

Versuch 20: Wasserstoffspektrum durchgeführt am 17.06.2004

Zielsetzung:

Ziel des Versuches ist es, die Wellenlängen der Linien der Balmer-Serie im Wasserstoffspektrum zu messen, daraus die Rydberg-Konstante zu bestimmen und die Ergebnisse mit den Vorhersagen des Bohrschen Atommodells zu vergleichen.

Theoretischer Hintergrund:

Nach *Bohr* läuft im H-Atom das Elektron auf einer Kreisbahn um den Kern. Damit die Bahn stabil ist, muss die Zentrifugalkraft genau der Coulomb-Anziehung entsprechen:

$$\frac{e^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

Die Energie einer Bahn ist die Summe aus der potentiellen (Coulomb-Energie) und der kinetischen Energie des Elektrons:

$$E = \frac{-e^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r^2} + \frac{1}{2} mv^2$$

was sich mit obiger Gleichung vereinfacht zu:

$$E = \frac{-e^2}{8 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r}$$

Das Linienspektrum des Wasserstoffatoms wurde von Bohr damit begründet, dass der Bahndrehimpuls des Elektrons in ganzzahligen Einheiten von $\hbar$ gequantelt sein muss und das Elektron nur auf definierten Energieniveaus existieren kann. Daher ergibt sich die Energie der Bahn jetzt zu

$$E = \frac{-e^4 \cdot m}{8 \cdot \epsilon_0^2 \cdot n^2 \cdot h^2}$$

und damit ist die Energiedifferenz zwischen zwei Bahnen mit den Quantenzahlen n_1 und n_2 gegeben durch:

$$\Delta E = h \cdot \nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{e^4 \cdot m}{8 \cdot \epsilon_0^2 \cdot h^2} \cdot \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

oder in Wellenzahlen ausgedrückt:

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R \cdot \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

mit der Rydberg-Konstanten R .

Das Licht der Balmer-Serie wird im beschriebenen Versuch an einem Strichgitter mit Abstand $d=0,001\text{ cm}$ gebeugt und mittels eines Tischspektrometers mit Goniometer untersucht. Es gilt auch hier stets die Bragg-Bedingung (siehe Versuch 22), die da lautet

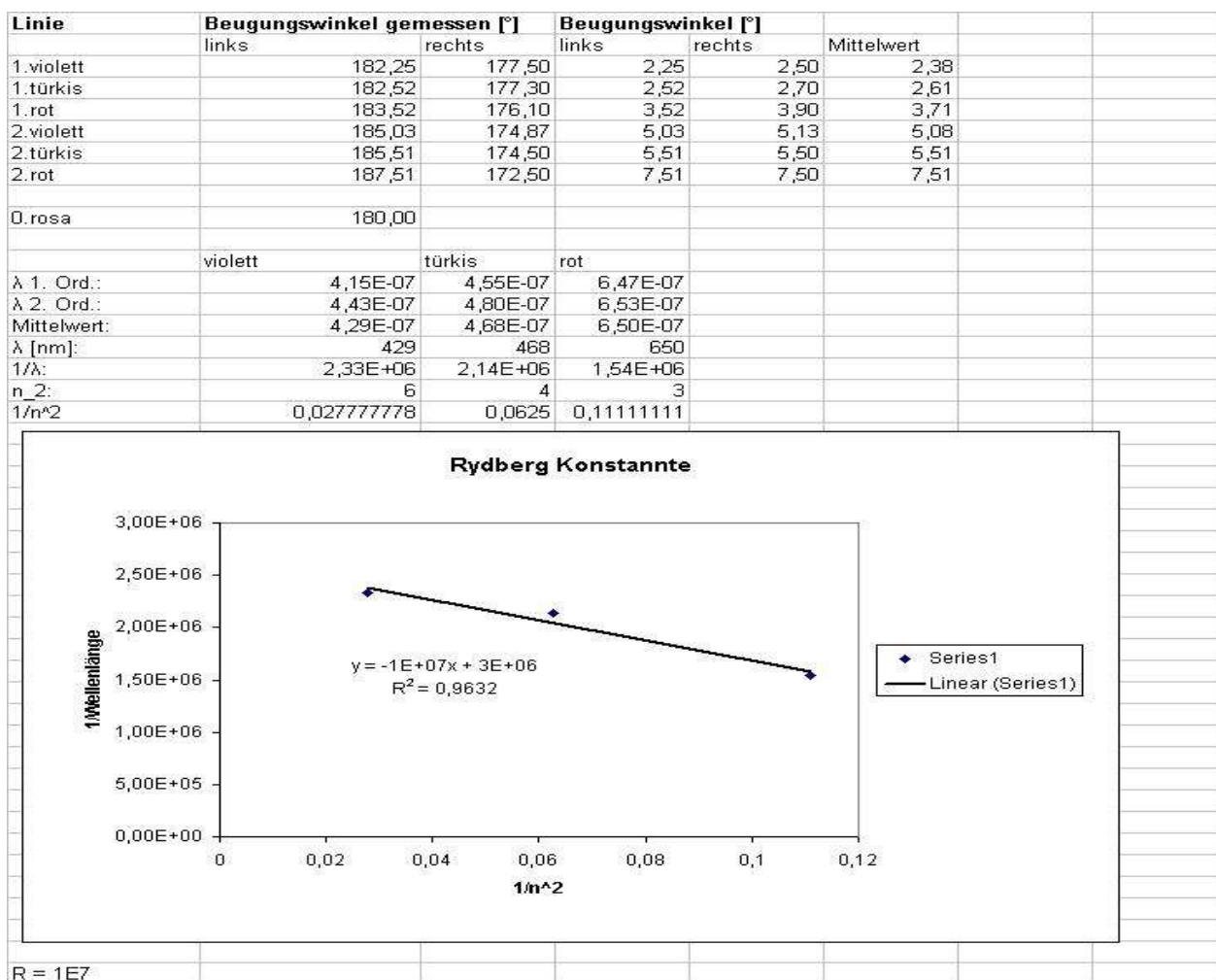
$$n \cdot \lambda = d \cdot \sin(\alpha)$$

mit $n = 0, 1, 2, 3 \dots$

Durchführung und Auswertung:

Gemäß der Praktikumsvorschrift wird das Spektrometer justiert und anschließend die Balmer-Lampe eingeschaltet. Die Messung der Beugungswinkel der einzelnen Linien wurde durchgeführt. Es wurden links und rechts vom Spalt je 6 Linien vermessen, die im folgenden als 1. bzw. 2.Ordnung violett/türkis/rot bezeichnet werden.

Um die Rydberg-Konstante zu bestimmen, wurden zunächst die Wellenlängen der einzelnen Linien ausgerechnet (siehe Theoretischer Teil) und ein Diagramm von $1/\lambda$ gegen $1/n_2^2$ erstellt, die Steigung entspricht der Rydberg-Konstanten.



Damit wurde die Rydberg-Konstante zu 10000000 m^{-1} bestimmt, was sich nur mäßig gut mit den Erwartungen deckt (Theoretischer Wert: $R = 10967758\text{ m}^{-1}$), die Abweichung beträgt somit 9,6 %. Als Grund für die Abweichung kommt möglicherweise ein fehlerhaftes Ablesen der Noniusskala des Goniometers in Betracht.

v.d.Hoff
Wagner