

Palautus ke 10.2.2010 klo 12.15 mennessä harjoitusryhmäsi assistentin omaan palautuslokeroon (tai suoraan hänelle s-postitse). Mainitse harjoitusryhmännumero.

1. **Bohrin atomimalli.** Brehmin-Mullinin (BM) kirjan kuvassa 3-12 (luentomonisteen luvussa 2 ja sivulla 45) esitetään Balmerin sarjan spektriviivojen aallonpituuksia. Mikä on kuvassa esiintyvä sarjan rajaa (oikea reuna) vastaava aallonpituus? Mille aallonpituusvälille sijoittuisi kertaalleen ionisoituneen heliumin ( $\text{He}^+$ ) "Balmerin sarja"? Mille aallonpituusvälille sijoittuisi  $\text{He}^+$ :n "Lymanin sarja"?
2. **Moseleyn koe ja aineen järjestysluku.** Piirrä BM:n kuvan 3-20 (luentomoniste luku 2 ja sivu 53) mukainen "Moseleyn kuvaaja" käyttäen allaolevat mitatut  $K_\alpha$  röntgensäde energiat. Määrittele pisteiden läpi sovitun viivan kulmakerroin ja vertaile sitä  $K_\alpha$  viivaan BM:n kuvassa 3-20.

alkuaine	Al	Ar	Sc	Fe
energia (keV)	1.56	3.19	4.46	7.06
alkuaine	Ge	Kr	Zr	Ba
energia (keV)	10.98	14.10	17.66	36.35

3. **Hiukkasten de Broglie aaltopituus.** Arvioi käyttäen  $\alpha$ -hiukkasten de Broglie aallonpituutta, oliko ratakäsitteen käyttö Rutherfordin sironnan johdossa järkevä approksimaatio sironnalle kultaytimistä ( $Z = 79$ ) energialla 10 MeV. Päätä itse järkevät fysikaaliset kriteerit. Entä miten olisi asian laita positronille (kuten elektroni mutta varaus positiivinen)? (Ohje: jälkimmäisessä käytä relativistista kaavaa, katso esim. BM:n luku 1-8.)
4. **Heisenbergin epätarkkuusperiaate.** Yhdessä G. Gamovin Herra Tompkinsin tarinoissa, sankari vierailee "kvanttiviidakossa", missä  $\hbar$  on hyvin suuri. Oleta olevasi paikassa, jossa  $\hbar = 50 \text{ J} \cdot \text{s}$ . Gepardi juokse ohitsesi muutaman metrin etäisyydellä 30 m/s:n nopeudella. Gepardi on 2 m:n pituinen kuonosta hännän kärkeen ja 45 kg:n painoinen. Mikä on gepardin "keskipisteen" epätarkkuus? Vertaile tätä epätarkkuutta tavalliseen maailmaan, jossa  $\hbar$ :lla on normaali-arvonsa. Kuvaile muutamalla lausekkeella millä tavalla gepardi näyttäisi erillaiselta ylläolevassa "kvanttiviidakossa".
5. **Aalloista aaltopaketteja.** Kaksi harmonista aaltoa kulkee pitkää lankaa pitkin. Niiden "aaltofunktiot" ovat  $y_1 = 0.002 \cdot \cos(8.0 \cdot x - 400 \cdot t)$  ja  $y_2 = 0.002 \cdot \cos(7.6 \cdot x - 380 \cdot t)$ , missä  $y_i$  (langan sivuttaispöikkeama, amplitudi) ja  $x$  on annettu metreissa ja aika  $t$  sekunneissa. (a) Kirjoita superpositioaallon amplitudi hitaasti muuttuvan verhoaallon ja nopeasti muuttuvan aallon avulla. (b) Mikä on aallon vaihenopeus? (c) Mikä on aallon ryhmänopeus? (d) Laske etäisyys  $\Delta x$  ryhmien välisten peräkkäisten nollakohtien välillä ja tarkastele sen yhteyttä aaltolukujen erotukseen  $\delta k$ .