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

12. Übungsblatt zur Theoretische Physik IIIa: Quantenmechanik

Abgabe: Dienstag 11.07.06 in der Vorlesung

Aufgabe 28(10 Punkte): *Isotopie-Korrektur (Bonusaufgabe)*

Bestimmt beim Wasserstoffstom die Energiekorrektur erster Ordnung, die sich aus der endlichen Ausdehnung des Atomkerns ergibt. Das Potenzial hat in diesem Fall die Form

$$V(r) = \begin{cases} -\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Ze^2}{r} & r \geq R \\ -\frac{1}{8\pi\epsilon_0}\frac{Ze^2}{R}\left(3 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right) & r \leq R \end{cases}$$

wobei der Kernradius R als sehr klein gegen den Bohrschen Radius angenommen werden kann.

Aufgabe 29(10 Punkte): *H–Atom im Magnetfeld (Bonusaufgabe)*

Füf ein Wasserstoffatom in einem äußeren homogenen Magnetfeld $\underline{B} = B\underline{e}_z$ sei der Hamiltonoperator

$$\hat{H} \quad = \quad \hat{H}_0 + \frac{eB}{2m_e c}\left(\hat{L}_z + 2\hat{S}_z\right) + \frac{Ze^2}{2m_e^2c^2}\frac{\underline{\hat{L}}\cdot\underline{\hat{S}}}{\hat{r}^3}$$

gegeben. Die Eigenwerte $E_{nl}^{(0)}$ und die Eigenzustände $|nlm\rangle$ von $\hat{H}_0$ werden als bekannt vorausgesetzt.
Die p–Zustände $|n, l = 1, m, s = 1/2, s_z\rangle$ mit fester Hauptquantenzahl n sind bezüglich der Quantenzahl m und s_z entartet. Bestimmt ihre Aufspaltung in erster Ordnung Störungstheorie. Überlegt Euch dazu zuerst die Matrixdarstellung des Störoperators in einer geeigneten Basis. Außerdem ist es sinnvoll, die folgenden Abkürzungen einzuführen:

$$\kappa \quad = \quad \frac{e\hbar B}{2m_e c} \qquad \text{und} \qquad \lambda = \frac{Ze^2\hbar^2}{4m_e^2c2}\left\langle r^{-3}\right\rangle_{n,l=1}.$$

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