

Tfy-99.2262 Elollisen aineen fysiikka I (Biofysiikka) II välikoe 16.5.2011
Koskelainen

Muista kirjoittaa tehtäväpaperiin nimesi ja opiskelijanumerosi.

- Määrittele tai vastaa lyhyesti:
 - Entrooppinen voima
 - Makromolekyylin ionisoituva ryhmä
 - Termodynaamisen tasapainon ja stationääritilan ero
 - Reaktiokoordinaatti
 - Nernstin potentiaali
 - Donnanin potentiaali
- Silmäsi verkkokalvossa on sauvasoluja, joiden avulla näet hämärässä. Näiden valoa absorboiva osa muodostaa sylinterin, jonka pituus on 20 μm ja halkaisija 1 μm . Solujen sytoplasmassa on runsaasti vesiliukoisia proteiineja, joiden olemassaolo synnyttää osmoottisen paineen soluun. Jos solukalvon kriittinen pintajännitys eli se pintajännitys, jolla solukalvo repeää, on noin $\Sigma = 5 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$, kuinka suureksi sylinterimäisen sauvasolun sytoplasmassa proteiinikonsentraatio voisi kasvaa ilman, että solukalvo hajoaa? Ruumiinlämpötilasi lienee noin 37 °C.
- Solukalvoissa on runsaasti dissosioituvia ryhmiä. Tutkittavasi on tasomainen solukalvo, jossa ionisoituvat ryhmät koostuvat pelkästään karboksyyli-ryhmistä $-\text{COOH}$, joista H^+ voi dissosioitua nesteeseen ja joiden tiheys solukalvon pinnalla on 10^{18} kpl/m^2 . Laitat tutkittavan solukalvon puhtaaseen veteen lämpötilassa 25 °C.
 - Jos pinnasta kaukana olevan nesteen varaustiheyttä merkitään ρ_0 :lla ja pintavaraustiheys on σ , johda lauseke pinnan läheisyydessä olevan nesteen vastaionien (H^+) varaustiheydelle ρ_s .
 - Olettaen, että pinnan lähellä ("pinnalla") olevat vastaionit sijaitsevat 0,2 nm paksuisessa kerroksessa, kuinka monikertainen vetyionipitoisuus on verrattuna pinnasta kaukana olevaan veteen?
 - Kuvaa systeemin dissosiaatioprosessi, kun upotat kyseisen kalvon veteen. Tarkastele vuorovaikutuksia ja niiden kautta, miten systeemi ajautuu tasapainoon.
- Mikä on sellaisen reaktion aktivaatioenergia, jonka nopeus kolminkertaistuu lämpötilan noustessa huoneenlämpötilasta 20 °C ruumiinlämpötilaan 37 °C?
- Sylinterimäisissä sauvasolussasi on ohut kaventuma, jonka kohdalta sauva voi herkästi katketa. Tällöin solusta irtoaa ns. ulkojäsenosa, jossa on ainoastaan yhdenlaisia ionikanavia, jotka päästävät lävitseen Na^+ - ja K^+ -ioneja. Elävän sauvasolun sisällä $[\text{Na}^+]_i = 16 \text{ mM}$, $[\text{K}^+]_i = 60 \text{ mM}$, $[\text{Cl}^-]_i = 56 \text{ mM}$ ja $[\text{makroioni}]_i$ vastaa 20 mM yksiarvoista negatiivista nettovarausta. Soluvälitilassa on $[\text{Na}^+]_o = 120 \text{ mM}$, $[\text{K}^+]_o = 3 \text{ mM}$ ja $[\text{Cl}^-]_o = 123 \text{ mM}$. Mihin arvoon ulkojäsenosan kalvojen jännite asettuu (tasapainossa) sauvasolun katkeamisen jälkeen? Lämpötila on 37 °C.

Aputietoja:

$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$k_B = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
$R = 8,31 \text{ J/(K mol)} = 1,99 \text{ cal/(K mol)}$	$F = 96\,487 \text{ C/mol} = 23061 \text{ cal/(V mol)}$
mM = millimoolia/litra	$0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$
$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ CV}^{-1}\text{m}^{-1}$
$M_{\text{vesi}} = 18 \text{ g/mol}$	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
$\rho_{\text{vesi}} = 1000 \text{ kg/m}^3$	$h = 6,26 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$