Experimentalphysik III: Relativitätstheorie, Quantenphysik, Kern- und Teilchenphysik
Blatt 5

Prof. Dr. Kilian Singer

Übungsgruppe: Mi, 11.11.2015 15:15-17:00 (Raum 1135)

Abgabe: Do, 12.11.2015 14:00 (Raum 1165)

Übungsgruppenleiter: Stefan Aull (stefan.aull@posteo.de)

Aufgabe 14: **Unbestimmtheit in einem unendlich tiefen Topf** (1 Punkte)

(a) Die Wahrscheinlichkeit pro Längeneinheit, ein klassisches Teilchen in einem Kasten zu finden, entlang der gesamten Kastenlänge beträgt $1/L$ wenn man nur weisst, dass das Teilchen sich im Kasten befindet aber keine zusätzliche Information über seinen Ort hat. Zeigen Sie, dass damit der klassische Erwartungswert des Orts $L/2$, der Erwartungswert des Ortsquadrat $L^2/3$ und die Ortsunbestimmtheit $L/\sqrt{12}$ beträgt.

(b) Zeigen Sie, dass die Ortsunbestimmtheit eines quantenmechanischen Teilchen in einem unendlich tiefen Topf im allgemeinen Fall eines beliebigen n durch

$$L\sqrt{\frac{1}{12} - \frac{1}{2n^2\pi^2}} \tag{1}$$

gegeben ist. Diskutieren Sie diese Abhängigkeit. Unter welchen Umständen stimmt dies mit der klassischen Unbestimmtheit $L/\sqrt{12}$ überein?

(c) Zeigen Sie, dass die Unbestimmtheit im Impuls eines quantenmechanischen Teilchen in einem unendlich tiefen Topf für beliebiege n durch $n\pi\hbar/L$ gegeben ist.

(d) Wie lautet das Produkt der Unbestimmtheiten aus den vorherigen Teilaufgaben ? Erläutern Sie das Ergebnis.

Aufgabe 15: **Zeitabhängige Entwicklung einer Überlagerung** (2 Punkte)

Betrachten Sie eine, Wellenfunktion, die eine Kombination zweier unterschiedlicher stationärer Zustände eines unendlichen Topfs, nämlich des m-ten und des n-ten, darstellt

$$\Psi(x,t) = \frac{1}{\sqrt{2}}\Psi_n(x)e^{-i\frac{E_n}{\hbar}t} + \frac{1}{\sqrt{2}}\Psi_m(x)e^{-i\frac{E_m}{\hbar}t} \tag{2}$$

(a) Zeigen Sie, dass Ψ richtig normiert ist.

(b) Zeigen, Sie, dass der Erwartungswert der Energie der Mittelwert der beiden Energie ist:

$$\overline{E} = \frac{E_n + E_m}{2} \tag{3}$$

(c) Zeigen Sie, dass der Erwartungswert des Quadrats der Energie durch

$$\overline{E^2} = \frac{E_n^2 + E_m^2}{2} \tag{4}$$

gegeben ist.

(d) Bestimmen Sie die Energieunbestimmtheit.

Aufgabe 16: **Drehimpulsoperator** (2 Punkte)

Der Operator des Drehimpulses um die z-Achse lautet in Polarkoordinaten $-i\hbar\frac{\partial}{\partial\phi}$. Finden Sie eine Function $f(\phi)$, die eine wohldefinierte z-Komponente des Drehimpulses aufweist.