

NBE-C2101 Biofysiikka

Laskuharjoitus 6 7.-10.3.2022

1. **Sekvenssin todennäköisyys, kun koostumus tunnetaan.** Aiot käyttää peptidejä salakielisten sanomien välittämiseen. Valmistat kuudesta aminohaposta, 1 seriini (S), 1 threoniini (T), 1 kysteiini (C), 1 arginiini (R) sekä 2 glutamaattia (E), koostuvan peptidin. Mikä on todennäköisyys, että sekvenssi SECRET muodostuisi sattumalta?
2. **Entropia on ekstensiivisuute.** Osoita Sakur-Tetrode yhtälöstä lähtien, että entropia S on *ekstensiivinen* suure. Tämä tarkoittaa, että entropia kaksinkertaistuu, kun laatikon tilavuus, partikkelimäärä ja kokonaisenergia kaksinkertaistuvat. Käytä täydellistä Sakur-Tetrode –yhtälöä:

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

3. **Ideaalikaasun entropia.** Kaksi muusta maailmasta eristettyä ideaalikaasutilavuutta (lämpötilat $T_{i,1}$ ja $T_{i,2}$, molekyylien määrät $N_1 = N_2 = N$ ja tilavuudet $V_1 = V_2 = V$) yhdistetään niin että ne pääsevät vaihtamaan energiaa.
 - a. Mihin lämpötilaan systeemi hakeutuu?
 - b. Mikä on systeemin kokonaisentropian muutos?
 - c. Näytä, että kokonaisentropian muutos on aina positiivinen.
 - d. Missä erikoistilanteessa kokonaisentropian muutos on nolla?
4. **Sekoitusentropia.** Ihmisen glutamaattivälitteisessä synaptisessa transmissiossa glutamaattia (molekyyli-paino on 146 g/mol) vapautuu synaptiseen kuiluun vesikkeleistä, joiden halkaisija on 70 nm. Jos kussakin vesikkelissä on 5 000 transmittorimolekyyliä, laske yhden synaptisen vesikkelin glutamaattivapautuksen aiheuttama entropiamuutos (huomioi vain glutamaatin tuottama osuus). Mallinna synaptinen kuilu kiekkomaisella tilavuudella, jonka paksuus on 50 nm ja halkaisija 1 μm . Jätä kaikki glutamaatin sitoutumiseen liittyvät tekijät huomiotta. Ihmisen lämpötila on 37 °C.

5. **Helmholtzin vapaa energia ja yksinkertainen dimerisaatiomalli.** Kaksi samanlaista pallomaista proteiinia (halkaisija 5 nm) ovat joutuneet solussa niin ohueeseen putkimaiseen rakenteeseen (pituus 1 μm), että proteiinit mahtuvat siihen ainoastaan ”peräkkäin”. Proteiineilla on heikko attraktiivinen vuorovaikutus niin, että kun ne ovat vierekkäin, ne ovat sitoutuneet toisiinsa ja proteiinien kokonaisenergia on $2 \cdot 10^{-20}$ J alhaisempi kuin jos proteiinit olisivat erillään toisistaan. Mikä on se lämpötila, jonka yläpuolella proteiinit esiintyvät yksittäisinä (monomeereinä), mutta jonka alapuolella dimeereinä? *Vihje: Muodosta putkimaisesta rakenteesta hila-malli, jossa hilaelementin särmä putken pituussuunnassa on 5 nm.*