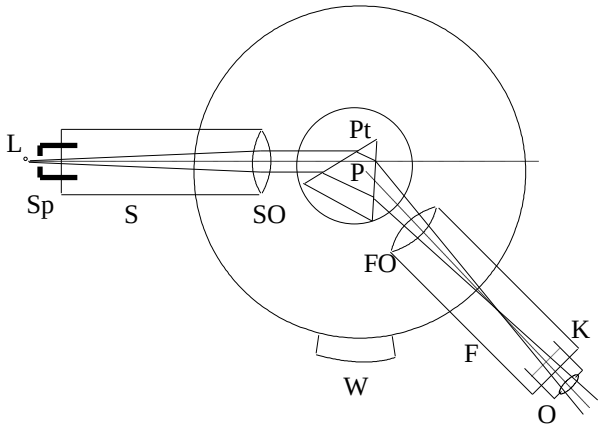
A1 Lichtspektrometrische Untersuchungen

Physikalische Grundlagen

Bereits 1859 wurde die Spektralanalyse von G.Kirchhoff und R.W.Bunsen begründet. Spektrometer und Goniometer dienen zur Ermittlung der Daten von Glasprismen wie dem Brechungsindex, der Messung von Flächenwinkeln, Bestimmung der Dispersion. Weiterhin werden Spektren qualitativ und quantitativ untersucht. Es kann auf chemische Elemente geschlossen werden, welche sich in leuchtenden Stoffen befinden.

Ein Prismenspektrometer besteht im Wesentlichen aus einem Fernrohr mit einem beleuchteten Fadenkreuz, einem Spaltrohr mit einstellbarem Spalt und aus einem Prismentisch mit Prisma. Auf einer Teilkreisscheibe können die eingestellten Winkel abgelesen werden. Das zu untersuchende Licht wird im Prisma wellenlängenabhängig gebrochen und die entstehenden Spektren können recht genau ausgewertet werden.



L	Lichtquelle	FO	Fernrohrobjektiv
Sp	Spalt mit Auszug	F	Fernrohr
S	Spaltrohr	O	Okular
SO	Spaltobjektiv	K	Fadenkreuz
PT	Prismentisch mit Stellschrauben	W	Teilkreis mit Nonius
P	Prisma		

Abb.1 *Grundaufbau eines Spektrometers*

Im Gegensatz zu thermischen Lichtquellen, welche ein kontinuierliches Spektrum aussenden, strahlen angeregte Gase (Gasentladung) diskrete Spektren aus.

Die diskreten Energiebeträge (Terme), welche z.B. ein H-Atom annehmen kann, sind im Termschema dargestellt. Übergänge, welche bei einem gemeinsamen Energieniveau anfangen oder enden, werden zu einer Spektralserie zusammengefasst.

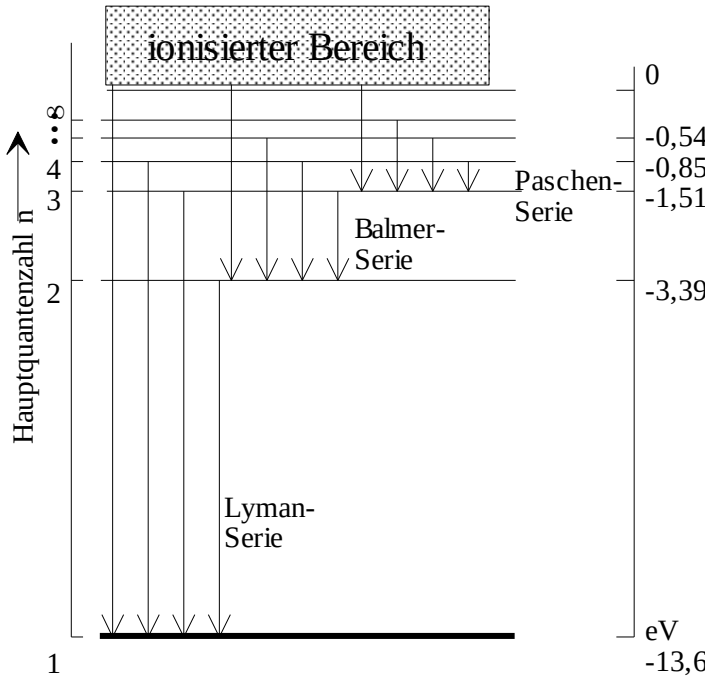


Abb.2 *Termschema des Wasserstoffs (ohne Bracket- und Pfund-Serie)*

Die Wellenlängen $\lambda_{n,m}$ der einzelnen Spektralserien, welche durch die Hauptquantenzahlen n festgelegt werden, lassen sich durch folgende Serienformel darstellen

$$\lambda_{n,m} = \frac{c}{R_f\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)} \tag{1}$$

c ist die Lichtgeschwindigkeit, R_f die Rydbergfrequenz

$$R_f = \frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0^2 h^3} \tag{2}$$

n	Hauptquantenzahl
$m > n$	Laufindex
e	Elementarladung
h	Plancksches Wirkungsquantum
m_e	Elektronenmasse
ε_0	Dielektrizitätskonstante

Die Balmer-Emissionsserie befindet sich im sichtbaren Bereich. Es gilt $n = 2, m = 3,4,5 \ldots$

Versuchsvorbereitung

- Wirkungsweise von Spektralapparaten
- Strahlengang durch ein Prisma, Brechungsgesetz
- Spektrenarten (Emissions- und Absorptionsspektren, kontinuierliches Spektrum, Linienspektrum, Bandenspektrum)
- Gasentladungslampen
- Termschema des Wasserstoffs
- Berechnen Sie die Rydbergfrequenz!
- Zusammenhang zwischen Wellenlänge, Frequenz und Energie von elektromagnetischen Wellen
- In welchem Energie-, Frequenz-, bzw. Wellenlängenbereich befindet sich sichtbares Licht?

Aufgaben

- Messen und zeichnen Sie die Dispersionskurve (Ablenkwinkel als Funktion der Wellenlänge)des Spektrometers!

  Richten Sie das Prisma so aus, dass sich eine minimale Ablenkung ergibt. Das Spaltbild wandert bei Drehung des Prismas nur noch in eine Richtung. Es erfolgt ein symmetrischer Strahlengang durch das Prisma.

  Als Lichtquelle dient eine Spektrallampe mit bekannten und gut zuordenbaren diskreten Linien (z.B. Helium oder Quecksilber).
- Messen Sie die Wellenlängen der sichtbaren Spektrallinien des Wasserstoffs aus und ermitteln Sie daraus die Rydbergfrequenz! Bei richtiger Zuordnung von m zu den einzelnen Linien ergibt sich (im Rahmen der auftretenden Fehler) immer die gleiche Rydbergfrequenz.
- Ermitteln Sie den Fehler der Bestimmung der Rydbergfrequenz.
- Bestimmen Sie aus den Spektrallinien den Füllstoff einer unbekannten Spektrallampe!