

## Domácí úkol – Magnetický moment (termín odevzdání: 26.4.2022)

Dva nezávislé impulsmomenty  $\hat{\mathbf{L}}$  (například orbitální moment hybnosti) a  $\hat{\mathbf{S}}$  (vnitřní spin systému) splňující  $[\hat{\mathbf{L}}, \hat{\mathbf{S}}] = 0$  se složí na celkový impulsmoment

$$\hat{\mathbf{J}} = \hat{\mathbf{L}} + \hat{\mathbf{S}}.$$

Stavem  $|(ls)jm\rangle$  označme vlastní vektory operátorů  $\hat{\mathbf{L}}^2, \hat{\mathbf{S}}^2, \hat{\mathbf{J}}^2, \hat{J}_3$ :

$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{L}}^2 |(ls)jm\rangle &= l(l+1) |(ls)jm\rangle, \\ \hat{\mathbf{S}}^2 |(ls)jm\rangle &= s(s+1) |(ls)jm\rangle, \\ \hat{\mathbf{J}}^2 |(ls)jm\rangle &= j(j+1) |(ls)jm\rangle, \\ \hat{J}_3 |(ls)jm\rangle &= m |(ls)jm\rangle.\end{aligned}$$

Definujme operátor magnetického momentu<sup>42</sup>

$$\hat{\boldsymbol{\mu}} = g_L \hat{\mathbf{L}} + g_S \hat{\mathbf{S}},$$

přičemž  $g_L, g_S$  jsou reálné parametry, které se nazývají gyromagnetické faktory ( $g$ -faktory).<sup>43</sup> Spočítejte diagonální maticový element<sup>44</sup>

$$\langle (ls)jm | \hat{\boldsymbol{\mu}} | (ls)jm \rangle.$$

---

<sup>42</sup>Magnetický moment je vyjádřen v jednotkách Bohrova (jaderného) magnetonu

$$\mu_0 = \frac{e\hbar}{2M},$$

kde  $e$  je elementární náboj,  $M$  je hmotnost elektronu (nukleonu). Uvedený výraz platí v jednotkách SI, v Gaussovských elektromagnetických jednotkách se objevuje ještě rychlost světla  $c$  ve jmenovateli.

<sup>43</sup>Jejich číselné hodnoty jsou

$$\begin{aligned}g_{\text{elektron}} &= -2.00231930419922 \approx 2 \\ g_{\text{mion}} &= -2.0023318414 \approx 2 \\ g_{\text{neutron}} &= -3.82608545 \\ g_{\text{proton}} &= 5.585694702\end{aligned}$$

(znaménka  $g_{L,S}$  a  $\mu_0$  bývají občas definována obráceně).

<sup>44</sup>Veličina s největší projekcí  $j = m$  se nazývá *magnetický moment částice*,

$$\boldsymbol{\mu} \equiv \langle (ls)jj | \boldsymbol{\mu}_z | (ls)jj \rangle.$$