

Kvanttimekaniikka I A (FYSA231), Kevät 2010

Harj 1.

1. Mitkä ovat seuraavien kappaleiden koot metreissä? (Tarkkuus: ihminen = 1 m).
Linnunrata, sen tähtien etäisyys toisistaan, Auringon etäisyys Maasta, Auringon koko, Kuun etäisyys Maasta, Kuun koko, Maan koko, bakteeri, virus, solu, valon aallonpituus, molekyyli, raudan atomien etäisyys, uraani atomi, vety atomi, vety ydin, elektroni, kvarkki.
2. a) Mitkä ovat elektronin, protonin ja neutronin massat, kun yksikkönä on elektronivoltti (keV)?
b) Mikä on redusoidun Plankin vakion \hbar arvo SI yksiköissä? Entä kun yksikkönä on eVs?
c) Laske hienorakennevakion $\alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{\hbar c}$ arvo.

3. Ratkaise differentiaaliyhtälö

$$\frac{d^2\phi(x)}{dx^2} + k^2\phi(x) = 0.$$

Mainitse ainakin yksi fysikaalinen tilanne, jota tämä kuvaa.

4. Esittele yksi sellainen atomitason ilmiö lyhyesti mitä klassinen fysiikka ei kykene selittämään.
5. Ratkaise differntiaaliyhtälö:

$$\frac{d^2\phi(x)}{dx^2} + 2\frac{d\phi(x)}{dx} + \phi(x) = 0$$

suoraan vakiokertoimisena 2 kertaluvun differentiaaliyhtälönä ja käyttäen Frobeniuksen sarjamenetelmää käyttäen yritettä

$$\phi(x) = x^s \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$$

sijoittamalla em. sarjayrite DY:n ja valitse $a_0 \neq 0$, jolloin pitäisi nähdä, että $s=0$ tai $s=1$. Johda palautuskaavat kertoimille a_n (molemmille s :n arvoille erikseen) ja tee sarjaratkaisut valmiiksi. Huomaat, että em. sarjaratkaisujen summa on kokonaisratkaisu, jonka sait ratkaisemalla DY:n suoraan. (Myöhemmin tarvitsemme Frobeniuksen menetelmää harmonisen värähtelijän tapauksessa.)