Übungsblatt Nr. 3 zur Theorie D:**Harmonischer Oszillator**

1 **Materiewellen im Vakuum: Gauß'sches Wellenpaket (Teil 2).** Zur Zeit $t = 0$ sei folgendes Wellenpaket gegeben: $\Phi(x, 0) = A \exp(-x^2/(4a^2) + ik_0x)$. Benutzen Sie die Ergebnisse aus Aufgabe 3 auf Blatt 2, um

- a) die Erwartungswerte und Streuungen von x und k zu berechnen.
- b) Diskutieren Sie anhand dieses Beispiels Gruppen- und Phasengeschwindigkeit. Geben Sie die de-Broglie Wellenlänge an. Berechnen Sie die Orts-Impuls-Unschärfe und diskutieren Sie den klassischen und monochromatischen Grenzfall.

2 **Harmonischer Oszillator.** Gegeben ist zur Zeit $t = 0$ der Zustand

$$\Psi(x) = N (\Psi_0(x) + \Psi_1(x)), \quad (1)$$

wobei $\Psi_n(x)$ die in der Vorlesung angegebenen orthonormierten Energie-Eigenzustände sind mit Energie-Eigenwerten $E_n = \hbar\omega(n + 1/2)$.

- a) Bestimmen Sie die Normierungskonstante N . Wie lautet die Zeitentwicklung $\Psi(x, t)$ des gegebenen Zustands (1)? Bestimmen Sie die Erwartungswerte $\langle x \rangle$ und $\langle p \rangle$.
- b) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeiten $w(x)$, $w(p)$ und $w(E)$ für x -, p - und E -Messungen und skizzieren Sie die Ergebnisse zu einigen Zeiten. Mit welcher Frequenz oszillieren $w(x)$ und $w(p)$? Warum ist $w(E)$ zeitlich konstant?

3 **Kommutator und Poissonklammern.** Zeigen Sie: Der Kommutator $\frac{i}{\hbar}[\hat{A}, \hat{B}]$ erfüllt die selben algebraischen Rechenregeln wie die Poissonklammern $\{A, B\}$ der zugehörigen klassischen Größen A und B . Wie ergibt sich daraus die Zeitunabhängigkeit von $\langle p \rangle$ in Aufgabe 1 und $\langle E \rangle$ in Aufgabe 2?

— Besprechung in den Übungsgruppen am Do., dem 22.5.03 —