

Quantenmechanik I, WS 2025/26

Prof. Dr. Michael Bonitz

Übungszettel 14 (Abgabe: Montag 2.2. 10:00)

1. Wiederholung (mündlich): *Störungstheorie*

- (a) Erläutern Sie die Grundideen der zeitabhängigen Störungstheorie.
- (b) Erläutern Sie “Fermis Goldene Regel” und wann sie gültig ist.
- (c) Diskutieren Sie die Störungstheorie für kurze Zeiten und die “Energie-Zeit-Unschärfe”.
- (d) Erläutern Sie die Grundideen der Quantentheorie von Vielteilchensystemen.

2. Aufgaben (28 Punkte): *Störungstheorie*

- (a) *H-Atom im elektrischen Feld (Stark-Effekt)*: Man bestimme die Änderung des Energiespektrums des Wasserstoffatoms im homogenen elektrischen Feld im Grundzustand in niedrigster Ordnung Störungstheorie. (8 Punkte)
- (b) Man löse diese Aufgabe für die Niveaus $n = 2$ unter Berücksichtigung der Entartung der Energie-Eigenwerte (s. Vorlesung, 10 Punkte).
- (c) Ein eindimensionaler linearer harmonischer Oszillator wird einem homogenen elektrischen Feld in x-Richtung ausgesetzt, das sich zeitlich ändert entsprechend $\mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_0 e^{-|t|/\tau}$. Vor Einschalten des Feldes ($t \rightarrow -\infty$) befinde sich der Oszillator im n -ten Eigenzustand.
 - i. Man berechne in erster Ordnung Störungstheorie die zeitabhängige Wahrscheinlichkeit $W_{n \rightarrow k}(t)$, dass durch Wirkung der Störung das k -te Niveau besetzt ist.
 - ii. Diskutieren Sie das Resultat und stellen Sie die erlaubten Übergänge graphisch dar. Erläutern Sie, warum die restlichen Übergänge nicht auftreten bzw. unter welchen Bedingungen sie auftreten würden.
 - iii. Diskutieren Sie die Bedingungen für die Anwendbarkeit des Störungsergebnisses in Abhängigkeit vom Anfangsniveau n und den Feldparametern $\mathcal{E}_0$ und τ .

(10 Punkte)