

Aineen rakenne I

Harjoitus 7

kevät 2008

Posteristiunto maanantaina 10.3. klo 17:00 salissa E205.

Kurssin koe on keskiviikkona 5.3. kello 9-13. Kokeessa saa olla mukana yksi kirja, ei muuta kirjallista materiaalia.

Tämä harjoitus käsitellään perjantaina 29.2. klo 12-14 ja 14-16.

Kurssi tarvitsee kehittämiseen palautetta!! Aira I on saanut jakson III kurseista kunnian olla yksi valittuja kohteita. Kurssipalautelomake on kokonaisuudessaan aktivoituna maanantaista 18.2. maanantaihin 24.3.2008 asti, jolloin vastausaika päättyy. Suomenkielisen lomakkeen osoite on

<https://kampela.it.helsinki.fi/elomake/lomakkeet/1926/lomake.html> .

Englanninkielinen versio löytyy osoitteesta

<https://kampela.it.helsinki.fi/elomake/lomakkeet/4842/lomake.html>.

1. Sternin–Gerlachin kokeessa x -akselin suuntaan tulevien hopea-atomien suihku kulkee yhden metrin matkan magneettikentässä ja lisäksi yhden metrin kentättömässä alueessa. Tällöin kahtia jakautuneen suihkun osien välinen etäisyys on yksi millimetri. Miten suuri on oltava magneettikentän B gradientti dB_z/dz ? Oletetaan suihkun nopeudeksi 250 m/s, että muissa suunnissa magneettikentän muutoksia ei tarvitse ottaa huomioon sekä että hopea-atomissa vain s -tilassa olevan elektronin spin antaa magneettisen momentin.
2. Mihin suuntaan osoittaa spin- $\frac{1}{2}$ -hiukkasen spin, kun hiukkanen on tilassa

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{3}} (|+\rangle - \sqrt{2} |-\rangle),$$

missä $|+\rangle$ ja $|-\rangle$ ovat S_z :n ominaistiloja? Kerro spinin suunta myös antamalla pallokoordinaatiston kulmat θ ja φ .

3. Magneettiresonanssikoe suoritetaan perustilassa oleville vetyatomeille. Vakiomagneettikenttä B_0 aiheuttaa atomien energian hajautumisen, ja kentän B_ω oskillointitaajuus sovitetaan niin, että magneettisten tilojen välinen siirtymänopeus on maksimissaan. Laske, mikä on resonanssitaajuus, jos vakiokentällä magneettivuon tiheys on $B_0 = 0,2$ T. (BM 8-9)
4. Elektronin spin on ”ylös” tietyssä suunnassa Z . Laske, millä todennäköisyydellä spin löytyy ”ylös”-tilasta suunnassa Z' , kun suunta Z' muodostaa suunnan Z kanssa 60° :n kulman. Millä todennäköisyydellä spin on ”alas” suunnassa Z' ? Laske tulokset uudelleen olettaen, että näiden suuntien välinen kulma onkin 30° . (Vihje: Spinin odotusarvot käyttäytyvät kuin ”klassinen” vektori.) (~BM 8-11)
5. Luennolla Zeeman-efektin käsittelyn alussa mainittiin ”heikko” magneettikenttä. Kirjan kuvassa 9-20 esitetään kuuluisan natriumin keltaisen dublettiviivan jakautuminen ilman kenttää. Esitä perusteltu mielipiteesi siitä, mitä voitaisiin käyttää kriteerinä ”vahvan” ja ”heikon” B -kentän raja-arvolle sekä anna sille kvalitatiivinen numeerinen arvio.