

3. Hausübungen zur Quantenphysik SS 09

Dr. J. Henn Dr. O. M. Kind Prof. Th. Lohse Prof. J. Plefka Dr. U. Schwanke

Ausgabe: 06.05.09 Abgabe: 13.05.09 in der Vorlesung Besprechung: 20./21.05.09

H1 - Kontinuitätsgleichung

Gegeben sei das eindimensionale Gaußsche Wellenpaket

$$\Psi(x,t) = \frac{A}{2\pi\hbar} \sqrt{\frac{\pi}{a}} \exp\left\{\frac{b^2}{a} - c\right\}, \quad \text{mit } a = \frac{d^2}{\hbar^2} + i\frac{t}{2m\hbar}, \quad b = \frac{d^2 p_0}{\hbar^2} + i\frac{x}{2\hbar}, \quad c = \frac{d^2 p_0^2}{\hbar^2}.$$

Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeitsstromdichte

$$j(x,t) = \frac{\hbar}{2mi} \left[\Psi^* \left(\frac{\partial}{\partial x} \Psi \right) - \left(\frac{\partial}{\partial x} \Psi^* \right) \Psi \right],$$

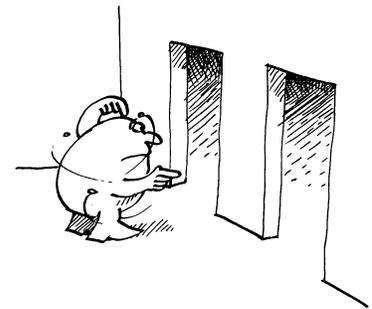
und überprüfen Sie, dass die Kontinuitätsgleichung erfüllt ist.

H2 - Zeitentwicklung

$\psi_a(x)$ und $\psi_b(x)$ seien zwei orthonormierte Lösungen der zeitunabhängigen Schrödinger-Gleichung mit den Eigenwerten E_a und E_b zu einem vorgegebenen Potenzial. Zur Zeit $t = 0$ möge sich das System im Zustand

$$\Psi(x,t=0) = \frac{1}{\sqrt{2}} \{ \psi_a(x) + \psi_b(x) \}$$

befinden. Bestimmen und diskutieren Sie die Wahrscheinlichkeitsdichte $\rho(x,t)$ zu einem späteren Zeitpunkt.



AM DOPPELSPALT SCHAFFEN ES DIE ATOMIS IMMER WIEDER, SICH UM EINE ENTSCHEIDUNG ZU DRÜCKEN.

H3 - Compton-Effekt

Betrachten Sie die elastische Streuung eines Photons an einem freien, ruhenden Elektron.

a) Welche Energie hatte das einfallende Photon, wenn das unter dem Winkel $\theta = \pi/4$ gestreute Photon die Compton-Wellenlänge $\lambda_c = \frac{h}{m_e c}$ besitzt?

b) Beweisen Sie mithilfe des relativistischen Energie-Impulssatzes, dass das Elektron nicht die gesamte Energie des einfallenden Photons aufnehmen kann.