

Theoretische Physik II: Quanten Mechanik, Übung 10

Prof. Hans Peter Büchler WS 2009, Abgabe 12. Januar 2010

1. Streuung am Yukawa-Potential (Schriftlich)

Berechne die Streuamplituden für das Yukawa-Potential $V(\mathbf{x}) = \exp(-\mu |\mathbf{x}|)/|\mathbf{x}|$ in erster und zweiter Ordnung. Bilde den Limes $\mu \rightarrow 0$, um zu den Streuamplituden des Coulomb-Potentials überzugehen. Was fällt auf?

2. Die Born'sche Reihe (mündlich)

Die Born'sche Reihe

$$\psi(\mathbf{k}, \mathbf{x}) = \sum_n \psi_n(\mathbf{k}, \mathbf{x}) \quad (1)$$

mit

$$\psi_0(\mathbf{k}, \mathbf{x}) = \exp(i\mathbf{k} \cdot \mathbf{x}) \quad (2)$$

$$\psi_n(\mathbf{k}, \mathbf{x}) = -\frac{m}{2\pi\hbar^2} \int d^3x' V(\mathbf{x}') \frac{e^{-i\mathbf{k} \cdot |\mathbf{x} - \mathbf{x}'|}}{|\mathbf{x} - \mathbf{x}'|} \psi_{n-1}(\mathbf{k}, \mathbf{x}') \quad (3)$$

ist die formale Lösung de Streuproblems. Zeige, dass sie dargestellt werden kann als

$$\psi(\mathbf{k}, \mathbf{x}) = \psi_0(\mathbf{k}, \mathbf{x}) + \sum_n X^n \psi_0(\mathbf{k}, \mathbf{x}). \quad (4)$$

Finde unter Annahme eines kurzreichweitigen Potentials die Wellenfunktion im asymptotischen Bereich ($|\mathbf{x}| \rightarrow \infty$), welche als Produkt einer auslaufenden Kugelwelle und einer Streuamplitude $f(\mathbf{k}, \mathbf{k}')$ dargestellt werden kann. Drücke die Streuamplitude in n ter Ordnung aus durch die Fourierkomponentendes Streupotentials und finde Diagramme, welche die beschriebenen Streuprozesse darstellen.