

2. KOLOKVIJ IZ FIZIKE II

17. 1. 2008

1. Valovna funkcija elektrona v neskončni potencialni jami ima obliko

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{1}{6}} \psi_1(x) + \sqrt{\frac{1}{3}} \psi_2(x) + \sqrt{\frac{1}{2}} \psi_3(x),$$

kjer so ψ_1 , ψ_2 in ψ_3 lastne valovne funkcije energije. Zapiši valovno funkcijo ψ_{\perp} , ki je ortogonalna na ψ , je sestavljena iz lastnih funkcij ψ_2 in ψ_3 , ter ji obenem ustreza enaka pričakovana vrednost energije kot funkciji ψ .

2. Atom vodika se nahaja v stanju $\psi = A(5\psi_{200} + \psi_{210} + i(2\psi_{211} - \psi_{21-1}))$, kjer so ψ_{nlm_l} normirane lastne valovne funkcije za elektron v vodikovem atomu. Kolikšna je povprečna celotna energija stanja? Kolikšna je povprečna vrednost potencialne energije med jedrom in elektronom? Kolikšna je nedoločenost tretje komponente vrtilne količine δL_z ? Lastne funkcije so

$$\begin{aligned} \psi_{200} &= \frac{1}{\sqrt{32\pi}} \frac{1}{r_B^{3/2}} \left(2 - \frac{r}{r_B}\right) e^{-r/2r_B}, \\ \psi_{210} &= \frac{1}{\sqrt{32\pi}} \frac{1}{r_B^{3/2}} \left(\frac{r}{r_B}\right) e^{-r/2r_B} \cos \theta, \\ \psi_{21\pm 1} &= \frac{1}{\sqrt{64\pi}} \frac{1}{r_B^{3/2}} \left(\frac{r}{r_B}\right) e^{-r/2r_B} \sin \theta e^{\pm i\phi}. \end{aligned}$$

3. Delec v harmonskem potencialu ob času nič opišemo z valovno funkcijo

$$\psi(x, 0) = \frac{1}{\sqrt{2}} (\psi_0(x) + \psi_1(x)),$$

kjer sta $\psi_0(x) = (\alpha^2/\pi)^{1/4} e^{-\alpha^2 x^2/2}$ in $\psi_1(x) = \sqrt{2} (\alpha^2/\pi)^{1/4} (\alpha x) e^{-\alpha^2 x^2/2}$ lastni funkciji energije ter $\alpha^2 = m\omega/\hbar$. Izračunaj pričakovani vrednosti koordinate in gibalne količine v odvisnosti od časa! Uporabiš lahko zvezi

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi_j^*(x) x \psi_k(x) dx = \frac{1}{\alpha\sqrt{2}} [\sqrt{k+1} \delta_{j,k+1} + \sqrt{k} \delta_{j,k-1}].$$

4. Elektron se nahaja v neskončni enodimenzionalni potencialni jami širine 2 nm, katere dno ima na levi polovici za 5 eV nižjo energijo kot na desni. Kolikšna je energija osnovnega stanja?

