

Physikalisches Praktikum

MI2AB
Prof. Ruckelshausen

Versuch 3.2: Wellenlängenbestimmung mit dem Gitter- und Prismenspektrometer

Gruppe 2, Mittwoch: Patrick Lipinski, Sebastian Schneider

Inhaltsverzeichnis

1. Theorie	Seite 1
2. Versuchsdurchführung	Seite 2
2.1 Messungen mit dem Gitterspektrometer	Seite 2
2.2 Messungen mit dem Prismenspektrometer	Seite 2
3. Messergebnisse	Seite 2
3.1 Messungen mit dem Gitterspektrometer	Seite 2
3.2 Messungen mit dem Prismenspektrometer	Seite 3
4. Auswertung	Seite 3
5. Mögliche Fehlerquellen	Seite 4

1. Theorie

Bei dieser Versuchsreihe soll der Spektralbereich des sichtbaren Lichtes einer Gasentladungslampe anhand eines zuvor geeichten Prismenspektrometers bestimmt werden. Zum Eichen des Prismenspektrometers soll mit Hilfe eines Gitterspektrometers eine Eichkurve erstellt werden.

Ein Spektrometer ermöglicht die Zerlegung von Strahlung eines Wellenbereichs, in Wellen der jeweiligen Wellenlänge. Die Zerlegung von Licht unterschiedlicher Wellenlänge in seine Spektralanteile erfolgt entweder durch Beugung (Gitter) oder durch Brechung (Prisma). Beugung und Brechung unterscheiden sich jedoch.

Beugung am optischen Gitter:

Bei der Beugung werden mit einem optischen Gitter die verschiedenen Wellenlängen eines Lichtstrahles in unterschiedliche Richtungen gebeugt und damit räumlich getrennt. Parallele Wellen auf das Gitter, entstehen an den Gitterspalten neue elementare Kugelwellen (Huygen'sches Prinzip). Diese Wellen überlagern sich und so entstehen Auslöschungen und Verstärkungen verschiedener Wellenlängen und ein Interferenzmuster wird sichtbar.

Anhand der Formel

$$d \cdot \sin(\varphi) = n \cdot \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{d}{n} \cdot \sin(\varphi)$$

lässt sich die Wellenlänge λ aus der Messung des Beugungswinkels φ der Ordnung n bestimmen, sofern paralleles Licht der Wellenlänge λ senkrecht auf ein Gitter mit dem Strichabstand (Gitterkonstante) d fällt. Das Licht wird im Gitter unter den Winkeln φ gebeugt.

Brechung am Prisma

Bei der Brechung dagegen werden an einem optischen Prisma die verschiedenen Wellenlängen um verschiedene Winkel aus der Einfallsrichtung gebrochen, da der Brechungsindex wellenlängenabhängig ist. Dies bezeichnet man als (Brechungs-)Dispersion.

Mit Hilfe der Dispersion sollen nun die Wellenlängen einer unbekannten Lampe anhand von Eichkurven ermittelt werden. Dazu wird zunächst das Spektrometer mit einer Quecksilberdampflampe kalibriert. Dabei misst man mit dem Gitterspektrometer die Wellenlängen der HG-Lampe und notiert dann die zugehörigen Winkel am Prisma. Trägt man diese Werte in ein Diagramm ein, so kann man die zugehörige Wellenlänge einer unbekannten Spektrallinie anhand ihres Brechungswinkels bestimmen.

2. Versuchsdurchführung

2.1 Messungen mit dem Gitterspektrometer

Mit dem Gitterspektrometer sind die Wellenlängen der sichtbaren Quecksilberlinien zu bestimmen. Dazu werden für die einzelnen Linien in den Spektren der 2. Ordnung die Winkelabstände rechts und links von der 0.ten Ordnung gemessen.

2.2 Messungen mit dem Prismenspektrometer

Das Gerät ist als Prismenspektrometer mit den in 2.1 bestimmten Wellenlängen zu eichen. Die Eichkurve ist zu zeichnen.

Danach bestimme man mit dem geeichten Prismenspektrometer das Spektrum des sichtbaren Lichtes einer unbekannten Lampe.

3. Messergebnisse

3.1 Messungen mit dem Gitterspektrometer

Gitterkonstante d: 0,01mm

Ordnung n: 2

$$\lambda = \frac{d}{n} * \sin(\varphi) = \frac{0,01mm}{2} * \sin(\varphi) = \frac{10^7 nm}{2} * \sin(\varphi)$$

Quecksilberlampe (Gitterspektrometer)



Abbildung: Prismenspektrometer

2. Ordnung links

Farbe	Winkel	Ausgerechnete Wellenlänge
violett	4° 43"	411,1420761 nm
blau	5° 4"	440,9945371 nm
blau	5° 26"	473,4374591 nm
blaugrün	5° 34"	485,0194172 nm
grün	5° 53"	512,5159256 nm
hellgrün	6° 19"	550,1171898 nm
gelb	6° 40"	580,4645706 nm
gelb	6° 42"	583,3536855 nm
rot	7° 26"	646,8625282 nm

2. Ordnung rechts

Farbe	Winkel	Ausgerechnete Wellenlänge
violett	355° 23"	-402,4443657 nm
blau	355° 4"	-429,9828 nm
blau	354° 41"	-463,3011434 nm
blaugrün	354° 32"	-476,3331944 nm

grün	354° 12"	-505,2814859 nm
hellgrün	353° 47"	-541,4716074 nm
gelb	353° 25"	-573,2409318 nm
gelb	353° 22"	-577,5752651 nm

Die ausgerechneten Wellenlängen kann man nun Literaturwerten gegenüberstellen.

Farbe	Ausgerechnete Wellenlänge (links)	Ausgerechnete Wellenlänge (rechts)	Wellenlängen (Literatur)
violett	411,1420761 nm	-402,4443657 nm	404,66
blau	440,9945371 nm	-429,9828 nm	435,83
blau	473,4374591 nm	-463,3011434 nm	-
blaugrün	485,0194172 nm	-476,3331944 nm	491,6
grün	512,5159256 nm	-505,2814859 nm	-
hellgrün	550,1171898 nm	-541,4716074 nm	546,07
gelb	580,4645706 nm	-573,2409318 nm	576,96
gelb	583,3536855 nm	-577,5752651 nm	579,07
rot	646,8625282 nm	-639,6507565 nm	-

3.2 Messungen mit dem Prismenspektrometer

Quecksilberlampe (Prismenspektrometer)

Farbe	Winkel	Wellenlänge
blau	61° 27"	411,1420761 nm
hellblau	59° 17"	440,9945371 nm
blaugrün	58° 41"	473,4374591 nm
grün	57° 34"	485,0194172 nm
gelb / hellgrün	56° 26"	512,5159256 nm
gelb	55° 49"	550,1171898 nm
gelb	55° 44"	580,4645706 nm
rot	54° 41"	583,3536855 nm

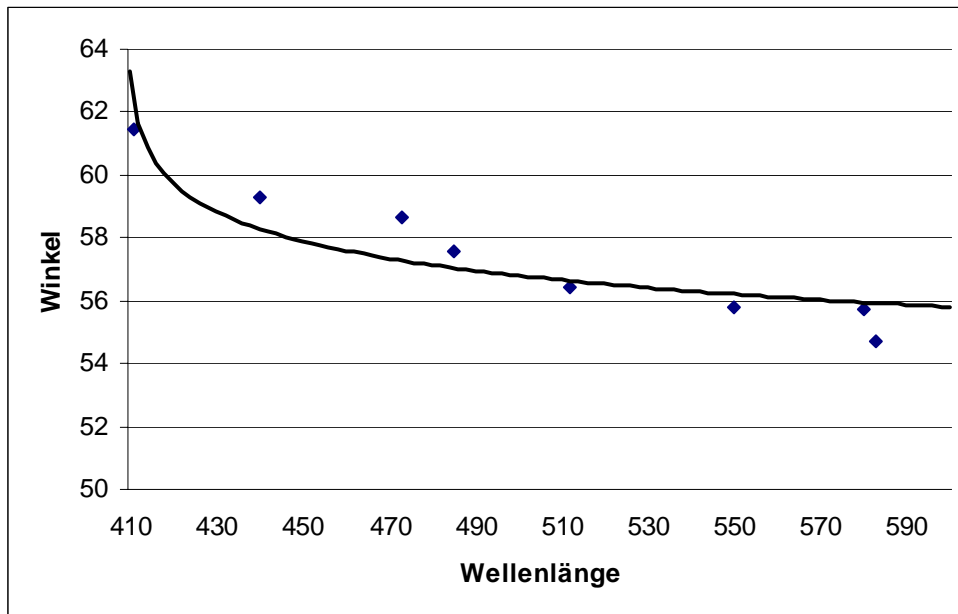
Unbekannte Lampe (Prismenspektrometer)

Farbe	Winkel
violett	60° 49"
blau	59° 19"
blaugrün	58° 20"
grün	57° 58"
gelb	55° 40"
rot	54° 27"

4. Auswertung

Aus den gemessenen Winkeln kann man nun darauf schliessen, dass durch verschiedene Wellenlängen der Lichtfarben im Spektrum das Licht am Gitter bzw. Prisma unter verschiedenen Winkeln gebeugt wird.

Anhand der Eichkurve bestimmt man die den Winkeln entsprechenden Wellenlängen der unbekannten Lampe.



Somit ergeben sich in etwa folgende Wellenlängenwerte für die Unbekannte Lampe:

Farbe	Winkel	Wellenlänge
violett	60° 49"	416 nm
blau	59° 19"	422 nm
blaugrün	58° 20"	442 nm
grün	57° 58"	450 nm
gelb	55° 40"	505 nm
rot	54° 27"	640 nm

5. Mögliche Fehlerquellen

Fehler können aus der Kalibrierung und dem Ablesen entstehen. Bei der Kalibrierung beträgt der Fehler wegen der Ableseungenauigkeit ± 1 Bogenminute, was zu einem Fehler von $\pm 1,45 \text{ nm}$ führt. Da der Fehler beim Prismenspektrometer $\pm 0,2 \text{ nm}$ beträgt, liegt der maximale Fehler bei $\pm 1,65 \text{ nm}$. Hinzu kommt die Einstellungsungenauigkeit des Fadenkreuzes auf der Spektrallinie, wodurch auch ein Fehler von ca. 1 Bogenminute gemacht werden kann. Dadurch können auch die relativ hohen Abweichungen der ausgerechneten Werte mit den Literaturwerten erklärt werden.