

1. Hiukkanen, jonka massa on m , liikkuu kolmidimensioisessa potentiaalikuo-
passa:

$$V(\vec{r}) = \begin{cases} 0, & \text{kun } |\vec{r}| \leq R \\ \infty, & \text{kun } |\vec{r}| > R. \end{cases}$$

Ratkaise energian ominaisarvot ja normitetut ominaisaaltofunktiot. Rajoita tarkastelu pallosymmetrisiin tapauksiin $\psi(\vec{r}) = u(r)/r$. Pallokoordinaateissa

$$\nabla^2 f = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial f}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial f}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 f}{\partial \phi^2}.$$

2. Levossa oleva vetyatomi absorboi fotonin, jonka energia on 12 keV. Tällöin emittoituu elektroni fotonin alkuperäiseen suuntaan. Laske elektronin ja protonin impulssi ja energia. Vedyn ionisaatioenergia on 13,6 eV.
3. Selosta lyhyesti käsitteet
- stationaarinen tila
 - tunneloituminen
 - pariteetti
 - energian kvantittuminen
 - Compton-sironta
 - 3d-tila.
4. Johda Bohrin semiklassisen mallin avulla lauseke vedyn kaltaisen atomin (varausluku Z) energiatiloille.
5. Kirjoita yksidimensioisessa tapauksessa operaattorin \hat{p} ominaisarvoyhtälö ja ratkaise ominaisfunktiot. Mitkä ovat vastaavat ominaisarvot?

Luonnonvakioita:

$$m_e = 9,1091 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p = 1,6725 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6,6256 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$R = 1,0974 \cdot 10^7 \text{ 1/m}$$

Vk-ss2

1. Läsitteits

1-2 lasku/luokitteleva

2. Osoita \Rightarrow johda, tai laskuja