

# Moderne Theoretische Physik für Lehramtskandidaten

Vorlesung: PD Dr. S. Gieseke – Übung: Dr. C. B. Duncan

## Übungsblatt 13

Abgabe: Mi, 17.02.2021 – Besprechung: Fr, 19.02.2021

### Aufgabe 1: Hamilton-Operator

4 P

Ein Teilchen der Masse  $m$  bewege sich in dem Potential:

$$V(q) = \begin{cases} \infty & \text{für } q < 0, \\ \frac{1}{2}m\omega^2 q^2 & \text{für } q > 0. \end{cases}$$

Bestimmen Sie Eigenwerte und Eigenfunktionen des Hamilton-Operators

$$H = \frac{p^2}{2m} + V(q)$$

Sie können die Oszillatoreigenfunktionen der Vorlesung benutzen.

### Aufgabe 2: Hamilton-Operator im konstanten Feld

10 P

Ein Teilchen der Ladung  $\hat{q}$  und der Masse  $m$  führt eine eindimensionale Bewegung in einem harmonischen Oszillatorpotential aus und ist außerdem dem Einfluß eines konstanten elektrischen Feldes unterworfen, das parallel zu seiner Bewegungsrichtung wirkt. Geben Sie den Hamilton-Operator dieses Systems an und bestimmen Sie sein Eigenwertspektrum und seine Eigenfunktionen.

### Aufgabe 3: Besetzungszahloperator

6 P

$\hat{n} = a^\dagger a$  ist der Besetzungszahloperator;  $a^\dagger$  und  $a$  sind der Erzeugungs- und der Vernichtungsoperator. Verifizieren Sie die folgenden Kommutatorrelationen:

(a) 1 P

$$[a^m, a^\dagger] = m a^{m-1} \quad (1)$$

(b) 1 P

$$[a, a^{\dagger m}] = m (a^\dagger)^{m-1} \quad (2)$$

(c) 2 P

$$[\hat{n}, a^m] = -ma^m \quad (3)$$

(d) 2 P

$$[\hat{n}, a^{\dagger m}] = ma^{\dagger m} \quad (4)$$