

Theorie

Teil I,
Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II,
Bestimmung von
Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Zeeman-Effekt

Ina Schüssler, Christian Köhler

8. Januar 2008

Theorie

Teil I,
Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II,
Bestimmung von
Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion



Frohes neues Jahr

Gliederung:

- ▶ Theorie

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

- Versuchsaufbau
- Durchführung
- Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

- Versuchsaufbau
- Durchführung
- Auswertung

Diskussion

Theorie

Teil I,
Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II,
Bestimmung von
Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Gliederung:

- ▶ Theorie
- ▶ 1. Teil (Zeeman-Effekt)

Theorie

Teil I,
Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II,
Bestimmung von
Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Gliederung:

- ▶ Theorie
- ▶ 1. Teil (Zeeman-Effekt)
- ▶ 2. Teil (Präzisionspektroskopie von Spektrallinien)

Theorie

Teil I,
Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II,
Bestimmung von
Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Gliederung:

- ▶ Theorie
- ▶ 1. Teil (Zeeman-Effekt)
- ▶ 2. Teil (Präzisionspektroskopie von Spektrallinien)
- ▶ Diskussion

Theorie

Allgemeines



Zeeman-Effekt,
F44

Ina Schüssler,
Christian Köhler

Theorie

Teil I,
Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II,
Bestimmung von
Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

- ▶ entdeckt von Pieter Zeeman (1865-1943)
- ▶ Nobelpreis 1902

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

- ▶ Aufspaltung von atomaren Emissionslinien im externen Magnetfeld
- ▶ Ursache: Wechselwirkung mit dem magnetischem Moment des Atoms, des Bahndrehimpulses und Spins des Elektrons
- ▶ Anwendung: Atomabsorbtionsspektroskopie zur Untergrundkompensation

Theorie

Teil I,
Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau

Durchführung

Auswertung

Teil II,
Bestimmung von
Wellenlängen

Versuchsaufbau

Durchführung

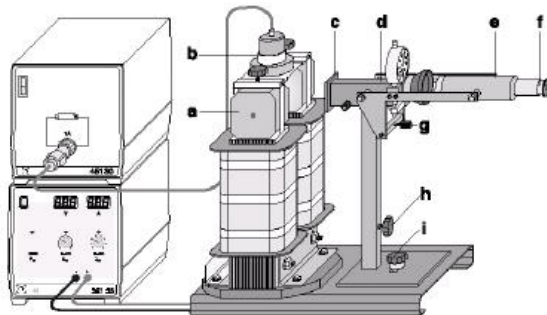
Auswertung

Diskussion

Teil I Zeeman-Effekt

Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau



Zeeman-Effekt,
F44

Ina Schüssler,
Christian Köhler

Theorie

Teil I,
Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II,
Bestimmung von
Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau

Zeeman-Effekt,
F44

Ina Schüssler,
Christian Köhler

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau

Durchführung

Auswertung

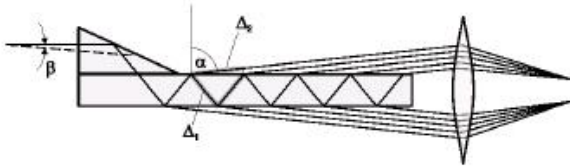
Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau

Durchführung

Auswertung

Diskussion



Zeeman-Effekt

Durchführung

Zeeman-Effekt,
F44

Ina Schüssler,
Christian Köhler

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau

Durchführung

Auswertung

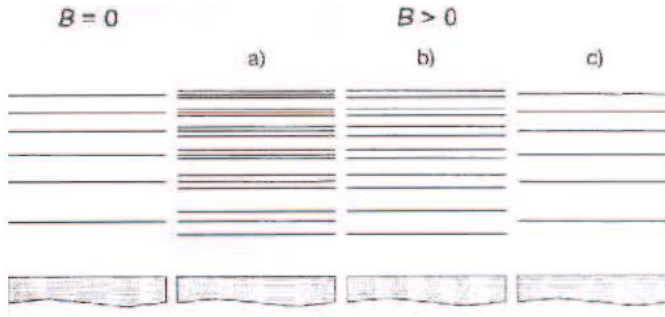
Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau

Durchführung

Auswertung

Diskussion



Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau

Durchführung

Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau

Durchführung

Auswertung

Diskussion

- ▶ Spannung auf die festen Werte 6V, 9V, 12V eingestellt
- ▶ Ablesen der Werte auf der Messuhr
- ▶ Messung bis zum 15. Ordnung

Zeeman-Effekt

Durchführung

- ▶ Spannung auf die festen Werte 6V, 9V, 12V eingestellt
- ▶ Ablesen der Werte auf der Messuhr
- ▶ Messung bis zum 15. Ordnung

k	σ^-	π	σ^+
1	28.5	39.0	50.0
2	72.5	79.0	84.5
3	99.5	105.0	109.5
4	121.5	127.0	130.0
5	140.0	144.0	147.0
6	156.0	160.0	163.0
7	171.0	174.0	177.0
8	185.5	188.0	190.0
9	197.0	200.0	202.5
10	209.0	211.0	213.0
11	220.5	223.5	225.0
12	231.5	234.0	236.0
13	241.0	244.0	247.0
14	253.0	254.0	256.0
15	262.0	263.0	265.0

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

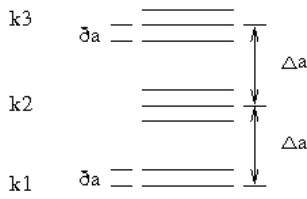
Diskussion

$$\Delta\lambda = \frac{\delta a}{\Delta a} \frac{\lambda^2}{2d\sqrt{n^2 - 1}}$$

λ Wellenlänge der roten Cadmium-Linie
(643.8nm)

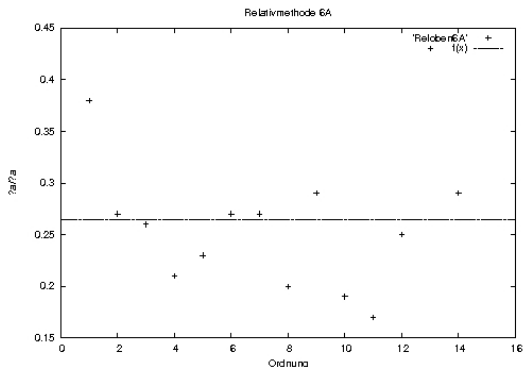
d Dicke der Lummer-Gehrcke-Platte(4.04mm)

n Brechungsindex der Platte (1.4567)



- zwei Methoden zur Bestimmung von $\frac{\delta a}{\Delta a}$

Methode 1 direktes Ablesen der Werte aus den Daten



Theorie

Teil I,
Zeeman-Effekt

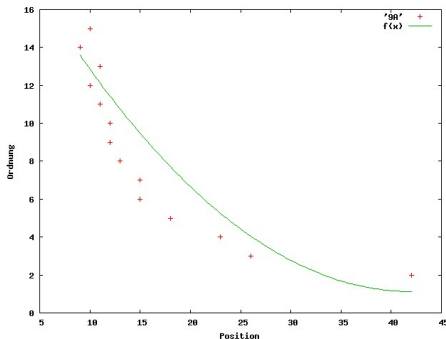
Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II,
Bestimmung von
Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Methode 2 absolute Position gegen die Ordnung auftragen
anschließend Fit mit Polynom
($y = ax^2 + bx + c$)



Theorie

Teil I,
Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II,
Bestimmung von
Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

$$\Delta E = hc \left(\frac{1}{\lambda - \Delta\lambda} - \frac{1}{\lambda} \right)$$
$$\mu_B = \frac{\Delta E}{B}$$

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

$$\Delta\lambda_{6v} = 0.0128nm$$

$$\Delta\lambda_{9v} = 0.0193nm$$

$$\Delta\lambda_{12v} = 0.0255nm$$

$$\mu_{B,6v} = 10.87 \times 10^{-24} \frac{J}{T}$$

$$\mu_{B,9v} = 10.47 \times 10^{-24} \frac{J}{T}$$

$$\mu_{B,12v} = 11.23 \times 10^{-24} \frac{J}{T}$$

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

$$\mu_B = (10.86 \pm 1.92) \times 10^{-24} \frac{J}{T}$$

$$\mu_{B,Literatur} = 9.274 \times 10^{-24} \frac{J}{T}$$

Theorie

Teil I,
Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II,
Bestimmung von
Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

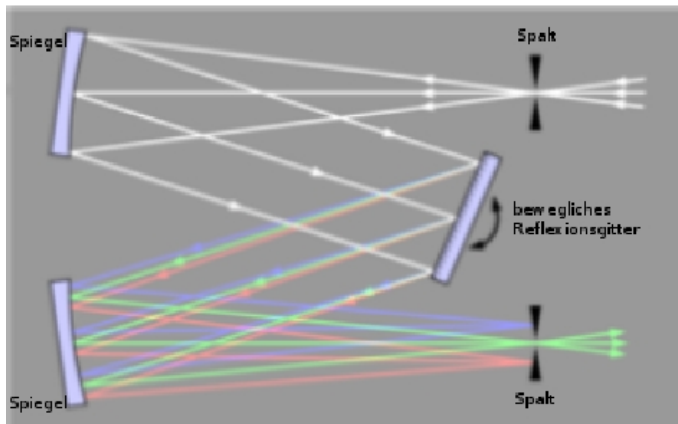
Diskussion

Teil II

Präzisionspektroskopie von Spektrallinien

Präzessionspektroskopie von Spektrallinien

Versuchsaufbau



Zeeman-Effekt,
F44

Ina Schüssler,
Christian Köhler

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

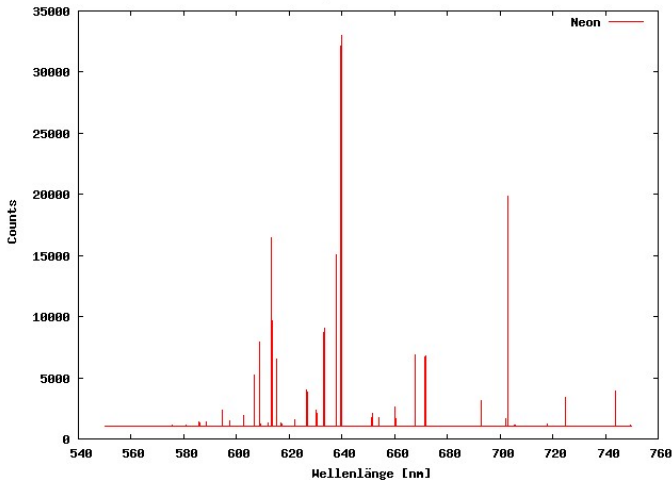
Präzessionspektroskopie von Spektrallinien

Durchführung

Zeeman-Effekt,
F44

Ina Schüssler,
Christian Köhler

Neonspektrum Überblick



Theorie

Teil I,
Zeeman-Effekt

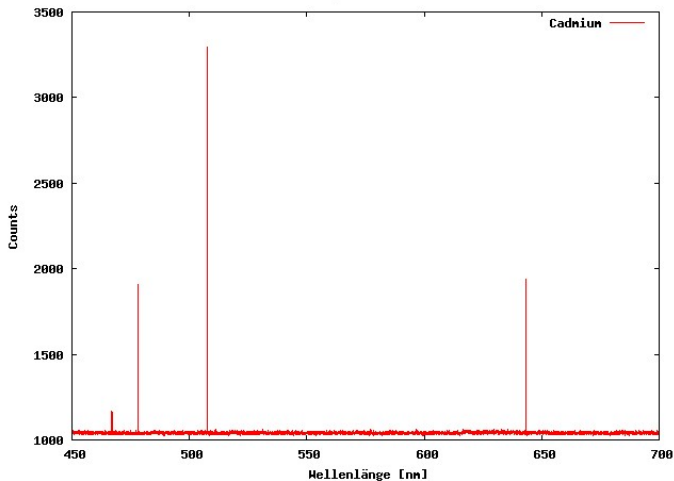
Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II,
Bestimmung von
Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Cadmiumspektrum Überblick



Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

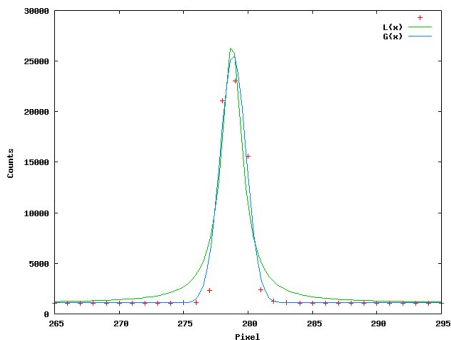
Diskussion

Präzessionspektroskopie von Spektrallinien

Auswertung

Zeeman-Effekt,
F44

Ina Schüssler,
Christian Köhler



Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

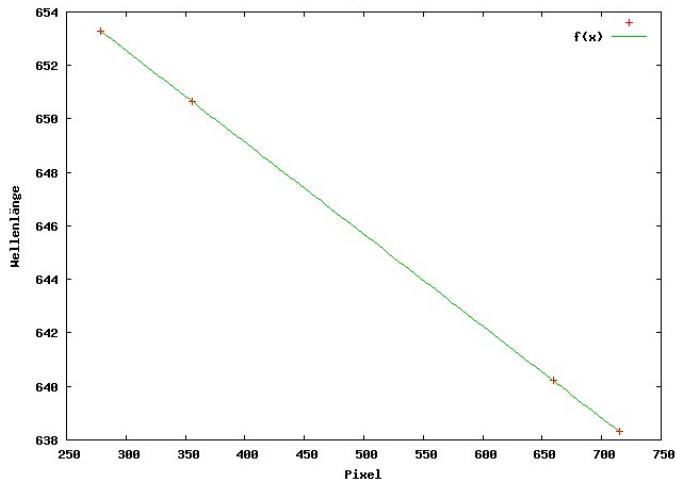
Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

λ	Literaturwert [nm]	Lorentz [Pixel]	Gauss [Pixel]
$\lambda_{1,Ne}$	653.28824	278.740 ± 0.041	278.847 ± 0.024
$\lambda_{2,Ne}$	650.65277	355.773 ± 0.038	355.845 ± 0.019
$\lambda_{3,Ne}$	640.22480	659.354 ± 0.041	659.390 ± 0.012
$\lambda_{4,Ne}$	638.29914	714.799 ± 0.036	714.781 ± 0.017

Eichgerade



Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Theorie

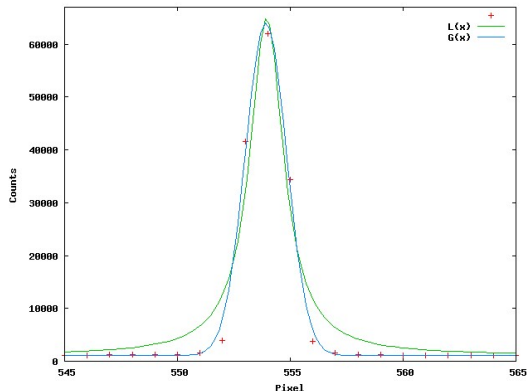
Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

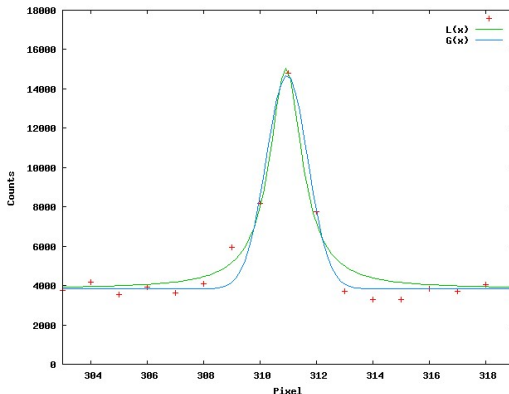
Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion



$$\lambda_{Cd,rot} = 643.837 \pm 0.024 nm$$

$$\lambda_{Cd,rot,Literatur} = 643.847 nm$$



$$\lambda_{\text{unbekannt}} = 652.188 \pm 0.035 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{Wolfram}} = 652.198 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{Xenon}} = 652.151 \text{ nm}$$

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Teil I mit einfachen Mittel Effekt sichtbar

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Teil I mit einfachen Mittel Effekt sichtbar
Ablese Methode könnte verbessert werden

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion

Teil I mit einfachen Mittel Effekt sichtbar

Ablese Methode könnte verbessert werden

Teil II Spannend wie mit Hilfe von mathematischen
Überlegungen das Auflösungsvermögen um ein
vielfaches verbessert werden kann

Theorie

Teil I, Zeeman-Effekt

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Teil II, Bestimmung von Wellenlängen

Versuchsaufbau
Durchführung
Auswertung

Diskussion



Zeeman-Effekt, Praktikumsanleitung



NIST Atomic Spectra Database,
<http://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/linesform.html>



Wikipedia, <http://de.wikipedia.org>