

## 5. Übungsblatt zur Theoretischen Physik II

### Spinaddition, stationäre Störungsrechnung

**Abgabe: Montag, 27. November 2006** bis 13:00 Uhr in den Briefkasten im Physik-Altbau.

**Aufgabe 14** (6 Punkte): *Eine Eigenschaft der Kugelflächenfunktionen*

Die Kugelflächenfunktionen  $|\ell m\rangle$ , in Ortsdarstellung  $Y_{\ell m}(\varphi, \vartheta)$ , sind die Eigenfunktionen des Drehimpulsoperators. Wir zeigen hier eine ihrer Eigenschaften, die in der Vorlesung benutzt wird. Sei  $\hat{\ell}^{\pm} := \hat{\ell}_x \pm i\hat{\ell}_y$ . Warum werden diese Operatoren Leiteroperatoren genannt? Zeige:

$$\hat{\ell}^{\pm} |\ell m_{\ell}\rangle = \hbar \sqrt{(\ell \pm m_{\ell} + 1)(\ell \mp m_{\ell})} |\ell, m_{\ell} \pm 1\rangle$$

**Aufgabe 15** (6 Punkte): *Spinaddition*

Ein System von zwei Teilchen mit Spin  $s_1 = s_2 = \frac{1}{2}$  werde durch den Hamilton-Operator

$$H = \frac{J_{12}}{\hbar^2} \hat{s}_1 \cdot \hat{s}_2 = \frac{J_{12}}{2\hbar^2} ((\hat{s}_1 + \hat{s}_2)^2 - \hat{s}_1^2 - \hat{s}_2^2)$$

beschrieben, wobei  $J_{12}$  eine reelle Konstante ist.

- (15.1) Gib die Energieeigenwerte der Zustände  $|\phi_0\rangle = (|\uparrow\rangle_1 |\downarrow\rangle_2 - |\downarrow\rangle_1 |\uparrow\rangle_2)/\sqrt{2}$  und  $|\phi_1\rangle = (|\uparrow\rangle_1 |\downarrow\rangle_2 + |\downarrow\rangle_1 |\uparrow\rangle_2)/\sqrt{2}$  an.
- (15.2) Zum Zeitpunkt  $t = 0$  befinde sich das System im Zustand  $|\psi(0)\rangle = |\uparrow\rangle_1 |\downarrow\rangle_2$ . Drücke  $|\psi(0)\rangle$  durch  $|\phi_0\rangle$  und  $|\phi_1\rangle$  aus und gib  $|\psi(t)\rangle$  an.

**Aufgabe 16** (8 Punkte): *Stationäre Störungsrechnung: Harmonischer Oszillator*

Betrachte den gestörten harmonischen Oszillator  $\hat{H} = \hat{H}_0 + \hat{V}$  mit

$$\hat{H}_0 = \frac{\hat{p}^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 \hat{x}^2$$
$$\hat{V} = -qf\hat{x}.$$

- (16.1) Bestimme die Energien und Wellenfunktionen des gestörten harmonischen Oszillators exakt.
- (16.2) Berechne die Energiekorrekturen 1. und 2. Ordnung in stationärer Störungsrechnung. Was kann über die Energiekorrekturen höherer Ordnung gesagt werden?

**Bitte Rückseite beachten!** →

- **Internetseite der Veranstaltung:** <http://www.itp.tu-berlin.de/tpii-ws06.html>
- **Vorlesung:** Mittwoch 12:15 - 14:00 Uhr und Freitag 10:15 - 12:00 Uhr im PN 203
- **Ergänzungen zur Quantenmechanik:** Vorlesung von Prof. Muschik, mittwochs von 8:30 bis 10:00 Uhr im Raum P 164
- **Literatur:**
  - U. Scherz, Quantenmechanik - Eine kompakte Einführung (Teubner, 2005)
  - R. P. Feynman, R. B. Leighton, and M. Sands, Feynman Vorlesungen über Physik, Band 3, Quantenmechanik (Oldenburg, 2001)
  - W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 5/1 und 5/2 (Springer, 2002)
  - F. Schwabl, Quantenmechanik (Springer 1993)
  - C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantenmechanik 1 und 2 (de Gruyter 1999)
- **Tutorien:**
  - Dienstag 8:15 - 10:00 Uhr im P-N 229 (Jan Schlesner)
  - Mittwoch 10:15 - 12:00 Uhr im P-N 246 (Janis Nötzel)
  - Mittwoch 14:15 - 16:00 Uhr im P-N 226 (Janis Nötzel)
  - Donnerstag 12:15 - 14:00 Uhr im P-N 114 (Jens Förstner)
  - Freitag 12:15 - 14:00 Uhr im P-N 226 (Philipp Zedler)
- **Scheinkriterien:** 50% der Punkte aus den Übungszetteln, aktive Teilnahme an den Tutorien und bestandene Klausur
- **Sprechstunden:**
  - Prof. Dr. A. Knorr Di, 13 - 14 Uhr im P-N 742
  - Jan Schlesner Do, 13:30-14:30 Uhr im P-N 627
  - Philipp Zedler Mi, 11-12 Uhr im P-N 711
  - Janis Nötzel Fr, 14-15 Uhr im MA 723
- **Klausur:** Mittwoch, 7. Februar 2007, 12:00 - 14:00. Raum wird noch bekannt gegeben.
- **Mathematica-Kurs:** <http://www.physik.tu-berlin.de/pcpool/kurse/mathematica/>