

Universität Bielefeld Fakultät für Physik	Symmetrien in der Physik WS 2014/2015	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de
--	--	---

Aufgabenblatt 2

2.1 Beispielhafte Untersuchung der Dipolauswahlregeln

Ein typisches Beispiel für Auswahlregeln sind die Dipolauswahlregeln. Der Dipoloperator ist dabei proportional zum Ortsoperator. Untersuchen Sie beispielhaft das folgende Matrixelement

$$\langle LM | \vec{x} | L'M' \rangle \quad (1)$$

für die möglichen Kombinationen von $L, L' \in \{0, 1, 2\}$ und den zugehörigen M, M' . $\langle \theta, \phi | L'M' \rangle$ sind die Kugelflächenfunktionen. Fällt Ihnen eventuell etwas auf? Vergleichen Sie Ihre Erkenntnis mit der Dipolauswahlregel, die Sie in einer der Physikvorlesungen kennengelernt haben.

Zusatzaufgabe

Man kann dieses Problem übrigens allgemein lösen, wenn man die Matrixelemente von

$$[\underline{L}_z, \underline{x}] , [\underline{L}_z, \underline{y}] , [\underline{L}_z, \underline{z}] \quad (2)$$

sowie von

$$[\vec{L}^2, [\vec{L}^2, \vec{x}]] = 2\hbar^2 (\vec{x}\vec{L}^2 + \vec{L}^2\vec{x}) \quad (3)$$

betrachtet.

2.2 Translationsoperator

Als Vorarbeit zu Translationssymmetrien soll der folgende Operator betrachtet werden, der definiert ist als:

$$T_a = e^{-\frac{ia p}{\hbar}} , \quad a \in \mathbb{R} . \quad (4)$$

- Begründen Sie, dass T_a unitär ist.
- Wie wirkt T_a auf einen Zustand $|\phi\rangle$? Untersuchen Sie dies am besten in Ortsdarstellung.
- Was ist $T_a x T_a^\dagger$?