

2. KOLOKVIJ IZ MODERNE FIZIKE 1
22. 1. 2010

1. Vodikov atom se nahaja v stanju s kvantnima številoma $n = 3$ in $l = 2$. V katero stanje lahko tak atom preide z izsevanjem električnega dipolnega fotona? Izračunaj valovno dolžino svetlobe, ki se izseva pri tem prehodu! Kolikšna pa bi bila ta valovna dolžina pri prehodu med enakima nivojema v *mionskem vodiku*, pri katerem na jedro ni vezan elektron z maso $0.511 \text{ MeV}/c^2$, temveč mion z maso $106 \text{ MeV}/c^2$?

2. V nekem trenutku se elektron v neskončni potencialni jami širine $a = 1 \text{ nm}$ nahaja v stanju

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{3}} \psi_1(x) - i \sqrt{\frac{1}{3}} \psi_2(x) ,$$

kjer sta $\psi_1(x)$ in $\psi_2(x)$ lastni stanji za energijo (osnovno in prvo vzbujeno stanje). Izračunaj pričakovano vrednost *kvadrata* gibalne količine v stanju ψ !

3. Stanje elektrona v harmonskem potencialu je superpozicija osnovnega in prvega vzbujenega stanja,

$$\psi(x) = c_0 \psi_0(x) + c_1 \psi_1(x) ,$$

kjer sta $\psi_0(x)$ in $\psi_1(x)$ normirani lastni stanji za energijo. Pri meritvi, s katero ugotavljamo, v katerem lastnem stanju je elektron, v 25 % primerov ugotovimo, da je v osnovnem, v 75 % primerov pa, da je v prvem vzbujenem stanju. Pričakovana vrednost koordinate x v stanju $\psi(x)$ je $\sqrt{3\hbar/(16m\omega)}$. Izračunaj vrednosti kompleksnih koeficientov c_0 in c_1 !

4. Ob času nič se vodikov atom nahaja v stanju

$$\psi(t=0) = \frac{1}{\sqrt{2}} (\psi_{100} - \psi_{200}) .$$

Izračunaj pričakovano vrednost radialne koordinate r v odvisnosti od časa. Radialna dela valovnih funkcij ψ_{100} in ψ_{200} sta

$$\begin{aligned} R_{10}(r) &= 2 \frac{1}{r_B^{3/2}} e^{-r/r_B} , \\ R_{20}(r) &= \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{1}{r_B^{3/2}} \left(1 - \frac{r}{2r_B} \right) e^{-r/r_B} . \end{aligned}$$

5. Vezana stanja v potencialu: neskončno pri $x = 0$, $kx^2/2$ pri $x > 0$.