

Muista kirjoittaa tehtäväpaperiin nimesi ja opiskelijanumerosi.

- Määrittele tai vastaa lyhyesti:
 - Boltzmann-jakauma
 - Diffuusiovakio
 - Partitiokerroin
 - Kalvon permeabiliteetti
 - Elektroforeesi
 - Nernstin yhtälö
- Silmäsi verkkokalvossa on noin $91 \cdot 10^6$ sauvasolua, joiden toimintaan näkösi hämärässä perustuu. Kussakin sauvasolussa on noin $15 \cdot 10^7$ näköpigmenttimolekyylejä. Näköpigmenttimolekyylei tarvitsee energiaa (normaalisti fotoneista) siirtyäkseen perustilalta korkeaenergisempään "aktivoituneeseen" tilaan. Vaikka näköpigmenttimolekyylit ovat äärimmäisen stabiileja, aktivaatio voi tapahtua myös termisen energian avulla ja tällainen aktivaatio on näköjärjestelmälle virhesignaali. Jos perustilan ja aktivoituneen tilan energiaero on $\Delta E = 160$ kJ/mol (tavallinen tapa ilmoittaa aktivaatioenergia moolia hiukkasia kohti), kuinka monta näköpigmenttimolekyyleäsi keskimäärin on yöllä (pimeässä) aktivoituneena, jos aktivoitunut ja perustilalla oleva muoto ovat termisessä tasapainossa? Voit olettaa silmäsi lämpötilan olevan 37 °C.
- Solu tuottaa soomassa jatkuvasti pallomaista proteiinia (säde $r = 10$ Å) siten, että sooman proteiinipitoisuus on vakio $c_o = 10$ μM. Solu kuluttaa ko. proteiinia soomasta lähtevän $l = 100$ μm mittaisen aksonin päässä siten, että proteiinipitoisuus pysyy siellä jatkuvasti nollassa. Proteiinikuljetus tapahtuu diffuusiolla. Laske, kuinka monta proteiinimolekyyleä saapuu keskimäärin aksonin päähän aikayksikköä kohden, kun lämpötila on $T = 37$ °C ja aksoni voidaan olettaa halkaisijaltaan $d = 1$ μm putkeksi. Veden viskositeetti on $\eta = 10^{-3}$ kg m⁻¹ s⁻¹.
- Vesisäiliössä on kaksi osiota, joita erottaa puoliläpäisevä kalvo. Kalvo läpäisee kationeja mutta ei anioneja. Laitat huoneenlämmössä ($T = 25$ °C) säiliön toiseen puoleen $c = 1$ mM CaCl₂, joka dissosioituu täysin 2-arvoiseksi kalsiumioneiksi ja 1-arvoiseksi kloridi-ioneiksi. Toiselle puolen kalvoa laitat $c = 20$ mM CaCl₂. Kuinka suureksi potentiaaliero (jännite) säiliön osioiden välille (kalvon "yli") kasvaa, jotta se kykenee pysäyttämään kationivirtauksen kalvon läpi.
- Pallomainen bakteeri ui vedessä nopeudella $v = 30$ μm/s. Bakterin halkaisija $d = 10$ μm ja sen tiheys on sama kuin veden tiheys, $\rho = 1000$ kg/m³. Kuinka pitkän matkan bakteeri liikuu uintilikkeiden lopettamisen jälkeen? Veden viskositeetti on $\eta = 10^{-3}$ kg m⁻¹ s⁻¹.

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

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

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

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

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

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

$$0 \text{ °C} = 273,15 \text{ K}$$

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

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

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

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