



Assoc.Prof. Dr. R.A. Wilhelm

wilhelm@iap.tuwien.ac.at

TU Wien - Grundlagen der Physik III (134.125) 2023W

23.11.2023

Aufgabe 05.1 - 2 Pkt.

(a) Der Bahndrehimpuls \vec{L} werde entlang der z -Achse gemessen und man erhält einen Wert für L_z . Zeigen Sie, dass man über die anderen beiden Komponenten des Bahndrehimpulses nicht mehr aussagen kann als

$$\left(L_x^2 + L_y^2\right)^{\frac{1}{2}} = \{\ell(\ell + 1) - m_\ell^2\}^{\frac{1}{2}} \hbar$$

(b) Zwei der Elektronen von Lithium ($Z = 3$) haben die Quantenzahlen $n = 1, \ell = 0$ und $m_s = \pm 1/2$. Welche Quantenzahlen kann das dritte Elektron haben wenn sich das Atom

- (i) in seinem Grundzustand befindet,
- (ii) im ersten angeregten Zustand befindet?

Aufgabe 05.2 - 2 Pkt.

Finden Sie heraus welche der folgenden Übergänge durch die Auswahlregeln verboten sind:

- (a) ${}^2D_{3/2} \rightarrow {}^2P_{1/2}$
- (b) ${}^3P_1 \rightarrow {}^2S_{1/2}$
- (c) ${}^3F_3 \rightarrow {}^3P_2$
- (d) ${}^4F_{7/2} \rightarrow {}^4D_{5/2}$

Aufgabe 05.3 - 2 Pkt.

Elektronenstruktur eines Atoms

	s	p_x	p_y	p_z
I	L K	↑ ↑	↑ ↑	↑ ↑
II	L K	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↑
III	L K	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↑
IV	L K	↑ ↓	↑ ↑	↑ ↑

- (a) Welche der angegebenen Konfigurationen des Stickstoffatoms sind dem Pauli-Prinzip zufolge erlaubt oder verboten?
- (b) Welche der Konfigurationen zeigt eine Grundzustandskonfiguration?
- (c) Welche Konfigurationen gehorchen der Hundschen Regel (auch wenn sie keinen Grundzustand darstellen) und welche nicht?

Aufgabe 05.4 - 3 Pkt.

Berechnen Sie den Erwartungswert der Gesamtenergie

$$\langle H \rangle = \left\langle -\frac{1}{2} \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right\rangle$$

des $3s$ und des $2p$ Zustandes und ermitteln Sie daraus die Wellenlänge des emittierten Lichtes beim Übergang zwischen diesen beiden Zuständen. Verwenden Sie dazu die in Demtröder III Tab 4.2, 5.1 und 5.2 gegebenen Funktionen.

Hinweis: $\int_0^\infty e^{-ax} \cdot x^n \cdot dx = \frac{n!}{a^{n+1}}$

Lösung: Für $3s$ -Zustand: $\left\langle \frac{1}{r} \right\rangle = \frac{1}{9a_0}$, Wellenlänge 658 nm