

FYSA270 Biologinen fysiikka / JY

Loppukoe (Torstai 19.05.2011, tentaattori: J. Akola)

Tehtävä 1. (3 p)

Tyypillisesti tekstikirjoissa kerrotaan ATP:n hydrolyysissä vapautuvan energiaa $\Delta G'^0 = -7.3$ kcal/mol. Toisaalta on todettu, että eräs molekyyli-moottori kuluttaa yhden ATP-molekyylin per askel ja tekee tällöin työtä $14 k_B T$:n verran. Osoita näiden väitteiden yhteensopivuus lähtien liikkeelle tiedosta, että tyypilliset solunsisäiset konsentraatiot ovat: $[ATP]=0.01$ (eli $c_{ATP} = 10$ mM), $[ADP]=0.001$ ja $[P_i]=0.01$ (tämä viimeinen on siis inorgaaninen fosfaatti).

Tehtävä 2. (12 p)

Määrittele oheiset käsitteet ja keskustele niistä. Voit piirtää myös havainnollistavia kuvia.

- Solukalvopotentiaali. (1 p)
- Terminen räikkä (thermal ratchet). (1 p)
- Entropia. (1 p)
- Lipidi. (1 p)
- Arrhenius-laki (Arrhenius-kuvaus). (1 p)
- Bjerrumin pituus. (1 p)
- pK ja pH ja niiden välinen yhteys. Mitä tapahtuu, kun tarkasteltavan aineen pK on pienempi kuin nesteen pH ? Voiko pK olla nolaa pienempi? (2 p)
- Mikä on allaolevan yhtälön merkitys?

$$S = k_B \ln \left[\left(\frac{2\pi^{3N/2}}{(3N/2 - 1)!} \right) (2mE)^{3N/2} V^N \frac{1}{N!} h^{-3N} \frac{1}{2} \right] \quad (1)$$

Mitä ovat muuttujat? (1 p)

- Reynoldsin luku. (1 p)
- Ionikanavien ohjausmekanismit. (2 p)

Tehtävä 3. (3 p)

Tasapainossa olevan kolloidiliuoksen partikkelitiheys on muotoa

$$c(z) = c_0 \exp(-mgz/k_B T),$$

jossa z on korkeus jostain referenssisitasosta ja m on partikkelin (efektiivinen) massa, ja edelleen g on gravitaatiovakio ja $k_B T$ terminen energia. Olettaen kaikkien partikkelien kokonaislukumäärän olevan N , säiliön korkeuden olevan h ja sen poikkipinta-alan olevan A , laske arvo suurelle c_0 .

Tehtävä 4. (6 p)

Entropia voi saada aikaan entropisen voiman. Tätä varten tarkastele Gaussista ketjua, jossa N monomeeriä on kytketty lineaarisesti toisiinsa siten, että ainoa monomeerien välinen sisäinen potentiaali on monomeeri-monomeeri kytkentä (joka pitää kahden toisiinsa kytketyn monomeerin etäisyyden ℓ vakiona). Muilta osin monomeerit saavat mennä päällekkäin ja ketjun peräkkäiset segmentit voivat heilua vapaasti suhteessa toisiinsa. Laske tällaiselle ketjulle sen vapaaenergia. Laske siitä edelleen voima, joka tarvitaan ketjun päiden välisen etäisyyden pitämiseksi vakiona. [Vinkki: lähde liikkeelle Gaussisesta jakaumasta.]

KÄÄNNÄ SIVUA!

Tehtävä 5. (6 p)

Tee allaolevista *joko* kohta (a) *tai* (b).

(a) Oleta nesteen olevan kokoonpuristumatonta ja oleellisesti homogeenista. Samalla oletetaan, että nesteessä oleva kalvo on puoliläpäisevä siten, että se päästää lävitseen kaiken nesteen, mutta ei siinä olevia liuotainepartikkeleita kuten ioneja, joiden lukumääräkonsentraatio on c . Puoliläpäisevän kalvon ylitse muodostuu silloin niin kutsuttu osmoottinen paine, joka lämpötilassa T ideaalikaasun tyypiselle systeemille noudattaa van 't Hoffin yhtälöä $p_{\text{equil}} = c k_B T$. Johda tämä yhtälö ja keskustele sen merkityksestä biologisissa systeemeissä.

(b) Kuvaile entsyymaattisten reaktioiden pääperiaatteita energetiikan, entropian ja kemiallisen potentiaalin kannalta. Kuinka tilanne poikkeaa yksinkertaisesta kaasufaasin reaktiosta? Kirjoita auki Michaelis-Menten sääntö ja keskustele sen sisällöstä tässä yhteydessä.