

10. Übungsblatt zur Theoretischen Physik II Wiederholung

Abgabe: Montag, 15. Januar 2006 bis 13:00 Uhr in den Briefkasten im Physik-Altbau.

Aufgabe 26 (12 Punkte): *Generelle Wiederholung*

1. Wie lautet die relativistische Energie–Impuls–Beziehung?
2. Wie lautet die Klein–Gordon–Gleichung?
3. Geben Sie die Lösung der freien Dirac–Gleichung an, und diskutieren Sie die Bedeutung der Komponenten des Vektors.
4. Geben Sie den relativistischen Hamiltonian des Wasserstoffatoms an. Benennen und diskutieren Sie die einzelnen Terme und skizzieren Sie die relativistischen Energiekorrekturen für den Fall $n = 2$ und $l = 0$, bzw. $l = 1$.
5. Die Pauli–Gleichung beschreibt einen Spezial- und Grenzfall der Dirac–Gleichung. Welchen?
6. Gib die Formeln an, mit denen in nicht-entarteter stationärer Störungsrechnung die 1. und 2. Energiekorrektur, sowie die 1. Korrektur der Wellenfunktion berechnet werden.
7. Welche Schwierigkeit ergibt sich bei einer Störung, die eine Entartung aufhebt? Wie wird ihr begegnet?
8. Was ist ein verschränkter Zustand? Betrachte als Beispiel ein System von zwei $s = \frac{1}{2}$ -Spins. Notiere die Eigenzustände des Gesamtspins. Welche von ihnen sind verschränkte Zustände?
9. Konstruieren Sie alle Tripletzustände von He (Orts– und Spinraum). Beachten Sie dabei, dass nicht alle konstruktionsfähigen Zustände physikalisch sinnvoll sind.
10. Bestimme mit Hilfe der Hundschen Regeln die Quantenzahlen aller Elektronen von Sauerstoff mit Hilfe der Termschreibweise.
11. Was ist die Born–Oppenheimer–Approximation?
12. Was unterscheidet Fermionen von Bosonen?

Aufgabe 27 (4 Punkte): *Zwei Niveau System mit Störung*

Gegeben ist der Hamiltonian eines Zwei Niveau Systems

$$H_0 = \begin{pmatrix} \epsilon_1 & 0 \\ 0 & \epsilon_2 \end{pmatrix}$$

und eine Störung

$$V = \begin{pmatrix} 0 & V \\ V & 0 \end{pmatrix}.$$

Berechnen Sie die exakten Energieeigenzustände und plotten Sie diese als Funktion der Energiedifferenz $\epsilon_1 - \epsilon_2$. Berechnen Sie das führende Verhalten für kleine und große Energiedifferenzen.

Aufgabe 28 (4 Punkte): *Anwendung der Pauli-Gleichung*

Schreiben Sie die Pauli-Gleichung so auf, dass sie nicht mehr vom Vektorpotential \vec{A} , sondern nur noch vom Magnetfeld \vec{B} abhängt. Vernachlässigen Sie dann alle relativistischen Korrekturen außer der Spin-Magnetfeld- und Bahndrehimpuls-Magnetfeld-Kopplung. Lassen Sie das Resultat auf die Eigenfunktionen des nichtrelativistischen Wasserstoff-Hamiltonians wirken und zeichnen Sie das dabei entstehende Energiespektrum. Wählen Sie das Koordinatensystem so, dass die Rechnung möglichst einfach wird.

- **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 findet mittwochs von 8:30 bis 10:00 Uhr im Raum P 164 statt
- **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 I+II (Springer 1993)
 - C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantenmechanik 1 und 2 (de Gruyter 1999)
- **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/>