

2. kolokvij iz Moderne fizike 1

19. december 2017

čas reševanja 90 minut

1. Kolikšne so: pričakovana vrednost energije, operatorja kvadrata vrtilne količine ter projekcije vrtilne količine na z os atoma vodika v stanju $\psi = (\sqrt{2}\psi_{2,1,0} - i\psi_{2,1,-1} + i\psi_{2,1,1})/2$? Poišči v katerih delih prostorskega kota je gostota verjetnosti elektrona največja.
2. Elektron v potencialu $V = m\omega^2 x^2/2$ pripravimo v kombinaciji drugega in tretjega vzbujenega stanja, $n = 2, 3$. Povprečni odmik ob času $\omega t = \pi/4$ je

$$\langle x(t) \rangle = \frac{3\sqrt{15}}{16}a, \quad a = \sqrt{\frac{\hbar}{m\omega}}, \quad \langle n|x|m \rangle = \frac{a}{\sqrt{2}} (\sqrt{m}\delta_{nm-1} + \sqrt{m+1}\delta_{nm+1}),$$

pri meritvi energije pa večkrat izmerimo E_2 kot E_3 . Kolikšni sta verjetnosti, da izmerimo $E_{2,3}$ in kolikšen je razpadni čas za dipolni sevalni prehod med stanjema?

3. Spinsko interakcijo dveh elektronov v stanju $|S, m_S\rangle$ sestavljenem iz eno-elektronskih $|s_1, m_{s1}\rangle, |s_2, m_{s2}\rangle$ stanj z enakima spinskima projekcijama na z os, opišemo z

$$\Delta \hat{H}_S = -\frac{\mathcal{J}}{\hbar^2} \hat{s}_1 \cdot \hat{s}_2 - 2B_z \frac{\mu_B}{\hbar} (\hat{s}_{1z} + \hat{s}_{2z}),$$

kjer je B_z zunanje magnetno polje velikosti 1 T, $\mu_B = 0,06$ meV/T in $\mathcal{J} = 1$ meV. Kolikšen je popravek k energiji tega sistema? Upoštevaj, da so lastne energije funkcije lastnih vrednosti operatorjev kvadrata skupnega spina $\hat{S}^2 = (\hat{s}_1 + \hat{s}_2)^2$ ter njegove projekcije na z os $\hat{S}_z = \hat{s}_{1z} + \hat{s}_{2z}$.

4. Kolikšna je energija osnovnega (nevzbujenega) stanja elektrona, ki se nahaja v potencialni jami, $V_0 = 10$ eV, $a = 1$ nm. Privzemi, da je energija osnovnega stanja $E \ll V_0$, tako da se valovna funkcija pri $x = a$ ne razlikuje dosti od valovne funkcije elektrona v neskončni potencialni jami.

