

Theoretische Physik 4 (Quantentheorie)

Sommersemester 2014

Übungsblatt 7

Aufgabe 7.1: Streuung am δ -Potential

Betrachten Sie die Streuung einer von $x = -\infty$ ausgehenden freien Teilchenwelle an dem Potential (in $d = 1$)

$$V(x) = V_0 \delta(x) \quad (1)$$

mit $V_0 > 0$. Bestimmen Sie den Reflexions- und den Transmissionskoeffizienten aus der Lösung der stationären Schrödingergleichung.

Hinweis: Das δ -Potential führt zu einer Unstetigkeit in der ersten Ableitung von ψ (ψ selbst ist bei $x = 0$ stetig), die man durch Integrieren der zweiten Ableitung und Einsetzen der Schrödingergleichung bestimmen kann.

6 Punkte.

Aufgabe 7.2: Reflexion eines Autos am Abhang

Ein 1000 kg schweres Auto nähert sich mit einer Geschwindigkeit von 1 cm/s einem sehr steilen Abhang. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Auto am Abhang reflektiert wird?

Hinweis: Bestimmen Sie das Potential $V(x)$ für $x > 0$ aus der klassischen Fallkurve des Autos. Setzen Sie weiterhin für die Lösung in diesem Bereich $\psi(x) = f(x) \exp(ikx)$ an. Bestimmen Sie die Anschlussbedingungen der Wellenfunktion mithilfe eines Potenzreihenansatzes für $f(x)$, der nach der dritten Ordnung in x abgebrochen wird.

8 Punkte.

Aufgabe 7.3: Hellmann-Feynman-Theorem

Sei $\psi(\lambda)$ ein stationärer Zustand von $H(\lambda)$ zum Eigenwert $E(\lambda)$, und A ein Operator, der nicht von λ abhängt. Zeigen Sie das verallgemeinerte Hellmann-Feynman-Theorem

$$\frac{\partial E}{\partial \lambda} \langle A \rangle_\psi = \left\langle A \frac{\partial H}{\partial \lambda} \right\rangle_\psi + \left\langle \psi \left| [A, H] \frac{\partial \psi}{\partial \lambda} \right. \right\rangle. \quad (2)$$

Für $A = \mathbb{1}$ ergibt sich hieraus das gewöhnliche Hellmann-Feynman-Theorem.

6 Punkte.

Abgabe am 10.06.2014 vor Beginn der Vorlesung. Viel Erfolg!