

Cvičení 5

Skládání momentu hybnosti

Domácí úkol – Moment hybnosti atomu vodíku (*termín odevzdání: 15.11.2017*)

Jádro atomu vodíku (proton) má spin $s_p = \frac{1}{2}$, spin obíhajícího elektronu je $s_e = \frac{1}{2}$ a elektron se nachází na orbitalu f (orbitální moment hybnosti je tedy $l = 3$). Operátor celkového momentu hybnosti označíme

$$\hat{\mathbf{J}} = \hat{\mathbf{S}}^{(p)} + \hat{\mathbf{S}}^{(e)} + \hat{\mathbf{L}}.$$

1. Určete celkový počet kvantových stavů, kterých může moment hybnosti $\hat{\mathbf{J}}$ nabývat.
2. Určete, jaké hodnoty může mít celkový moment hybnosti j a kolik stavů přísluší každé jeho hodnotě.
3. Určete normalizované stavy

$$|j m\rangle = \begin{cases} |44\rangle \\ |43\rangle \\ |42\rangle \end{cases},$$

kde m značí projekci celkového momentu hybnosti $\hat{\mathbf{J}}$ na třetí souřadnou osu.

4. Určete střední hodnotu

$$\langle 43 | \hat{\mathbf{S}}^{(e)} \cdot \hat{\mathbf{S}}^{(p)} | 43 \rangle.$$

Nápověda: Skalární součin operátorů $\hat{\mathbf{S}}^{(e)} \cdot \hat{\mathbf{S}}^{(p)}$ vyjádřete pomocí operátorů $\hat{S}_{\pm}^{(e,p)}$ a $\hat{S}^{(e,p)}$.