
6. Übung zur Theoretischen Physik in zwei Semestern II

Wintersemester 2009/2010

Abgabe: Mittwoch 25. November, **Klausur:** Dienstag 1. Dezember, 10-12 Uhr

19. Beugung am Doppelspalt

10 Punkte

Wir modifizieren das in der Vorlesung erläuterte Doppelspaltexperiment durch jeweils zwei Verschlüsse A und B direkt vor den zwei Spalten und führen unter gleichen Bedingungen folgende zwei Experimente (i) und (ii) durch:

- (i) A und B werden gleichzeitig für eine Minute geöffnet. Die in dieser Zeit durch die Blende gehenden Elektronen werden auf einer Photoplatte registriert.
- (ii) Nun sei zuerst der Verschluss A für eine Minute geöffnet, der Verschluss B geschlossen. Nach einer Minute wird A geschlossen und B für eine Minute geöffnet. Die in diesen insgesamt zwei Minuten durch die Blende gehenden Elektronen werden durch eine zweite Photoplatte registriert.

Werden sich die Schwärzungsmuster auf den Photoplaten in den beiden Versuchen unterscheiden? Begründen Sie Ihre Antwort.

20. Harmonischer Oszillator

10 Punkte

Wir betrachten einen eindimensionalen harmonischen Oszillator der Masse m und Frequenz ω , d.h. der Hamilton-Operator lautet

$$H = \frac{1}{2m} \hat{p}^2 + \frac{m\omega^2}{2} \hat{x}^2.$$

- a) Welche Eigenenergien besitzt der Oszillator und wie lautet die Grundzustandswellenfunktion $\psi_0(x)$?
- b) Zeigen Sie, dass die Oszillatorlänge $l = \sqrt{\frac{\hbar}{m\omega}}$ den klassisch erlaubten Aufenthaltsbereich des Oszillators im Grundzustand angibt, also $V(x) < E_0$ genau dann wenn $|x| < l$. Mit welcher Wahrscheinlichkeit trifft man den Oszillator im Grundzustand außerhalb des klassisch erlaubten Bereichs an?
- c) Der Oszillator befinde sich zum Zeitpunkt $t = 0$ in einem beliebigen Anfangszustand φ_0 . Zeigen Sie, dass die zeitabhängigen Erwartungswerte von Ort und Impuls harmonisch mit der Frequenz ω oszillieren. [Hinweis: Ehrenfesttheorem!]

21. Streuung am δ -Potenzial

10 Punkte

Betrachten Sie die Streuung eines Teilchens mit Masse m und Energie E am Potenzial $V(x) = U l \delta(x)$, wobei l die Dimension einer Länge habe. Verwenden Sie einen Streuansatz wie in der Vorlesung (Potenzialschwelle), und bestimmen Sie die Koeffizienten r und t anhand von Anschlussbedingungen für ψ und ψ' bei $x = 0$. Berechnen und skizzieren Sie Reflexions- und Transmissionswahrscheinlichkeiten $R = |r|^2$ und $T = |t|^2$ ($= 1 - R$) als Funktion der Teilchenenergie E . (Hinweis: Eine Anschlussbedingung für ψ' ergibt sich, wenn man die Schrödingergleichung über das Intervall $[-\epsilon, \epsilon]$ integriert und dann den Grenzwert $\epsilon \rightarrow 0+$ bildet.)