

# FYS-1260 Laaja fysiikka 3: Atomifysiikka

## 1. Välikoe

26.10.2012

*Valvojat huomio. Tämän kurssin tenttijöillä saa olla mukanaan A3 kokoiselle paperille kirjoitetut muistiinpanot. Mikäli opiskelija käyttää moista muistamisen tukivälinettä, se liitetään hänen vastauspaperiensa mukaan.*

- Johda lauseke Planckin laille taajuuden avulla lähtien vastaavasta laista aallonpituuden avulla lausuttuna.
- Heisenbergin epätarkkuusperiaate pätee myös fotoneille kuten materiaalisille hiukkasille. Kun fotonin aallonpituus on hyvin pieneen laatikkoon (särmä  $\Delta x$ ) sillä on välttämättä suuri liikemäärän epämääräisyys ja siten suuri keskimääräinen energia. Jos oletamme Einsteinin yhtälön mukaisesti, että energia on verrannollinen massaan (fotonilla siis liikemassaan) vangittu fotonin voi synnyttää suuren gravitaatiokentän. Jos  $\Delta x$  on tarpeeksi pieni energiatiheys voi synnyttää mustan aukon. Tätä  $\Delta x$ :n arvoa kutsutaan Planckin pituudeksi. Kuten kaikki muistamme, mustalle aukolle pätee  $c = \sqrt{2GM/R}$ , missä  $c$  on valon nopeus,  $G$  on gravitaatiovakio,  $M$  on mustankappaleen massa ja  $R$  sen säde.
  - Määritä Planckin pituus  $c$ ,  $G$  ja  $\hbar$  avulla.
  - Määritä sen lukuarvo.
  - Mikä on protonin halkaisija (2fm) lausuttuna Planckin pituuden avulla.
- Laske vedyn  $H_\beta$  viivan aallonpituus. Kerrottakoon tietämättömille, että viiva vastaa transiitiota tilalta  $n=4$  tilalle  $n=2$ .
- Mitattaessa kokeellisesti erilaisten atomien karakterististen  $K_\alpha$ -Röntgen viivojen aallonpituuksia saadaan tulokseksi Fe: 1.94 Å Co: 1.79 Å Ni: 1.66 Å Cu: 1.54 Å. Määritä kunkin atomien atomiluku  $Z$  käyttäen Moseleyn lakia. Tulostavastuun nimissä Moseleyn kaavan kerroin  $A_n^2 = cR_\infty(1 - \frac{1}{n^2})$ , missä  $K_\alpha$ :lle  $n=2$  ja edelleen  $b=1$ .
- Tarkastellaan kvanttimekaanista humanistia, joka elää omassa maailmassaan, jossa  $\hbar = 2.0\pi$  Js. Lihavan humanistimme massa on 65 kg ja alkuhetkellä olkoon hän tilassa, joka on 2.0 m leveä.
  - Mikä on hänen nopeutensa epämääräisyys?
  - Olettaen että tämä epämääräisyys nopeudessa säilyy 5.0 s, mikä on paikan epämääräisyys (hänen kulkemansa matka) tuon ajan jälkeen.

$$\hbar = 1.0546 \cdot 10^{-34} \text{ Js} =$$

$$6.582 \cdot 10^{-16} \text{ eVs}$$

$$\sigma = 5.6703 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$$

$$e = 1.6021 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$m_e = 9.1091 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_n = 1.6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$c = 2.9979 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$R_\infty = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$N_A = 6.0210^{23} \text{ atomia/mooli}$$

$$ke^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 1.44 \text{ eV} \cdot \text{nm}$$