

# Übungen zur Quantentheorie für Lehramtsstudierende und Informatiker/innen (WS 2006/2007)

## Blatt 3

### Aufgabe 8: Zeitliche Änderung der Erwartungswerte (4 Punkte)

- a) Zeigen Sie durch Benutzung der Kontinuitätsgleichung

$$\frac{d}{dt}\langle \vec{r} \rangle = \frac{1}{m}\langle \vec{p} \rangle.$$

Die Wellenfunktion ist dabei als schnell abfallend für  $|\vec{r}| \rightarrow \infty$  anzunehmen (wichtig für „Randterme“).

- b) Zeigen Sie, dass für ein freies Teilchen gilt

$$\frac{d}{dt}\langle \vec{p} \rangle = \vec{0}.$$

### Aufgabe 9: Unschärfen einer Gauß'schen Wellenfunktion (3 Punkte)

Berechnen Sie die Orts- und Impulsunschärfen  $\Delta x$  und  $\Delta p$  und deren Produkt für

$$\psi(x) = N e^{-ax^2/2}.$$

Beachten Sie die Normierung der Wellenfunktion.

### Aufgabe 10: Unschärfen einer Rechteckfunktion (3 Punkte)

Zeigen Sie, dass für die Wellenfunktion

$$\psi(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2a}}, & |x| < a \\ 0, & |x| > a \end{cases}$$

die Impulsunschärfe unendlich ist. Berechnen Sie auch die Ortsunschärfe.

### Aufgabe 11: Impulsmessung und Unschärfen eines Wellenpaketes (4 Punkte)

Für ein Wellenpaket

$$\psi(x, t) = \int \frac{dk}{2\pi} \varphi(k) e^{i(kx - \omega t)}$$

sei

$$\varphi(k) = N e^{-|k|/k_0}.$$

- a) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, bei einer Messung des Impulses einen Wert zwischen  $-p_1$  und  $p_1$  zu finden?  
b) Berechnen Sie  $\Delta x \cdot \Delta p$  zur Zeit  $t = 0$ .