

Muista kirjoittaa tehtäväpaperiin nimesi ja opiskelijanumerosi.

1. Määrittele tai vastaa lyhyesti:
 - a) Solujen sisältämä epäorgaanisten ionien (pääasiassa Na^+ , K^+ , Cl^- , Mg^{2+}) kokonaispitoisuus on noin i) 3 mM, ii) 300 mM vai iii) 3 M. (ympyröi oikea vaihtoehto)
 - b) Nimeä yksi dissipatiivinen prosessi.
 - c) Miten pyöreän partikkelin diffuusiovakio riippuu partikkelin säteestä?
 - d) Viskositeetti on i) diffundoituvan partikkeli(laji)n, ii) diffuusioväliaineen ominaisuus. (ympyröi oikea vaihtoehto)
 - e) Määrittele eristetyn systeemin makroskooppisen tasapainotilan ja kyseisen systeemin mikrotilojen välinen yhteys
 - f) Jos eristetty systeemi sisältää magneettisen momentin omaavia partikkeleita, voiko kyseisen systeemin tilaan vaikuttaa ulkoisella magneettikentällä? Miksi?
2. Fotosynteettisen bakteerin valoa absorboiva osa on retinaali, jonka matalaenerginen konformaatio on *all-trans* -muoto (kuva 1A yllä) ja joka fotonisorption seurauksena kokee 180° rotaation *13-cis* -muotoon (kuva 1A alla) nuolella osoitetun hiiliatomin ympäri. Laske tasapainossa *all-trans*- ja *13-cis* -muotojen esiintymissuhde lämpötilassa 20°C . Retinaalin energiariippuvuus ym. rotaation kulmasta on esitetty kuvassa 1B.
3. a) Kinesiinit ovat nm-skaalan molekulaarisia moottoreita, jotka kuljettavat kalvorakkuloita (vesikkeleitä) ”kävelemällä” mikrotubulusten pinnalla (kuva 2) noin $1\ \mu\text{m/s}$ vauhdilla. Jotta kinesiinin toimintaa pääsisi visualisoimaan valomikroskoopilla, kinesiinin ”kuormaksi” tulisi kiinnittää halkaisijaltaan noin $1\ \mu\text{m}$ suuruinen ”pallo”. Yhden kinesiinin tuottaman voiman suuruus on noin 5 pN. Riittääkö kinesiinin voima kuljettamaan kyseistä palloa, kun veden viskositeetti lämpötilassa 25°C on $1 \cdot 10^{-3}\ \text{Ns/m}^2$?
b) Jos kyseinen pallo olisi halkaisijaltaan hieman itseään suuremman 1 mm mittaisen vedellä täytetyn aksonin sisällä siten, että pallo pystyisi käytännössä tekemään vain yksidimensioista satunnaiskävelyä, laske suuruusluokka, kuinka paljon kauemmin pallolla kuluisi kulkea aksonin puolivälistä aksonin päähän satunnaiskävelynä verrattuna siihen, että kinesiini kuljettaisi pallon ($T = 25^\circ\text{C}$).
4. Hermosolun sytoplasmassa kalsiumionipitoisuus on tyypillisesti noin $[\text{Ca}^{2+}] = 100\ \text{nM}$ ja soluvälitilassa noin 2 mM. Kuinka suuri hermosolun kalvojännitteen (potentiaaliero solun sisustan ja soluvälitilan välillä) tulisi olla ruumiinlämpötilassa $T = 37^\circ\text{C}$, jotta kalsiumionit olisivat tasapainossa, ts. kalsiumionien kuljettama nettovirta solukalvon läpi olisi nolla?
5. Tarkastellaan oheisen kuvan ideaalikaasusysteemejä, jotka ovat eristettyjä.
 - a) Kuvan 3A systeemissä alkutilanteessa vasemmassa tilassa on N_1 partikkelia, joiden energia on yhteensä E_1 , ja oikeanpuoleisessa tilassa on N_2 partikkelia, joiden energia on yhteensä E_2 . Osasysteemien välinen seinä on kiinteä eikä läpäise partikkeleita, mutta läpäisee energiaa. Olettaen, että systeemin on alussa epätasapainossa, kuvaa, mitä systeemissä tapahtuu. Mikä määrää tasapainotilan ja millainen ehto sille muodostuu?
 - b) Kuvan 3B systeemissä alkutilanteessa vasemmassa tilassa on N_1 partikkelia, joiden energia on yhteensä E_1 , ja oikeanpuoleisessa tilassa on N_2 partikkelia, joiden energia on yhteensä E_2 . Osasysteemien välinen seinä pystyy liikkumaan kitkattomasti mutta ei läpäise energiaa eikä partikkeleita. Olettaen, että systeemin on alussa epätasapainossa, kuvaa, mitä systeemissä tapahtuu. Mikä määrää tasapainotilan ja millainen ehto sille muodostuu?

KÄÄNNÄ

Aputietoja:

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

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

M = moolia/litra

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

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

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

$$1 \text{ cal} = 4,187 \text{ J}$$

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

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

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

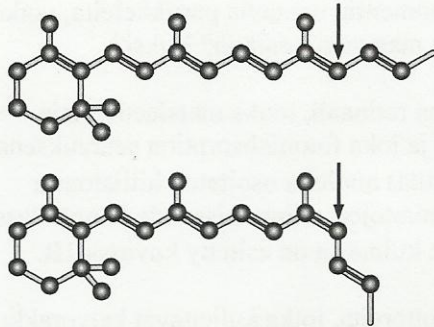
$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ CV}^{-1}\text{m}^{-1}$$

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

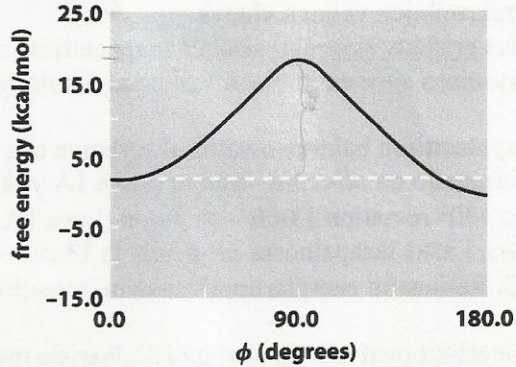
$$h = 6,26 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

Sakur-Tetrode -yhtälö: $S = k_B N \ln \left[VE^{3/2} \right] + S_0$

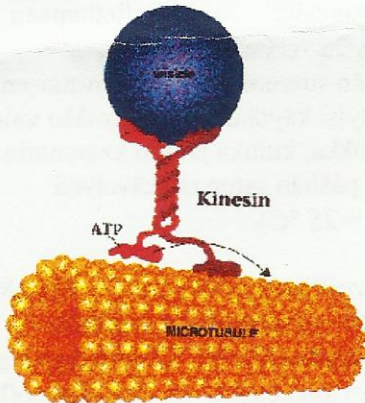
Kuva 1A.



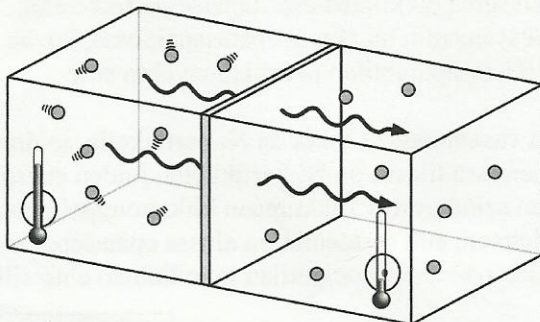
Kuva 1B.



Kuva 2.



Kuva 3A. Eristetty systeemi



Kuva 3B. Eristetty systeemi

