Technische Universität Berlin
Institut für Theoretische Physik
Priv.-Doz. Dr. S. Klapp
Dipl.-Phys. Jan Schlesner wwwitp.physik.tu-berlin.de/lehre/TPIIIa

10. Übungsblatt zur Theoretische Physik IIIa: Quantenmechanik

Abgabe: Dienstag 27.06.06 in der Vorlesung

Aufgabe 24(10 Punkte): *Pauli–Matrizen*

Die Pauli-Matrizen sind gegeben durch

$$\sigma_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_2 = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}.$$

Außerdem gilt $\sigma_\pm = \sigma_1 \pm i\sigma_2$. Beweist oder widerlegt die folgenden Behauptungen

(a)
$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \mathbf{1}$$

(b)
$$\sigma_\pm^2 = \mathbf{0}$$

(c)
$$\sigma_1\sigma_2\sigma_3 = i\mathbf{1}$$

(d)
$$\sigma_k\sigma_l + \sigma_l\sigma_k = \mathbf{0}$$

(e)
$$\sigma_i\sigma_j = \delta_{ij}\mathbf{1} + i\sum_k \epsilon_{ijk}\sigma_i\sigma_j\sigma_k.$$

Berechnet außerdem noch die Eigenwerte und die zugehörigen Eigenvektoren von σ_1, σ_2 und σ_3.

Aufgabe 25(10 Punkte): *Spinresonanz*

Ein Elektron im Magnetfeld $\underline{B} = B\underline{e}_3$ besitze nur einen Spinfreiheitsgrad und werde somit durch den Hamilton-Operator

$$H = \frac{2\mu_B}{\hbar}\underline{S}\cdot\underline{B}, \text{ mit } \underline{S} = (\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) = \frac{1}{2}\left(\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}\right)$$

beschrieben. Berechnet die Zeitabhängigkeiten der Erwartungswerte $\langle S_1\rangle$, $\langle S_2\rangle$ und $\langle S_3\rangle$. (Dies bedeutet, dass man nicht nur die jeweiligen Bewegungsgleichungen aufstellen, sondern diese auch lösen soll.)

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