

# Übung zur Vorlesung

## Theoretische Physik III/IV für Lehramtskandidaten

SoSe 2019

Blatt 4

03.05.2019

Dr. Schank

mit Tom Schmit, Francesco Rosati, Rebecca Kraus

Ihre Lösung ist in Form einer Einzelabgabe bis zum 10.05.19 um 16 Uhr in das Postfach von Prof. Dr. Giovanna Morigi im Erdgeschoss von Gebäude E2 6 einzuwerfen

### Aufgabe 10 *Deltapotential*

Betrachten Sie ein Teilchen mit der Masse  $m$  in einem Deltapotential  $V(x) = V_0\delta(x)$ , wobei  $V_0 < 0$ .

- Berechnen Sie die gebundenen normierten Eigenfunktionen des Teilchens, d.h. die normierten Eigenfunktionen für negative Energien  $E$ . (2 Punkte)
- Zeigen Sie mit Hilfe der Bedingung für die Ableitung der Eigenfunktionen bei  $x = 0$ , dass nur ein gebundener Zustand erlaubt ist mit der Eigenenergie  $E = -\frac{mV_0^2}{\hbar^2}$ .  
**Hinweis:** Die Ableitung der Eigenfunktion für  $x < 0$  entspricht nicht der Ableitung der Eigenfunktion für  $x > 0$  bei  $x = 0$ . (2 Punkte)

### Aufgabe 11 *Potentialstufe*

Betrachten Sie ein Teilchen mit der Masse  $m$ , welches von links auf das Potential

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{für } x < 0 \\ V_0 & \text{für } x > 0 \end{cases},$$

wobei  $V_0 < 0$ , trifft. Untersuchen Sie nun das System für positive Energien  $E > 0$  des Teilchens. Gehen Sie dabei analog zur Vorlesung vor.

- Berechnen Sie die stationären Eigenfunktionen des Teilchens mit Hilfe der Schrödingergleichung ohne explizit die Koeffizienten, die über die Stetigkeitsbedingungen im System bestimmt werden, zu berechnen. (2 Punkte)
- Bestimmen Sie mit Hilfe der Stetigkeitsbedingungen an der Sprungstelle des Potentials zwei Gleichungen für die in den Eigenfunktionen auftauchenden Koeffizienten. (2 Punkte)
- Bestimmen Sie den Reflexionskoeffizient als auch den Transmissionskoeffizient. Was würden Sie für ein klassisches Teilchen erwarten? (2 Punkte)

## Aufgabe 12 *Potentialbarriere*

Betrachten Sie ein Teilchen mit der Masse  $m$ , welches von links auf das Potential

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{für } x < 0 \\ V_0 & \text{für } 0 < x < a \text{ ,} \\ 0 & \text{für } a < x \end{cases}$$

wobei  $V_0 > 0$ , trifft. Untersuchen Sie nun das System für die Energien  $0 < E < V_0$  des Teilchens.

- a) Berechnen Sie die stationären Eigenfunktionen des Teilchens mit Hilfe der Schrödinger-Gleichung ohne explizit die Koeffizienten, die über die Stetigkeitsbedingungen im System bestimmt werden, zu berechnen. Fixieren Sie nun den Wert des Koeffizienten der einlaufenden Welle auf 1. *(2 Punkte)*
- b) Bestimmen Sie mit Hilfe der Stetigkeitsbedingungen an den Sprungstellen des Potentials die Koeffizienten. *(3 Punkte)*
- c) Bestimmen Sie den Reflexionskoeffizient. *(2 Punkte)*
- d) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit dafür, dass ein aus dem negativen Unendlichen kommendes Quantenteilchen den Potentialwall durchdringen kann. Was würden Sie für ein klassisches Teilchen erwarten? *(2 Punkte)*