

Theoretische Physik II: Quanten Mechanik, Übung 10

Prof. Hans Peter Büchler SS 2011, 5. Juli 2011

1. Kräftefreies Teilchen im Heisenbergbild (Übungsstunde)

Betrachte die kräftefreie, eindimensionale Bewegung eines Teilchen der Masse m :

$$H = \frac{1}{2m}p^2. \quad (1)$$

- (a) Löse die Bewegungsgleichung für den Ortsoperator $q_H(t)$ und den Impulsoperator $p_H(t)$ im Heisenbergbild.
- (b) Berechne die folgenden Kommutatoren:

$$[q_H(t_1), q_H(t_2)] \quad (2)$$

$$[p_H(t_1), p_H(t_2)] \quad (3)$$

$$[q_H(t_1), p_H(t_2)] \quad (4)$$

2. Stark Effekt in polaren Molekülen (Schriftlich)

Die tiefsten Anregungen eines polaren Moleküls (z.b., LiCs) sind durch Rotationen gegeben, mit Wellenfunktionen $\psi(\phi, \theta)$ in Kugelkoordinaten; es tritt keine Radialkomponente auf. Der Hamiltonian für die Rotation eines polaren Moleküls hat die Form

$$H_0 = B\mathbf{L}^2 \quad (5)$$

mit dem Drehimpuls Operator \mathbf{L} . Die Eigenfunktionen sind durch die Kugelflächenfunktionen gegeben $|l, m\rangle$ mit den Eigenenergien $E_l = B\hbar^2 l(l+1)$. Das Dipolmoment d des polaren Moleküls koppelt an ein externes elektrisches Felde E entlang der z-Achse mittels

$$H' = dE \cos(\theta). \quad (6)$$

- (a) Berechne die Energieverschiebung des Grundzustandes $|0, 0\rangle$ durch die Kopplung an das elektrische Feld in erster Ordnung Störungstheorie.
- (b) Wie sieht die Korrektur in zweiter Ordnung Störungstheorie aus? (Tip: Benutze die Orthogonalität der Kugelflächenfunktionen)
- (c) Betrachte jetzt eine Störung von der Form $H' = a|2, 0\rangle\langle 2, 0|$. Dies ist ein elektrisches Quadrupolmoment. Berechne die Energieverschiebung in erster Ordnung Störungstheorie der entarteten Zustände $|2, m\rangle$ mit $m = 0, \pm 1, \pm 2$.