

TTY/Fysiikan laitos FYS-1120 Insinöörifysiikka IIB, Ti (Nieminen)
Tentti, 9.10.2007

1. Anna ja Bertta ovat kaksoset. Astronautti Bertta lähtee huippunopealla avaruusaluksella tutki-
maan lähimaailmankaikkeutta. Teoreettinen fyysikko Anna jää maapallolle. Berttan palatessa ta-
kaisin, Annan mielestä aikaa on kulunut 10 vuotta. Bertta puolestaan on kokenut vain 6 vuoden
kuluneen (minkä Annan maanpinnalla vastaanottamat radiosignaalit vahvistavat.)

(a) Millä nopeudella Bertta teki matkansa suhteessa Annan laboratorioon? Kerro vastaus valonno-
peden yksiköissä (eli laske v/c). (b) Kuinka pitkän matkan Bertta matkusti? Onko matka sama sekä
Annan että Berttan mittaamana? Kerro vastaus valovuosina.

Ja valovuosi on tietenkin matka, jonka valo kulkee vuodessa.

2. Elektronia kiihdytetään 150V:n jännitteen yli. (a) Mikä on elektronin saama kineettinen energia
elektronivolteina ja Jouleina ilmaistuna? (b) Osoita, että elektronin aallonpituus voidaan kirjoittaa
jännitteen sekä elektronin massan ja varauksen avulla:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 m eV}}$$

(c) Nämä elektronit diffraktoituvat näytteestä, jossa aaltoja sirottavat atomit ovat tuntemattomal-
la etäisyydellä d . Jos elektronidiffraktion ensimmäinen interferenssimaksimi nähdään suunnassa 30°
kohtisuoraan nähden, mikä on näytteen atomien etäisyys d ?

3. Tarkastele valokennoa, joka on tehty puhtaasta piistä. (a) Jos valenssi- ja johtavuustilojen välinen
kielletty vyö on leveydeltään $1.12eV$, mikä on maksimiaallonpituus, joka tällä valokennolla voidaan
havaita? Millä sähkömagneettisen spektrin alueella vastaavat fotonit ovat? Hahmottele kuva piin
energiatasoista ja kuvaa siinä, mitä tapahtuu elektroneille, kun piihin tulee fotoneja, joiden energia
on (1°) suurempi tai (2°) pienempi kuin $1.12eV$. (b) Selitä myös, miksi pii on läpinäkymätöntä.

4. elektronin energia atomytimessä. Atomytimen säde on suuruusluokkaa $5.0 \times 10^{-15}m$. (a)
Arvioi elektronin liikemäärän epämääräisyyttä, kun elektronin sijainti on rajattu atomytimeen. (b)
Käytä laskemaasi liikemäärän epämääräisyyttä arviona elektronin liikemäärälle, ja laske tästä arvio
protonin kineettiselle energialle atomytimessä. Käytä kokonaisenergialle suhteellisuusteoreettista
lauseketta $E = \sqrt{(mc^2)^2 + (pc)^2}$

(c) Jotta elektroni pysyisi atomytimessä, mikä pitäisi olla sen (negatiivisen) potentiaalienergian ar-
vo? Anna vastaus elektronivolteina ja megaelektronivolteina.

(d) Atomytimessä hiukkasia yhdessä pitävät voimat ovat megaelektronivoltin suuruusluokkaa. Ra-
dioaktiivisessa beta-hajoamisessa neutroni jakautuu elektroni ja protoniksi. Miten Heisenbergin
epätarkkuusperiaate liittyy siihen, että beta-hajoamisessa syntyvä elektroni karkaa atomytimestä?

5. Ajat kohti liikennevaloja, jotka ovat punaiset. Valon aallonpi-
tuus on n. $680nm$.

(a) Millä nopeudella sinun on ajettava kohti valoja, jotta ne
näyttäisivät vihreiltä? Tarkastele aallonpituutta $490nm$.

(b) Oletetaan, että loittonet tuolla nopeudella poliisiautosta,
jonka vilkku lähettää sinistä valoa, aallonpituus $470nm$. Minkä
värisenä näet poliisiauton vilkun.

(c) Jäät kiinni, koska et huomaa maahan levitetty piikkimattoa,
jonka pituus on $2.0m$. Kuinka pitkältä se edellämäinitulla no-
peudella liikuttaessa näyttää?

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

Näkyvän valon aallonpituudet