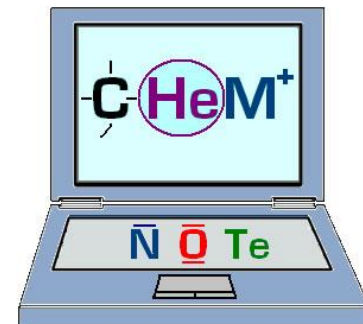




Evropský sociální fond
Praha & EU: Investujeme do vaší budoucnosti



Biomembrány

Biomembrány

- polopropustné membrány – rozhraní, oddělující dvě kapalná (nebo plynná, ne v biochemii) prostředí, prostupné jenom pro některé složky prostředí
- **lipidová dvouvrstva** - polární hlavice směřují do vodného prostředí, hydrofobní části k sobě uprostřed
 - dvourozměrná kapalina – volný pohyb molekul ve vrstvě membrány, rychlý, existuje i pohyb mezi vrstvami membrány – pomalé, málo
 - teplota fázového přechodu – ustává volný pohyb molekul, aby membrána plnila funkci, musí být teplota vyšší než teplota přechodu
 - regulováno složením lipidů
 - cholesterol snižuje pohyblivost, zvyšuje rigiditu membrány,
 - nenasycené mastné kyseliny zvyšují fluiditu
 - další modifikace řetězců mastných kyselin jako větvení, desaturace, methylace, hydroxylace zvyšují fluiditu membrány, u psychofilů
 - rozdílné délky mastných kyselin na uhlíku C1 a C2
- **membránové bílkoviny**
 - periferní – mohou být odděleny od membrány změnou iontové síly nebo mírným působením detergentů, drženy u membrány nevazebnými interakcemi – elektrostatické interakce s polárními hlavice, hydrofobní interakce s vnitřkem dvouvrstvy (jen krátká hydrofobní kotva), komplexní vazba například přes integrální bílkovinu
 - integrální – oddělí se pouze současně se zničením dvouvrstvy, často jeden nebo více úseků polypeptidového řetězce prochází skrz membránu, v těchto úsecích hydrofobní část směřuje ven, často pravidelné struktury – helixy, vnější strana (z hlediska organely) často glykosylovaná
- pohyb proteinů v membráně – pouze laterální difuze, pomalejší, flip-flop není
- zajišťují specifické funkce – transport hmoty a informace, transformaci energie, podpůrná struktura

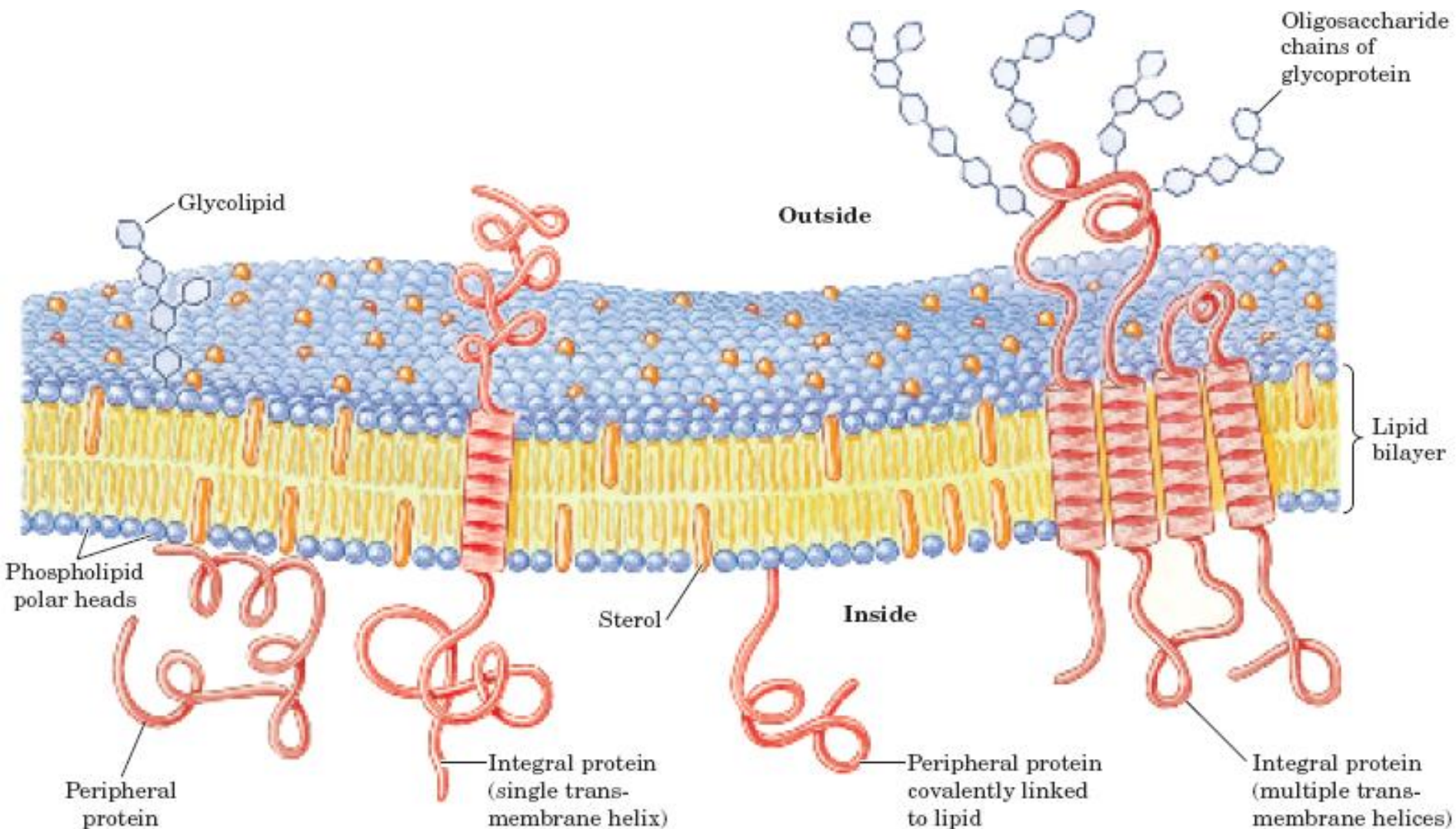


FIGURE 11-3 Fluid mosaic model for membrane structure. The fatty acyl chains in the interior of the membrane form a fluid, hydrophobic region. Integral proteins float in this sea of lipid, held by hydrophobic interactions with their nonpolar amino acid side chains. Both proteins and lipids are free to move laterally in the plane of the

bilayer, but movement of either from one face of the bilayer to the other is restricted. The carbohydrate moieties attached to some proteins and lipids of the plasma membrane are exposed on the extracellular surface of the membrane.

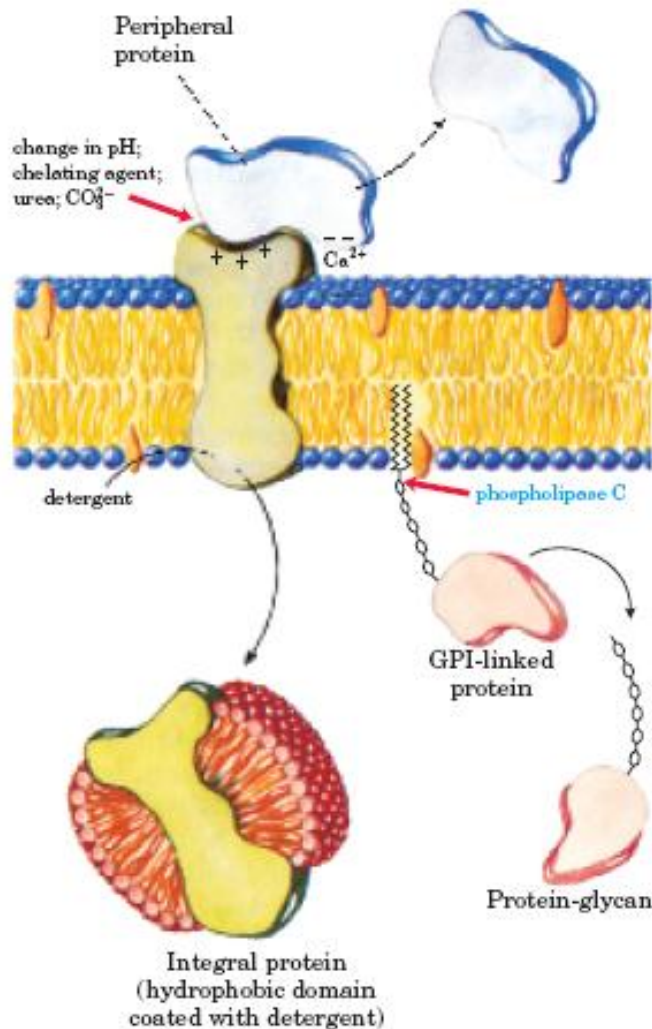
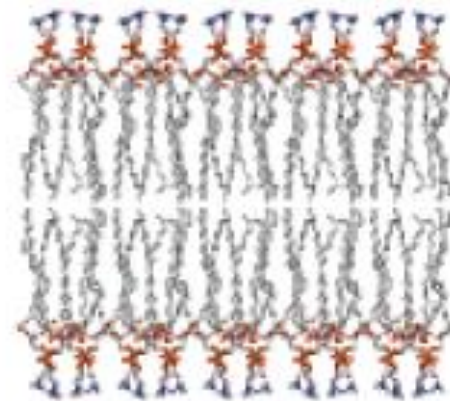


FIGURE 11-6 Peripheral and integral proteins. Membrane proteins can be operationally distinguished by the conditions required to release them from the membrane. Most peripheral proteins are released by changes in pH or ionic strength, removal of Ca^{2+} by a chelating agent, or addition of urea or carbonate. Integral proteins are extractable with detergents, which disrupt the hydrophobic interactions with the lipid bilayer and form micelle-like clusters around individual protein molecules. Integral proteins covalently attached to a membrane lipid, such as a glycosyl phosphatidylinositol (GPI; see Fig. 11-14), can be released by treatment with phospholipase C.

(a) Paracrystalline state (gel)



Heat produces thermal
motion of side chains
(gel $\rightarrow$ fluid transition)

(b) Fluid state

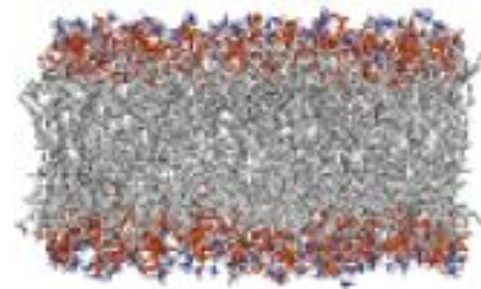


FIGURE 11-15 Two states of bilayer lipids. (a) In the paracrystalline state, or gel phase, polar head groups are uniformly arrayed at the surface, and the acyl chains are nearly motionless and packed with regular geometry; (b) in the liquid disordered state, or fluid state, acyl chains undergo much thermal motion and have no regular organization. Intermediate between these extremes is the liquid-ordered state, in which individual phospholipid molecules can diffuse laterally but the acyl groups remain extended and more or less ordered.

Přenos informace přes biologické membrány

- informace nejčastěji ve formě fyzikálního nebo chemického signálu
 - membránový potenciál, tlakové podněty, světelné impulsy, přítomnost signálních molekul
 - endokrinní regulace – signální molekula hormon, ovlivňování buňky prostorově vzdálené
 - parakrinní regulace – přenos lokálního mediátoru mezi sousedními buňkami
 - synaptická komunikace – charakteristické pro nervové buňky, vysoce specializované
- většina signálních molekul není schopná procházet membránou do buňky (výjimka – steroidní a thyreoidní hormony, oxid dusnatý) ⇒ musí předat informaci na membráně
- **receptory** – molekuly, které specificky reagují s konkrétní signální molekulou, vazba vratná, ale relativně silná, nekatalysovaná reakce s dostatečnou reakční rychlostí, signální molekula musí být rychle odbourávána, aby nedošlo k zablokování receptoru

„Přeposlání“ informace v buňce

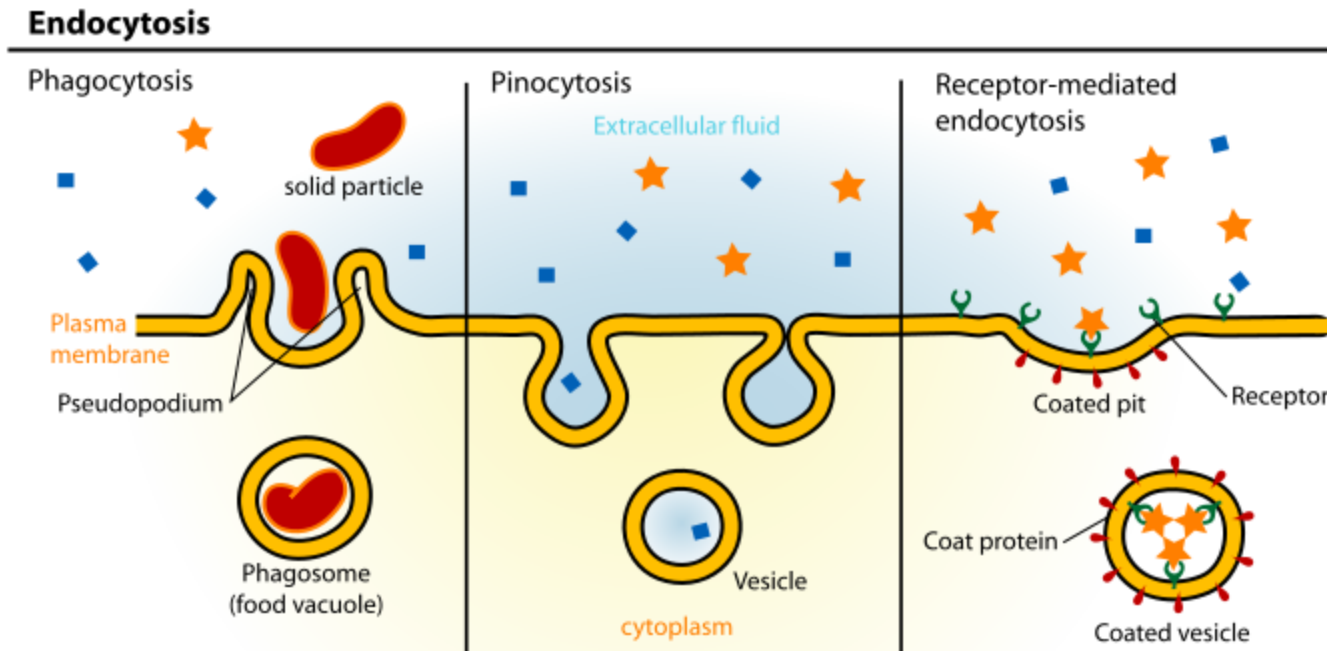
- receptory jako iontové kanály – dojde ke změně koncentrace příslušného iontu, v nervových synapsích, velmi rychlé
- receptory jako enzymy – v klidovém stavu neaktivní, po navázání signální molekuly na vnější straně aktivace
 - guanidylátcyklázy – vznik cGMP v cytosolu
 - tyrosinové proteinkinasy – fosforylace určitých enzymů na tyrosinových zbytcích
 - tyrosinové proteinfofatasy - defosforylace určitých enzymů na tyrosinových zbytcích
 - serinové/threoninové proteinkinasy - fosforylace určitých enzymů na serinových nebo threoninových zbytcích
- receptory vyvolávající endocytosu – dojde k pohlcení signální molekuly a receptoru dovnitř buňky
- receptory působící pomocí G-proteinů – vážou proteiny s navázaným GTP jako další mezičlánek kaskády, při přenosu signálu dochází k rozštěpení GTP na GDP, efektorové molekuly – adenylátcyklasa (vznik cAMP), fosfolipasa C (vznik fosfatidátu a inositoltrifosfátu) nebo iontově specifické Ca^{2+} kanály

Přenos hmoty přes biologické membrány

- volná difuze přes membránu
 - nepolární nízkomolekulární sloučeniny (O_2 , N_2 , H_2 , CO_2 , uhlovodíky, steroidy, ...) buď dočasné rozpuštění v membráně nebo průchod drobnými póry, tok látky úměrný ploše membrány, koncentračnímu gradientu a difusnímu koeficientu
 - polární malé sloučeniny (voda, močovina, ethanol, ...) průchod nepravidelnostmi membrány vzniklými při pohybu lipidů, vznik dočasných pórů zejména v místech ohybu, tvorbu podporuje membránový potenciál
- transport nespecifickými trvalými póry
 - trvalé spojení pomocí porinů, rozdílná velikost pórů 0,5 – 10 nm (v membráně G- bakterií nebo v jaderné membráně)
 - štěrbinová propojení – mezi dvěma buňkami, projdou pouze nízkomolekulární sloučeniny, tvořeno konexinem, regulovatelné pomocí koncentrace Ca^{2+} , zavírají se při poklesu membránového potenciálu nebo při poklesu intracelulárního pH

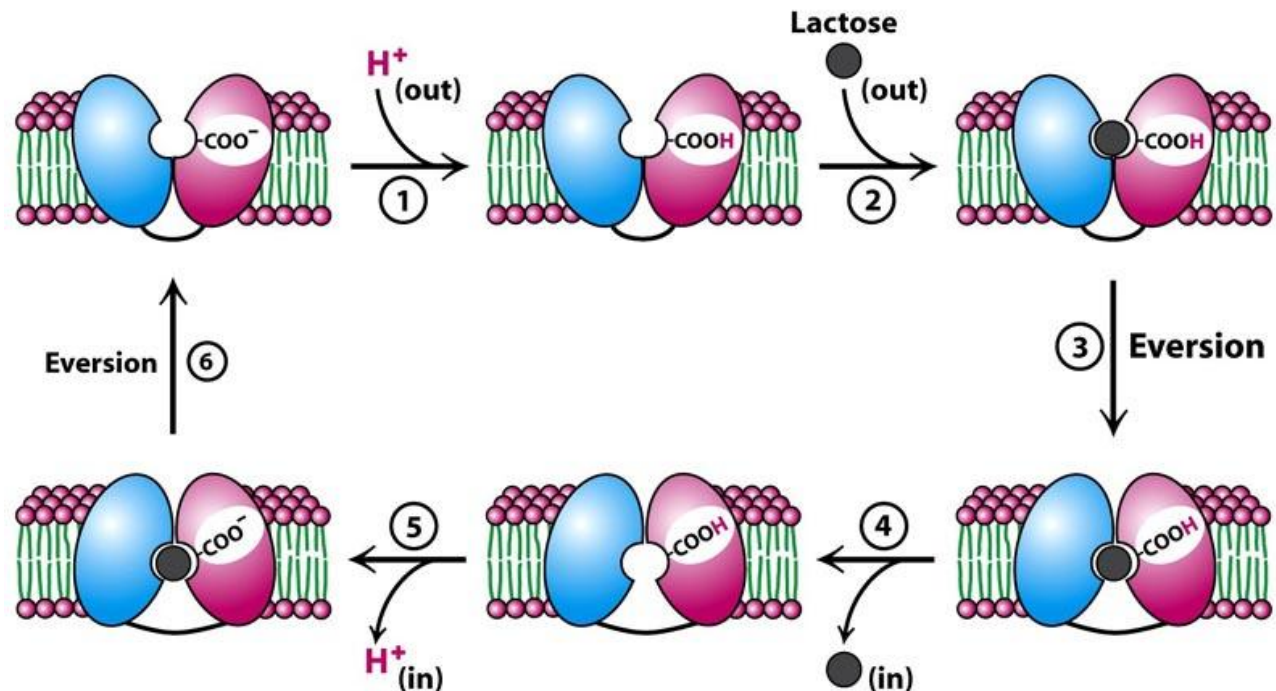
Přenos hmoty přes biologické membrány

- exocytosa a endocytosa
 - látky s velkou molekulovou hmotností např. transport extracelulárních trávicích enzymů, peptidových hormonů, neurotransmitterů, ... z buňky
 - skladování ve váčcích oddělených z ER, na příslušný podnět se membrána spojí s plasmatickou membránou a obsah váčku se vyleje ven
 - endocytosa – do buňky, signálem vazba látky na receptor, na vnitřní straně receptor začne vázat klathrin a tvoří se kostra pro váček, membrána se vchlipuje až vznikne váček obalený klathrinem, receptor je regenerován a pohlcená látka cíleně zpracována



Přenos hmoty přes biologické membrány

- usnadněná difuze pomocí specifických přenašečů
 - pomocí integrálních bílkovin (permeasy, translokasy, specifické kanály, ...), vysoká specifita, kinetika obdobná enzymům, možnost inhibovat transport
 - regulace kanálů různými podněty
 - na základě koncentračního spádu – glukosa, pyruvát, citrát
 - elektrické řízení – vedení vzruchu v neuronech, přenašeče pro Na^+ a K^+
 - chemické řízení – postsynaptické membrány svalových a nervových spojení, přenašeče Ca^{2+} řízené koncentrací neurotransmiterů
 - řízení mechanickými podněty – vláskové buňky vnitřního ucha, kanál pro Ca^{2+}
 - ionofory – nebílkovinné specifické přenašeče - chelatotvorné sloučeniny (valinomycin s K^+) nebo méně specifické (gramicidin a monovalentní ionty)



Laktosová permeasa

Přenos hmoty přes biologické membrány

- aktivní transport
 - transport látek proti směru gradientu jejich elektrochemického potenciálu – exergonické
 - energie dodávána několika způsoby
 - hydrolýza ATP (primární aktivní transport) – Na, K-ATPasa, Ca²⁺ ATPasa, H⁺ ATPasa, včetně mitochondriální F₁F₀-ATPasy, univerzální
 - redoxní reakce – např. komplexy v dýchacím řetězci, transport protonů proti gradientu elektrochemického potenciálu
 - jiné chemické reakce – zdroj energie může být jakákoli dostatečně exergonická reakce např. v některých mikroorganismech transport Na⁺ z buňky na úkor energie z dekarboxylace oxalacetátu
 - světelná energie – bakteriorhodopsin – transport H⁺ proti koncentračnímu spádu
 - sekundární aktivní transport – hnací silou rozdíl elektroosmotických potenciálů jiných látek, transport jedné proti směru gradientu na úkor druhé – ve směru gradientu, např. resorpce glukosy v ledvinách zároveň s Na⁺
- skupinová translokace
 - dochází ke změně struktury látek během přenosu
 - karnitinacyltransferasový systém – přenos mastných kyselin přes vnitřní mitochondriální membránu, na obou stranách karnitinpalmitoyltransferasy, acyl projde navázaný na karnitin a opět regenerace na acyl-CoA, z energetického hlediska pasivní transport
 - γ -glutamyltranspeptidasový systém – přenos aminokyselin přes membrány do některých tkání, reakce aminokyseliny s glutathionem, rozštěpení na cysteinylglycin a γ -glutamylaminokyselinu během přenosu, poté odštěpení aminokyseliny a vznik 5-oxoprolinu, donor energie glutathion
 - fosfoenolpyruvát dependentní fosfotransferasový systém – transport sacharidů do bakterií, komplex čtyř enzymů – specifické pro jednotlivé sacharidy, při přenosu fosforylace, donor fosfátu fosfoenolpyruvát, hnací silou přeměna PEP na pyruvát

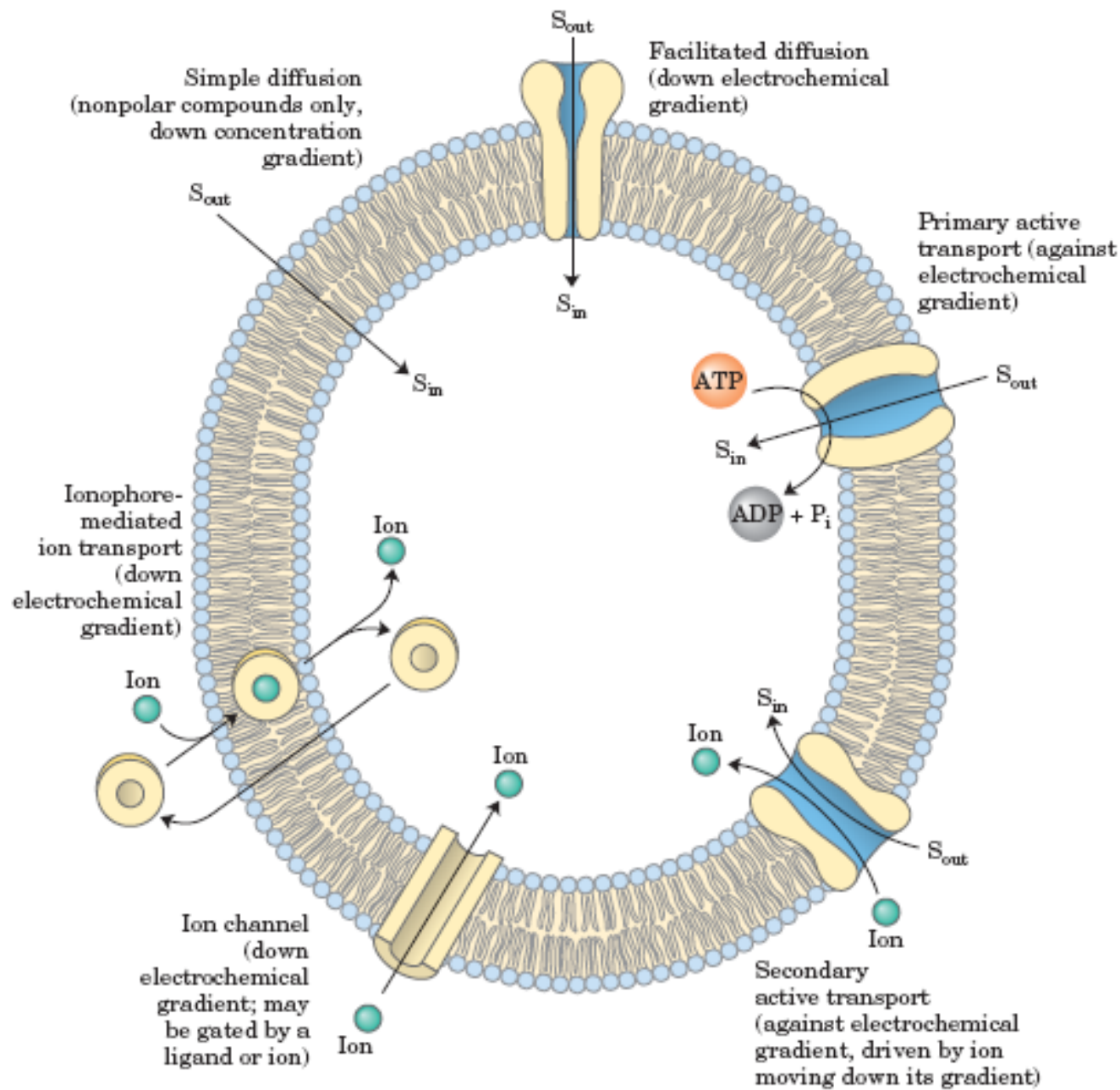


FIGURE 11-26 Summary of transport types.

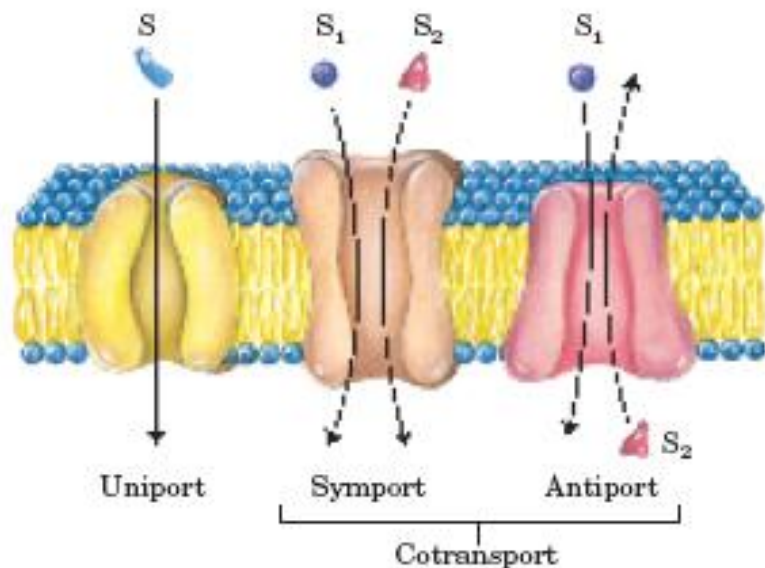


FIGURE 11-34 Three general classes of transport systems. Transporters differ in the number of solutes (substrates) transported and the direction in which each is transported. Examples of all three types of transporters are discussed in the text. Note that this classification tells us nothing about whether these are energy-requiring (active transport) or energy-independent (passive transport) processes.

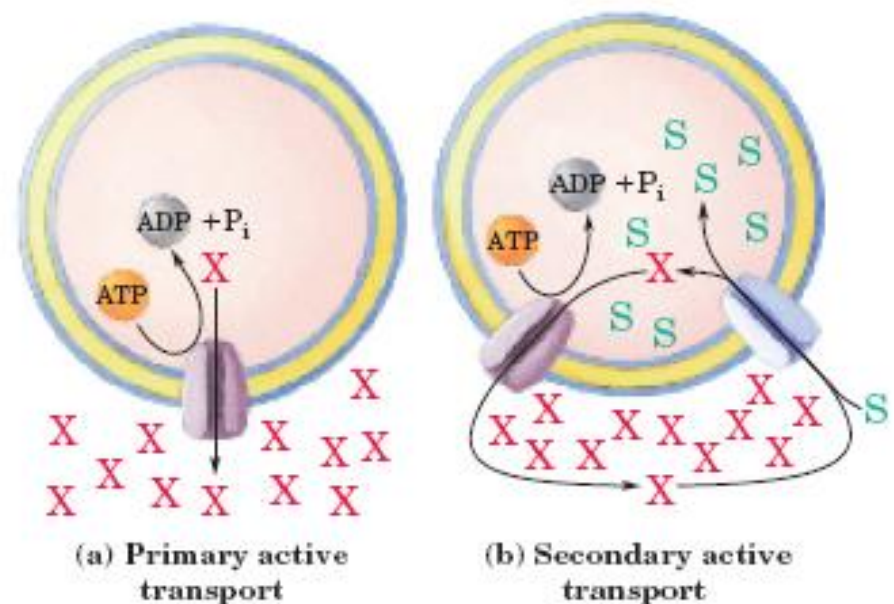


FIGURE 11-35 Two types of active transport. (a) In primary active transport, the energy released by ATP hydrolysis drives solute movement against an electrochemical gradient. (b) In secondary active transport, a gradient of ion X (often Na⁺) has been established by primary active transport. Movement of X down its electrochemical gradient now provides the energy to drive cotransport of a second solute (S) against its electrochemical gradient.

POLOPROPUSTNÉ MEMBRÁNY

výpočty

používané vztahy

osmotický tlak

$$\pi = RT \sum c$$

elektrochemický potenciál (=parciální molární Gibbsova energie) $\mu_i = \mu_i^0 + RT \cdot \ln(c_i) + z_i F \phi$

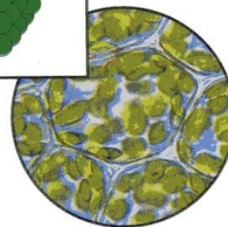
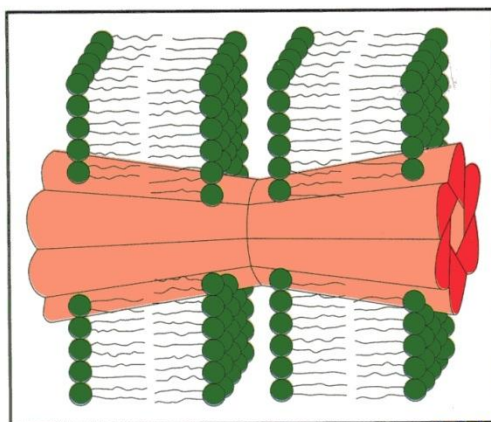
membránový potenciál

$$\Delta \phi_M = \frac{RT}{z_K F} \ln \frac{c_{1K}}{c_{2K}}$$

$$96,480 \text{ J/V} \cdot \text{mol}$$

BIO FYSIKÁLNÍ CHEMIE

MILAN KODÍČEK
VLADIMÍR KARPENKO



ACADEMIA

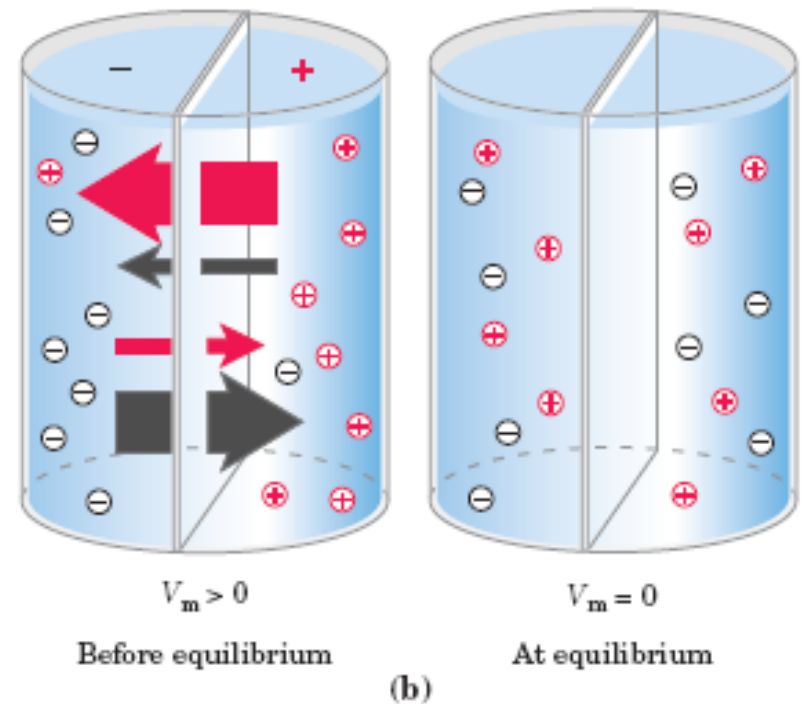
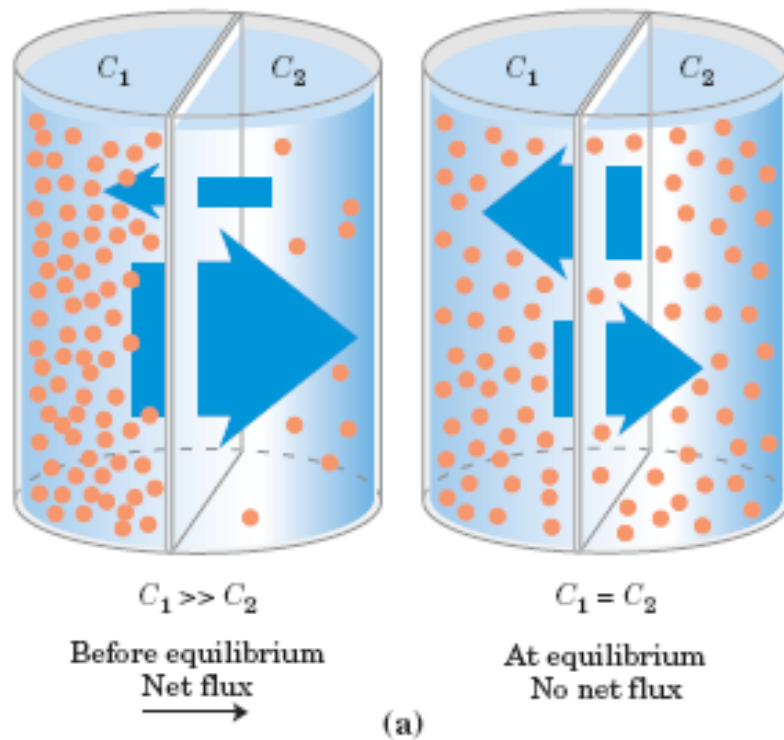


FIGURE 11-27 Movement of solutes across a permeable membrane. (a) Net movement of electrically neutral solutes is toward the side of lower solute concentration until equilibrium is achieved. The solute concentrations on the left and right sides of the membrane are designated C_1 and C_2 . The rate of transmembrane movement (indicated by

the large arrows) is proportional to the concentration gradient, C_1/C_2 . (b) Net movement of electrically charged solutes is dictated by a combination of the electrical potential (V_m) and the chemical concentration difference across the membrane; net ion movement continues until this electrochemical potential reaches zero.

Polopropustná membrána

- mohou prostupovat některé, ne však všechny složky prostředí
- hl. veličinou při diskusi o rovnováhách na membránovém rozhraní je elektrochemický potenciál i -té složky roztoku μ_i

$$\tilde{\mu}_i = \mu_i^0 + RT \ln a_i + z_i F \varphi$$

μ_i^0 – standardní chemický potenciál dané složky

a_i – aktivita dané složky

z_i – náboj dané složky

φ – elektrický potenciál dané fáze

- je-li na obou stranách membrány stejné základní prostředí (vodný roztok), je hodnota standardního chem. potenciálu stejná pro obě prostředí
- rozdíl elektrochemických potenciálů je roven rozdílu Gibbsovy energie částice při jejím přechodu přes membránu
- φ není závislá na složce, ale na fázi, pro membránu jediná veličina $\Delta\varphi$

- K rovnováze na membráně dojde tehdy, jestliže elektrochemické potenciály na obou stranách tohoto rozhraní budou stejné, a to pro všechny složky, pro něž je membrána propustná
- Difúzí přes membránu se tedy budou měnit aktivity (koncentrace) všech difúzibilních částic (tedy i molekul rozpouštědla) a současně se může ustavovat nenulový potenciálový rozdíl $\Delta\varphi$

Zvláštní případy polopropustných membránových systémů

1) membrána nepropustná pro anionty (analogicky pro kationty)
Jsou-li např. na obou stranách membrány zředěné roztoky NaCl, dojde k ustavení rovnováhy

$$\mu_{\text{Na}}^{\circ} + RT \ln c_{\text{Na},1} + z_{\text{Na}} F \varphi_1 = \mu_{\text{Na}}^{\circ} + RT \ln c_{\text{Na},2} + z_{\text{Na}} F \varphi_2$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \Delta\varphi_{\text{M}} = \frac{RT}{z_{\text{Na}} F} \ln \frac{c_{\text{Na},1}}{c_{\text{Na},2}}$$

sodné ionty (chloridové neprocházejí) budou přecházet ve směru koncentračního gradientu tak dlouho, dokud se neustaví membránový potenciál, který dalšímu vyrovnávání koncentrací zabrání

Zvláštní případy polopropustných membránových systémů

2) Membrána je propustná pro všechny nízkomolekulární látky, ale na jedné straně membrány je (bio)polymer nesoucí náboj

tzv. Donnanova rovnováha

analogicky jako v případě 1 (ale propustné pro oba ionty)

$$\begin{array}{ll} \text{pro Na}^+ & \Delta\varphi_M = \frac{RT}{F} \ln \frac{c_{\text{Na},1}}{c_{\text{Na},2}} \\ \text{a pro Cl}^- & \Delta\varphi_M = \frac{RT}{F} \ln \frac{c_{\text{Cl},2}}{c_{\text{Cl},1}}, \end{array}$$

protože hodnota $\Delta\varphi_M$ je pro daný systém jediná, platí

$$\begin{aligned} \frac{RT}{F} \ln \frac{c_{\text{Na},1}}{c_{\text{Na},2}} &= \frac{RT}{F} \ln \frac{c_{\text{Cl},2}}{c_{\text{Cl},1}}, \\ c_{\text{Na},1} c_{\text{Cl},1} &= c_{\text{Na},2} c_{\text{Cl},2}. \end{aligned}$$

biopolymer nesoucí náboj má protiont (je ve formě soli), tím jsou ovlivněny výpočty

Zvláštní případy polopropustných membránových systémů

3) Membrána je propustná pouze pro rozpouštědlo

osmosa

přechodu vody ve směru koncentrovanějšího roztoku zabráníme působením proti toku mechanickým tlakem

osmotický tlak π – tlak, který kompenzuje tendenci vody přecházet přes membránu

$$\pi = RT \sum_i c_i.$$

proton-motivní síla = rozdíl elektrochemických potenciál vodíkových iontů (roven změně Gibbsovy E spojené s přechodem protonu zpět do matrix

$$\Delta G = F \Delta \varphi + 2,303 RT \log \frac{[H^+]_{\text{ext}}}{[H^+]_{\text{int}}}.$$

obecná rovnice změny Gibbsovy energie v chemické reakci, ve které se S mění na P

$$\Delta G = \Delta G'^{\circ} + RT \ln [P]/[S]$$

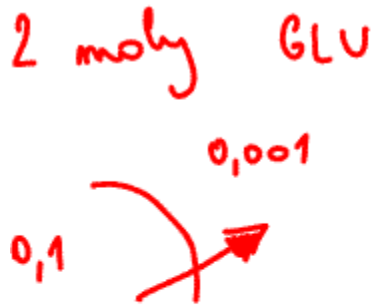
je-li reakcí přechod látky z místa o koncentraci c_1 do místa o koncentraci c_2 , je změna standardní Gibbsovy energie nulová a změna volné energie pro transport je

$$\Delta G_t = RT \ln \frac{C_2}{C_1}$$

je-li transportovanou látkou iont, jeho přesun bez současného vyrovnaní pohybem protiontu resultuje v separaci náboje a vznikne nenulový elektrický potenciál. Energie potřebná pro přesun iontu pak závisí na hodnotě elektrochemického potenciálu.

$$\Delta G_t = RT \ln \left(\frac{C_2}{C_1} \right) + Z F \Delta \psi$$

Vypočítejte změnu Gibbsovy energie provázející při 25°C přechod 2 molů glukosy z kompartmentu s koncentrací 0,1 mol/l do kompartmentu s koncentrací 0,001 mol/l



$$\Delta G = ?$$

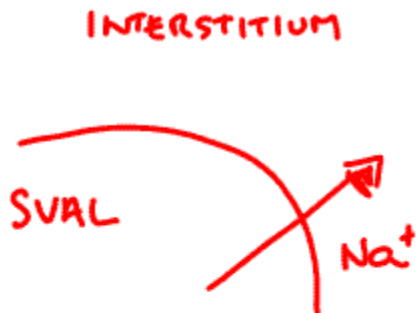
neboj $\sigma \Rightarrow$ jen KONCENTRACE

$$T = 298 \text{ K}$$

$$\Delta G = R \cdot T \cdot \ln \frac{0,001}{0,1} = -11410 \text{ J/mol}$$

2 moly: $\Delta G = -22820 \text{ J}$

Koncentrace Na^+ ve svalu činí 0,01 mol/l, v intersticiální tekutině 0,144 mol/l. Vypočtěte změnu Gibbsovy energie spojenou s transportem iontů Na^+ se svalu do interstitia při 37°C, zanedbejte vliv membránového potenciálu.



$$[\text{Na}^+]_{\text{SV}} = 0,01 \text{ mol/l}$$

$$[\text{Na}^+]_{\text{INT}} = 0,144 \text{ mol/l}$$

$$\Delta \psi = 0$$

" ZANEDBEJTE "

$$\Delta G = R \cdot T \cdot \ln \frac{[\text{Na}^+]_{\text{INT}}}{[\text{Na}^+]_{\text{SV}}} = 6874 \text{ J/mol}$$

PROTI
KONC. SPÁDU



Koncentrace iontů Na^+ a K^+ v buňkách tkání je asi 11 a 92 mmol/l a v tkáňových tekutinách 140 a 4 mmol/l. Pro teplotu 310K spočítejte Gibbsovu energii potřebnou k zachování tohoto gradientu (pro transport 1 molu iontů proti koncentračnímu spádu) za předpokladu, že membránový potenciál je nulový

buňka

$$c_1 \text{Na}^+ = 11 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$c_1 \text{K}^+ = 92 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$



$$T = 310 \text{ K}$$

$$\Delta \psi = 0$$

$$\Delta G = ?$$

tekutina

$$c_2 \text{Na}^+ = 140 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$c_2 \text{K}^+ = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\text{Na}^+ : \Delta G_t = R \cdot T \cdot \ln \left(\frac{c_2}{c_1} \right) + 1 \cdot F \cdot \Delta \psi = R \cdot T \cdot \ln \frac{c_2}{c_1}$$

$$\Delta G_t = 6556 \text{ J/mol}$$

$$\text{K}^+ : \Delta G_t = R \cdot T \cdot \ln \left(\frac{c_2}{c_1} \right) + 1 \cdot F \cdot \Delta \psi = R \cdot T \cdot \ln \frac{c_2}{c_1}$$

$$\Delta G_t = 8081 \text{ J/mol}$$

Aktivně dýchající buňky *Neurospora crassa* udržují membránový potenciál $-0,3\text{ V}$ (vnitřek buňky negativní). Poměr koncentrací Ca^{2+} vně a uvnitř buňky je asi 1000. Poměr koncentrací ATP a ADP uvnitř buňky je asi 10, koncentrace fosfátu 1 mmol/l . Standardní Gibbsova energie hydrolysy ATP při pH 7 je $-30,5\text{ kJ/mol}$. Kolik molů ATP musí při teplotě 25°C hydrolyzovat transportní Ca-ATPasa, aby z buňky vypumpovala 1 mol Ca^{2+} ?

$$\Delta\psi = 0,3\text{ V}$$

$$\frac{[\text{Ca}^{2+}]_{\text{out}}}{[\text{Ca}^{2+}]_{\text{in}}} = 1000$$

$$\frac{[\text{ATP}]}{[\text{ADP}]} = 10$$

$$[\text{P}] = 1 \cdot 10^{-3}\text{ mol/l}$$

$$\Delta G_h^{\circ'} = -30,5\text{ kJ/mol}$$



TRANSPORT:

$$\Delta G_t = R \cdot T \cdot \ln \frac{C_{\text{out}}}{C_{\text{in}}}$$



$$+ 2 \cdot F \cdot \Delta\psi$$

⊕ IONT z ⊖ DO ⊕
⇒ MUSÍ BÝT KLADNÉ

MUSÍ BÝT
KLADNÉ

$$\Delta G_t = 8,314 \cdot 298 \cdot \ln 1000 + 2 \cdot 96500 \cdot 0,3$$

$$\Delta G_t = 17114 + 57900 = 75014\text{ J/mol}$$

HYDROLÝZA:

$$\Delta G_h = \Delta G^{\circ'} + RT \ln \frac{[\text{ADP}] \cdot [\text{P}]}{[\text{ATP}]} = -30500 + R \cdot T \cdot \ln(0,1 \cdot 1 \cdot 10^{-3})$$

$$\Delta G_h = -30500 - 22819 = -53319\text{ J/mol}$$

$$\frac{\Delta G_t}{\Delta G_h} = 1,4 \Rightarrow 2\text{ mol ATP}$$

Přenos elektronu ze substrátu na kyslík je v mitochondriích spřažen s transportem protonu přes membránu do cytoplasmového prostoru. Ustaví se tak membránový potenciál 140 mV a gradient pH 1,4. Vypočítejte, jaká změna Gibbsovy energie je spojena s přechodem protonu přes vnitřní mitochondriální membránu

PŘENOS e^- NA KYSLÍK - EXERGOICKÝ DĚJ

"SPOJEN S TRANSPORTEM H^+ PŘES MEMB" $\Rightarrow$ VYTVÁŘENÍ PMF

$$\Delta\psi = 140 \text{ mV}$$

$$\Delta\text{pH} = 1,4$$

$$T = 298$$



$$\Delta G_t = R \cdot T \cdot \ln \frac{[H^+]_{\text{cyt}}}{[H^+]_{\text{mit}}}$$

$$+ 1 \cdot F \cdot 0,14$$

MUSÍ BÝT $\oplus$

PROTOŽE H^+

PŘEJDE Z $\ominus$ DO $\oplus$

MUSÍ BÝT $\oplus$ PROTOŽE V CYT JE VÍCE H^+ , JDE PROTI KONCENTRAČNÍMU SPÁDU

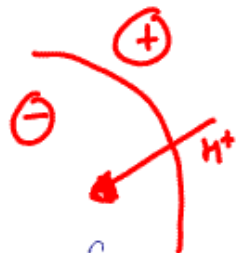
přepočítat ln na log: $\ln x = 2,303 \cdot \log x$
přepočítat pH: $\text{pH} = -\log [H^+]$

$$\Delta G_t = 2,303 \cdot R \cdot T \cdot \log \frac{[H^+]_{\text{cyt}}}{[H^+]_{\text{mit}}} + 1 \cdot F \cdot 0,14$$

$$\Delta\text{pH} = 1,4$$

$$\Delta G_t = 7988 + 13510 = 21498 \text{ J/mol}$$

V buňce *E. coli* je pomocí exergonických reakcí snižována koncentrace H^+ asi o řád vůči okolí a je zde generován membránový potenciál -120mV (vnitřek negativní). Na úkor této síly jsou transportovány β -galaktosidy do buňky. Kolik energie je k dispozici pro tento transport při 25°C ? Jakého maximálního zvýšení koncentrace mohou β -galaktosidy v buňce dosáhnout za předpokladu, že jedna molekula sacharidu je transportována spolu s jedním protonem



$$\Delta \psi = -120\text{mV}$$

$$T = 298\text{K}$$

„ASI O ŘÁD“

$$\frac{[H^+]_{out}}{[H^+]_{in}} = 10$$

NA ÚKOR TĚTO SÍLY

ΔG_t BUDE $\ominus$ PROTOŽE HW PŘEPOUŠTÍME VE SMĚRU NÁBOJOVÉHO KONCENTRAČNÍHO GRADIENTU

$$H^+ : \Delta G_t = R \cdot T \cdot \ln \frac{[H^+]_{in}}{[H^+]_{out}} + 1 \cdot F \cdot (-0,12)$$

OBE SLOŽKY MUSÍ BÝT $\ominus$

$$\Delta G_t = 8,314 \cdot 298 \cdot \ln 0,1 - 96500 \cdot 0,12$$

$$\Delta G_t = -5705 - 11580 = -17285 \text{ J/mol}$$

TO MÁM K DISPOZICI PRO TRANSPORT NENABITÝCH SACHARIDŮ

$$\text{SACH: } \Delta G_t = R \cdot T \cdot \ln \frac{OUT}{IN} \quad \text{NÁBOJOVÁ SLOŽKA NULOVÁ}$$

$$\frac{OUT}{IN} = e^{\frac{17285}{RT}} = 9,3 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{IN}{OUT} = \frac{1}{9,3 \cdot 10^{-4}} = 1071 \text{ NÁSOBNÉ ZVÝŠENÍ}$$

Roztok obsahující 0,5 g ribonukleasy v 0,1 dm³ 0,2M NaCl má při teplotě 298K osmotický tlak 0,0097 atm. Membrána je propustná pro všechny částice kromě bílkoviny. Osmotický tlak byl měřen proti 0,2M NaCl.

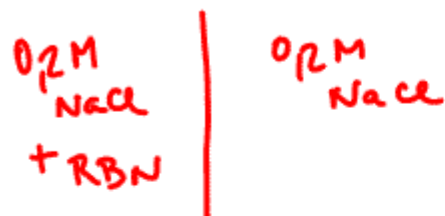
Určete molární hmotnost ribonukleasy ($R=0,082 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$).

$$m = 0,5 \text{ g}$$

$$V = 0,1 \text{ dm}^3$$

$$T = 298 \text{ K}$$

$$\pi = 0,0097 \text{ atm}$$



"PROPUSTNÁ" PRO VŠECHNY ČÁSTICE
KROMĚ BÍLKOVINY

⇓
π JEN TA RIBONUKLEASA

$$\pi = R \cdot T \cdot \sum c_i \longrightarrow \pi = R \cdot T \cdot c_{\text{RBN}}$$

$$R = 0,082 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \Rightarrow 0,0097 = 0,082 \cdot 298 \cdot c_{\text{RBN}}$$

$$c_{\text{RBN}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol / l}$$

$$V = 0,1 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{RBN}} = c \cdot V = 4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$m = \frac{m}{n} \Rightarrow M = \frac{m}{n} = \frac{0,5}{4 \cdot 10^{-5}}$$

$$M = 12500 \text{ g/mol}$$

Vypočítejte účinnost fotosyntetického přenosu energie při 25°C, je-li molekula ATP syntetizována s využitím dvou fotonů o vlnové délce 700 nm. Poměr ATP/ADP je roven 10, koncentrace fosfátu je 2 mmol/l (ΔG^0 pro hydrolysu ATP při těchto podmínkách je -30,5 kJ/mol)

ÚČINNOST

$$\lambda = 700 \text{ nm}$$

$$1 \text{ ATP} = 2 \text{ fotony}$$

$$T = 298 \text{ K}$$

$$\frac{[\text{ATP}]}{[\text{ADP}]}$$

$$= 10$$

$$[\text{P}] = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\Delta G^0 = -30,5 \text{ kJ/mol}$$

HYDROLÝZA ATP: $\Delta G_A = \Delta G^0 + RT \ln \frac{[\text{ADP}] \cdot [\text{P}]}{[\text{ATP}]}$

$$\Delta G_A = -30500 + R \cdot T \cdot \ln 2 \cdot 10^{-4} = -30500 - 21101$$

$$\Delta G_A = -51602 \text{ J/mol}$$

SYNTEZA ATP: $\Delta G_S = 51602 \text{ J/mol}$ } $8,6 \cdot 10^{-20} \text{ J/molekula}$
 1 mol = $6,022 \cdot 10^{23}$ molekul

E fotonu $E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$

h .. Planckova konstanta
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

c rychlost světla
 $c = 300 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

$$E_{\text{fot}} = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 300 \cdot 10^6 / 700 \cdot 10^{-9}$$

$$E_{\text{fot}} = 2,8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

2 fotony $E = 5,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

účinnost: $\frac{5,6 \cdot 10^{-19}}{8,6 \cdot 10^{-20}} = 15\%$

Nic moc :-)