

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

## Aufgabenblatt 14

### 14.1 Dipolauswahlregeln

Lesen Sie die in stud.ip hinterlegte Ausarbeitung zu elektrischen Dipolübergängen von Prof. Michael Romalis (Princeton).

- Das Wigner-Eckart-Theorem lässt unmittelbar erkennen, welche Matrixelemente des elektrischen Dipoloperators unbedingt Null sein müssen, da die zugehörigen Clebsch-Gordan-Koeffizienten Null sind. Es kann aber außerdem noch das reduzierte Matrixelement Null sein. Im Fall der elektrischen Dipolübergänge zwischen den Einelektronenzuständen  $|l, m_l\rangle$  führt dies zu weiteren Einschränkungen. Wie lauten diese, und welches mathematische Objekt führt dazu?
- Wir betrachten im folgenden Zustände, die berücksichtigen, dass die Elektronen auch einen Spin tragen. Die Einelektronenzustände lauten jetzt  $|l, s, j, m_j\rangle$ . Berechnen Sie mit Hilfe von (15) und (16) aus der Ausarbeitung die Auswahlregeln, die sich für  $j$  ergeben.

### 14.2 Verzweigungsverhältnisse (branching ratios)

Kann ein Zustand mit Hilfe eines Übergangsoperators in mehrere Zielzustände zerfallen, so nennt man dies *branching* und Verhältnisse der Intensitäten *branching ratios*. Unter Umständen kann man diese Verhältnisse vollständig aus den Clebsch-Gordan-Koeffizienten ableiten.

Die Intensität ist dabei proportional zum Betragsquadrat des Übergangsmatrixelements.

- Berechnen Sie die Verzweigungsverhältnisse für den spontanen Zerfall des Zustandes  $|n = 3, l = 2, m_l = 0\rangle$  unter Aussendung von Dipolstrahlung. Überlegen Sie sich zuerst, in wieviele und welche Zustände dieser Zustand zerfallen kann.
- Früher, also in der guten, alten Zeit, als Wissenschaftler noch keine Computer hatten, hat man *branching ratios* noch über Gruppentheorie und das Wigner-Eckart-Theorem berechnet. Schauen Sie sich dazu bitte den in stud.ip hinterlegten Artikel von D. Zeppenfeld, *SU(3) Relations for B-Meson Decays*, Z. Phys. C **8**, 77 (1981) an. Blättern Sie, bevor Sie ohnmächtig werden, zu Abschnitt II. Obwohl Sie beim Lesen nichts verstehen, sollte Ihr Herz vor Freude hüpfen, denn Ihnen sollte zumindest klar werden, was hier vor sich geht: Die betrachteten Teilchen werden Multipletts einer Lie-Gruppe zugeordnet. Das heißt, die Teilchen transformieren sich wie die irreduziblen Basisfunktionen dieser Gruppe zu den entsprechenden Quantenzahlen.

Der Übergangsoperator wird ebenfalls so aufgeschrieben, dass die Terme sich wie irreduzible Basisfunktionen transformieren. Alles andere ist Wigner-Eckart mit abgedrehten Clebsch-Gordan-Koeffizienten für die entsprechende Symmetriegruppe!