

Physikalisches Praktikum

MI2AB
Prof. Ruckelshausen

Versuch 5.6: Bestimmung der Balmerserie

Gruppe 2, Mittwoch: Patrick Lipinski, Sebastian Schneider

Physikalisches Praktikum – MI2AB Prof. Ruckelshausen

Versuch 5.6 – Bestimmung der Balmerserie

1. Theorie

In diesem Experiment sollen mit einer Gasentladungsröhre die Balmerlinien durch Beugung an einem Prisma erzeugt und ihre Wellenlängen bestimmt werden. Die sogenannte Balmer-Serie bezeichnet dabei den sichtbaren Bereich der Wasserstoffspektrallinien. Neben der Balmer-Serie gibt es noch 4 weitere Serien von Spektrallinien beim Wasserstoff, diese liegen aber im nicht sichtbaren ultravioletten oder infraroten Bereich.

Die wichtigsten Serien des atomaren Wasserstoffs

Serie	n'	Spektralbereich
Lyman	1	ultraviolett
Balmer	2	sichtbar
Paschen	3	infrarot
Brackett	4	infrarot
Pfund	5	infrarot

Die Gasatome des Wasserstoffs werden durch elektrische Entladungen nach dem Bohr'schen Atommodell zu Lichtemissionen angeregt. Zum leuchten angeregte Edelgase und Metalldämpfe emittieren Spektrallinien, die für das Element charakteristisch sind. Mit einem Prisma ist es möglich, die Spektrallinien zu trennen. Durch das Prisma werden die Lichtstrahlen gebrochen und entsprechend der Wellenlängen unterschiedlich stark abgelenkt. Mit einem Spektrometer können die Abstände der unterschiedlichen Farblinien gemessen werden.

Die Ermittlung der Wellenlänge des Lichtes funktioniert über die Bestimmung des Ablenkwinkels der einzelnen Spektrallinien. Das Prisma wird im Strahlengang so positioniert, dass für eine mittlere Wellenlänge des Spektrums (etwa 560 bis 600 nm) der Strahlengang symmetrisch, die Ablenkung also minimal und das Auflösungsvermögen maximal werden.

Zur Messung des Ablenkwinkels ist ein Fernrohr an einem drehbaren Arm befestigt (siehe Versuchsaufbau). Bei Drehung des Fernrohrs wird ein in der Brennebene des Okulars befindliches Fadenkreuz auf die einzelnen Spektrallinien eingestellt. Durch den Nonius, der am Prismentisch befestigt ist, und dem Teilkreis, können die Ablenkinkel auf eine Winkelminute genau bestimmt werden.

Die Wellenlänge erhält man aus dem Ablenkinkel durch Vergleichen mit so genannten Kalibrier - bzw. Eichkurven. Um diese zu erhalten, muss man vorher die Wellenlängen – Winkel – Kombinationen mittels einer Lampe mit bekannten Spektrallinien verwenden. In unserem Fall sind dies eine Hg-Lampe (enthält Quecksilber) und eine Cd-Lampe (enthält Cadmium). Diese Lampen erzeugen atomare Gasteilchen, durch die sich ein sichtbares, gaspezifisches Spektrum ergibt.

Physikalisches Praktikum – MI2AB Prof. Ruckelshausen

Versuch 5.6 – Bestimmung der Balmerserie

Patrick Lipinski, Sebastian Schneider

Seite 2 / 5

Die Balmer-Lampe, für die die Wellenlängen der spezifischen Spektrallinien bestimmt werden sollen, ist mit Wasserdampf gefüllt. Bei Inbetriebnahme der Lampe wird der Wasserdampf getrennt in H+ und OH- Teilchen und die Balmer-Spektrallinien werden sichtbar.

2. Durchführung

Um die Balmerserie ermitteln zu können, muss man das Spektrometer mit bekannten Wellenlängen eichen.

Dazu wird zuerst das Okular des Spektrometers auf unendlich eingestellt, d. h. wir visieren ein weit entferntes Ziel an und stellen das Spektrometer scharf.

Als nächstes werden das Fernrohr und der Kollimator so ausgerichtet, dass sie sich gegenüber stehen. Mit der Justierschraube am Kollimator wird der Spalt möglichst klein und das Fernrohr so eingestellt, dass das Fadenkreuz auf der Mitte des Spalts liegt.

Danach wird der Teilkreis auf 310° gedreht und festgeklemmt. Dann setzen wir das Prisma auf, so dass die brechende Kante des Prismas auf den Skalenteil 220° zeigt. Außerdem wird das Fernrohr auf 360° gedreht, so dass man, wenn später die Lampe davor steht, auf die Mitte des Spektrums sieht.

Nun wird die Cadmiumlampe mit vorgeschalteter Drossel an den Strom angeschlossen. Das Fadenkreuz des Fernrohrs wird auf eine der sichtbaren Spektrallinien eingestellt und der Winkel abgelesen. So gehen wir mit allen sichtbaren Spektrallinien vor.

Nach demselben Verfahren werden die einzelnen Spektrallinien der Quecksilberlampe gemessen.

Dies ergibt folgende Messwerte:

Cadmium-Lampe (Cd):



Abb.: Spektrometer mit Balmer-Lampe

Farbe	Wellenlänge [nm]	Winkel [°]
rot	643,85	358,0
grün	508,58	359,3
blau	479,99	359,7
blau	467,82	359,9
violett	441,46	360,4

Physikalisches Praktikum – MI2AB Prof. Ruckelshausen

Versuch 5.6 – Bestimmung der Balmerserie

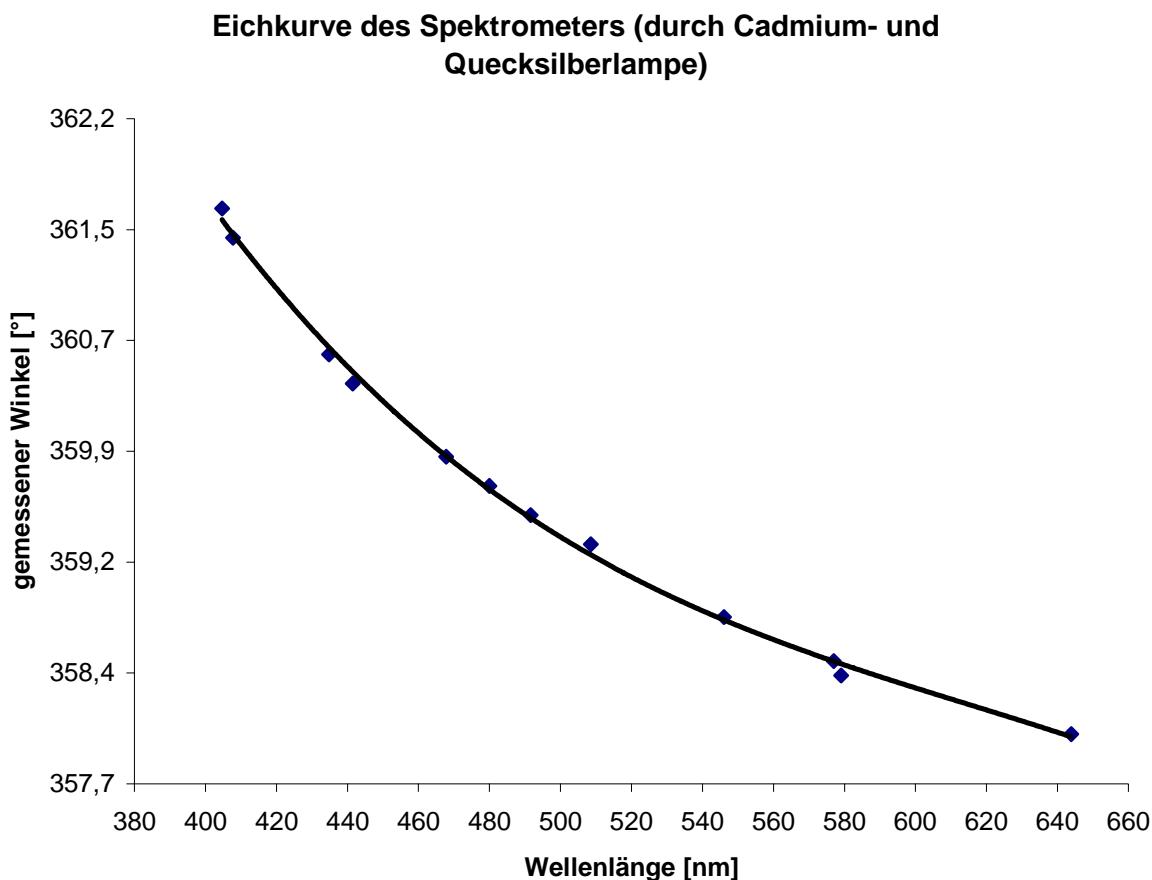
Patrick Lipinski, Sebastian Schneider

Seite 3 / 5

Quecksilberdampf-Lampe (Hg):

Farbe	Wellenlänge [nm]	Winkel [°]
gelb	579,07	358,4
gelb	576,96	358,5
grün	546,07	358,8
blaugrün	491,60	359,5
blau	434,84	360,6
violett	407,78	361,4
violett	404,66	361,6

Durch die graphische Darstellung aller Werte der Cadmium- und der Quecksilberlampe ergibt sich nun folgende Eichkurve:



Anhand der bestimmten Eichkurve können wir nun aus den später gemessenen Winkeln die Wellenlängen der Spektrallinien der Balmer-Lampe ersehen. Die Balmer-Lampe wird zunächst vor den Kollimator gestellt. Sie muss nun ca. 10 Minuten eingebrannt werden bevor die Messungen beginnen können. Anschließend stellen wir auch hier wieder das Fadenkreuz des Fernrohrs auf die einzelnen Spektrallinien ein und notieren die Winkel.

Physikalisches Praktikum – MI2AB Prof. Ruckelshausen

Versuch 5.6 – Bestimmung der Balmerserie

Es ergaben sich mit einer Fehlerabschätzung von $\pm 0,05^\circ$ folgende Messergebnisse:

Balmer-Lampe:

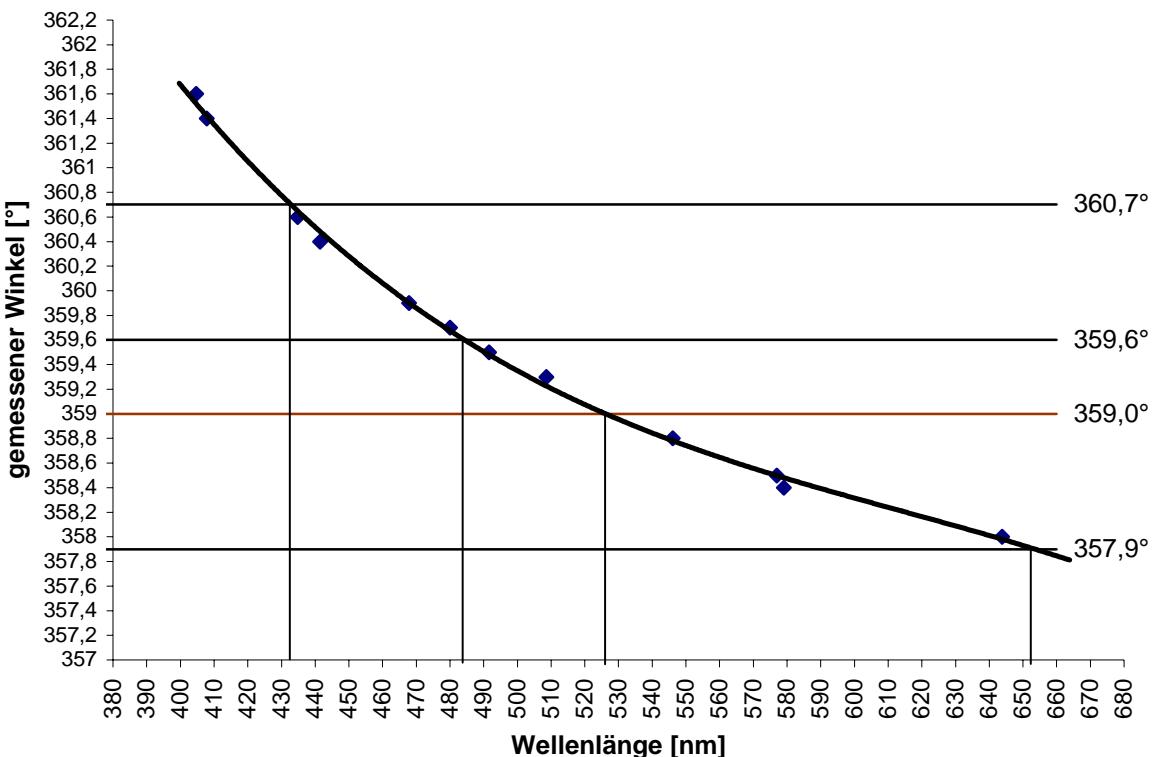
Farbe	Winkel [°]
rot	357,9
grün	359,0
hellblau	359,6
violett	360,7

Hier wurden nur die deutlich erkennbaren Spektrallinien berücksichtigt.

3. Auswertung

Die Wellenlänge der jeweiligen Spektrallinien wurde, wie in nachfolgender Grafik zu sehen, anhand der Eichkurve der Cd- bzw. Hg-Lampe bestimmt.

Auswertung Balmer-Lampe anhand der Eichkurve



Physikalisches Praktikum – MI2AB Prof. Ruckelshausen

Versuch 5.6 – Bestimmung der Balmerserie

Patrick Lipinski, Sebastian Schneider

Seite 5 / 5

Somit ergeben sich die folgenden Werte für das Spektrum der Balmer-Lampe:

Farbe	Winkel [°]	Wellenlänge [nm]
rot	357,9	~653
grün	359,0	~526
hellblau	359,6	~484
violett	360,7	~433

4. Formeln

Zur Bestimmung der Frequenz aus den Verschiedenen Wellenlängen nutzt man die Gleichung:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

wobei die Lichtgeschwindigkeit $c = 300.000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ beträgt.

Die Frequenzen des sichtbaren Lichts eines Wasserstoffatoms lassen sich auch aus der Gleichung

$$f = R_{\infty} \cdot \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ mit } n = 3,4,5,6,\dots$$

ausrechnen.

Die Rydbergfrequenz (R_{∞}) hat den Wert:

$$R_{\infty} = \frac{e^4 \cdot m_0}{8 \cdot \epsilon_0^2 \cdot h^3} = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$