Übung zur Vorlesung
Theoretische Physik III/IV für Lehramtskandidaten

SoSe 2018 **Blatt 7** **26. Mai 2018**
Dr. Schank
mit Andreas Buchheit, Timo Felser, Luigi Gianelli

Ihre Lösung ist zu Beginn der Übung am 01.06.2018 in Form einer Einzelabgabe einzureichen.

Aufgabe 19 *Eigenfunktion des Impulsoperators*

a) Berechnen Sie die Eigenfunktionen des Impulsoperators $\hat{p}$ im Ortsraum. *(1 Punkt)*

b) Berechnen Sie die Eigenfunktionen des Impulsoperators $\hat{p}$ im Impulsraum. *(1 Punkt)*

c) Interpretieren Sie die Ergebnisse aus a) und b). *(2 Punkte)*

Aufgabe 20 *Projektionsoperator*

Ein Projektionsoperator $\hat{P}$ wird ber die Relation $\hat{P}^2 = \hat{P}$ definiert, d.h. die zweifache Projektion auf einen Vektor ist gleichwertig zur einfachen Projektion auf diesen Vektor.

a) Bestimmen Sie die mglichen Eigenwerte p des Projektionsoperators $\hat{P}$ mit Hilfe der Eigenwertgleichung $\hat{P}|p\rangle = p|p\rangle$, wobei $|p\rangle$ den entsprechenden Eigenvektor darstellt. *(1 Punkt)*

b) Zeigen Sie, dass der Operator $\hat{\mathbb{1}} - \hat{P}$ ebenfalls einen Projektionsoperator darstellt. Wie hngen die Eigenvektoren von $\hat{\mathbb{1}} - \hat{P}$ mit den Eigenvektoren von $\hat{P}$ zusammen? *(2 Punkte)*

c) Zeigen Sie, dass der adjungierte Operator $\hat{P}^\dagger$ zum Projektionsoperator $\hat{P}$ einen Projektionsoperator darstellt. *(2 Punkte)*

d) <u>Zusatzaufgabe:</u> Ist jeder Projektionsoperator $\hat{P}$ hermitesch? *(4 Punkte)*

Aufgabe 21 *Der eindimensionale harmonische Oszillator*

In der Vorlesung wurde bereits die Eigenbasis $\{|n\rangle | n = 0, 1, 2, ...\}$ des eindimensionalen harmonischen Oszillators eingefhrt. Im Folgenden sollen Sie die Matrixelemente einiger Operator in der $\{|n\rangle\}$-Darstellung bestimmen.

a) Bestimmen Sie die Matrixelemente $\langle n|\hat{a}|m\rangle$ und $\langle n|\hat{a}^\dagger|m\rangle$, wobei $\hat{a}$ der Absteigeoperator und $\hat{a}^\dagger$ der Aufsteigeoperator ist. *(1 Punkt)*

b) Bestimmen Sie die Matrixelemente $\langle n|\hat{p}|m\rangle$ und $\langle n|\hat{x}|m\rangle$, wobei $\hat{p}$ den Impulsoperator und $\hat{x}$ den Ortsoperator darstellt. *(2 Punkte)*

c) Bestimmen Sie die Matrixelemente $\langle n|\hat{E}_{kin}|m\rangle$ und $\langle n|\hat{E}_{pot}|m\rangle$, wobei $\hat{E}_{kin}$ den Operator der kinetischen Energie darstellt und $\hat{E}_{pot}$ den Operator der potentiellen Energie darstellt. *(2 Punkte)*