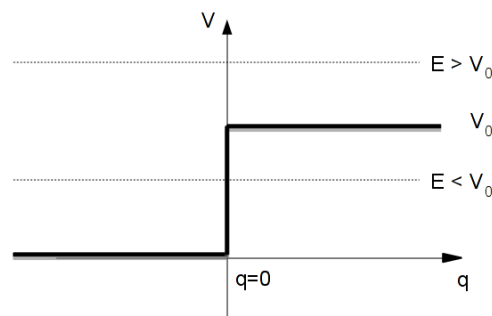


Prof. Dr. Sabine Klapp
Dr. Alexander Carmele, Philip Knospe, Dr. Benjamin Lingnau, Ché Netzer, Arne Zantop

4. Übungsblatt – Theoretische Physik II: Quantenmechanik

Abgabe: Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Bitte das Tutorium und den Namen des Tutors auf dem Aufgabenzettel angeben! Abgabe bitte in 3er Gruppen – keine Einzelabgabe. Mo. 21.05.2018 bis 18:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude

Aufgabe 8 (12 Punkte): *Potentialbarriere.*



Eine freie Teilchenwelle $\varphi_0(q)$ falle mit der Energie E von links auf die Potentialstufe

$$V(q) = \begin{cases} V_0 & \text{für } q > 0 \\ 0 & \text{für } q \leq 0 \end{cases}$$

Zunächst soll der klassisch erlaubte Fall $E > V_0$ diskutiert werden.

- Machen Sie einen geeigneten Ansatz für die Wellenfunktion $\varphi(q)$ unter Berücksichtigung der reflektierten und durchlaufenden Welle.
- Bestimmen Sie die Stromdichten für einfallende, reflektierte und durchlaufende Welle. Wie lauten die Koeffizienten für Transmission (T) und Reflexion (R)? Hinweis: Verwenden Sie die Stetigkeitsbedingungen von $\varphi(q)$ und $\varphi'(q)$ an der Stelle $q = 0$.
- Geben Sie den Realteil der Wellenfunktion an und vergleichen Sie die Wellenlängen für $q \leq 0$ und $q > 0$. Ändert sich die Amplitude?
- Geben Sie die Aufenthaltswahrscheinlichkeiten für $q \leq 0$ und $q > 0$ an. Überprüfen Sie, dass

$$T + R = 1$$

Betrachten Sie nun den klassisch verbotenen Fall $E < V_0$.

- Machen Sie einen Ansatz für die Wellenfunktion. Was ändert sich nun für die durchlaufende Welle?
- Wie lautet die Stromdichte für die durchgehende Welle?
- Bestimmen Sie wieder unter Ausnutzung der Stetigkeitsbedingungen die Amplituden der reflektierten und durchlaufenden Welle. Wie lauten Transmissions- und Reflexionskoeffizienten? (Tipp: verwenden Sie die Polardarstellung für komplexe Zahlen)
- Finden Sie einen Ausdruck für die Aufenthaltswahrscheinlichkeiten. Wie lautet die Wahrscheinlichkeitsdichte bei $q = 0$ als Funktion von V_0 ?

4. Übung TPII SS18

Aufgabe 9 (8 Punkte): Kommutator, kanonische Vertauschungsrelation und Drehimpuls

Der Kommutator zweier Operatoren ist definiert durch:

$$[\hat{A}, \hat{B}] := \hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A}$$

- (a) Leiten Sie damit zunächst die kanonischen Vertauschungsrelationen zwischen Ortsoperator \hat{x} und Impulsoperator \hat{p} ; $[\hat{x}_i, \hat{x}_j]$, $[\hat{p}_i, \hat{p}_j]$ und $[\hat{x}_i, \hat{p}_j]$ mit $i, j \in \{1, 2, 3\}$ her.

In der Quantenmechanik lautet die Ortsdarstellung des Drehimpulsoperators analog zum klassischen Drehimpuls:

$$\hat{L} = \hat{\mathbf{r}} \times \hat{\mathbf{p}} = \frac{\hbar}{i} \mathbf{r} \times \nabla$$

- (b) Geben Sie die Komponenten des Drehimpulsoperators an.
- (c) Berechnen Sie die Kommutatoren $[\hat{L}_1, \hat{L}_2]$, $[\hat{L}_2, \hat{L}_3]$ und $[\hat{L}_3, \hat{L}_1]$.
- (d) Berechnen Sie die Kommutatorrelation $[\hat{L}_i, \hat{L}^2]$.

Vorlesung:	<ul style="list-style-type: none">• Dienstag 8:15 Uhr – 9:45 Uhr im EW 202• Mittwoch 8:15 Uhr – 9:45 Uhr im EW 202
Scheinkriterien:	<ul style="list-style-type: none">• Mindestens 50% der Übungspunkte.• Bestandene Klausur.• Regelmässige und aktive Teilnahme in den Tutorien.
Klausurtermin:	<ul style="list-style-type: none">• Die Klausur findet am Dienstag, den 10.07.2018 von 8:00-10:00 Uhr statt. Raum: H0104.
Sprechstunden:	<ul style="list-style-type: none">• Prof. Dr. S. Klapp: Di 13:15 – 14:00 Uhr (EW 707)• Dr. Alexander Carmele: Di 13:15 – 14:00 Uhr (EW 704)• Philipp Knospe: Mi 11:00 – 12:00 Uhr (EW 060)• Dr. Benjamin Lingnau: Mo 15:30 – 16:30 Uhr (EW 629)• Che Netzer: Mi 15:00 – 16:00 Uhr (EW 060)• Arne Zantop: Fr 10:00 – 11:00 Uhr (EW 711)
Literatur zur Lehrveranstaltung:	<ul style="list-style-type: none">• Albert Messiah, Quantenmechanik (I/II), Walter de Gruyter, Berlin 1991• W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 5/1 & 5/2 (Springer, 2002)• Eugen Fick, Einführung in die Grundlagen der Quantentheorie, 5. Auflage, Aula-Verlag, Wiesbaden 1984