

Theoretische Physik E — Quantenmechanik II

V: Prof. Dr. D. Zeppenfeld, Ü: Dr. S. Gieseke

Übungsblatt 7

Abgabe: Mi, 20.12.'06, 9.45 Uhr, Erdgeschoss Physikhochhaus.

Aufgabe 25: Harmonischer Oszillator mit räumlich konstanter Kraft

[5]

Ein eindimensionaler harmonischer Oszillator der Frequenz ω ist einer räumlich konstanten, aber zeitabhängigen Kraft

$$F(t) = \frac{F_0 \tau}{\omega} \frac{1}{t^2 + \tau^2} \quad (-\infty < t < \infty)$$

ausgesetzt. Bei $t = -\infty$ befindet sich der Oszillator im Grundzustand. Berechnen Sie Wahrscheinlichkeit, den Oszillator bei $t = \infty$ im ersten angeregten Zustand zu finden in erster Ordnung der zeitabhängigen Störungsrechnung.

Der insgesamt wirkende Kraftpuls $\int F(t) dt$ ist unabhängig von τ . Trotzdem verschwindet für $\tau \gg 1/\omega$ die Wahrscheinlichkeit für eine Anregung. Macht das Sinn? Was bedeutet das physikalisch?

Aufgabe 26: Wandernder Puls

[5]

Wir betrachten ein Teilchen in einer Dimension in einem zunächst zeitlich konstanten Potential und betrachten das zeitunabhängige Problem als gelöst, d.h. wir kennen die Energieeigenzustände und -eigenwerte des Systems. Das Teilchen werde nun einem wandernden Puls ausgesetzt, beschrieben durch das Potential

$$V(t) = A\delta(x - ct) .$$

Angenommen, das Teilchen befindet sich bei $t = -\infty$ im Grundzustand mit Eigenfunktion $\langle x | i \rangle = u_i(x)$. Wie lautet die Wahrscheinlichkeit, das Teilchen bei $t = +\infty$ in einem angeregten Zustand mit Eigenfunktion $\langle x | f \rangle = u_f(x)$ zu finden in erster Ordnung zeitabhängiger Störungsrechnung? Was bedeutet das physikalisch, wenn Sie den Puls als Superposition harmonischer Störungen auffassen, also

$$\delta(x - ct) = \frac{1}{2\pi c} \int_{-\infty}^{\infty} d\omega e^{i\omega(x/c - t)} .$$

Welche Rolle spielt hier die Energieerhaltung?

(b.w.)

Aufgabe 27: Zusammengesetztes Spin-System**[5]**

Wir untersuchen ein System von zwei Spin- $\frac{1}{2}$ -Elektronen. Für $t < 0$ sei das System ungestört und wir setzen $H = 0$. Bei $t > 0$ gibt es zwischen den Elektronen eine Wechselwirkung

$$H = \frac{4\Delta}{\hbar^2} \vec{S}_1 \cdot \vec{S}_2 .$$

Nehmen wir an, das System befinde sich für $t < 0$ im Zustand $|+-\rangle$. Wie gross sind die Wahrscheinlichkeiten, das System zu Zeiten $t > 0$ in den Zuständen $|++\rangle$, $|+-\rangle$, $| - + \rangle$ bzw. $|--\rangle$ zu finden? Lösen Sie das Problem

(a) exakt.

(b) mit zeitabhängiger Störungsrechnung erster Ordnung.

Vergleichen Sie die Ergebnisse aus (a) und (b). Unter welchen Bedingungen stimmen sie gut überein? Falls nicht, warum nicht?

$\Sigma_{\text{Blatt7}} = 15$