

Harjoitus käsitellään suoraan ("rasti ruutuun") ke 10.3.2010 salissa E206 klo 10-12 ja klo 14-16. Palautus sähköpostitse omalle assistentille ke 10.3.2010 klo 10.00 mennessä jos osallistuminen mahdotonta. EI PALAUTUSTA LOKEROIHIN !!

Koe on pe 12.3.2010 klo 10-14 salissa D101. Kurssi tarvitsee kehittämiseen palautetta!! Täytä palautelomake !! Sähköinen palautelomake on kolmannen periodin osalta avoinna 28.3 asti. Palautelomake löytyy laitoksen kotisivuilta sekä verkko-osoitteesta: <https://elomake.helsinki.fi/lomakkeet/1926/lomake.html>

1. Tarkastele  $n = 2$  ja  $l = 1$  tilassa oleva vetyatomi. Määritä todennäköisin etäisyys elektronin ja ytimen välillä. Laske eksplisiittisellä integroinnilla odotusarvot  $\langle r \rangle$ :lle ja  $\langle V \rangle$ :lle. Vertaa arvot Brehm-Mullinin kuvaajaan 7-4 (luentomonisteiden sivulla 180) sekä kirjassa johdettuun kaavaan:

$$\langle V \rangle = -Ze^2/4\pi\epsilon_0 a n^2$$

Mikä on odotusarvo kineettiselle energialle  $\langle K \rangle$ ? Käytä  $E_n$ -arvoa hyväksi.

2. Laske elektronin  $\phi$ -suuntainen virta vetyatomin tilassa  $\psi_{nlm}(\mathbf{r})$ . T.s. käytä todennäköisyysvirran tiheyden lausekkeessa "liikemääräoperaattorina" operaattoria  $p_\phi = -i\hbar r^{-1} \partial/\partial\phi$ . Miten tulkitsisit tuloksen? Jos  $n = 2$ ,  $l = 1$  ja  $m = 1$  ja voisit käyttää tarvittaessa elektronin etäisyytenä ytimestä sen odotusarvoa liikemäärän laskemiseen välittämättä epätarkkuusrelaatiosta, niin mikä olisi sen nopeus?
3. Vetyatomin Paschenin  $\alpha$  viivat johtuvat siirroista  $n = 4 \rightarrow n = 3$ . Piirrä normaali Zeeman ilmiöstä johtuva  $4p$  ja  $3d$  energiatilojen jakaantuminen ja laske 2 T:n magneettikentässä tapahtuvan energiatilojen jakaantumisen suuruus eV:ssa. Luettele sallitut  $4p \rightarrow 3d$  siirtymät ja määrittele korjaus Paschenin  $\alpha$  viivojen aaltopituuteen.