Versuch 366:

Prismen - Spektralapparat

Versuchsthema:

In diesem Versuch mit Hilfe eines Prismas ein sogenannter Prismen Spektralapparat aufgebaut, ~~und~~ um mit diesem das Spektrum ~~von~~ einer bekannten Lampe zu bestimmen bzw. um mit diesem eine Kalibrations Kurve zu erstellen. Mit der Kalibrikations Kurve wird in der Auswertung genutzt um das Element einer unbekannten Lampe zu bestimmen.

Desweiteren wird ~~dann~~ das Auflösevermögen der Hg-Lampe bestimmt.

Theorie:

Der Brechungsindex eines Strahls, der unter dem Winkel δ ~~auf ein Prisma~~ durch das Prisma abgelenkt wird, wird durch

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\delta + \gamma}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\gamma}{2}\right)}$$ beschrieben.

Dabei ist γ der Winkel der Brechenden Kanten des Prisma.

Der Brechungsindex ist abhängig von der Wellenlänge, der Grund warum ~~es~~ es zur Aufspaltung des Spektrums kommt, und kann für einen begrenzten Wellenlängen Bereich nach Cauchy als

$$n(\lambda) = k_0 + \frac{k_1}{\lambda^2}$$ mit $k_0, k_1 =$ ~~konst.~~ geschrieben werden.

Aufgrund der endlichen Breite des Strahls treten der weiteren Beugungseffekte auf, dies schränkt das Auflösevermögen ein.

$A = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = \left|\frac{dn}{d\lambda}\right| \cdot B$, dabei ist $\Delta\lambda$ die Differenz zweier Wellenlängen, ~~die~~ deren Linien gerade noch aufgelöst werden können

Messungen: Unbekannte Lampe Nr. 2

366.b

$\alpha_1 = 333°10'$ $\alpha_2 = 213°$ $\pm 1'$

366.c

Farbe	Ablenkwinkel
rot	47,5°
gelb	47,5° + 23'
"	47,5° + 25'
gr	48,0° + 10'
"	48,5° + 11'
blau	49° + 4'
"	49,0 14
"	49,5° + 27'
violett	50,5° + 13'

366.d

Ablenkwinkel	
47,5° + 6'	r
47,5° + 9'	r
47,5° + 11'	r
47,5° + 15'	r
47,5° + 21'	g
48,0° + 2'	gr
48° + 5'	gr
48° + 9'	"
48° + 22'	"
49,5° + 5'	"
50,0° + 7'	violett
50° + 9'	"

e) bei sehr schwachen / schmalen Spalt ist das gelbe Dublett sichtbar.

Auswertung:

366.b

$\gamma = \frac{1}{2}(\alpha_1 - \alpha_2)$ $\Delta\gamma = \frac{\sqrt{\Delta\alpha_1^2 + \Delta\alpha_2^2}}{2}$

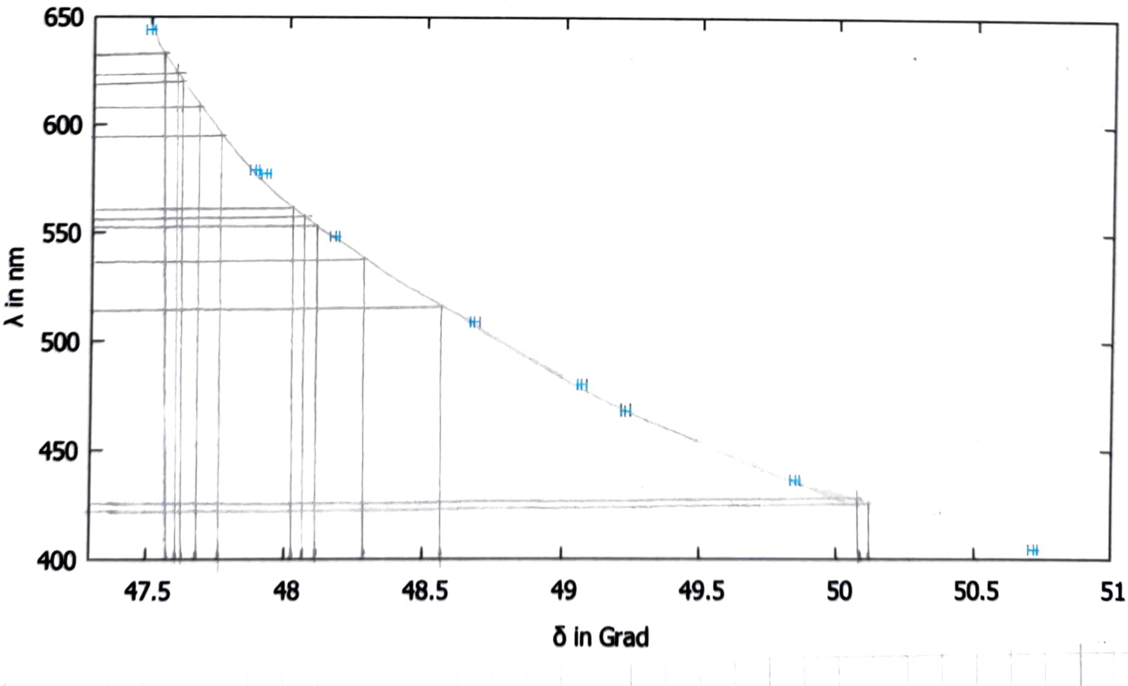
$\gamma = 60° + 10'$ $\Delta\gamma = 0,7'$

366.c

Vergleiche die gesehenen Spektrallinien mit der Liste der ~~gesehenen~~ Spektrallinien entsprechender Elemente aus dem Versuchsraum.
Da hier das Element Hg|Cd bekannt ist, können wir somit sagen, welche (relative) Ablenkung zur entsprechenden Wellenlänge gehören

Farbe	Ablenkung (rel.)	Wellenlänge
rot	47,5°	643,85 nm
gelb I	47,5° + 23'	579,06 nm
gelb II	47,5 + 25'	576,96 nm
grün I	48° + 10'	546,08 nm
grün II	48,5° + 11'	508,58 nm
blau I	49° + 4'	479,99 nm
blau II	49° + 14'	467,81 nm
blau III	49,5° + 21'	435,83 nm
violett	50,5° + 13'	404,66 nm

366.c, 366.d (Bleistift)



366.d

durch die relative Ablenkung ist es möglich mit Hilfe einer Kalibrationskurve die Wellenlänge unbekannter Spektrallinien zu bestimmen.
Dazu siehe im Plot auf der Vorseite die Bleistift.

Die bestimmten Wellenlängen auf der Kurve:

$\delta \pm 1'$	ungefähre Wellenlänge $\pm 2{,}5$ nm	
$47{,}5° + 6'$	~~626 nm~~	630 nm
$47{,}5° + 9'$	~~619 nm~~	623 nm
$47{,}5° + 11'$	~~614 nm~~	620 nm
$47{,}5° + 15'$	~~605 nm~~	606 nm
$47{,}5° + 21'$	~~590 nm~~	594 nm
$48° + 2'$	~~570 nm~~	559 nm
$48° + 5'$		556 nm
$48° + 9'$		553 nm
$48° + 22'$		538 nm
$48{,}5° + 5'$		512 nm
$50° + 7'$	~~223 nm~~	423 nm
$50° + 9'$	~~420 nm~~	421,7 nm

Wenn man die ~~häufig~~ gefundenen Wellenlängen mit der Liste im Versuchsraum für die Spektrallinien der Elemente vergleicht, so passen diese sehr gut zu Rubidium. ~~Dies ist~~.

366.e

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\delta+\gamma}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\gamma}{2}\right)}$$

$$\Delta n = \sqrt{\left(\frac{\cos\left(\frac{\delta+\gamma}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\gamma}{2}\right)} \frac{\Delta\delta}{2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\gamma}{2}\left[\frac{\cos\left(\frac{\gamma+\delta}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\gamma}{2}\right)} - \frac{\sin\left(\frac{\gamma+\delta}{2}\right)\cos\left(\frac{\gamma+\delta}{2}\right)}{\sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right)}\right]\right)^2}$$

$\delta^2 \pm 1'$	n	Δn
42,5°	1,611	0,016
47,5° + 23'	1,614	0,016
47,5° + 25'	1,615	0,016
48° + 20'	1,617	0,016
48,5° + 21'	1,622	0,016
49° + 4'	1,626	0,017
49° + 14'	1,628	0,017
49,5° + 21'	1,634	0,017
50,5° + 13'	1,643	0,017

Es wird n gegen $\frac{1}{\lambda^2}$ aufgetragen. dabei wird λ als absolut angenommen und hat keinen Fehler. An die Messwerte wird die Funktion

$n\left(\frac{1}{\lambda^2}\right) = k_0 + k_1 \frac{1}{\lambda^2}$ ~~an die~~ angepasst.

~~Als k~~ Für die Parameter erhalten wir:

~~$k_0 = 1,623 \pm 0,014$~~

~~$k_1 = (1,002 \pm 3303)$ nm^2~~

$k_1 = (9710 \pm 288)$ nm^2

Das Auflösevermögen bestimmt sich nach:

$$A = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = \left|\frac{dn}{d\lambda}\right| B$$

mit $B = 1,6$ cm $\hat{=} 1,6 \cdot 10^7$ nm $\quad \Delta B = 0,1$ cm $= 0,1 \cdot 10^7$ nm

$$A = \left|\frac{dn}{d\lambda}\right| \cdot B = \frac{2k_1}{\lambda^3} \cdot B$$

λ in nm	A	ΔA	$\Delta\lambda$ in nm	$\Delta(\Delta\lambda)$ in nm
400	4355	307,93	0,092	0,006
500	2229,76	157,66	0,224	0,016
600	1290,37	91,24	0,465	0,033

Das gelbe Duplet hat einen Wellenlängen Abstand von 2,1 nm, sprich nach den Berechneten $\Delta\lambda$ sollten dieser gut sichtbar gewesen sein. Da wir beide Linien sehen korrekter, wenn auch nicht sehr gut, ist entweder der Berechnete Wert oder unsere Kalibrierung nicht sehr gut gewesen. Ich vermute zweiteres, da es einen Unterschied machte, wo das Auge durch das Fernrohr blickte.

Fazit:

Alles in allem hat der Versuch gut funktioniert und die Bestimmung der Unbekannten Elementes war eindeutig, wenn auch das die Bestimmung der Wellenlängen der Spektrallinien recht friemelig war. ~~Im gesamten sind alle unsere Werte~~