

**Domácí úkol – Moment hybnosti atomu vodíku** (termín odevzdání: 10.11.2021, 11.11.2021)

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  $d$  (velikost orbitálního moment hybnosti je tedy  $l = 2$ ). Operátor celkového momentu hybnosti je

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

1. Určete celkový počet odlišných 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

$$|j m\rangle = \begin{cases} |33\rangle \\ |32\rangle \\ |31\rangle \end{cases},$$

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

4. Určete střední hodnotu

$$\langle 32 | \hat{\mathbf{S}}^{(e)} \cdot \hat{\mathbf{S}}^{(p)} | 32 \rangle.$$

*Nápověda:* Skalární součin operátorů  $\hat{\mathbf{S}}^{(e)} \cdot \hat{\mathbf{S}}^{(p)}$  vyjádřete pomocí operátorů  $\hat{S}_{\pm}^{(e,p)}$  a  $\hat{S}_3^{(e,p)}$ .