

# Theoretische Physik II: Quanten Mechanik, Übung 7

---

Prof. Hans Peter Büchler SS 2011, 07. Juni 2011

## 1. Eigenschaften des Drehimpulses (Schriftlich)

Berechne mit Hilfe der fundamentalen Vertauschungsrelationen zwischen Ort und Impuls die folgenden Kommutatoren

- (a)  $[L_x, L_y]$ , welche Verallgemeinerung kann hierfür aufgestellt werden?
- (b)  $[\mathbf{L}^2, L_x]$ ,
- (c)  $[L_y, \mathbf{p}^2]$ ,
- (d)  $[L_z, x]$ ,

siehe auch QM-Skript Kapitel 4.2.

## 2. Rotation von zweiatomigen Molekülen (Übungsstunde)

In guter Näherung lässt sich die Rotation eines zweiatomigen Moleküls beschreiben, indem man im Ruhesystem des Schwerpunkts den Abstand der Atome als fest betrachtet (starrer Rotator). Aufgrund der Symmetrie des Moleküls sind zwei Trägheitsmomente identisch ( $I_x = I_y \equiv I_\perp$ ), das dritte ist jedoch verschieden ( $I_z = I_\parallel$ ).

- (a) Gib den Hamiltonian für das System an, in Abhängigkeit von den Drehimpulsoperatoren  $\mathbf{L}^2$  und  $L_z$ .
- (b) Bestimme die Energieeigenwerte und Eigenzustände.

## 3. Erwartungswerte des Drehimpulses (Übungsstunde)

Wir betrachten ein physikalisches System, welches sich im Eigenzustand  $|l, m\rangle$  zu  $\mathbf{L}^2$  und  $L_z$  befindet.

- (a) Berechne den Erwartungswert  $\langle L_x \rangle = \langle l, m | L_x | l, m \rangle$  und  $\langle L_y \rangle$ .
- (b) Berechne die quadratischen Schwankungen  $\Delta L_x$  und  $\Delta L_y$ .

(Tipp: Es gilt  $L_x = (1/i\hbar)[L_y, L_z]$  und  $L_y = (1/i\hbar)[L_z, L_x]$ . Beachte, dass  $L_z$  ein hermitescher Operator ist.)