

TTY/Fysiikan laitos FYS-1120 Insinöörifysiikka IIB, Ti (Nieminen)  
Tentti, 13.10.2006

1. Tarkastele piistä tehtyä aurinkokennoa. (a) Jos valenssi- ja johtavuusvöiden välillä on energiaerotus  $1.12\text{eV}$ , mikä on fotonin maksimiaallonpituus, jolla aurinkokenno toimii? Millä sähkömagneettisen säteilyn alueella tuo aallonpituus on? (b) Oheisessa taulukossa ovat näkyvän valon aallonpituudet. Laske näkyvän valon minimi- ja maksimitaajuus ja vastaavat fotonin energiat. (c) Miksi piistä tehty aurinkokenno toimii näkyvän valon alueella, mutta miksei esim.  $100\text{MHz}$ :n radioaalto saa kennoa toimimaan?

2. Tarkastellaan elektronia pitkässä orgaanisessa molekyyllissä, jossa se käyttäytyy kuten hiukkanen laatikossa, jonka pituus on  $L = 9.0 \times 10^{-10}\text{m}$ . Elektronin energia saadaan lausekkeesta

$$E_n = \frac{h^2}{8mL^2}n^2,$$

missä  $m$  = elektronin massa.

Lausekkeesta saadaan perustilan ( $n=1$ ) energiaksi  $E_1 = 0.465\text{eV}$  (joten älä turhaan laske sitä).

(a) Millainen energia on oltava fotonilla, joka voi virittää elektronin perustilalta kolmannelle tilalle? Mikä on fotonin aallonpituus? Näkyykö se ja jos näkyy, mikä on sen väri?

(b) Jos elektroni putoaa kolmannelta tilalta toiselle, mikä on emittoituvan fotonin aallonpituus? Näkyykö se ja jos näkyy, mikä on sen väri?

(c) Jos elektroni putoaa edelleen toiselta tilalta perustilalle, mikä on emittoituvan fotonin aallonpituus? Näkyykö se ja jos näkyy, mikä on sen väri?

violetti	400nm	440nm
sininen	440nm	480nm
vihreä	480nm	560nm
keltainen	560nm	590nm
oranssi	590nm	630nm
punainen	630nm	700nm

Näkyvän valon aallonpituudet

3. Elektronin energia atomytimessä. Atomytimen säde on suuruusluokkaa  $5.0 \times 10^{-15}\text{m}$ . (a) Laske ensin elektronin lepomassaa vastaava energia.

(b) Arvioi elektronin liikemäärän epämääräisyyttä, kun elektronin sijainti on rajattu atomytimeen.

(c) Käytä laskemaasi liikemäärän epämääräisyyttä arviona elektronin liikemäärälle. Käyttäen suhteellisuusteoreettista liikemäärän ja energian yhdistävää lauseketta laske elektronin kokonaisenergia ja kineettinen energia ytimestä.

(d) Erään atomytimen hajoittamiseen vaaditaan energiaa  $n.5\text{MeV}$ . Jos tuohon ytimeen ilmaantuisi elektroni, pysyisikö ydin koossa?

4. Oletetaan maailmankaikkeudessa tapahtuvan nyrjähdys, jonka ansiosta valonnopeus on  $c = 500\text{km/h}$ , eikä mikään nopeus voi ylittää tätä. Oletetaan myös, että suhteellisuusteoria pitää edelleen paikkansa, mutta nyt kaikki nopeudet vertautuvat uuteen valonnopeuteen.

Ja sitten itse tehtävään: Junamatkan pituus Tampereelta Helsinkiin on  $180\text{km}$  mitattuna koordinaatistossa joka on maan suhteen levossa. Nopea juna kulkee matkan keskinopeudella  $180\text{km/h}$ .

(a) Kaverisi matkustaa tuollaisella junalla Helsinkiin, vaihtaa salamannopeasti Tampereen junaan, ja palaa yhtä nopealla junalla Tampereelle. Kauanko jouduit odottamaan häntä Tampereen asemalaiturilla? Kuinka kauan matka kaverisi mittaamana kesti? Junan vaihtoon käytettyä aikaa ei tarvitse ottaa huomioon.

(b) Kuinka pitkä oli matka Tampereelta Helsinkiin junan koordinaatistossa mitattuna?

5. Yksi vetyatomien lähettämän valon aallonpituus on  $\lambda = 656.3\text{nm}$  normaaleissa laboratorio-olosuhteissa (väri on punainen).

(a) Eräästä galaksista saapuu valoa, jossa tämä kyseinen aallonpituus on siirtynyt arvoon  $953.4\text{nm}$  eli infrapuna-alueelle. Kuinka nopeasti valoa lähettävä kohde liikkuu suhteessa maahan? Onko kohde loittonemassa maasta vai lähestymässä sitä?

(b) Jos kohde liikkuisi vastakkaiseen suuntaan, mikä olisi maan pinnalla mitattu taajuus?

Käännä!