

Quantenmechanik II  
FSU Jena - WS 2009/2010  
Übungsserie 12 - Aufgabenstellung

Januar 21, 2009

---

**Aufgabe 21**

Seien  $|n, l, m_l, m_s\rangle$  stationäre Zustände des Wasserstoffatoms in nichtrelativistischer Behandlung, die gleichzeitig Eigenvektoren von  $\hat{\mathbf{L}}^2$ ,  $\hat{L}_z$  und  $\hat{S}_z$  sind [Eigenwerte  $\hbar^2 l(l+1)$ ,  $\hbar m_l$  und  $\hbar m_s$ ;  $m_l = -l, -l+1, \dots, l$ ;  $m_s = \pm \frac{1}{2}$ ]. Zeigen Sie, dass bei Übergängen zwischen derartigen Zuständen (Emission bzw. Absorption eines Photons, Behandlung in Dipolnäherung mit Hilfe der zeitabhängigen Störungsrechnung erster Ordnung) die Auswahlregeln  $\Delta l = \pm 1$ ;  $\Delta m_l = 0, \pm 1$  und  $\Delta m_s = 0$  erfüllt sein müssen.

**Hinweis:** Eine nützliche Beziehung ist

$$[\hat{\mathbf{L}}^2, [\hat{\mathbf{L}}^2, \hat{\mathbf{X}}]] = 2\hbar^2 (\hat{\mathbf{X}}\hat{\mathbf{L}}^2 + \hat{\mathbf{L}}^2\hat{\mathbf{X}})$$