

## 10. Tutorium - Quantentheorie I - 18.12.09

### 1. Eigenzustände und Eigenwerte zu $\hat{L}_x$ und $\hat{L}_y$

Betrachten Sie die normierten Eigenzustände  $|l m\rangle$  der Drehimpulsoperatoren  $\hat{L}^2$  und  $\hat{L}_z$  mit  $l = 1$  und den entsprechenden möglichen Werten für  $m$ . (Welche sind das?) Bestimmen Sie die Eigenwerte und Eigenfunktionen von  $\hat{L}_x$  bezüglich der Basis  $|l m\rangle$  algebraisch.

- Verwende Sie Leiteroperatoren um die Matrixelemente von  $\hat{L}_x$  bezüglich der Basis  $|l m\rangle$  zu bestimmen.
- Lösen Sie das Gleichungssystem. Warum ergeben sich für die Eigenwerte von  $\hat{L}_x$  die selben Werte wie für  $\hat{L}_z$ ? Was ist dem entsprechend für die Eigenwerte von  $\hat{L}_y$  zu erwarten?

### 2. Wasserstoffatom

Betrachten Sie die stationären Zustände  $|n l m\rangle$  des Elektrons im Wasserstoffatom.

- Das Wasserstoffatom befinde sich im angeregten Zustand mit  $n = 2$ . Bestimmen Sie die Frequenz des Photons, das beim Übergang in den Grundzustand emittiert wird. In welchem spektralen Bereich liegt die Frequenz?
- Besitzen die Eigenzustände  $|n l m\rangle$  des Wasserstoffatoms ein elektrisches Dipolmoment? Berechnen Sie dazu den Erwartungswert  $\langle n l m | \vec{d} | n l m \rangle$  mit  $\vec{d} = -e\vec{r}$ . Hinweis: Stellen Sie Überlegungen zur Parität der auftretenden Ausdrücke an.
- Für welchen der stationären Zustände  $|n l m\rangle$  ist die Aufenthaltswahrscheinlichkeit im Atomkern am größten? Beim sogenannten K-Einfang in Mehrelektronenatomen verschmilzt ein Elektron aus der Atomhülle mit einem Proton aus dem Kern zu einem Neutron. Für welche Schale ist die Wahrscheinlichkeit für diesen Prozess am größten? Warum?  
Hinweis: Für die Laguerre-Polynome gilt  $L_{n-l-1}^{2l+1}(r=0) = n$ .

❁ Frohe Weihnachten und einen guten Rutsch ins Jahr 2010! ❁

Zu kreuzen: 1a, 1b, 2ab, 2c