

Prof. Dr. Andreas Knorr

Mathias Hayn, Marc Hennes, Helge Neitsch, Jan F. Tötz, Kilian Kuhla, Anke Zimmermann

5. Übungsblatt – Quantenmechanik I**Abgabe: Fr. 17.05.2013 bis 11:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude**

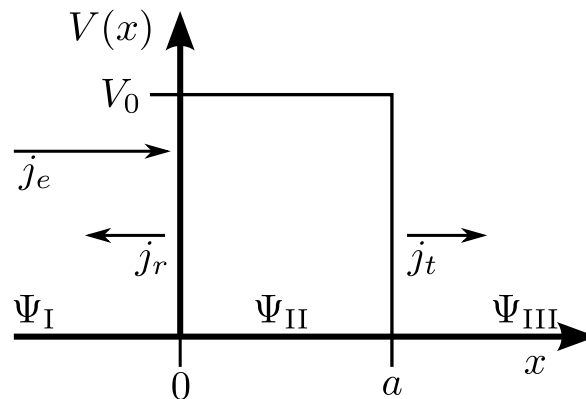
Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden *ausführliche* Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in 3er-Gruppen erfolgen. Bitte geben Sie Ihren Namen, Matrikelnummer und das Tutorium an!

Aufgabe 9 (20 Punkte): Tunneleffekt

Wir betrachten eine einfache eindimensionale Potentialschwelle:

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

Von links laufe eine Welle ein, die teilweise reflektiert, teilweise transmittiert werde (Skizze).



(a) Begründen Sie den Ansatz $\Psi_I(x, t) = \frac{1}{\sqrt{L}} e^{i(kx - \omega t)} + B_r e^{i(-kx - \omega t)}$, $\Psi_{III}(x, t) = A_t e^{i(kx - \omega t)}$ für die Wellenfunktion links bzw. rechts von der Schwelle. Finden Sie den Zusammenhang zwischen der Energie E der Welle und den Konstanten k und ω .

(b) Finden Sie einen Ansatz für die Wellenfunktion Ψ_{II} innerhalb der Schwelle und zeigen Sie den Zusammenhang einer der auftretenden Konstanten mit der Energie E der Welle. Beachten Sie dabei die Fallunterscheidung für Energien ober- und unterhalb eines gewissen Schwellwertes.

(c) Stellen Sie aus den Stetigkeitsbedingungen für die Wellenfunktion ein lineares Gleichungssystem in den unbekanntenen Amplituden auf.

(d) Leiten Sie jeweils für das Transmissionsvermögen $T = \frac{|j_t|}{|j_e|}$ und das Reflektionsvermögen $R = \frac{|j_r|}{|j_e|}$ einen Ausdruck her, der nur noch von den Parametern (nicht zwingend allen) $\hat{E} = E/V_0$, $\hat{a} = a\sqrt{2mV_0}/\hbar^2$, $\hat{L} = L\sqrt{2mV_0}/\hbar^2$ und $\hat{m} = 2mV_0/\hbar^2$ abhängt. Berechnen Sie $R + T$. Begründen Sie, warum die Definition von T sinnvoll ist. Bemerkung: j_t ist die Wahrscheinlichkeitsstromdichte der transmittierten Welle, j_e die der einfallenden Welle, die zusammen mit der Wahrscheinlichkeitsstromdichte der reflektierten Welle die Gesamtwahrscheinlichkeitsstromdichte links der Schwelle ergibt.

(e) Verwenden Sie (wenn bisher noch nicht geschehen) ein geeignetes Programm und plotten Sie das Transmissionsvermögen in Abhängigkeit von $\hat{a} = [0, 10]$. Nehmen Sie die Fälle $\hat{E} = 0.1, 0.5, 2.0$ und 10.0 an

4 Extrapunkte: Plotten Sie $|\Psi(x, t)|^2$ über $x \in [-3, 5]$ mit einem geeigneten Computerprogramm. Nehmen Sie dabei bitte in reduzierten Einheiten $\hat{a} = 2.0$ und $\hat{m} = 1.0$ an. Betrachten Sie die selben Energien wie oben!

5. Übung TPII SS13

Vorlesung:

Di. um 8:15 Uhr – 9:45 Uhr in EW 201

Mi. um 8:15 Uhr – 9:45 Uhr in EW 201

Website:

Auf <http://www.tu-berlin.de> und dann Direktzugang: **131886**

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der schriftlichen Übungspunkte.
- Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien.
- Bestandene Klausur.

Literatur zur Lehrveranstaltung:

- R. P. Feynman: „Vorlesungen über Physik - Band III - Quantenmechanik“
- T. Fließbach: „Quantenmechanik“
- F. Schwabl: „Quantenmechanik - Eine Einführung“
- W. Greiner: „Quantenmechanik - Einführung“
- R. Shankar: „Principles of Quantum Mechanics“
- J. J. Sakurai: „Modern Quantum Mechanics“
- N. Zettili: „Quantum Mechanics - Concepts and Applications“

Sprechzeiten:

Name	Tag	Zeit	Raum	Tel.
Prof. Dr. Andreas Knorr	Di	13:00 – 14:00 Uhr	EW 742	24255
Mathias Hayn	Mi	14:00 – 16:00 Uhr	EW 711	27884
	Mi	11:00 – 12:00 Uhr		
Marc Hennes	Mi	13:00 – 14:00 Uhr	EW 702	
Helge Neitsch	Fr	10:00 – 11:00 Uhr	EW 269	28852
Jan F. Totz	Mi	12:00 – 13:00 Uhr	EW 627	27681
Kilian Kuhla	Di	11:00 – 12:00 Uhr	EW 60	26143
Anke Zimmermann	Mi	11:30 – 12:30 Uhr	EW 60	26143