
FYS-A265 Johdatus pehmeän aineen fysiikkaan

Tentti 22.01.2010 (5 tehtävää / 2 sivua)

Kysymykset ovat suomennoksia englanninkielisistä tehtävänasetteluista. Halutessasi voit tarkistaa tentin englanninkielisestä versiosta, mikäli suomennos ei vakuuta.

Tehtävä 1. (3 p)

Määrittele *pehmeä aine*. Mikä erottaa pehmeän aineen muista tiiviin aineen muodoista, esimerkiksi kidemaisista aineista ja tyypillisistä nesteistä? Anna kolme jokapäiväistä esimerkkiä pehmeästä aineesta ja selitä miksi esimerkiksi voi luokitella pehmeäksi aineeksi.

Tehtävä 2. (9 p)

Selitä seuraavat konseptit, termit ja ilmiöt. Käytä tarvittaessa piirroksia ja/tai esseemäisiä kuvailuja asian selvittämiseen.

- Polymeerit: olennaisesti kaikki biologisesti relevantit molekyylit ovat polymeereja. Mitä termejä/suureita tyypillisesti käytetään niiden koon karakterisointiin? (1 p)
- Brownin liike. Kirjoita Langevinin yhtälö Brownin hiukkaselle ja selitä yhtälössä esiintyvien termien fysikaalinen alkuperä ja tulkinta. (2 p)
- Persistence length ('persistenssi pituus'). Mitä se tarkoittaa? Kuinka kuvailisit sitä? (1 p)
- Vetysidos. (1 p)
- Proteiinin laskostuminen ja denaturisaatio. (1 p)
- Selitä DNA:n ja RNA:n välinen ero. Mitkä ovat niiden roolit solujen informaation kulussa? (1 p)
- Kuvaile nestekiteiden pääfaasit. Käytä rakenteiden kuvailussa apuna piirroksia. (2 p)

Tehtävä 3. (6 p)

- Benjamin Franklin teki järven rannalla seistessään kokeen 1800-luvulla, jossa hän kaatoi teelusikallisen öljyä veden pinnalle (tilavuus n. 5 cm^3). Katselleessan öljyn levittäytymistä veden pinnalle hän havaitsi, että öljy peitti lopulta 2000 m^2 alueen. Arvioi öljykerroksen paksuus. Mikä on johdopäätöksesi kerroksen rakenteesta?
- Nestekidemolekyylien suuntariippuvuutta kuvataan järjestysparametrilla

$$S = A \langle \cos^2 \theta \rangle - B.$$

Ehtoina ovat, että molekyylien ollessa täysin järjestyneitä ulkoisen kentän suuntaan järjestysparametri on $S = 1$, ja satunnaisesti suuntautuneille molekyyille järjestysparametri on $S = 0$. Laske A :lle ja B :lle lukuarvot kolmessa ulottuvuudessa, jotka toteuttavat nämä ehdot. Pelkkä vastaus ei riitä!

Tehtävä 4. (6 p)

- Oleta, että vartalosi tiheys on 1200 kg/m^3 , mikä on hieman enemmän kuin veden tiheys, 1000 kg/m^3 . Laske efektiivinen massasi, kun sukellat altaaseen s.e. olet täysin veden pinnan alla (ota noste huomioon). Voit kuvitella itsesi sylinteriksi, jonka pituus on 170 cm ja säde 14 cm .

- b) Oleta seuraavaksi uivasi rintaa s.e. pääsi on vedenpinnan yläpuolella koko ajan. Laske efektiivinen massasi uidesasi näin, kun pääsi osuus painostasi on normaalisti 7 %.
- c) Näitä tuloksia hyväksikäyttäen tee päätelmiä massan merkityksestä solutasolla.

Tehtävä 5. (6 p)

Vastaa joko kohtaan (a) tai (b).

- (a) Oleta pallomainen solu, jonka säde on $10 \mu\text{m}$. Solua ympäröivä solukalvo muodostuu lipideistä ja proteiineista, jotka diffundoituvat lateraalisesti (kaksiulotteiseen tapaan) solukalvossa. Lipidien ja proteiinien kulkeutumisenopeutta kuvaa lateraalinen diffuusiokerroin D . Tiedät kokeista, että D :n dimensio on pituuden neliö jaettuna ajalla. Käyttäen tätä tietoa (dimensioanalyysi) ja muistaen lateraalisen diffusiokertoimen määritelmän (ei kuitenkaan välttämätön tieto) laske seuraavat:
- a1. Oleta, että lipideille $D = 1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$. Kuinka kauan keskimääräisesti kestää, että lipidi kulkeutuu satunnaiskävelijän tapaan hetkellisestä sijainnistaan $t = 0$ pallomaisen solun vastakkaiselle puolelle?
- a2. Seuraavaksi oleta, että tarkastelet solukalvoproteiinin diffusiota solukalvon tasossa. Diffuusiokerroin proteiinille on $D = 1 \times 10^{-10} \text{ cm}^2/\text{s}$. Laske jälleen tarvittava aika sille, että proteiini kulkeutuu pallomaisen solun vastakkaiselle puolelle.
- a3. Tulkitse tätä tietoa apuna käyttäen, kuinka olennainen ilmiö diffuusio on solujen kuljetusilmiöissä (partikkelien kulkeutuminen).
- (b) b1. **Vuorovaikutukset.** Kerro biologisissa systeemeissä havaittavista vuorovaikutuksista ja sidostyypeistä. Lisäksi, kuvaile niiden suuruusluokkia. Anna esimerkki jokaisesta tapauksesta. Huomaa, että kysymyksenasettelu on laaja ja se vaatii perusteellista käsittelyä.
- b2. **Proteiinien laskostuminen.** Selitä proteiinien rakenteissa havaittavat erilaiset rakenteelliset tasot/luokat (hierarkia), ja selitä niiden yhteys proteiinien laskostumiseen. Miksi laskostumisen ymmärtäminen on niin tärkeää?

Nämä voivat olla käyttökelpoisia:

$$\sin 2x = 2 \sin x \cos x$$

$$\sin 3x = 3 \sin x - 4 \sin^3 x$$

$$\cos 2x = 1 - 2 \sin^2 x$$

$$\cos 3x = 4 \cos^3 x - 3 \cos x$$

Taylor expansion $(1+x)^{-1/2} \approx 1 - \frac{1}{2}x + \frac{3}{8}x^2 + \mathcal{O}(x^3)$ for $|x| < 1$.

Boltzmann constant $1.380662 \cdot 10^{-23} \text{ J / K}$.

1 amu = $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$. (atomic mass unit)