5. Hausübungen zur Quantenphysik SS 09

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

---

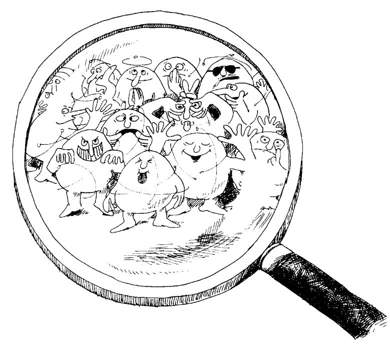
Ausgabe: 20.05.09   Abgabe: 29.05.09 in der Vorlesung   Besprechung: 03./04.06.09

H1 - Kontinuitätsgleichung

Leiten Sie Ausdücke für die Wahrscheinlichkeitsdichte und die -stromdichte ab, indem Sie den Ansatz

$$\psi(\vec{x},t) = A(\vec{x},t) \cdot e^{\frac{i}{\hbar}S(\vec{x},t)} \text{ mit } A, S \in \mathbb{R}$$

in die Schrödinger-Glg. einsetzen. Durch Trennung von Real- und Imaginärteil findet man eine Gleichung, die als Kontinuitätsgleichung verstanden werden kann.



SOBALD DIE ATOMIS BEOBACHTET WERDEN, BENEHMEN SIE SICH AUF EINMAL GANZ ANDERS

H2 - Harmonischer Oszillator mit linearem Term

Ein Teilchen der Masse m und Ladung q befinde sich in einem Oszillatorpotential $V(x) = m\omega^2x^2/2$ und sei zusätzlich einem zeitlich konstanten homogenen elektrischen Feld E in positive x-Richtung ausgesetzt (es handelt sich um ein eindimensionales Problem).
a) Bestimmen Sie die Energieeigenwerte E_n und die Eigenfunktionen ψ_n dieses Hamiltonoperators!
b) Berechnen Sie ferner das Skalarprodukt $(\psi_0^{\text{ungestört}}, \psi_n)$, wobei $\psi_0^{\text{ungestört}}$ die Grundzustandswellenfunktion des ungestörten harmonischen Oszillators, d.h. für $E = 0$, bezeichnet.

H3 - Unschärferelation für stationäre Zustände des Harmonischen Oszillators

Bestimmen sie die Mittelwerte des Ortes $\langle x\rangle$ und des Impulses $\langle p\rangle$, sowie die Schwankungsquadrate $\Delta x = \langle (x - \langle x\rangle)^2\rangle$ und $\Delta p = \langle (p - \langle p\rangle)^2\rangle$ für einen eindimensionalen harmonischen Oszillator, der sich in einem Energieeigenzustand ψ_n befindet.
Was ergibt sich für das Unschärfeprodukt $\Delta x \, \Delta p$?