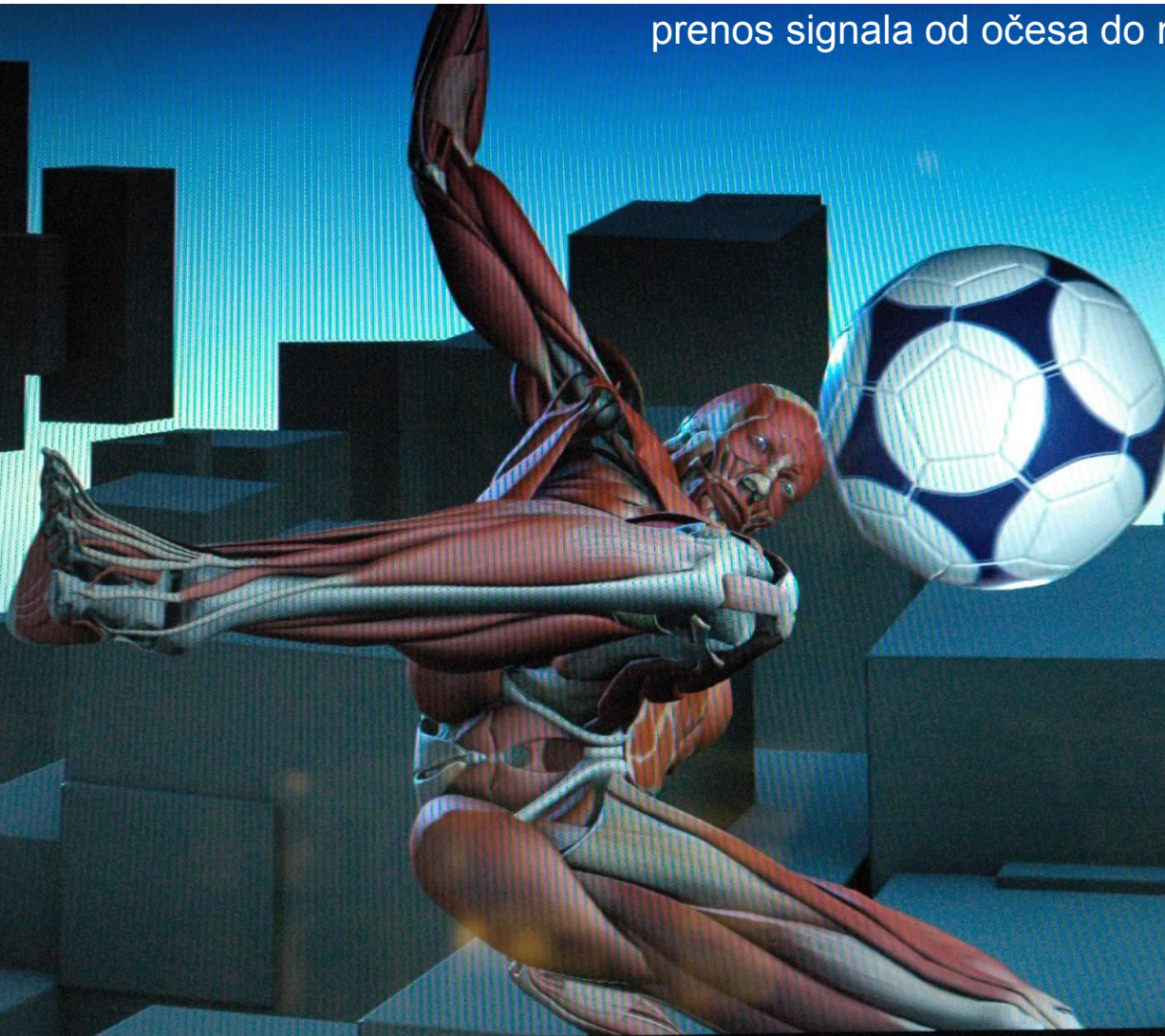


prenos signala od očesa do mišice



# Membranski potencial

# Membrana ločuje

- Zaradi hidrofobnosti skozi membrano težko prehajajo polarne molekule in ioni. V **ravnovesju** skozi membrano ni toka, kemijski potencial ionov je na obeh straneh membrane enak!

$$eV_1 + k_B T \ln c_1 = eV_2 + k_B T \ln c_2$$

Nernstov potencial:

$$e\Delta V = kT \ln \frac{c_1}{c_2}$$

V ... električni potencial  
e ... naboj ionov

Asimetrično nabita membrana  
ustvari razliko koncentracij !

100 mV potenciala pomeni 55x  
različni koncentraciji !

# Tok ionov razkriva več

Tok ionov = osmotski tok – električni tok

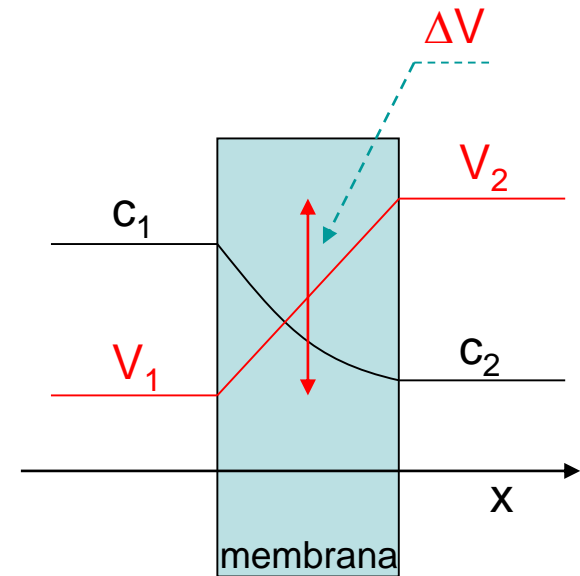
$j$

$\propto \nabla c$

gradient  
koncentracije

$\propto c \nabla V$

produkt koncentracije in  
gradienta električnega  
potenciala



Ker se tako potencial kot koncentracija z globino spreminjata, konstanten tok raje izrazimo s potencialno razliko in robnima koncentracijama v obliki

**Nernst-Planckove enačbe!**

$$j = -e\beta \frac{\left(c_2 e^{\frac{e\Delta V}{kT}} - c_1\right)}{\left(e^{\frac{e\Delta V}{kT}} - 1\right)}$$

$\beta$  ... gibljivost

$e$  ... naboj ionov

$\Delta V = V_2 - V_1$  .. potencialna razlika

$c_1, c_2$  ... robni koncentraciji

$\nabla c = \frac{dc}{dx}$  ... gradient, odvod ali naklon funkcije

# Ko so okrog membrane različni ioni

- velja Nernst-Planckova enačba za vse ione skupaj in za vsako vrsto ionov posebej!
- Ko se vsi tokovi uravnovešijo in je skupni tok 0, velja

$$j = -e \frac{\sum_i \beta_i (c_{2,i} e^{\frac{e\Delta V}{kT}} - c_{1,i})}{\left( e^{\frac{e\Delta V}{kT}} - 1 \right)}$$

## Pasivni transport

$P = \beta kT/d$  ... prepustnost  
 $d$  ... debelina membrane

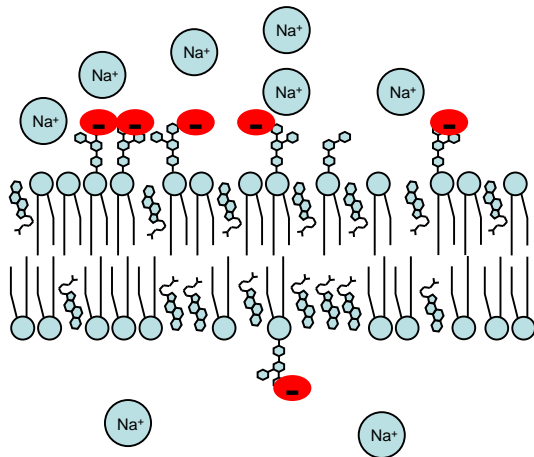
$$e\Delta V = kT \ln \frac{\sum_i P_i c_{1,i}}{\sum_i P_i c_{2,i}}$$

## Donnanovo ravnovesje

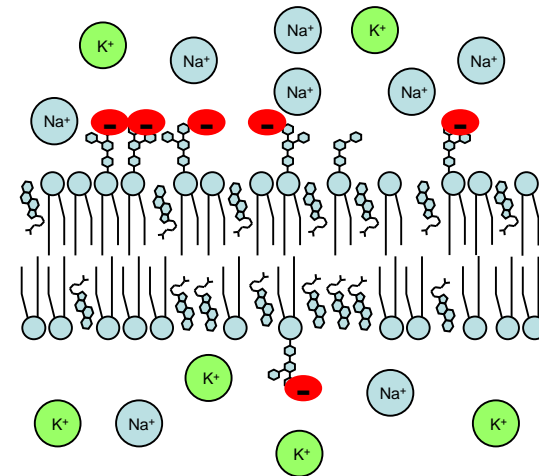
Preko selektivno propustne in asimetrično nabite membrane se ustvarijo gradienti koncentracij različnih ionov !

# Ioni se razporejujejo preko nabite membrane

- Membrana je **asimetrično nabita** zaradi asimetrične porazdelitve fosfo- in glikolipidov!
- Pri dveh vrstah ionov, se zaradi različne prepustnosti ioni različnih vrst različno porazdelijo!



Pri eni vrsti kationov, **negativni potencial** izrine kation na zunanjo stran!

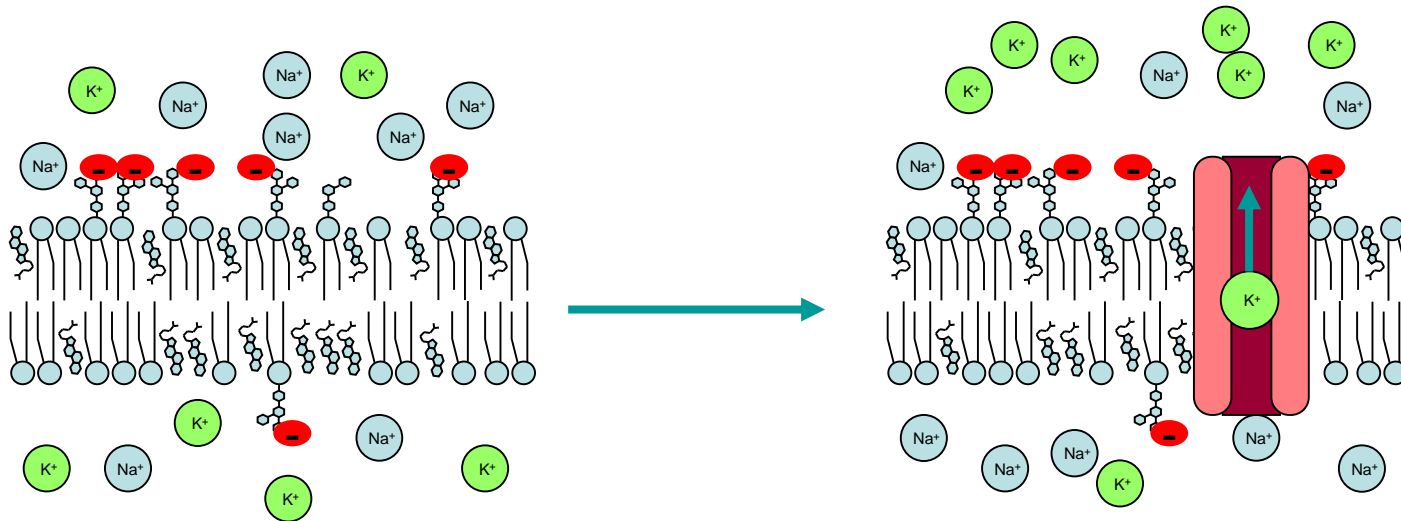


Negativni potencial izrine katione z **večjo prepustnostjo** na zunanjo stran!

Pasivni transport !

# Ko prerazporejanju ionov pomaga ionski kanal

- Ko asimetrično nabita membrana vsebuje še specifični ionski kanal, slednji močno poveča prej majhno prepustnost določene vrste ionov!

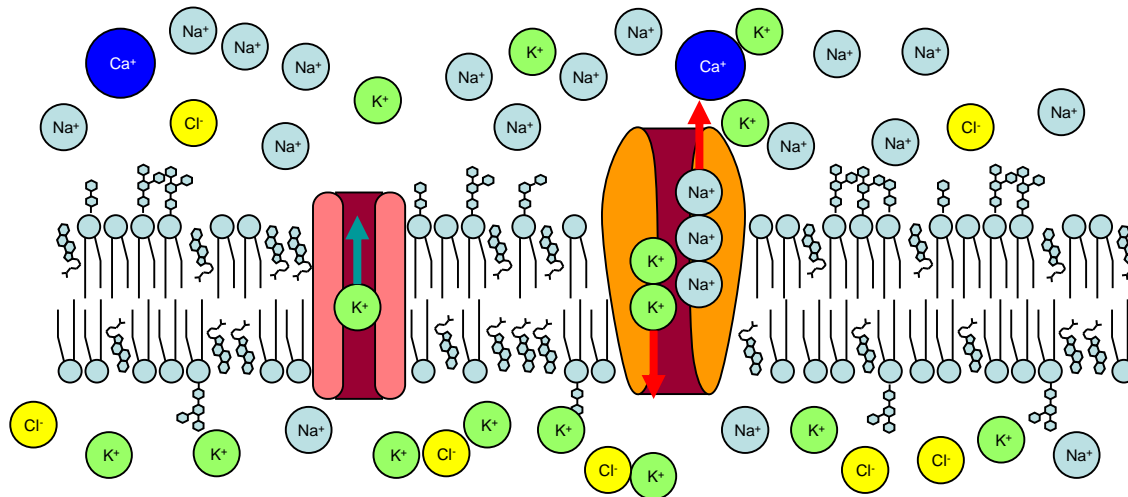


Pasivni transport !

Negativni potencial zdaj na zunanjo stran izrine katione z navidezno večjo prepustnostjo, h kateri prispeva predvsem **ionsko-specifični kanal!**

# Proti gradientom pomagajo le črpalke

- Asimetrično nabiti membrani s specifičnimi ionskimi kanali zdaj dodamo še specifične črpalke, ki močno spremenijo prepustnosti ionov!

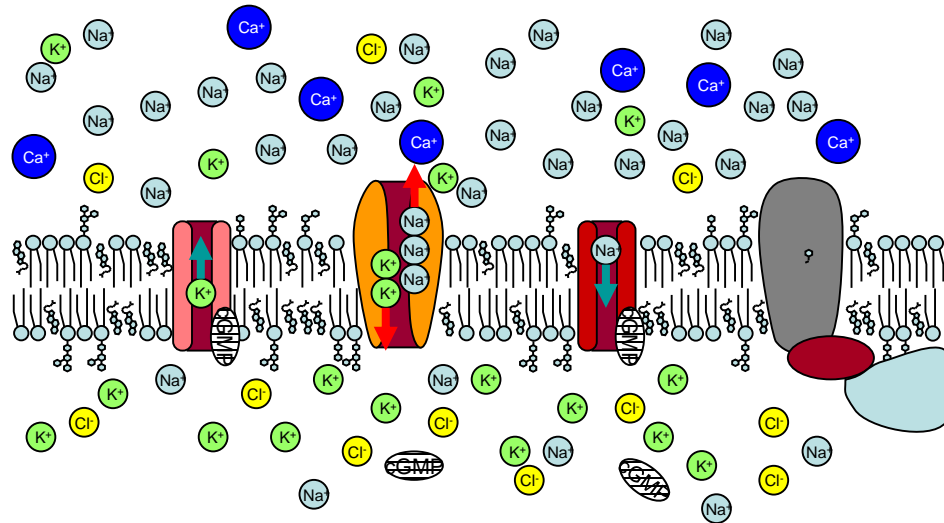


Aktivni transport !

Negativni potencial bi na zunanjo stran izrinil katione z večjo prepustnostjo (kanali!), toda **aktivna črpalka** jih z vloženo energijo prečrpava v obratni smeri! Anione bo negativni potencial prečrpal na notranjo stran! Prerazporejanje dodatno zakomplicirajo ioni z izrazito majhno prepustnostjo!

# Ionsko ravnovesje na membrani senzorske celice

- kjer tekmujejo pasivna difuzija, aktivni transport ionov ter regulacija!



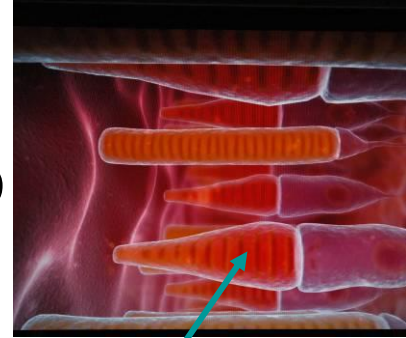
Aktivni transport !

Prepustnost kanalov je odvisna od

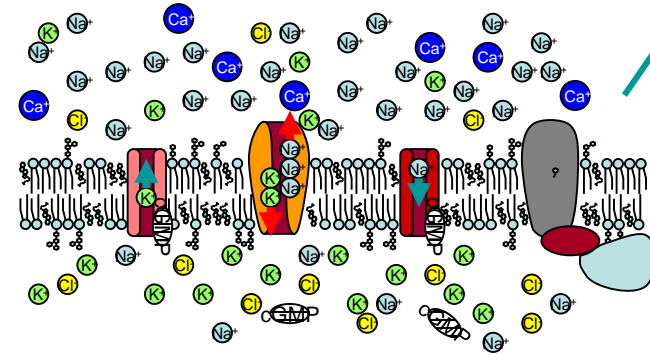
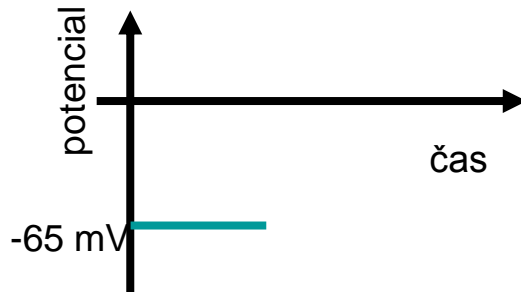
- potenciala, ki je odvisen od koncentracij ionov na obeh straneh membrane, in
- koncentracije signalnih prenašalcev kot je cGMP, ki jo lahko spreminjajo encimi, vezani na različne senzorje



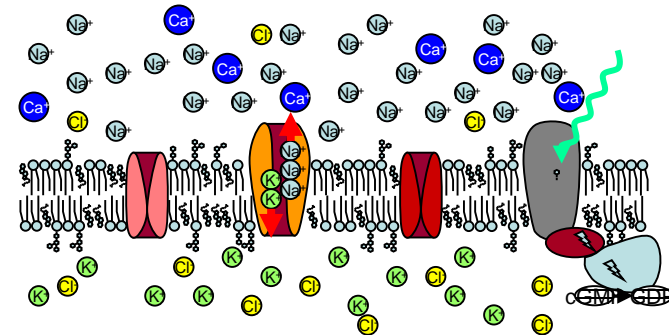
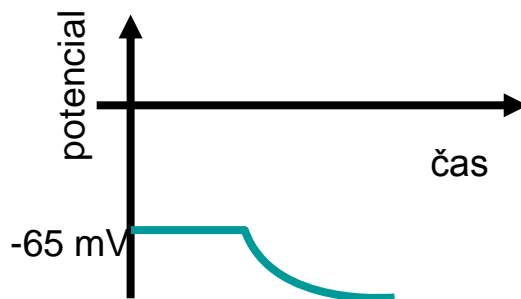
# Membranski potencial je osnova za detekcijo



- Membrana senzorja v temi



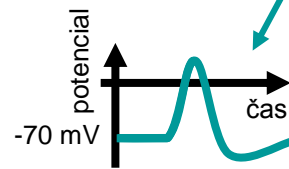
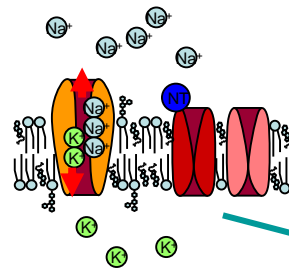
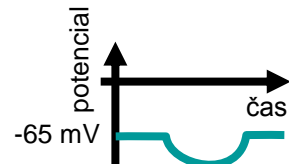
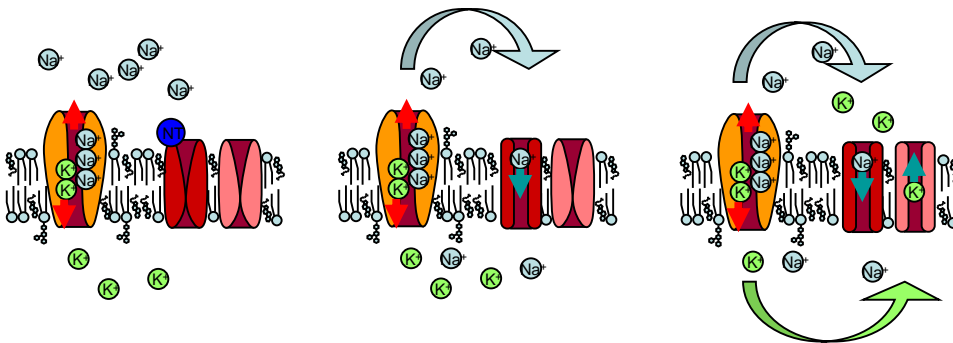
- Membrana senzorja ob osvetlitvi



Absorpcija fotona → konformacijska sprememba antene (retinala) → konformacijska sprememba fotoproteina (opsina), signalnega proteina (transducina) ter encima (fosfodiesteraze) → znižanje cGMP → zapiranje Na<sup>+</sup> kanalov → hiperpolarizacija membranskega potenciala → blokiranje signalnih prenašalcev

# Tudi pri prenosu signala ne gre brez njega

- Začne se s sproščanjem signalnih prenašalcev preko sinaptične membrane



- Večja inteziteta se signalizira z bolj pogostimi pulzi, kar prispeva k temu, da so biosenzorji občutljivi na več velikostnih razredov različne intenzitete

