

Taskulaskimet ja MAOL:in taulukot ovat tentissä sallittuja. Kaavakokoelmat eivät ole sallittuja. Yhteensä 5 tehtävää (yhdeällä sivulla).

Tehtävä 1. (9 p)

Selitä seuraavat termit ja käsitteet

- Elektroforeesi
- Keskimääräinen vapaa matka (*mean free path*)
- Sähköinen kaksoiskerros (*electrical double layer*)
- Peptidisidos
- Nanoskaala: millä fysikaalisella perusteella jokin partikkeli tulkitaan kuuluvan nanoskaalalle?
- Kvanttipiste
- Fotonin ja fononin erot
- Valosähköinen ilmiö
- Aalto-partikkeli -dualiteetti

Tehtävä 2. (6 p)

Skaalausrelaatiot. Jokaista tarkasteltavaa fysikaalista suuretta kuvaa karakteristinen ulottuvuus D (dimensiot metrejä). Tämän perusteella kuvaa, kuinka seuraavat suureet skaalautuvat ulottuvuuden suhteen (sitien esim. pituus L skaalautuu muodossa $L \sim D^1$).

- Sähköstaattinen vuorovaikutusvoima
- Ihmisen juoksuvoima suhteessa ihmisen kokoon
- Virta
- Gravitaatiovoima
- Hooken lain mukainen harmoninen voima
- Varattuun hiukkaseen vaikuttava sähköstaattinen voima

Tehtävä 3. (6 p)

Kaksi esseetehtävää (3 p + 3 p).

- Keskustele, kuinka biologisissa elävissä systeemeissä biologia aistii nanoskaalan ilmiöt. Anna esimerkkejä ja tuo esille niiden nanoskaalan fysiikkaa.
- Keskustele teemasta *quantum confinement* eli siitä, kuinka tutkittavan systeemin kokoa rajoittamalla voidaan muokata kvanttitasoja. Mikä tämä ilmiö on, kuinka se tapahtuu, missä se tapahtuu, mitä siitä seuraa, mitä siitä voidaan oppia, ja kuinka sitä voitaisiin hyödyntää?

Tehtävä 4. (3 p)

Tiedät, että öljyssä olevien surfaktanttimolekyylien koko on 2 nm. Lähdet patikointiretkelle Inarijärvelle, minkä koko (ala) on 1084 km². Haluat peittää Inarijärven öljyllä siten, että koko pintaa peittää vähintään yhden molekyylin kokoinen kerros. Kuinka suuren rinkan tarvitset, jotta kaikki tarvitsemasi öljy mahtuu siihen?

Tehtävä 5. (6 p)

Pallomainen partikkeli (säde on R , tiheys on ρ) putoaa gravitaation ansiosta nesteessä, jonka viskositeetti on η ja tiheys on ρ_n . Voimme olettaa, että $\rho > \rho_n$. Partikkeli lähtee liikkeelle levosta ja sen nopeus kasvaa, kunnes sen nopeus vakiintuu vakioarvoon v , jota kutsutaan terminaalinopeudeksi. a) Määritä yhtälö nopeudelle v . b) Systeemi on lämpötilassa T , joten putoavaan partikkeliin vaikuttaa myös lämpötilan aiheuttama terminen kohina. Kuinka suuri (tai pieni) täytyy partikkelin koon olla, että partikkeli kelluisi suunnilleen paikallaan, jolloin se pystyisi vastustamaan termisen energian ($k_B T$) avulla gravitaatiota?