

2. KOLOKVIJ IZ MODERNE FIZIKE 1

18. 1. 2013

1. Vodikov atom se nahaja v stanju $\psi = A(2\psi_{300} + \psi_{310} + i(2\psi_{311} + \psi_{31-1}))$, kjer je A normalizacijska konstanta, ψ_{nlm_l} pa so normirane lastne valovne funkcije. Izračunaj pričakovano vrednost celotne energije in tretje komponente tirne vrtilne količine v tem stanju.
2. Vodikov atom damo v močno magnetno polje (sklopitev spin-tir zanemarimo). Skiciraj energijske nivoje vseh stanj z glavnim kvantnim številom $n = 3$ in kvantnim številom tirne vrtilne količine $l = 0$ in $l = 1$, ter izračunaj energije vseh teh stanj v magnetnem polju gostote $B = 10 \text{ T}$.
3. Delec, ki se nahaja v harmonskem potencialu, želimo pripraviti v stanju ψ , ki zadošča trem pogojem: (i) energija delca naj bo $E = \frac{5}{4}\hbar\omega$; (ii) verjetnost, da ob meritvi energije izmerimo vrednost, večjo od $2\hbar\omega$, naj bo nič; (iii) pričakovana vrednost koordinate x je nič. Zapiši valovno funkcijo tega stanja! Svarilo: koeficienti v valovni funkciji so lahko v splošnem kompleksni.
4. Delec se nahaja v osnovnem stanju neskončne potencialne jame. Nato višino potenciala na eni strani jame hipoma znižamo na končno vrednost V (glej sliko). Višina V in širina a sta takšni, da obstaja v končni jami le eno vezano stanje. Sprememba potenciala je tako hitra, da se valovna funkcija med njim ne spremeni. Po tem sistem pustimo, da se razvija "po svoje": del začetnega paketa odpotuje proti $x = +\infty$, del pa ostane lokaliziran na območju jame. Po dolgem času izmerimo verjetnost P_1 , da se delec še vedno nahaja na območju prvotne jame torej $P_1 = \text{Prob}(x \in [0, a])$. Nato ponovimo enak poskus (enak V in a), le da je na začetku delec v prvem vzbujenem stanju neskončne potencialne jame. V tem primeru izmerimo, da se delec po dolgem času nahaja znotraj intervala $[0, a]$ z verjetnostjo P_2 . Do normalizacijske konstante natančno zapiši funkcijsko obliko edinega vezanega stanja v končni jami — torej tudi stanja po dolgem času — na mestu prvotne jame. Iz znanega razmerja $P_1/P_2 = 4$ izračunaj produkt ka , kjer je k valovni vektor vezanega lastnega stanja v končni jami.

