

NBE-C2101 Biofysiikka I välikoe 23.2.2021

Koskelainen

Muista kirjoittaa tehtäväpaperiin nimesi ja opiskelijanumerosi.

- COVID-19 -viruksen kokonaismolekyylipaino on 40000 kDa, jossa 1 Da vastaa $1,66 \cdot 10^{-27}$ kg. Virus on pallomainen ja sen halkaisijan on esitetty olevan rajoissa 50 – 200 nm.
 - Olettaen ilma homogeeniseksi väliaineeksi, jonka tiheys on $\rho = 1,204 \text{ kg/m}^3$, laske, kuinka kauan keskimäärin kestää ihmisen suusta korkeudelta $h = 1,5 \text{ m}$ lähtevän COVID-19 -viruksen laskeutua maan pinnalle (laske arviot erikseen käyttäen viruksen halkaisijan minimi- ja maksimiestimaattia). Ilmavirtausten vaikutus jätetään tässä huomioimatta. (3p)
 - Jos virus laskeutuu vettä sisältävään juomalasiin, jääkö se kellumaan vai laskeutuuko se lasin pohjalle? Laske arviot erikseen käyttäen viruksen halkaisijan minimi- ja maksimiestimaattia. Veden tiheys on 1000 kg/m^3 . (3p)

Aputieto: Pallon tilavuus on $V = \frac{4}{3} \pi r^3$, missä r on pallon säde.

- Yrität huoneenlämmössä ($25 \text{ }^\circ\text{C}$) liuottaa hyvin pienen määrän hydrofobisia lipidimolekyyliä veteen, jolloin ne asettuvat veden ja ilman rajapintaan. Niitä on niin harvassa, että ne aluksi esiintyvät yksittäisinä molekyyleinä kunnes ”löytävät” diffuusiolla toisensa ja muodostavat sillä tavoin ”lipidiläikän” veden pinnalle (tällaista itseorganisoitumista käsitellään myöhemmin kurssilla).
 - Tarkastellaan alkutilanteessa olevien yksittäisten lipidimolekyylien liikettä veden pinnassa. Jos lipidimolekyylien diffuusiokerroin on $D = 2 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$, kuinka kauas alkuperäisestä paikastaan yksittäinen lipidimolekyyli liikkuu keskimäärin yhdessä minuutissa? (3p)
 - Vesimolekyylin diffuusiokerroin vedessä on $D = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$. Kuinka kauas alkuperäisestä paikastaan yksittäinen vesimolekyyli liikkuu keskimäärin yhdessä minuutissa? (3p)
- Haluat arvioida veden sisäisen kitkan suuruutta lämpötilassa $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Tiedät, että vesimolekyylin diffuusiokerroin lämpötilassa $25 \text{ }^\circ\text{C}$ on $D_{25} = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ ja lämpötilassa $4 \text{ }^\circ\text{C}$ se on $D_4 = 1,26 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$. Tiedät, että diffuusiokertoimen lämpötilariippuvuus ei ole lineaarinen, mutta koska tiedät D :n arvon vain kahdessa lämpötilassa, oletat lämpötilariippuvuuden lineaariseksi lämpötilavälillä $4 - 25 \text{ }^\circ\text{C}$. Tekemäsi oletus ei ole välttämättä kovinkaan huono, koska lämpötila-alue on melko kapea. Mikä on estimaattisi veden kitkakertoimen arvolle lämpötilassa $15 \text{ }^\circ\text{C}$? (6p)
- Fotosynteesin bakteerin valoa absorboiva osa on retinaali, jonka matalaenergisin konformaatio on *all-trans* –muoto (kuva 1A yllä; 0° kuvassa 1B) ja joka ftoniabsorption seurauksena kokee 180° rotaation *13-cis* –muotoon (kuva 1A alla; 180° kuvassa 1B) nuolella osoitetun hiiliatomin ympäri. Laske tasapainossa *all-trans*- ja *13-cis* –muotojen esiintymissuhde lämpötilassa $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Retinaalin energiariippuvuus yllä mainitusta rotaation kulmasta on esitetty kuvassa 1B. (6p)
- Sammakon ruumiinlämpötila eräänä kesäisenä päivänä on $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Sen yhden hermosolun lepokalvojäännite on -70 mV (hermosolun sisuksen potentiaali on 70 mV negatiivisempi kuin soluvälitilan potentiaali). Hermosolun sytoplasman keskeiset ionipitoisuudet ovat seuraavat: Na^+ 10 mM ; K^+ 80 mM ja Cl^- 8 mM . Soluvälitilan vastaavat ionipitoisuudet ovat: Na^+ 120 mM ; K^+ 5 mM ja Cl^- 129 mM .

- a) Olettaen, että solukalvo päästää lävitseen kaikkia em. ioneja lepotilassa (ainakin jonkin verran), minkä suuntaisia (soluun/ulos solusta) eri ionilajien kuljettamia sähkövirtoja esiintyy hermosolun lepotilassa eli kalvojännitteen ollessa -70 mV ? Kuvaa siis kunkin ionilajin kuljettama virran suunta erikseen ja anna sille perustelu. (3p)
- b) Hermosolun kalvojännite nousee hetkellisesti arvoon $+40\text{ mV}$ aktiopotentialin saapuessa kyseiseen hermosoluun. Minkä suuntaisia eri ionilajien kuljettamia sähkövirtoja esiintyy hermosolun kalvon läpi aktiopotentialin huipun aikana olettaen, että solukalvo päästää lävitseen kaikkia em. ioneja myös kalvojännitteen ollessa $+40\text{ mV}$? (3p)

Kuva 1A.

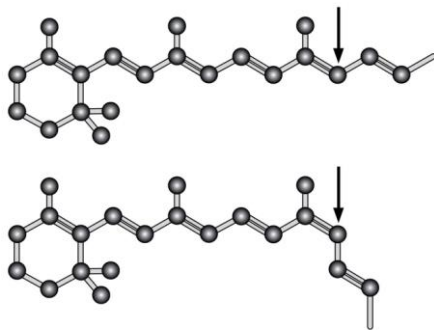


Figure 15.5a Physical Biology of the Cell (© Garland Science 2009)

Kuva 1B.

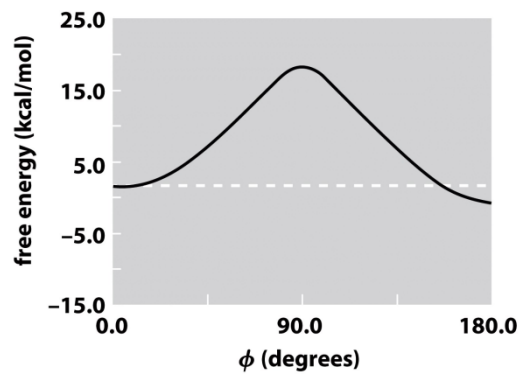


Figure 15.5b Physical Biology of the Cell (© Garland Science 2009)