

**Tfy-99.2262 Elollisen aineen fysiikka I (Biofysiikka) tentti 12.5.2014**

Koskelainen

Muista kirjoittaa tehtäväpaperiin nimesi ja opiskelijanumerosi.

- Määrittele tai vastaa lyhyesti:
  - Elektroforeesi
  - Systeemin mikrotila
  - Gibbsin vapaa energia
  - Vesikkeli
  - Donnanin potentiaali
  - Molekulaarinen moottori
- Pitkissä aksoneissa diffuusio on tehoton kuljetusmuoto. Olkoon tutkittava aksoni sylinterimäinen putki, jonka pituus on  $L = 1$  m ja sisähalkaisija on  $\phi = 1$   $\mu\text{m}$ . Aksonin on lämpötilassa  $T = 295$  K. Aksonin toisessa päässä vapautetaan pallomaisia neurotransmitterimolekyyliä (säde  $R = 50$  nm) siten, että niiden pitoisuus pysyy siellä vakiona arvossa 1 mM ja aksonin toisessa päässä jokin prosessi poistaa niitä niin, että pitoisuus on 0 mM kyseisessä päässä.
  - Mikä on neurotransmitterimolekyylien diffuusiokerroin?
  - Kuinka monta molekyyliä saapuu sekunnissa aksonin siihen päähän, jossa niitä poistetaan?
- Suomessa sydän- ja verisuonitaudit ovat yleisiä. Niissä potilaan verisuonistoon kertyy plakkia, joka pienentää verisuonten efektiivistä halkaisijaa. Jos plakkia kertyy potilaan verisuoneen niin paljon, että verisuonen sisähalkaisija pienenee puoleen, kuinka monta prosenttia veren tilavuusvirtaus pienenee olettaen, että paine-ero ei muutu? Jos elimistö yrittää kompensoida virtausvastuksen kasvua lisäämällä paine-eroa (ylä- ja alapaineen välistä eroa), kuinka monikertaiseksi paine-ero tulisi kasvattaa, jotta tilavuusvirtaus säilyisi vakiona?
- Hyvin pieni osa huoneenlämpöisen veden vesimolekyyleistä esiintyy dissosioituneena  $\text{H}^+$ - ja  $\text{OH}^-$  ioneiksi. Veden pH kuitenkin riippuu lämpötilasta: Lämpötilassa  $0$   $^{\circ}\text{C}$  se on 7,5 ja lämpötilassa  $40$   $^{\circ}\text{C}$  se on 6,8. Selitä ilmiö. Mikä on  $[\text{H}^+]$ , kun lämpötila lähestyy arvoa  $T = 0$  K?
- Bakteeri, jonka sytoplasmassa on negatiivisesti varautuneita proteiineja (keskimäärin  $-10\text{e}/\text{proteiini}$ )  $\rho_{q, \text{macro}} = 120$  mM varaustiheyden verran, laitetaan suolaliuokseen, jossa on ioneja seuraavasti:  $c_{\text{Na}^+}^{\text{out}} = 140$  mM,  $c_{\text{K}^+}^{\text{out}} = 10$  mM ja  $c_{\text{Cl}^-}^{\text{out}} = 150$  mM. Bakteerin solukalvo läpäisee  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ja  $\text{Cl}^-$  mutta ei proteiineja. Mikä on osmoottinen paine (Donnanin) tasapainotilanteessa, ts. miten suuri ylipaine olisi bakteerin sisällä huoneenlämpötilassa  $25$   $^{\circ}\text{C}$ ?

Aputietoja:

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

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

$$\text{mM} = \text{millimoolia/litra}$$

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

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

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

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

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

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

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ CV}^{-1}\text{m}^{-1}$$

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

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

$$\text{Diffuusioyhtälö: } D\nabla^2 c = \frac{\partial c}{\partial t}$$

$$\text{Nernst-Planck -yhtälö: } j = D\left(-\frac{\partial c}{\partial x} + \frac{q}{k_B T} \epsilon c\right)$$

$$\text{Hagen-Poiseuille -yhtälö: } Q = \frac{\pi R^4}{8L\eta} p$$