

UNIVERSITÄT LEIPZIG
INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK

Quantenmechanik II

Übungsblatt 9

Montag, den 25. Juni 2007, in der Vorlesung

25. Zeitunabhängige Störungen und Phasen in der Störungstheorie

Betrachten Sie ein System mit

$$H_0 = \frac{E}{2}\sigma_3, \quad V = \lambda\sigma_1.$$

Bei $t = 0$ befindet sich das System im Grundzustand (von H_0). Berechnen Sie störungstheoretisch und exakt die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das System bei $t = T$ im angeregten Zustand zu finden. (*Hinweis:* $\exp(i\vec{n} \cdot \vec{\sigma} \omega t) = \cos(\omega t) + i\vec{n} \cdot \vec{\sigma} \sin(\omega t)$.) Zeigen Sie, dass die störungstheoretische Wahrscheinlichkeit zwar oszilliert, aber immer mit der falschen Frequenz. Zeigen Sie ferner, dass die beiden Ergebnisse für kleine T übereinstimmen. Welche T sind klein?

26. Absorption der elektromagnetischen Strahlung

Ein "S-Zustand" wird mit einer monochromatischen elektromagnetischen Welle bestrahlt,

$$V = -z e E_0 \cos(\omega t).$$

Benutzen Sie die zeitabhängige Störungstheorie, um zu beantworten, zu welchen "P-Zuständen" wird es Übergänge geben. Hier sind

$$\begin{aligned} \psi_S &= R_1(r), \\ \psi_{P,m} &= R_2(r) \cdot Y_m^1(\theta, \varphi), \end{aligned}$$

mit beliebige Funktionen $R_1(r), R_2(r)$.

24. Anregungen mit Licht-pulsen - Störungstheoretisch¹

Ein Zwei-Niveau-System werde mit einem elektromagnetischen Wellenpaket bestrahlt:

$$H = \frac{E}{2}\sigma_3 + f(t) \cdot \begin{pmatrix} 0 & \exp(-iEt) \\ \exp(iEt) & 0 \end{pmatrix}$$

wobei

$$f(t) = \frac{\alpha\beta}{1 + \beta^2 t^2}.$$

Nehmen Sie an, dass das System sich bei $t \rightarrow -\infty$ im Grundzustand befand, und berechnen Sie in erster Ordnung der (zeitabhängigen) Störungstheorie die Wahrscheinlichkeit dafür, das System bei $t \rightarrow \infty$ im angeregten Zustand zu finden. Vergleichen Sie das Ergebnis mit der exakten Lösung (siehe QM1-Aufgaben 32,34).

¹Sie Aufgabe 24 wird in der Übungserie 9 wiederholt.