

MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT

Kompartmentace – membrána jako dělicí element - struktura buněk, významný regulační princip

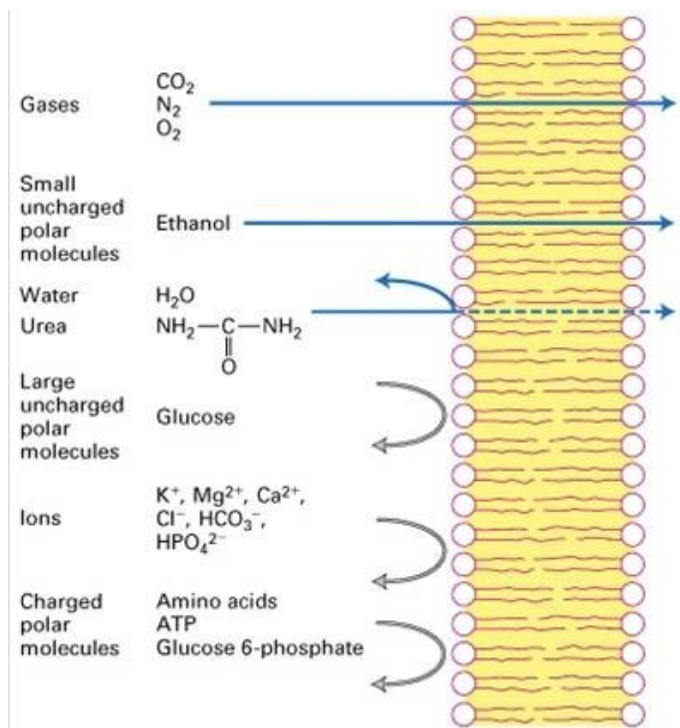
Komunikace – přenos materiálu a signálů (viz regulace)

Klasifikační hlediska

Způsoby transportu

Transport látek přes membránu – volný x zprostředkovaný

Volný – difuze přes membránovou strukturu – malé nepolární molekuly (plyny)



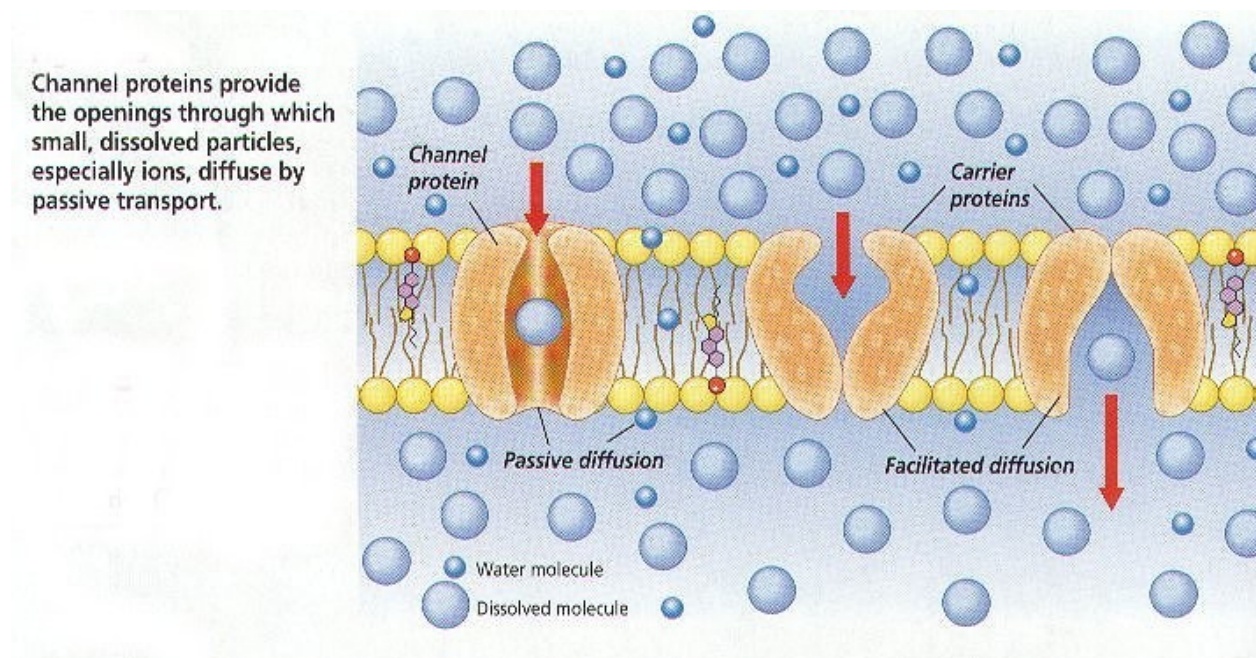
Zprostředkovaný – usnadněná difuze nebo aktivní transport

- speciální transportní systém - membránová bílkovina (komplex)

Typy:

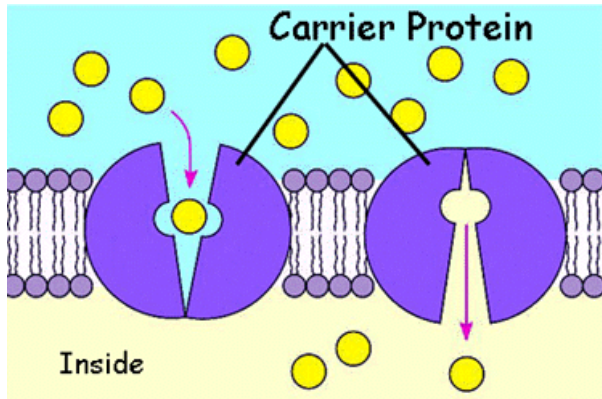
- mobilní přenašeč - změna konformace otevírá vazná místa střídavě na jednu a druhou stranu
- kanál (iontový) – oboustranně buď uzavřen nebo otevřen – řízeno chemicky (vazba ligandů) nebo potenciálově

Příklady transportu látek přes membránu jeho podle způsobu

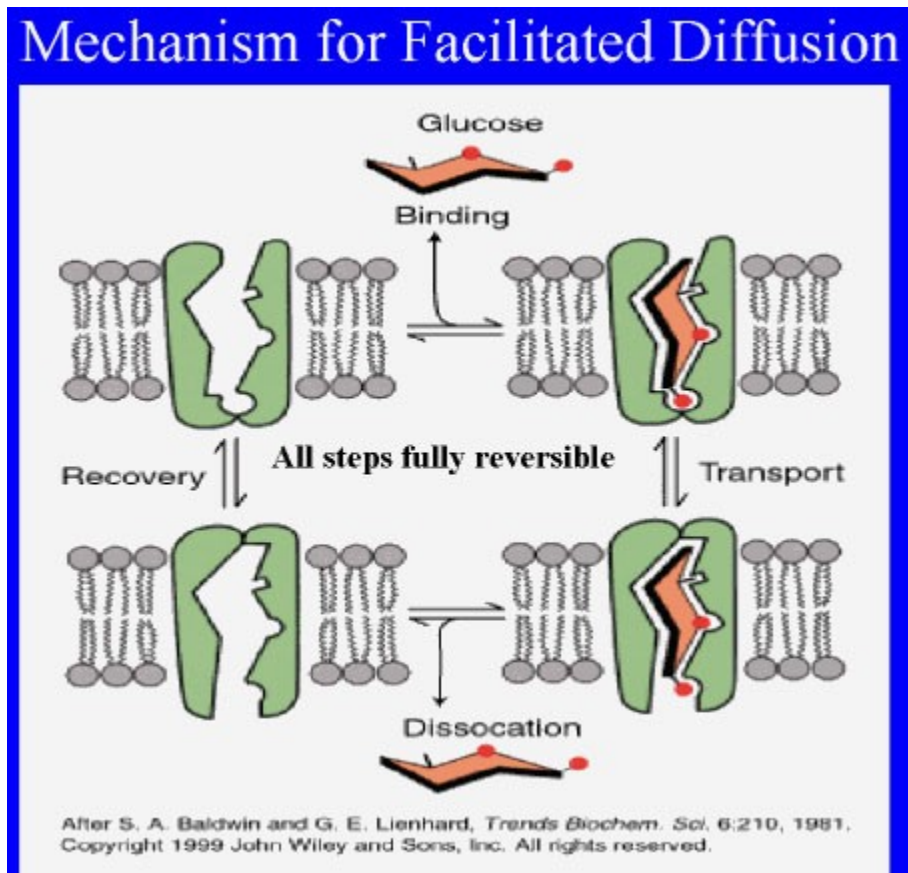


SCHEMA PROSTÉ A USNADNĚNÉ DIFUSE – kanálek a mobilní přenašeč

Mobilní přenašeče

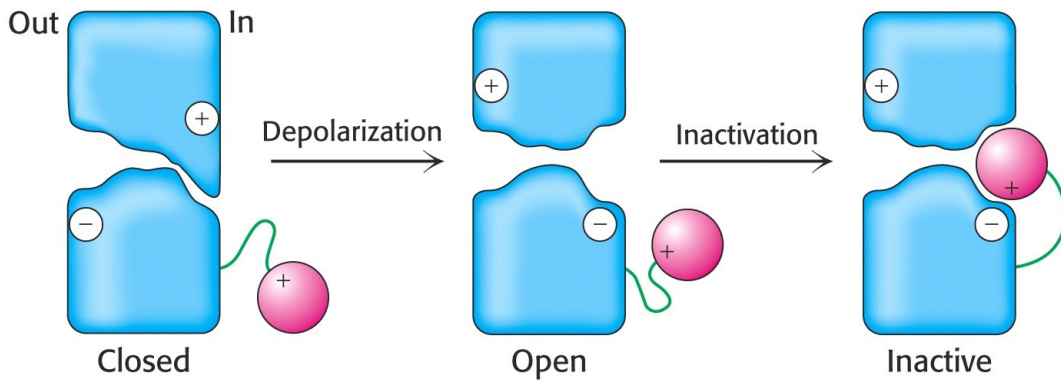


SCHEMA MOBILNÍHO PŘENAŠEČE v pasivním transportu

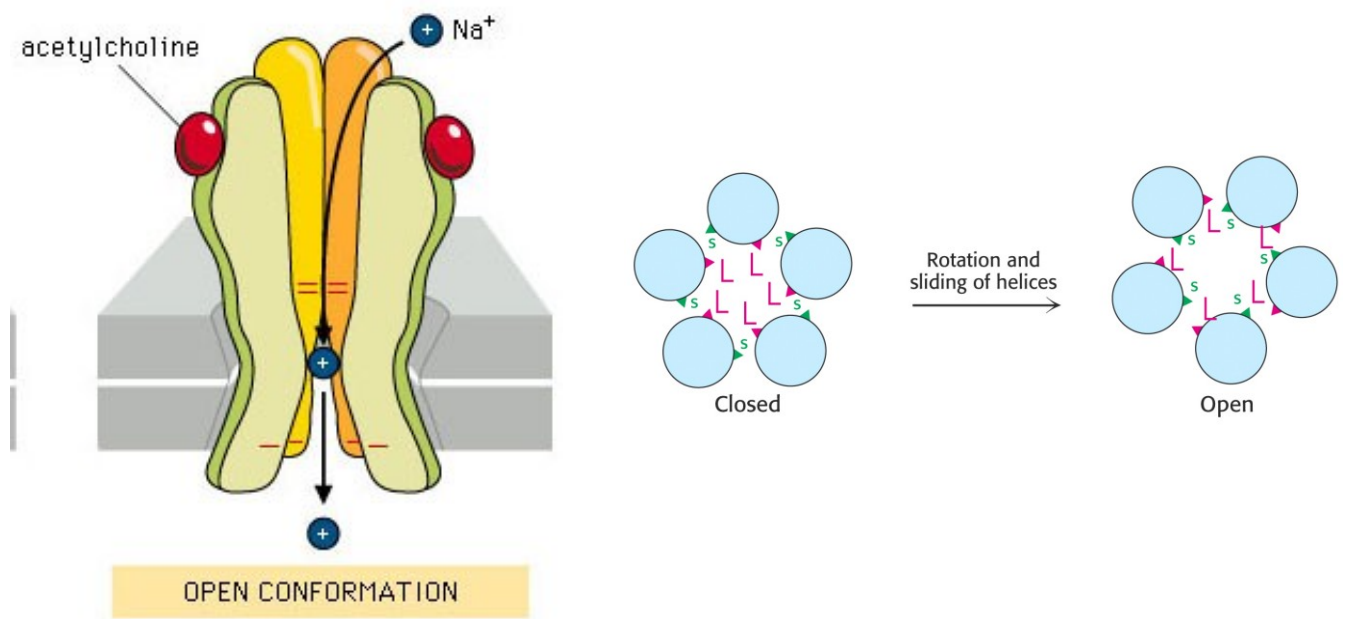


USNADNĚNÁ DIFUSE GLUKOSY zprostředkovaná mobilním přenašečem

Iontové kanálky



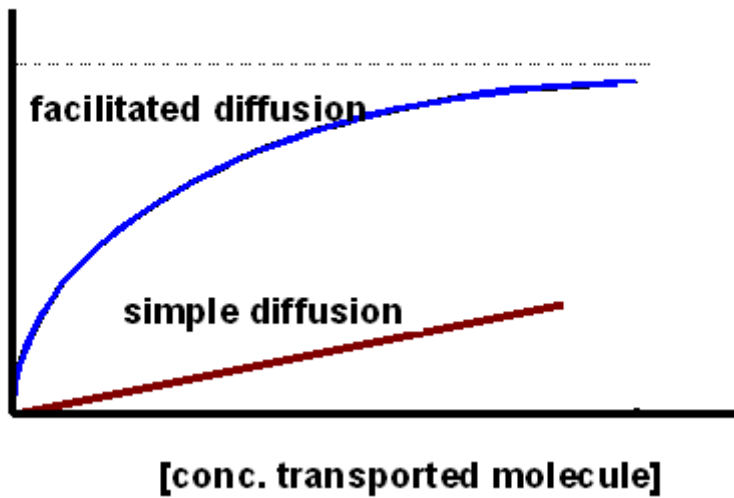
Potenciálem řízené iontové kanálky - otevírání a uzavírání



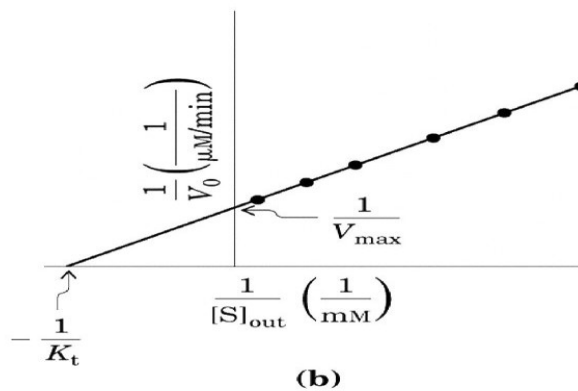
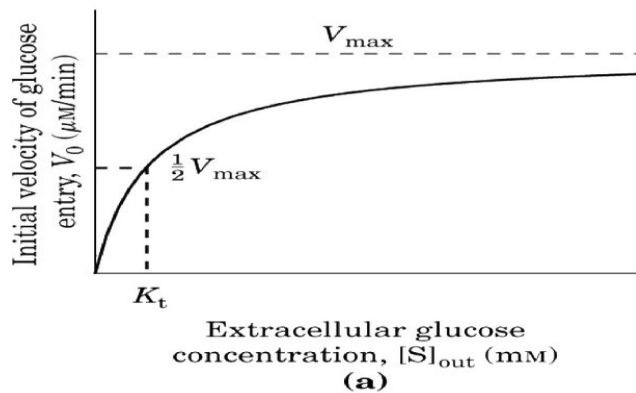
Chemicky řízené iontové kanálky - otevírání a uzavírání je dáno vazbou ligandu

Kinetika transportu – obdoba kinetiky enzymů u zprostředkovaného transportu

rate of transport

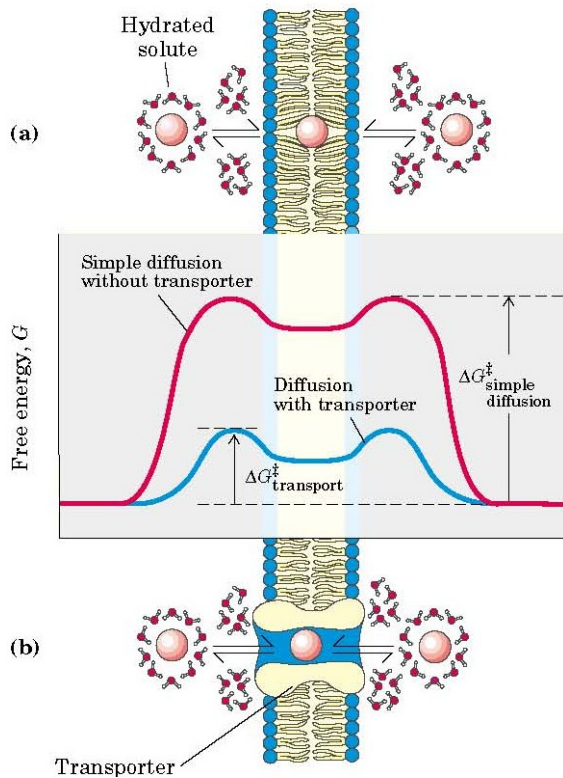


Kinetics of facilitated diffusion



Mechanismus působení přenašečů (usnadňovačů, facilitátorů)

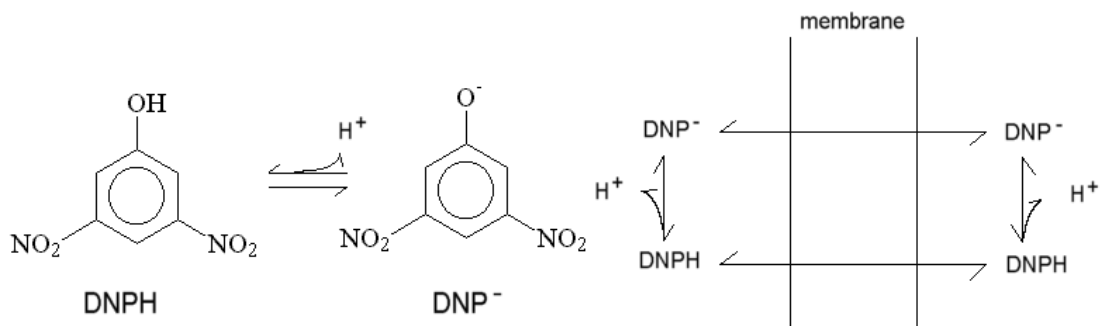
- analogie s aktivační energií u chemických reakcí a jejím snížením působením enzymů



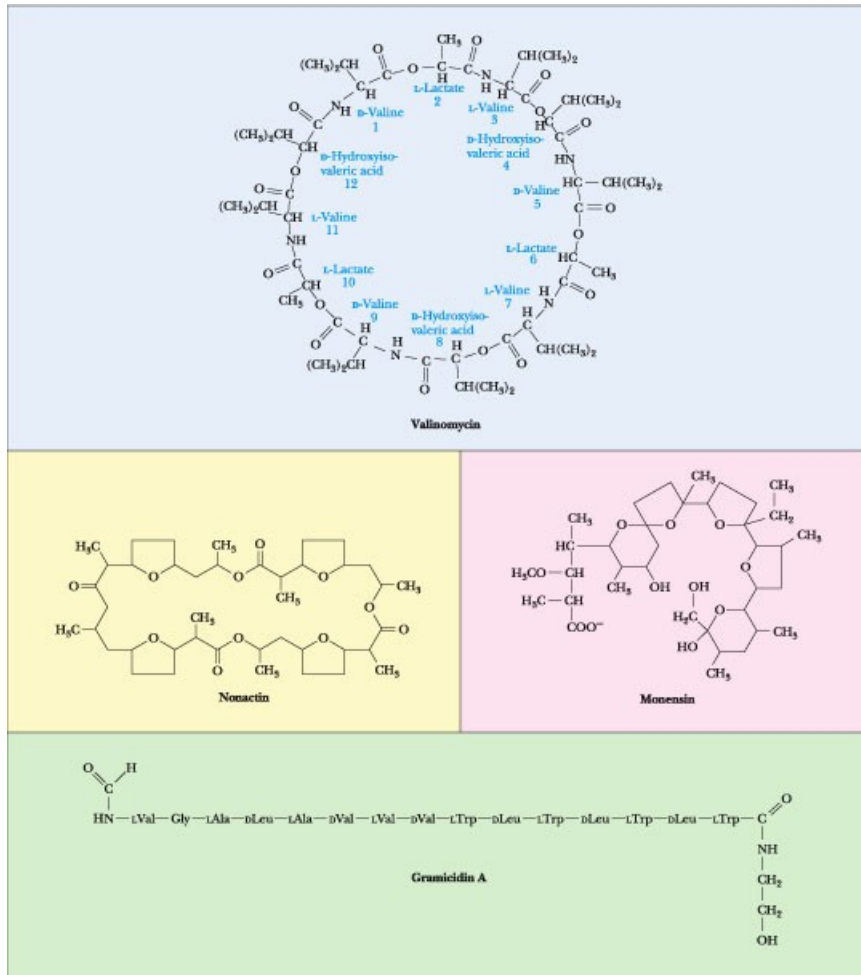
Umělé kanálky a mobilní přenašeče (ionofory), modely transpotních systémů

Přenos iontů je zprostředkován sloučeninami schopnými jejich vazby a transportu v membráně – typ mobilního přenašeče

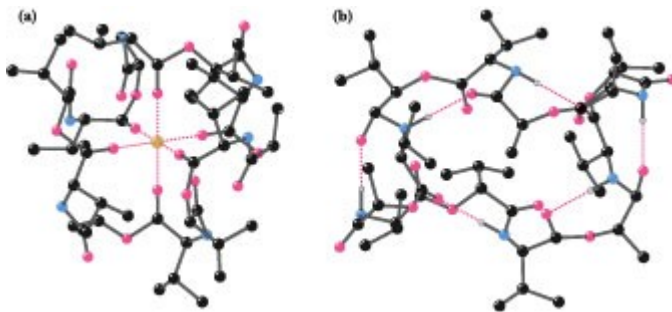
2,4-dinitrofenol – přenos H^+ , působí jako rozpojovač (viz oxidační fosforylace)



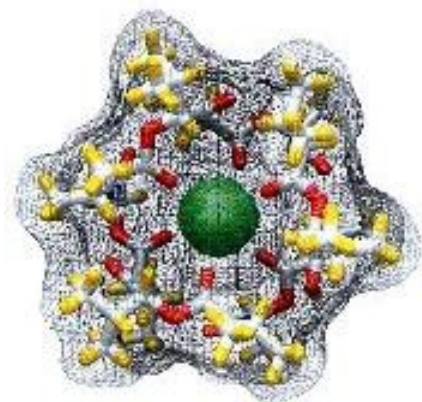
Depsipeptid (smíšený ester-amid) valinomycin – přenos K^+



Struktury valinomycinu (K^+), nonactinu (NH_4^+), monensin (Na^+) a gramicidinu A (viz dále)



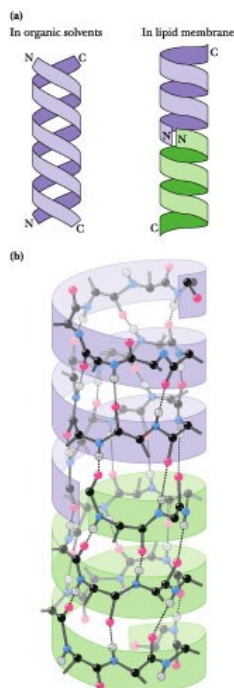
VALINOMYCIN - komplex s K^+ a molekula bez něj



VALINOMYCIN – K^+ , vnitřní kavita molekuly valinomycinu odpovídá iontovému poloměru K^+

Podobnými vlastnostmi se vyznačují i tzv. „crown-etry“, kde velikost dutiny lze měnit počtem stavebních jednotek, cyklodextriny aj.

Gramicidin – peptid – kanál přes membránu



Struktury gramicidinu.

Netvoří α -helix (obsahuje D- i L-aminokyseliny) – sekvence je uvedena výše.
Helix o 6,3 AK zbytcích, připomíná β -skládaný list, označovaný jako β -helix

Podobné kanálky v membráně tvoří bílkovina mellitin obsažená ve včelím jedu.

Energetika transportu

Pasivní transport - proti gradientu - energie vlastního potenciálu látky – difuze (Fick)

Aktivní transport - po gradientu - energie dodávána zvenčí

- **primární** - spřaženou chemickou reakcí (ATPasa, oxidoredukce)
- **sekundární** - spřaženým exergonickým transportem jiné látky

Chemický potenciál

$$\mu = RT \cdot \ln c + \mu_0$$

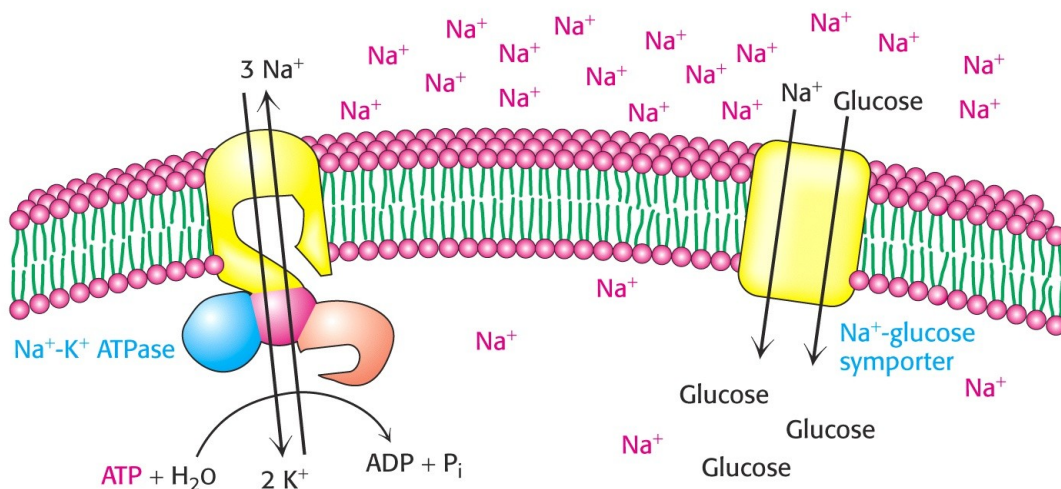
$$\Delta\mu = RT \cdot \ln (c_2/c_1) \text{ pro přenos 1 molu}$$

Elektrický potenciál – ionty

$$\Delta\Psi = (RT/nF) \cdot \ln (c_2/c_1) \quad - \text{ pro daný ion}$$

Elektrochemický potenciál

$$\Delta G = RT \cdot \ln (c_2/c_1) + nF \cdot \Delta\Psi \quad - \text{ pro všechny ionty}$$



AKTIVNÍ TRANSPORT - PRIMÁRNÍ A SEKUNDÁRNÍ

Na^+, K^+ -ATPáza a přenašeč glukozy symportem s Na^+

Membrane Energetics

$$\Delta G = RT2.303 \log (C_2/C_1) + nF\psi$$

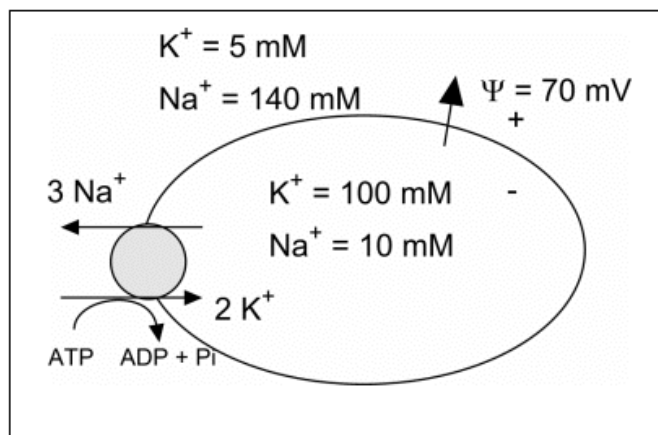
$$= 5.7(\text{KJ/mol}) \log (C_2/C_1) + n96.5(\text{KJ/mol})\psi$$

$$= 1.36(\text{Kcal/mol}) \log (C_2/C_1) + n23.1(\text{Kcal/mol})\psi$$

1. To pump Na^+ out, both forces work against.

$$\Delta G = 5.7 \log(140/10) + 1 \times 96.5 \times (0.07 \text{ V}) = 6.5 + 6.8 = 13.3 \text{ KJ/mol}$$

2. To pump K^+ in, concentration gradient opposes, but electrostatic field favors import



$$\Delta G = 5.7 \log(100/5) + 1 \times 96.5 \times (-0.07 \text{ V}) = 7.4 - 6.8 = 0.6 \text{ KJ/mol}$$

3. To pump 3 Na^+ out and 2 K^+ in:

$$3 \times 13.3 \text{ KJ/mol} + 2 \times 0.6 \text{ KJ/mol} = 42 \text{ KJ/mol} = 10 \text{ Kcal/mol}$$

4. ATP hydrolysis: standard state give $-31 \text{ KJ/mol} = -7.5 \text{ Kcal/mol}$

However, steady state conditions (ie $\text{ATP} \approx 8 \text{ mM}$, $\text{ADP} \approx 1 \text{ mM}$, and $\text{Pi} \approx 8 \text{ mM}$) gives

$$-49 \text{ KJ/mol} = -11.7 \text{ Kcal/mol}$$

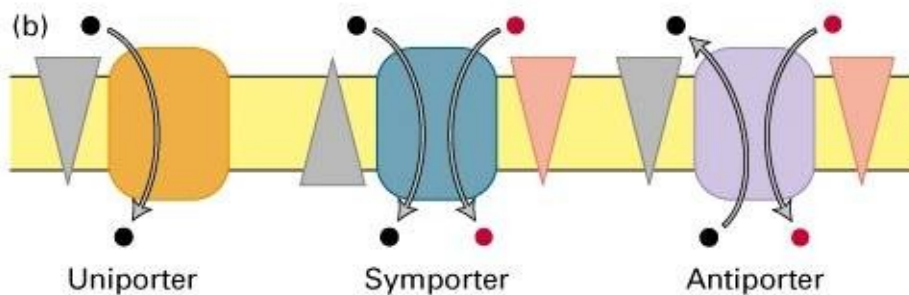
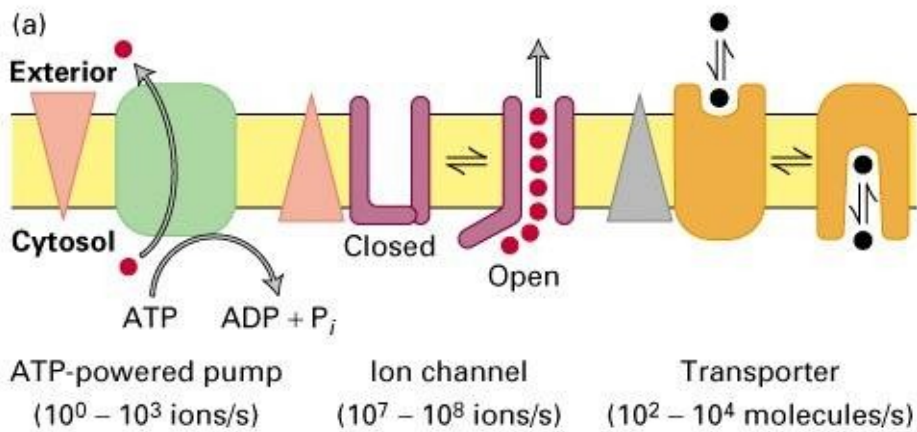
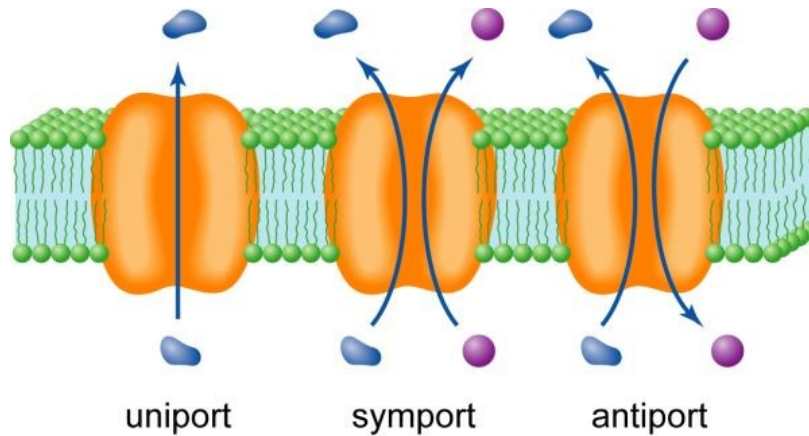
more than enough to carry out the pumping.

Příklad energetických poměrů na membráně při transportu Na^+ a K^+ poháněného ATP. Vypočte lze zjistit vztah mezi velikostí membránového potenciálu a potřebnou energií pro transport.

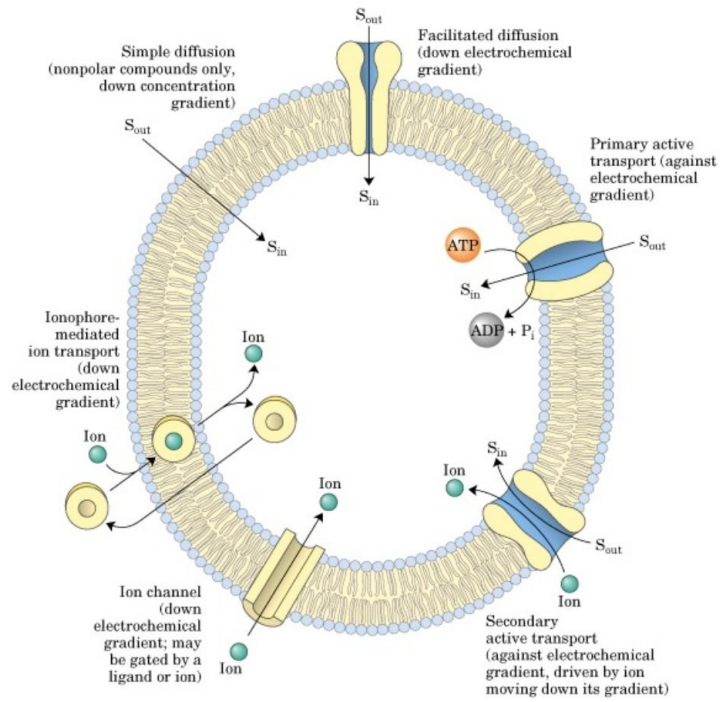
ZPŮSOBY transportu

UNIPOINT – jen u pasivního nebo primárního

KOTRANSPORT – současný transport - vždy u sekundárního, může být i u primárního



Summary of Transporters



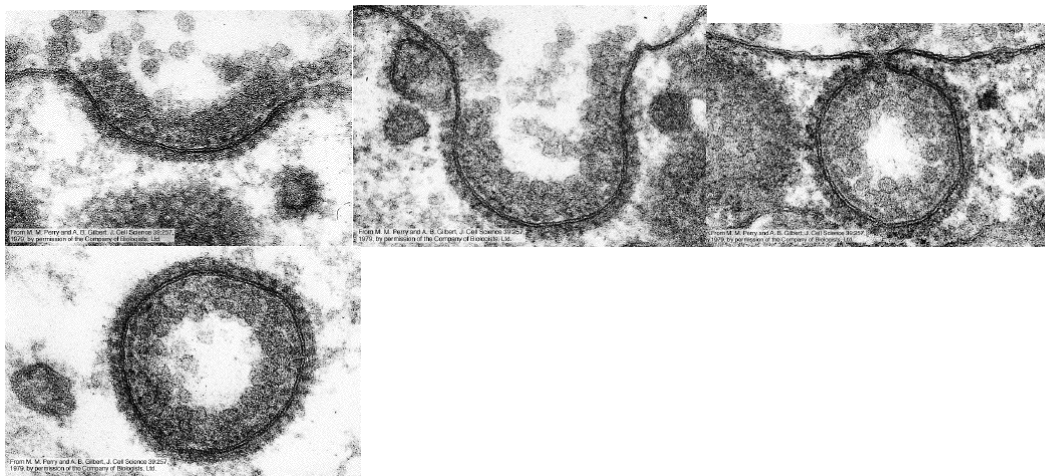
Neelektrogenní a elektrogenní transport

FÚZE MEMBRÁN

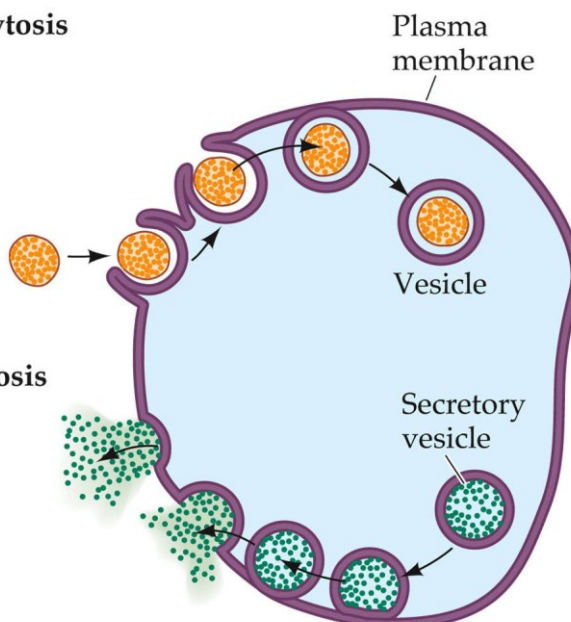
Splynutí bimolekulárních fosfolipidových vrstev – překážka – odpor hydratace, náboje apod.

Fúzogenní faktory

- Ca^+ , bílkoviny – kaskády reakcí – nakonec fúze
- umělé – polyetylenglykol (odnímání vody)
- model – fúze ok tuku na hladině



(a) Endocytosis



(b) Exocytosis

