

Übungen zur Theoretischen Physik E (QM II)

Prof. Dr. U. Nierste, Dr. M. Spinrath, Institut für Theoretische Teilchenphysik

WS 2013/2014

Blatt 7

Abgabe: 6.12.13 (12:00 Uhr)

Name:

Tutor:

Matrikelnummer:

Übungsgruppe:

Aufgabe 13: Gestörter harmonischer Oszillator (7 Punkte)

Zu einem ungestörten harmonischen Oszillators mit dem Hamilton-Operator

$$H_0 = \frac{P^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 X^2,$$

Eigenwerten $E_n^0 = (n + \frac{1}{2}) \hbar\omega$ und Eigenvektoren $|n\rangle$ wird eine Störterm addiert. Berechnen sie für einen

(a) (4 Punkte) linearen Störterm $\lambda\sqrt{m\hbar\omega^3}X$ die Korrekturen

- i) 1. Ordnung zu den Eigenwerten,
- ii) 1. Ordnung zu den Eigenzuständen und
- iii) 2. Ordnung zu den Eigenwerten

und vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit der exakten Lösung. (Hinweis: Quadratische Ergänzung, Impulsoperator als Erzeugender von Translationen)

(b) (3 Punkte) quadratischen Störterm $\frac{\lambda}{2}m\omega^2 X^2$ die Korrekturen

- i) 1. Ordnung zu den Eigenwerten,
- ii) 1. Ordnung zu den Eigenzuständen und
- iii) 2. Ordnung zu den Eigenwerten

und vergleichen Sie Ihre Ergebnisse für die Eigenwerte mit der exakten Lösung.

Aufgabe 14: Unendlich tiefer Potentialtopf (3 Punkte)

Betrachten Sie ein Teilchen der Masse m in einem unendlich tiefen zweidimensionalen Potentialtopf

$$\begin{aligned} V(x, y) &= 0 && \text{für } 0 \leq x \leq a \text{ und } 0 \leq y \leq a \\ V(x, y) &= \infty && \text{sonst} \end{aligned}$$

mit zusätzlichem Störterm

$$\begin{aligned} W(x, y) &= \omega_0 && \text{für } 0 \leq x \leq \frac{a}{2} \text{ und } 0 \leq y \leq \frac{a}{2} \\ W(x, y) &= 0 && \text{sonst.} \end{aligned}$$

Geben Sie die Wellenfunktion in nullter Ordnung in ω_0 an und bestimmen Sie die Energien in erster Ordnung in ω_0 für

- (a) (1.5 Punkte) den Grundzustand und
- (b) (1.5 Punkte) den ersten angeregten Zustand.

Hinweis: Die Übungsblätter erhalten Sie auch im Internet unter
<http://www.ttp.kit.edu/~spinrath/theoe.htm>