

Prof. Dr. Harald Engel

Benjamin Lingnau, Jan Totz, Maria Zeitz, Manuel Katzer, Willy Knorr

7. Übungsblatt – Theoretische Physik II: Quantenmechanik**Abgabe: Bis Montag 12.06.2017 12:00 im Briefkasten am Hintereingang des ER-Gebäudes***Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden sehr ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Bitte das Deckblatt von der Homepage verwenden! Die Abgabe erfolgt in Dreiergruppen.***Aufgabe 15 (5 Punkte):** *Harmonischer Oszillator in Matrixdarstellung*Wir betrachten die Eigenzustände $|n\rangle = \frac{1}{\sqrt{n!}}(\hat{a}^\dagger)^n|0\rangle$ des Besetzungszahloperators \hat{n} des harmonischen Oszillators in Matrixdarstellung. Die Eigenzustände lauten dann:

$$|0\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \end{pmatrix}, \quad |1\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \end{pmatrix}, \quad |2\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ \vdots \end{pmatrix}, \quad \dots$$

Berechne die Matrixdarstellung vpm Erzeugungsoperator \hat{a}^\dagger , Vernichtungsoperator \hat{a} , Ortsoperator \hat{x} , Impulsoperator \hat{p} und Hamiltonoperator \hat{H} zu der Basis $|n\rangle$.**Aufgabe 16 (15 Punkte):** *Glauber-Zustände des harmonischen Oszillators*Ein Glauber-Zustand $|\alpha\rangle$ ist definiert durch $|\alpha\rangle \equiv C \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\alpha^n}{\sqrt{n!}} |n\rangle$.

- (i) Normiere $|\alpha\rangle$.
- (ii) Zeige, dass $|\alpha\rangle$ Eigenzustand des Vernichtungsoperators \hat{a} ist und bestimme den Eigenwert.
- (iii) Bestimme das Unschärfeprodukt $\Delta x \cdot \Delta p$ für einen Glauber-Zustand.
- (iv) Bestimme die Bewegungsgleichungen des Orts- und Impulserwartungswertes eines Glauber-Zustandes und löse sie (d.h. berechne $\langle \hat{x} \rangle(t)$ und $\langle \hat{p} \rangle(t)$).
- (v) Die relative Fluktuation einer Observable \hat{A} ist definiert als $\frac{\Delta \hat{A}}{\langle \hat{A} \rangle}$. Bestimme die relative Fluktuation von Ort, Impuls und Energie in einem Glauber-Zustand.
- (vi) Wie verhalten sich die relativen Fluktuationen von Ort, Impuls und Energie bei Übergang zu einem makroskopischen Oszillator?

Bonusaufgabe: Warum werden Glauber-Zustände auch kohärente Zustände oder quasiklassische Zustände genannt? (Argumentiere jeweils mit den oben erhaltenen Erkenntnissen und Definitionen).

7. Übung SoSe17

- Vorlesung:**
- Dienstag 8:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 202.
 - Mittwoch 8:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 202.

- Webseite:**
- Details zur Vorlesung, Vorlesungsmitschrift und aktuelle Informationen sowie Sprechzeiten auf der TU Webseite unter www.tu-berlin.de/?qm17

- Scheinkriterien:**
- Mindestens 50% der Übungspunkte.
 - Bestandene Klausur.

Bemerkung: Bei den Übungsaufgaben werden nur Originalabgaben akzeptiert. Keine Kopien oder elektronischen Abgaben. Bei Programmieraufgaben ist verwendeter Code ausgedruckt mit abzugeben.