

# Atom- és molekulafizika okosságok

2010. november 29.

## 1. Az $L_{\pm}S_{\mp}$ és az $L_zS_z$ operátorok hatása

Ez a  $V = \frac{F}{\hbar^2}(\mathbf{L} \cdot \mathbf{S}) + \frac{G}{\hbar}(L_z + 2S_z)$  alakú kölcsönhatási tag esetén jön jól. Hasznos összefüggés továbbá:  $(\mathbf{L} \cdot \mathbf{S}) = \frac{1}{2}(L_+S_- + L_-S_+) + L_zS_z$ . A táblázatokban az egyszerűbb jelölés érdekében bevezettük a  $|m_l, m_s\rangle := |l, m_l, s, m_s\rangle$  jelölést.

### 1.1. ${}^2P$ pályák

$ lm_lsm_s\rangle$	$L_+S_-$	$L_-S_+$	$L_zS_z$
$ 11\frac{1}{2}\frac{1}{2}\rangle$	0	0	$\frac{1}{2} 1\frac{1}{2}\rangle$
$ 11\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\rangle$	0	$\sqrt{2} 0\frac{1}{2}\rangle$	$-\frac{1}{2} 1-\frac{1}{2}\rangle$
$ 10\frac{1}{2}\frac{1}{2}\rangle$	$\sqrt{2} 1-\frac{1}{2}\rangle$	0	0
$ 10\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\rangle$	0	$\sqrt{2} -1\frac{1}{2}\rangle$	0
$ 1-1\frac{1}{2}\frac{1}{2}\rangle$	$\sqrt{2} 0-\frac{1}{2}\rangle$	0	$-\frac{1}{2} -1\frac{1}{2}\rangle$
$ 1-1\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\rangle$	0	0	$\frac{1}{2} -1-\frac{1}{2}\rangle$

### 1.2. ${}^3P$ pályák

$ lm_lsm_s\rangle$	$L_+S_-$	$L_-S_+$	$L_zS_z$
$ 1111\rangle$	0	0	$1 11\rangle$
$ 1110\rangle$	0	$\sqrt{4} 01\rangle$	0
$ 111-1\rangle$	0	$\sqrt{4} 00\rangle$	$-1 1-1\rangle$
$ 1011\rangle$	$\sqrt{4} 10\rangle$	0	0
$ 1010\rangle$	$\sqrt{4} 1-1\rangle$	$\sqrt{4} -11\rangle$	0
$ 101-1\rangle$	0	$\sqrt{4} -10\rangle$	0
$ 1-111\rangle$	$\sqrt{4} 00\rangle$	0	$-1  -11\rangle$
$ 1-110\rangle$	$\sqrt{4} 0-1\rangle$	0	0
$ 1-11-1\rangle$	0	0	$1  -1-1\rangle$

1.3.  ${}^2D$  pályák

$ lm_lsm_s\rangle$	$L_+S_-$	$L_-S_+$	$L_zS_z$
$ 22\frac{1}{2}\frac{1}{2}\rangle$	0	0	$1 2\frac{1}{2}\rangle$
$ 22\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\rangle$	0	$\sqrt{4} 1\frac{1}{2}\rangle$	$-1 2-\frac{1}{2}\rangle$
$ 21\frac{1}{2}\frac{1}{2}\rangle$	$\sqrt{4} 2-\frac{1}{2}\rangle$	0	$\frac{1}{2} 1\frac{1}{2}\rangle$
$ 21\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\rangle$	0	$\sqrt{6} 0\frac{1}{2}\rangle$	$-\frac{1}{2} 1-\frac{1}{2}\rangle$
$ 20\frac{1}{2}\frac{1}{2}\rangle$	$\sqrt{6} 1-\frac{1}{2}\rangle$	0	0
$ 20\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\rangle$	0	$\sqrt{6} -1\frac{1}{2}\rangle$	0
$ 2-1\frac{1}{2}\frac{1}{2}\rangle$	$\sqrt{6} 0-\frac{1}{2}\rangle$	0	$-\frac{1}{2} -1\frac{1}{2}\rangle$
$ 2-1\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\rangle$	0	$\sqrt{4} -2\frac{1}{2}\rangle$	$\frac{1}{2} -1-\frac{1}{2}\rangle$
$ 2-2\frac{1}{2}\frac{1}{2}\rangle$	$\sqrt{4} -1-\frac{1}{2}\rangle$	0	$-1 -2\frac{1}{2}\rangle$
$ 2-2\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\rangle$	0	0	$1 -2-\frac{1}{2}\rangle$

1.4.  ${}^3D$  pályák

$ lm_lsm_s\rangle$	$L_+S_-$	$L_-S_+$	$L_zS_z$
$ 2211\rangle$	0	0	$2 21\rangle$
$ 2210\rangle$	0	$\sqrt{8} 11\rangle$	0
$ 221-1\rangle$	0	$\sqrt{8} 10\rangle$	$-2 2-1\rangle$
$ 2111\rangle$	$\sqrt{8} 20\rangle$	0	$1 11\rangle$
$ 2110\rangle$	$\sqrt{8} 2-1\rangle$	$\sqrt{12} 01\rangle$	0
$ 211-1\rangle$	0	$\sqrt{12} 00\rangle$	$-1 1-1\rangle$
$ 2011\rangle$	$\sqrt{12} 10\rangle$	0	0
$ 2010\rangle$	$\sqrt{12} 1-1\rangle$	$\sqrt{12} -11\rangle$	0
$ 201-1\rangle$	0	$\sqrt{12} -10\rangle$	0
$ 2-111\rangle$	$\sqrt{12} 00\rangle$	0	$-1 -11\rangle$
$ 2-110\rangle$	$\sqrt{12} 0-1\rangle$	$\sqrt{8} -21\rangle$	0
$ 2-11-1\rangle$	0	$\sqrt{8} -20\rangle$	$1 -1-1\rangle$
$ 2-211\rangle$	$\sqrt{8} -10\rangle$	0	$-2 -21\rangle$
$ 2-210\rangle$	$\sqrt{8} -1-1\rangle$	0	0
$ 2-21-1\rangle$	0	0	$2 -2-1\rangle$