Universität zu Köln
Institut für Theoretische Physik
Prof. Dr. Claus Kiefer
Friedemann Queisser

4.11.2008

4. Übungsblatt zur Quantenmechanik II

Wintersemester 2008

Aufgabe 11 (Potentialtopf und Potentialwall) (7 Punkte)

Ein Teilchen der Masse m werde am Potentialtopf

$$V(r) = \begin{cases} V_0 & \text{für } r < R_0 \\ 0 & \text{für } r > R_0 \end{cases}$$

gestreut.

a) Sei zunaächst $V_0 < 0$. Berechnen Sie in erster Bornscher Näherung die Streuamplitude $f(\vartheta)$.

b) Geben Sie den differentiellen Wirkungsquerschnitt $d\sigma/d\Omega$ an und diskutieren Sie diesen für kleine Teilchenenergien ($kR_0 << 0$).

c) Die Bornsche Näherung ist nur dann sinnvoll, wenn die erste Korrektur der Wellenfunktion vernachlässigbar ist. Leiten Sie daraus die Bedingung

$$\left| \int_0^\infty drV(r)(e^{2ikr} - 1) \right| << \frac{\hbar^2 k}{m}$$

ab. Unter welchen Bedingungen ist die Bornsche Näherung unter a) erlaubt? Betrachten Sie speziell die Grenzen kleiner ($kR_0 << 1$) und grosser ($kR_0 >> 1$) Teilchenergien.

d) Sei nun $V_0 > 0$. Finden Sie für eine s-Streuung einer Welle mit $E < V_0$ eine Bestimmungsgleichung für die Streuphase δ_0.

e) Schätzen Sie für kleine Energien E des einfallenden Teilchens die Streuphase δ_0 ab und bestimmen Sie den partiellen Wirkungsquerschnitt σ_0. Untersuchen Sie auch den Grenzfall $V_0 \to \infty$.

Aufgabe 12 (Yukawa-Potential) (3 Punkte)

Ein Teilchen der Masse m werde an dem abgeschirmten Coulomb-Potential

$$V(r) = \frac{\alpha}{r} \exp\left(-\frac{r}{R_0}\right), \quad \alpha > 0$$

gestreut.

a) Berechnen Sie in erster Bornscher Näherung die Streuamplitude $f(\vartheta)$ und den differentiellen Wirkungsquerschnitt $d\sigma/d\Omega$.

b) In welchem Wertebereich für α bzw. R_0 stellt bei kleinen Teilchenenergien die Bornsche Näherung eine brauchbare Approximation dar?

c) Wie sieht der Grenzfall des Coulomb-Potentials aus?

Abgabe: Mi, 12.11.08