

Auswahlregeln für elektrische Dipolübergänge

Die Benennung der Zustände im Wasserstoffatom erfolgt über die Angabe nX_j . Hier steht n für die Hauptquantenzahl und X gibt den Bahndrehimpuls des Elektrons mit $S : l = 0$, $P : l = 1$, $D : l = 2$ an. Der Index j gibt den Gesamtdrehimpuls an. Der Operator des Gesamtdrehimpulses ist gegeben durch $\hat{\mathbf{j}} = \hat{\mathbf{s}} + \hat{\mathbf{l}}$ und die Quantenzahl j kann die Werte $l - s$, $l - s + 1$, \dots , $l + s$ annehmen. Dabei ist die Projektion des Gesamtdrehimpulses, m_j , abhängig von der relativen Ausrichtung zwischen Bahndrehimpuls und Spin, mit $m_j = m_l + m_s$.

Für Wasserstoff-ähnliche Atome gelten unter Vernachlässigung der Spin-Bahnkopplung die folgenden Auswahlregeln:

$$\begin{aligned}\Delta l &= \pm 1 \\ \Delta s &= 0, \\ \Delta j &= 0, \pm 1 \\ j = 0 &\rightarrow j' = 0, \\ \Delta m_j &= 0, \pm 1,\end{aligned}$$

wobei \rightarrow bedeutet, dass dieser Übergang verboten ist. Diese Regeln müssen alle erfüllt sein, damit ein elektrischer Dipolübergang zwischen zwei Zuständen erlaubt ist. Der Übergang $6S_{1/2} \rightarrow 6P_{1/2}$ ist bspw. erlaubt, denn

- $\Delta l = +1$ (S-Zustand \rightarrow P-Zustand)
- $\Delta s = 0$ (das Elektron hat im S-Zustand und im P-Zustand den gleichen Betrag des Spins)
- $\Delta j = 0$ und $(1/2 = j = j') \neq 0$
- $\Delta m_j = 0, \pm 1$ (siehe Abbildung).

Folgende Übergänge sind vom Zustand $6S_{1/2}$ in den Zustand $6P_{1/2}$ möglich:

