

Theoretische Physik 4 (Quantentheorie)

Sommersemester 2014

Präsenzübungen 1

Präsenzaufgabe 1.1: Impulsoperator im Fourierraum

Die Fouriertransformierte einer Wellenfunktion $\psi(x)$ in einer Dimension ist

$$\hat{\psi}(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int \psi(x) e^{-ikx} dx. \quad (1)$$

Der Impulsoperator P wirkt auf $\psi(x)$ durch

$$(P\psi)(x) = \frac{\hbar}{i} \frac{d\psi(x)}{dx}. \quad (2)$$

Stellen Sie fest, wie er auf die Fouriertransformierte $\hat{\psi}(k)$ wirkt.

Präsenzaufgabe 1.2: Zeitentwicklungsoperator

Zeigen Sie, dass der Zeitentwicklungsoperator ein linearer Operator ist.

Präsenzaufgabe 1.3: Komplexes Potential

Betrachten Sie die Schrödingergleichung mit einem komplexen Potential $U = V + iW$.

- (a) Untersuchen Sie, durch welche Terme sich die Kontinuitätsgleichung fuer $|\psi(t, x)|^2$ ändert, wenn $W \neq 0$ ist.
- (b) Untersuchen Sie, wie das zeitliche Verhalten des Raumintegrals $\int |\psi(t, x)|^2 dx$ vom Vorzeichen von W abhängt.

Präsenzaufgabe 1.4: Skalierungen in der Schrödingergleichung

In der Vorlesung haben Sie ein Skalierungsargument kennengelernt, mit dessen Hilfe sich bei einem vorgegebenen Potential $V(x)$ die Größenordnung der Energieeigenwerte der Schrödingergleichung sowie die Längenskala, auf der die Eigenfunktionen variieren, abschätzen lassen. Führen Sie dieses für ein Potential der Form

$$V(x) = V_0 |x|^{-1-\alpha} \quad (3)$$

mit $0 \leq \alpha < 1$ und einer Konstanten V_0 der Dimension $[\text{Energie}] \times [\text{Länge}]^{1+\alpha}$ aus.