

Theoretische Physik 4 (Quantentheorie)

Sommersemester 2014

Übungsblatt 6

Aufgabe 6.1: Wignerfunktion

(a) Zeigen Sie: $\frac{1}{(2\pi\hbar)^d} \iint W_\phi(\mathbf{x}, \mathbf{p}) W_\psi(\mathbf{x}, \mathbf{p}) d^d\mathbf{x} d^d\mathbf{p} = |\langle \phi | \psi \rangle|^2$.

(b) Weiterhin: $\frac{1}{(2\pi\hbar)^d} \int W_\psi(\mathbf{x}, \mathbf{p}) e^{i\mathbf{p} \cdot \mathbf{x}'/\hbar} d^d\mathbf{p} = \overline{\psi\left(\mathbf{x} + \frac{\mathbf{x}'}{2}\right)} \psi\left(\mathbf{x} - \frac{\mathbf{x}'}{2}\right)$.

(c) Versuchen Sie ausgehend von (b) die Wellenfunktion aus W zu rekonstruieren.

6 Punkte.

Aufgabe 6.2: Green'sche Funktion der Helmholtz-Gleichung

Zeigen Sie in $d = 3$

$$(\Delta + k^2) \frac{e^{\pm ikr}}{r} = -4\pi \delta(\mathbf{x}). \quad (1)$$

6 Punkte.

Aufgabe 6.3: Born'sche Näherung

(a) Zeigen Sie, dass für ein Zentralpotential $V(r)$ die Streuamplitude in der Born'schen Näherung gegeben ist durch

$$f = -\frac{2m}{\hbar^2} \frac{1}{q} \int_0^\infty V(r) r \sin(qr) dr, \quad (2)$$

wobei $q = |\mathbf{q}|$ dem Impulsübertrag entspricht.

2 Punkte.

(b) Berechnen Sie den differentiellen Streuquerschnitt für ein Zentralpotential der Form

$$V(r) = V_0 a \frac{e^{-r/a}}{r}. \quad (3)$$

Was ergibt sich im Grenzwert $a \rightarrow \infty$?

3 Punkte.

- (c) Bestimmen Sie ausgehend von (b) den totalen Streuquerschnitt. *3 Punkte.*
- (d)* Unter welcher Bedingung ist das Resultat gültig? *+2 Punkte.*

Abgabe am 03.06.2014 vor Beginn der Vorlesung. Viel Erfolg!