
Diferencia de potencial eléctrico entre el lado interno y externo (intra y extracelular respectivamente)

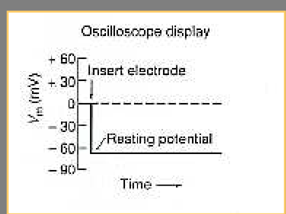
¿Porqué se genera el Vm?

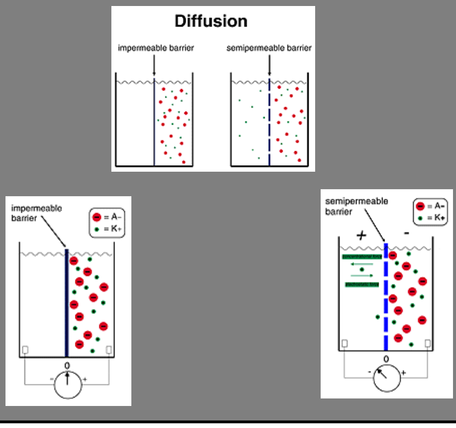


Potencial de Membrana

Medición del potencial de MEMBRANA

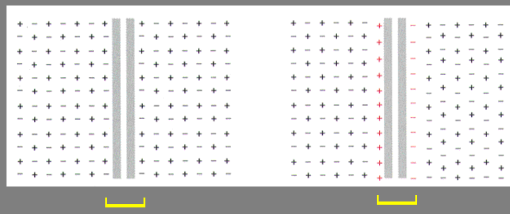






Pequeña cantidad de iones produce significativos cambios del potencial de membrana.

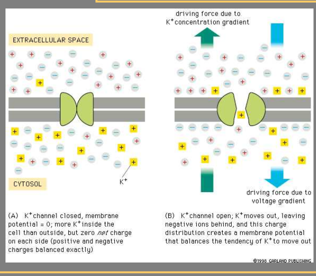
No hay cambios en las concentraciones macroscópicas de las soluciones.



$\Delta V = 0$

$\Delta V \neq 0$

Iones - asimétricamente distribuidos generan un ***gradiente***



Canales iónicos, los iones se mueven en la dirección del gradiente electroquímico.

¿De que depende?

En todos los sistemas biológicos los iones están asimétricamente distribuidos generando un ***gradiente*** a través de las membranas celulares.

¿Quienes son los responsables ?

La densidad, selectividad, modo de regulación y la cinética de los canales determinarán la ***permeabilidad relativa*** de la membrana

Cuando los ***canales iónicos*** están abiertos, los iones se mueven en la dirección del gradiente electroquímico.

GRADIENTE DE CONCENTRACIÓN transmembrana para esos iones

PERMEABILIDAD RELATIVA de la membrana a los iones específicos

Potencial de membrana

$V_m = V_i - V_e$

Diferencia de *potencial electroquímico* $\Delta \bar{\mu} = \bar{\mu}_2 - \bar{\mu}_1$ es:

$$\Delta \bar{\mu} = RT \ln C_2/C_1 + zF \Delta V$$

donde :

La diferencia de potencial químico entre dos zonas de concentraciones C_1 y C_2 ($C_1 > C_2$) es:

$\Delta\mu = RT \ln C_2/C_1$

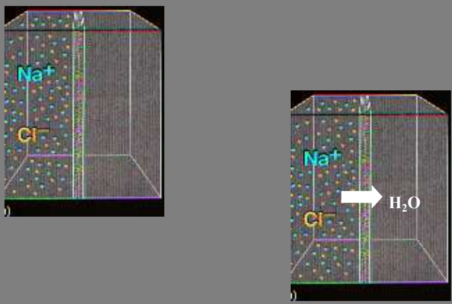
energía química

La energía necesaria para llevar una carga Q desde un punto de potencial V_1 a V_2 es:

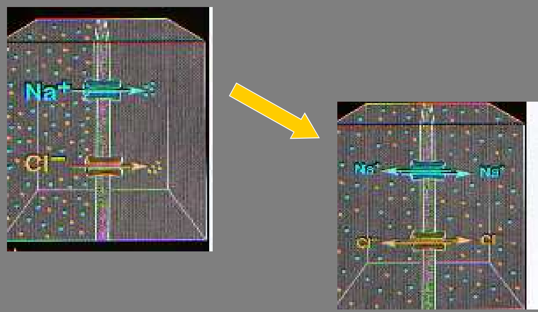
$E_{elec} = Q \Delta V$ (con $Q = zF$)

Por lo tanto, el movimiento (electrodifusión) tendrá su fuente de ENERGÍA en una gradiente electroquímica (potencial electroquímico) ($\Delta\bar{\mu}$).

$\Delta V = 0$

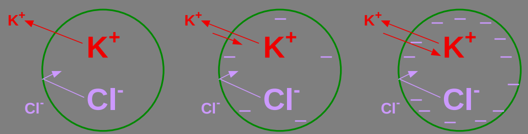


$\Delta V = 0$



Potencial de equilibrio
Ecuación de Nernst

Consider a cell containing a high concentration of KCl
External [KCl] is low
Consider the cell membrane to be permeable to K^+ only.



initial condition — after some diffusion — equilibrium

V_r is known as the: Nernst potential
reversal potential
zero current potential
equilibrium potential

$$V_r = \frac{RT}{zF} \ln\left(\frac{K_{ext}}{K_{in}}\right)$$

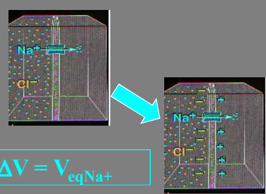
Movimiento del Na^+ : $\Delta\bar{\mu} < 0$

$$\Delta\bar{\mu} = \bar{\mu}_{in} - \bar{\mu}_{ex} = RT \ln \frac{Na_{in}}{Na_{ex}} + zF\,(V_i - V_{ex})$$

equilibrio $\Delta\bar{\mu} = 0 \Rightarrow$ flujo neto de iones = 0

$$RT \ln \frac{Na_{in}}{Na_{ex}} + zF\,(V_i - V_{ex}) = 0$$

$$V_{in} - V_{ex} = \frac{RT}{zF} \ln \frac{Na_{ext}}{Na_i}$$



$\Delta V = V_{eqNa+}$

¿Qué significa potencial de equilibrio?

UN *SOLO* IÓN PERMEANTE Na^+ :

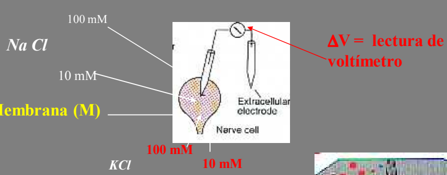
$\Delta\bar{\mu} < 0$

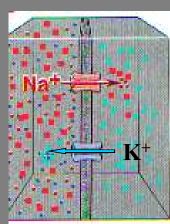
equilibrio $\Delta\bar{\mu} = 0 \Rightarrow$ flujo neto de iones = 0

$V_{eqNa} = V_{in} - V_{ex}$

$$V_{eqNa+} = \frac{RT}{zF} \ln \frac{Na_{ext}}{Na_{in}}$$

Ecuación de Nernst





M es permeable sólo a K^+ y a Na^+

¿Qué consecuencias puede tener en el potencial de membrana?

$\Delta V = ?$

$I = GV \Rightarrow$ con $V = V_m - V_{eq}$

$I_{Na} = G_{Na} (V_m - V_{eqNa})$

$I_{K+} = G_K (V_m - V_{eqK+})$

Estado estacionario

Flujo neto = 0 $\Rightarrow$ $I_{Na+} + I_{K+} = 0$ (ninguno de los iones está en equilibrio)

$$G_{Na} (V_m - V_{eqNa}) + G_K (V_m - V_{eqK+}) = 0$$

$$V_m = \frac{G_{Na}}{G_{Na} + G_K} V_{eqNa} + \frac{G_k}{G_{Na} + G_K} V_{eqk}$$

Vm= ??

$I_{K+} + I_{Na} + I_{Cl} = 0$

$$Vm = \frac{G_{Na}}{G_T} V_{egNa} + \frac{G_k}{G_T} V_{eqk} + \frac{G_{Cl-}}{G_T} V_{eqCl-}$$

$G_T = G_{Na} + G_k + G_{Cl-}$

Ecuación de Goldmann - Hodgkins y Katz

$$Vm = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_k K_{ex} + P_{Na} Na_{ex} + P_{Cl} Cl_{in}}{P_k K_{in} + P_{Na} Na_{in} + P_{Cl} Cl_{ex}}$$

donde P_K, P_{na}, P_{Cl-} son las permeabilidades al K^+, Na^+ y Cl^- respectivamente

Ecuación GHK:Goldman-Hodgkin-Katz

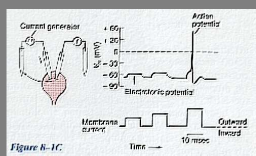
El potencial de membrana depende de la gradiente de concentración y de la permeabilidad de lso iones(P_i)

$$V_m = \frac{RT}{F} \ln \left(\frac{P_K K_{ex} + P_{Na} Na_{ex} + P_{Cl} Cl_{in}}{P_K K_{in} + P_{Na} Na_{in} + P_{Cl} Cl_{ex}} \right)$$

1. Neuron at rest (c_i, c_o from previous slide)
   P_K=100, P_{Na}=5, P_{Cl}=10 V_m= –63 mV

2. Neuron during an action potential
   P_K=100, P_{Na}=500, P_{Cl}=10 V_m=___

RESPUESTA A ESTÍMULOS



DEPOLARIZACIÓN

HIPERPOLARIZACIÓN