Institut für Theoretische Teilchenphysik

Moderne Theoretische Physik für Lehramtskandidaten

WS 2015/16

Übungsblatt 13
Präsenzübung

Prof. Dr. U. Nierste
Dr. S. Schacht, Dr. M. Spinrath

45 min. Fr., 05.02.2016

Bitte schreiben Sie Ihren Namen auf jedes Blatt Ihrer Lösung und geben Sie auf der ersten Seite Ihre Tutorgruppe (Ort, Zeit, Name des Tutors) an.

Aufgabe 1 (10 Punkte): Betrachten Sie ein Potenzial, das für $|x| > a$ unendlich groß ist und für $-a \leq x \leq a$ verschwindet. Die Elektron-Wellenfunktion $\psi(x)$ muss dann für $|x| \geq a$ verschwinden; insbesondere ist also $\psi(-a) = \psi(a) = 0$.

a) (2 Punkte) Bestimmen Sie aus dem Hamiltonoperator $H = \frac{P^2}{2m}$ die Energie-Eigenwerte E_n und die zugehörigen normierten Eigenfunktionen $\psi_n(x)$ in der Ortsdarstellung. Dazu müssen Sie die Gleichung

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}\psi_n(x) = E_n\psi_n(x)$$

unter Beachtung der Randbedingung $\psi_n(-a) = \psi_n(a) = 0$ lösen.

b) (4 Punkte) Berechnen Sie $\langle X\rangle$ und die Ortsunschärfe ΔX für alle ψ_n.

Hinweise: Das Integral $\int_{-a}^{a} f(y)dy$ verschwindet, wenn $f(y) = -f(-y)$ ist. Weiterhin ist

$$\sin^2 y = \frac{1}{2}\left(1 - \cos(2y)\right) , \tag{1}$$

$$\cos^2 y = \frac{1}{2}\left(1 + \cos(2y)\right) . \tag{2}$$

c) (4 Punkte) Berechnen Sie $\langle P\rangle$ und die Impulsunschärfe ΔP für alle ψ_n. Geben Sie auch die Unschärfeprodukte $(\Delta X)(\Delta P)$ an.