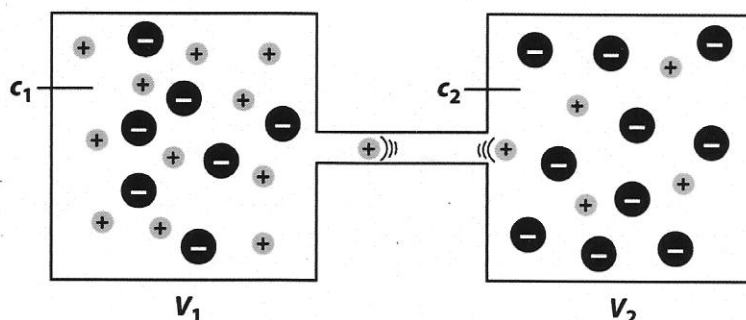


Muista kirjoittaa tehtäväpaperiin nimesi ja opiskelijanumerosi.

- Määrittele tai vastaa lyhyesti:
 - Sähkökemiallinen potentiaali
 - Reaktiokoordinaatti
 - Osmoottinen paine
 - Vesikkeli
 - Donnanin potentiaali
 - Molekulaarinen moottori
- Solun ulkokalvossa on 500 kpl vain yhdenlaisia ionikanavia, jotka voivat esiintyä kolmessa eri tilassa. Tilassa 1 ionikanava on kiinni. Tila 2 on johtava tila, jossa ionikanavan konduktanssi on 5 pS ($S = \text{siemens} = 1/\Omega$). Tilan 2 energia ε_2 on $5k_B T$ korkeampi kuin tilan 1 energia ε_1 . Tila 3 on myös johtava tila, jossa ionikanavan konduktanssi on 15 pS. Tilan 3 energia ε_3 on $15k_B T$ korkeampi kuin ε_1 . Mikä on solukalvon keskimääräinen konduktanssi tasapainotilassa? Lämpötila on 37°C . (6p)
- Pallomaisen viruksen ($r = 60\text{ nm}$) pinta koostuu proteiineista, joista vain osassa on ionisoituvia ryhmiä ja nekin ovat samanlaisia (karboksyyli ryhmiä). Karboksyyli ryhmien kokonaismäärä viruksessa on 30 kpl ja niiden pK-arvo on 4,8. Virus on 100 mM NaCl-vesiliuoksessa, jonka lämpötila on $T = 20^\circ\text{C}$. Veden suhteellinen permittiivisyys $\varepsilon = 80$.
 - Karboksyyli ryhmien dissosiaatioreaktio on muotoa $-\text{COOH} \rightleftharpoons \text{COO}^- + \text{H}^+$. Laske viruksen kokonaisvaraus pH:ssa 7,0. (6p)
 - Osoita, että potentiaali viruksesta etäännyttäessä vaimenee kyseisissä olosuhteissa (varsin tarkasti) $1/R^2$:n funktiona sen sijaan, että puhtaassa vedessä vaimenemisen etäisyysriippuvuus olisi muotoa $1/R$ ($R = \text{etäisyys viruksen keskipisteestä}$). Vihje: Lähde radiaalisesta Poisson-Boltzmann -yhtälöstä, johda lauseke potentiaalille Debye-pituuden funktiona viruksen ympärillä tilanteessa, jossa potentiaali on pieni. Käytä muuttujanvaihtoa ja linearisoi varausjakauma. (6p)
- Oheisen kuvan mukaisessa systeemissä tilavuudet V_1 ja V_2 yhdistävä väylä päästää kulkemaan lävitseen vain positiivisia ioneja. Oletetaan, että väylä on ensin suljettu ja tilavuudet täytetään halutuilla suolaliuoksilla, minkä jälkeen väylä avataan ja odotetaan systeemin asettumista tasapainotilaan. $T = 20^\circ\text{C}$.
 - V_1 täytetään 10 mM NaCl- ja V_2 täytetään 100 mM NaCl-vesiliuoksella. Selosta lyhyesti, mitä systeemissä tapahtuu systeemin asettuessa tasapainotilaan väylän avaamisen jälkeen. Mikä on potentiaaliero tilavuuksien V_1 ja V_2 välillä tasapainossa? (2p)
 - V_1 täytetään 10 mM NaCl- ja V_2 täytetään 10 mM KCl-vesiliuoksella. Selosta lyhyesti, mitä systeemissä tapahtuu systeemin asettuessa tasapainotilaan väylän avaamisen jälkeen. Mikä on potentiaaliero tilavuuksien V_1 ja V_2 välillä tasapainossa? (2p)
 - V_1 täytetään 10 mM NaCl- ja 90 mM KCl-vesiliuoksella. V_2 täytetään 100 mM Na-glutamaatti-vesiliuoksella. Kytetään tilavuudet yhteen sekä positiivisia ioneja läpäisevällä väylällä että negatiivisia kloridi-ioneja mutta ei suurempia glutamaatti-ioneja läpäisevällä väylällä ja avataan väylät. Mikä on potentiaaliero tilavuuksien V_1 ja V_2 välillä tasapainotilassa? (2p)



KÄÄNNÄ

Aputietoja:

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$R = 8,31 \text{ J/(K mol)} = 1,99 \text{ cal/(K mol)}$$

mM = millimoolia/litra

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$M_{\text{vesi}} = 18 \text{ g/mol}$$

$$\rho_{\text{vesi}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$k_B = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$F = 96\,487 \text{ C/mol} = 23061 \text{ cal/(V mol)}$$

$$0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$$

$$\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ CV}^{-1}\text{m}^{-1}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$h = 6,26 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

Radiaalinen Poisson-Boltzmann:
$$\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} r^2 \left(\frac{dV}{dr} \right) = - \frac{\rho}{\varepsilon \varepsilon_0}$$