

3.1 Emissions- und Absorptionsspektrum von Natriumdampf

1 Methode und Theorie

In diesem Versuch sollen die Wellenlängen der Emissions- und Absorptionslinien des Alkalimetalls Natrium mit einem Gitterspektrographen bestimmt werden. Nach dem Ritzschen Kombinationsprinzip ergeben sich die Frequenzen ν , bzw. die Wellenlängen λ der Spektrallinien aus den jeweiligen Differenzen zweier Energiezustände E_1 und E_2 (siehe dazu auch Abb. 1):

$$E_2 - E_1 = h\nu = \frac{hc}{\lambda}. \quad (1)$$

Statt der Energien werden in der Spektroskopie meist die zugehörigen Wellenzahlen $\tilde{\nu}$ in cm^{-1} angegeben (siehe Tabelle 1):

$$\tilde{\nu} = 1/\lambda = E/hc. \quad (2)$$

Bei der Bestimmung der Wellenlängen ist zu berücksichtigen, dass die Messung nicht im Vakuum sondern in Luft erfolgt. Da der Brechungsindex n von Luft etwas größer als Eins ist, sind die gemessenen Wellenlängen zu korrigieren:

$$\lambda_{\text{vak}} = n \cdot \lambda_{\text{L}}. \quad (3)$$

Für die Umrechnung von Luft- in Vakuumwellenlängen gilt im Bereich des sichtbaren Lichtes die Näherungsformel:

$$\frac{\lambda_{\text{vak}} - \lambda_{\text{L}}}{\text{nm}} = (0,1 + 0,053 \cdot (0,005 \cdot \frac{\lambda_{\text{L}}}{\text{nm}} - 2)) \quad (4)$$

2 Versuchsaufbau

Zur Erzeugung der Emissionslinien steht eine mit Natrium gefüllte Gasentladungslampe zur Verfügung, die mittels einer Linse auf den Eintrittsspalt des Gitterspektrometers scharf abgebildet wird. **Die Na-Dampflampe darf ausschließlich im kalten Zustand eingeschaltet werden!**

Für das Absorptionsspektrum wird das Licht einer Glühbirne (12 V Betriebsspannung) durch einen auf ca. 180°C erwärmten, mit Na-Dampf gefüllten Glaskolben geleitet und dann auf den Eintrittsspalt des Gitterspektrometers abgebildet.

3 Durchführung

1. Stellen Sie anhand der Tabelle 1 fest, zu welchen Paaren von Energiewerten die beobachteten Linien gehören. Zeichnen Sie diese in ein Termschema ein, wobei die beobachteten Übergänge mit Pfeilen kenntlich gemacht werden. Notieren Sie an diese Pfeile die gemessenen, korrigierten Wellenlängen. Als Beispiel ist das Termschema vom Helium in Abb. 1 dargestellt. Dabei sind die sogenannten Auswahlregeln für Dipolstrahlung zu beachten: Übergänge sind nur zwischen *S*- und *P*-Niveaus, bzw. *P*- und *D*-Niveaus erlaubt. Die Drehimpulsquantenzahlen J dürfen sich bei einem Übergang höchstens um 1 (in Einheiten von \hbar) ändern.

Term	E/eV	$\tilde{\nu}/\text{cm}^{-1}$	Term	E/eV	$\tilde{\nu}/\text{cm}^{-1}$
3s $^2S_{1/2}$	0,000	0,000	5p $^2P_{3/2}$	4,345	35042,790
4s $^2S_{1/2}$	3,191	25739,860	6p $^2P_{3/2}$	4,624	37297,760
5s $^2S_{1/2}$	4,116	33200,696	7p $^2P_{3/2}$	4,872	39299,010
6s $^2S_{1/2}$	4,510	36372,647	3d $^2D_{3/2}$	3,617	29172,904
7s $^2S_{1/2}$	4,713	38012,074	4d $^2D_{3/2}$	4,284	34548,789
8s $^2S_{1/2}$	4,831	38968,350	6d $^2D_{3/2}$	4,759	38387,300
3p $^2P_{1/2}$	2,102	16956,183	5d $^2D_{3/2}$	4,592	37036,805
4p $^2P_{1/2}$	3,753	30266,880	7d $^2D_{3/2}$	4,860	39200,963
5p $^2P_{1/2}$	4,344	35040,270	3d $^2D_{5/2}$	3,617	29172,855
6p $^2P_{1/2}$	4,624	37296,510	4d $^2D_{5/2}$	4,284	34548,754
7p $^2P_{1/2}$	4,872	39298,540	5d $^2D_{5/2}$	4,759	37036,781
3p $^2P_{3/2}$	2,104	16973,379	6d $^2D_{5/2}$	4,592	38387,287
4p $^2P_{3/2}$	3,753	30272,510	7d $^2D_{5/2}$	4,860	39200,962

Tabelle 1: Auszug aus dem Termschema des Natriums.

Alle Energien, bzw. Wellenzahlen sind relativ zum Term 3s. Im Index der Termbezeichnung steht jeweils die Drehimpulsquantenzahl J .

Umgekehrt kann man anhand des Termschemas auch die zu erwartenden Wellenlängen berechnen, um diese dann am Gitterspektroskop gezielt aufzusuchen. Eventuell zusätzlich auftretende, nicht zuzuordnende Linien sind auf die optischen Eigenschaften des Spektroskop zurückzuführen.

Untersuchen Sie insbesondere den Wellenlängenbereich von 400 nm bis 650 nm.

2. Kalibrieren Sie den Spektroskop mit den Wellenlängen der bekannten Na-D-Linien. Sie sind den Übergängen $3p \ ^2P_{1/2}$ nach $3s \ ^2S_{1/2}$ und $3p \ ^2P_{3/2}$ nach $3s \ ^2S_{1/2}$ zuzuordnen.
3. Bei der Messung des Absorptionsspektrums treten weniger Linien auf als bei der Emission. Begründen Sie diese Beobachtung unter Berücksichtigung des gegebenen Energieschemas (Tabelle 1) und der Temperatur des Natriumdampfes.

Literatur: Gehrtsen Physik: Kap. 10.1, 14.6.

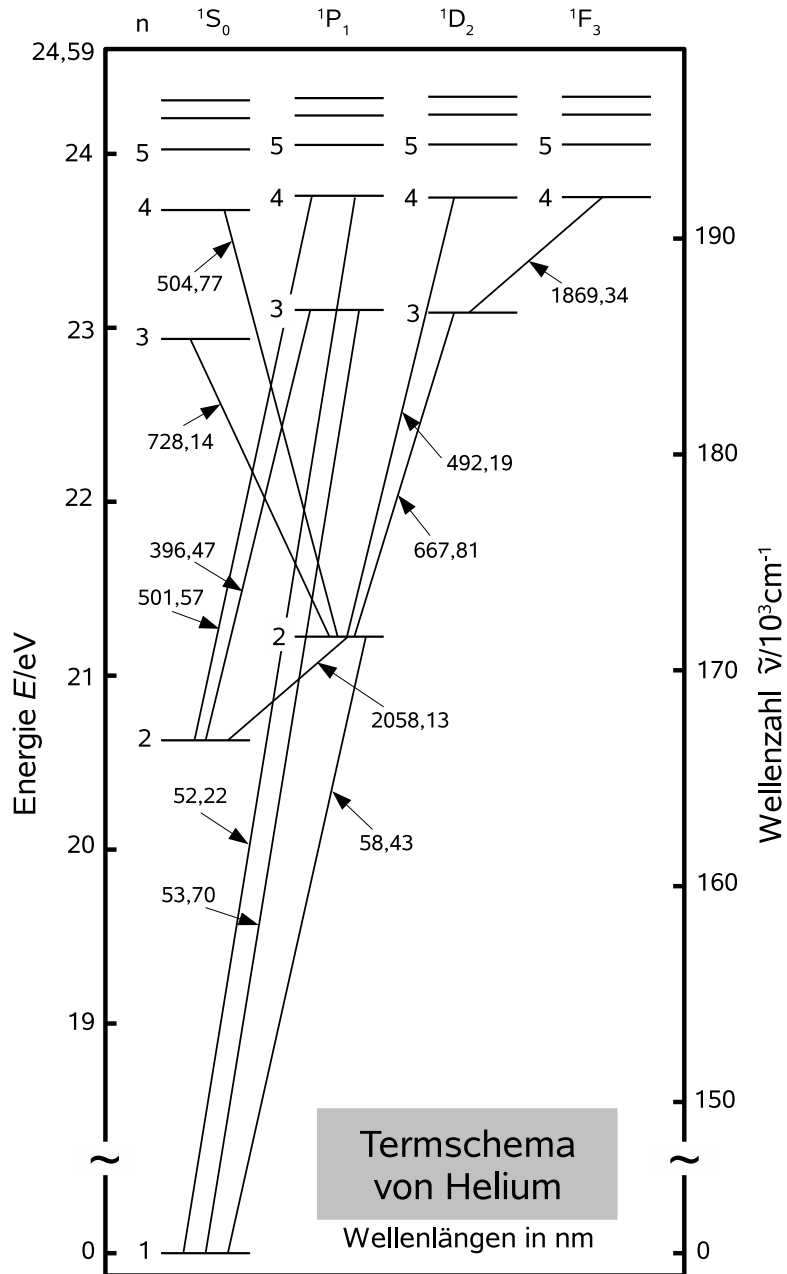


Abbildung 1: Termschema des Heliums