

# Einführung in die Physik II (für Nicht-PhysikerInnen)

## Hausaufgaben Woche 7

13 – 17 Mai 2019

1. Nehmen Sie an, der Drehimpuls des Elektrons im Wasserstoffatom ist durch die Quantenzahl  $l = 2$  charakterisiert. Welche Werte kann  $L_z$  dabei annehmen, und wie groß ist der minimale Winkel zwischen  $L$  und der positiven  $z$ -Achse?

### Lösung:

Für  $l = 2$  sind die möglichen Werte für  $m_l$   $\{-2, -1, 0, 1, 2\}$ .

Da  $L_z = m_l \hbar$  ist, sind die möglichen Werte für  $L_z$   $\{-2\hbar, -\hbar, 0, \hbar, 2\hbar\}$ .

Der Winkel zwischen  $L$  und der positiven  $z$ -Achse kann mit Hilfe von  $L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$  und  $L_z = L \cos \theta$  berechnet werden:

$$\theta_{\min} = \arccos\left(\frac{L_{z,\max}}{L}\right) = \arccos\left(\frac{2\hbar}{\sqrt{l(l+1)}\hbar}\right) = \arccos\left(\frac{2}{\sqrt{6}}\right) = 35^\circ.$$

2. Wie viele Elektronenzustände gibt es in der Schale zur Hauptquantenzahl  $n = 5$ ?

### Lösung:

Für  $n = 5$  kann  $l$  die Werte 0, 1, 2, 3 und 4 haben.

1. Fall:  $l = 0 \Rightarrow m = 0$  (**1 Zustand**)
2. Fall:  $l = 1 \Rightarrow m = -1, 0, 1$  (**3 Zustände**)
3. Fall:  $l = 2 \Rightarrow m = -2, -1, 0, 1, 2$  (**5 Zustände**)
4. Fall:  $l = 3 \Rightarrow m = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$  (**7 Zustände**)
5. Fall:  $l = 4 \Rightarrow m = -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4$  (**9 Zustände**)

Da bei jedem dieser Zustände das Elektron im „Spin Up-“ oder im „Spin Down-Zustand“ sein kann, gibt es insgesamt  $2 \cdot (1 + 3 + 5 + 7 + 9) = 50$  mögliche Elektronenzustände bei  $n = 5$ .