31. Mai 2006

Technische Universität Berlin
Institut für Theoretische Physik
Priv.-Doz. Dr. S. Klapp
Dipl.-Phys. Jan Schlesner

wwwitp.physik.tu-berlin.de/lehre/TPIIIa

7. Übungsblatt zur Theoretische Physik IIIa: Quantenmechanik

Abgabe: Dienstag 06.06.06 in der Vorlesung

Aufgabe 16(6 Punkte): *Wechselwirkungsdarstellung*

1. Der Zeitentwicklungsoperator $\hat{U}_D(t,t')$ beschreibt die zeitliche Entwicklung von Zuständen im Dirac–Bild:

   $$|\psi_D(t)\rangle \;=\; \hat{U}_D(t,t')|\psi_D(t')\rangle.$$

   Stellt $\hat{U}_D(t,t')$ mit Hilfe von $\hat{U}_0(t,t')$ und $\hat{U}(t,t')$ dar.

2. Zeigt, dass die Bewegungsgleichung für die quantenmechanischen Erwartungswerte forminvariant sind, d.h. im Schrödinger–, Heisenberg– und Dirac–Bild.

   $$i\hbar\frac{d}{dt}\langle\hat{Q}\rangle \;=\; \langle[\hat{Q},\hat{H}]\rangle + i\hbar\langle\frac{\partial\hat{Q}}{\partial t}\rangle$$

Aufgabe 17(4 Punkte): *Kommutatoren von Drehimpulsoperatoren*

1. Zeigt: $\left[\underline{\hat{L}}^2,\hat{L}_i\right] = 0.$

2. Zeigt: Falls ein Operator mit zwei Komponenten des Drehimpulsoperators kommutiert, so kommutiert er auch mit der dritten Komponente.

3. Berechnet die folgenden Kommutatoren: $[\hat{L}_+,\hat{L}_-]$, $[\underline{\hat{L}}^2,\hat{L}_\pm]$ und $[\hat{L}_z,\hat{L}_\pm]$.

Aufgabe 18(10 Punkte): *Drehimpulsoperatoren*

Ein System befinde sich im gemeinsamen Eigenzustand $|lm\rangle$ der Drehimpulsoperatoren $\hat{L}_z$ und $\underline{\hat{L}}^2$.

1. Zeigt: $\langle lm|\hat{L}_i|lm\rangle = 0$ für $i = x, y$.

2. Berechnet $\langle lm|\left(\hat{L}_i - \langle\hat{L}_i\rangle\right)^2|lm\rangle$ für $i = x, y, z$.

3. Zeigt, dass die kleinste Streuung für $\hat{L}_x$ und $\hat{L}_y$ erreicht wird, wenn $|m| = l$ ist.

4. Zeigt: $\hat{L}_\pm|lm\rangle = \hbar\sqrt{l(l+1) - m(m\pm 1)}|lm\pm 1\rangle$

Hinweise:

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in Dreiergruppen).
- Bestandene Klausur.
- Regelmäßige Teilnahme am Tutorium.

Es wird voraussichtlich insgesamt 11 reguläre Übungsblätter geben.
Übungsblätter werden Dienstag in der Vorlesung ausgegeben und eine Woche später am Ende der Vorlesung eingesammelt.
Zur Erinnerung: die **Vorlesung** findet

- Dienstags 9-10 Uhr, PN 229
- Mittwochs 10-12 Uhr, PN 229

statt.

Literaturtipps zur Lehrveranstaltung (nur eine Auswahl):

- A. Messiah, Quantenmechanik I und II, de Gruyter
- E. Fick, Einführung in die Grundlagen der Quantentheorie, Akademische Verlagsges.
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik Band 5 Quantenmechanik, Teil I+II, Springer
- C. Cohen-Tannoudji, Quantenmechanik I+II, de Gruyter

Kontakt: wwwitp.physik.tu-berlin.de/lehre/TPIIIa