

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XXXII. Jahrgang 1902.

München.

Verlag der k. Akademie.

1903.

In Commission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth).

Magnetische Drehung der Polarisationssebene des Lichtes in selektiv absorbirenden Medien.

Von August Schmauss.

(Eingelaufen 8. November.)

(Mit Taf. III–VI.)

Den früheren Untersuchungen des Verfassers¹⁾ über den in der Ueberschrift genannten Gegenstand, die sich bisher auf diamagnetische Substanzen beschränkt hatten, mögen im folgenden Messungen angereicht werden, welche die Drehung der Polarisationssebene des Lichtes unter dem Einflusse des Magneten an magnetischen, absorbirenden Medien bestimmen sollten.

Betreffs der Versuchsanordnung, mit der die nachfolgenden Resultate erhalten sind, darf auf die bereits erwähnten Mitteilungen verwiesen werden.

I.

Anomale Dispersion in flüssigem Sauerstoff.

Es schien von Interesse, zu untersuchen, ob dem flüssigen Sauerstoff, der ein ausgezeichnetes Absorptionsspektrum besitzt, anomale Drehung der Polarisationssebene zukommt.

Zur Messung der Drehung befand sich der flüssige Sauerstoff in einem Dewar'schen Gefässe von 8 cm innerer Weite. Um Licht hindurchschicken zu können, war die Silberbelegung an zwei diametralen Stellen weggenommen. Das Gefäss wurde

¹⁾ A. Schmauss, Ann. d. Phys. 2, p. 280, 1900; 8, p. 482, 1902.

zwischen die durchbrochenen Pole des Elektromagneten gestellt. Die folgende Tabelle I gibt die erhaltenen Zahlenwerte der Drehung, die für das Gebiet von drei Absorptionsstreifen bestimmt wurde.

Tabelle I.

$\lambda =$	658	652	645	642	.....	602	600
I. $\varrho =$	0,34°	0,36	0,40	0,45		0,37	0,41
II. $\varrho =$	0,65°	0,66	0,74	0,78		0,74	0,79
III. $\varrho =$	0,97°	1,02	1,06	1,13		1,14	1,18

593	.....	553	551	547	541	.....
0,50		0,40	0,43	0,43	0,52	
0,87		0,87	0,89	0,92	0,99	
1,28		1,34	1,38	1,38	1,45	

527	522	515	507
0,38	0,41	0,47	0,58
0,90	0,93	0,99	1,11
1,40	1,42	1,51	1,63

Die Zahlenwerte sind in die beigegebene Tafel III eingetragen. Die Messungen geschahen für drei verschiedene Feldstärken. Um einen Anhalt über die Grösse derselben zu haben, wurde die Drehung in Wasser bei denselben Feldstärken (I bis III) in demselben Gefässe bestimmt. Die in Tafel III punktirt eingetragenen Kurven erläutern die Dispersion im

Wasser unter denselben Versuchsbedingungen und geben ein Bild der relativen Drehung des flüssigen Sauerstoffs in Bezug auf Wasser.

Die Betrachtung der Tabelle — die entsprechenden Zahlen sind und nach einem Absorptionsstreifen sind durch stärkeren Druck hervorgehoben — oder der beigegebenen Kurven zeigt die anomale Drehung des flüssigen Sauerstoffs in demselben Sinne, wie er bereits für diamagnetische absorbierende Medien dargestellt ist.

Zugleich bestätigt sich auch hier das von Herrn Prof. Voigt aus der Theorie vorhergesehene Gesetz der Abnahme der negativen Drehung innerhalb eines Absorptionsstreifens mit wachsender Feldstärke. Die bei niedriger Feldstärke negative Differenz der Höhe der Fortsatzpunkte 1', 2', 3' gegenüber 2, 3 (siehe Fig.) geht bei steigender Feldstärke durch Null in positiven Werten.

Anmerkung: Das Verhältnis der Drehung gasförmigen Sauerstoffs zu der des Wassers unter gleichen Bedingungen wurde von A. Kundt und W. C. Röntgen¹⁾ = $0,354 \cdot 10^{-3}$ bestimmt.

Das Verhältnis der Dichte des flüssigen Sauerstoffs (1,24) zu der des gasförmigen (0,0014) beträgt etwa 900.

Unter der Annahme, dass die Drehung der Dichte proportional zunimmt, ergibt sich für das Verhältnis der Drehung des flüssigen Sauerstoffs zu der des Wassers 0,318.

Nach den vorliegenden Messungen bewegt sich das Verhältnis zwischen 0,5 und 0,6, das heisst: Die Drehung nimmt beim Uebergang vom gasförmigen in den flüssigen Zustand stärker zu als die Dichte.

¹⁾ A. Kundt und W. C. Röntgen, Wied. Ann. 10, p. 257, 1880.

II.

Anomale Dispersion der negativ-drehenden Lösungen von Neodym-Praseodym- und Erbium-Nitrat.

Einleitung: Herr Professor du Bois hatte auf dem internationalen Physikerkongress in Paris 1900 in seinem Referate über die magnetischen Eigenschaften der Materie¹⁾ bei den Elementen der Erbiumgruppe auf die Notwendigkeit hingewiesen, ihr magnetooptisches Verhalten zu studiren. Da Herr Professor du Bois zunächst nicht Gelegenheit hatte,²⁾ selbst die Messung der Drehung der Polarisationssebene in den Salzen der seltenen Elemente durchzuführen, wurde dies mit seiner gütigen Erlaubnis in das Programm der vorliegenden Arbeit aufgenommen.

Die Bestimmung der Drehung der Polarisationssebene in den Salzen der Gruppe, welche eine negative Drehung aufweisen, ist schon vom rein physikalischen Gesichtspunkt aus wegen der ausgezeichneten Absorptionsspektren interessant, die wir hier finden.

Wie dürfte sich nach allgemeinen Ueberlegungen die Drehung einer negativ drehenden selectiv absorbirenden Substanz gestalten?

Es stelle in Fig. 1 die Kurve 1 die Rotationsdispersion des Lösungsmittels etwa des Wassers dar. Dann ist die Drehungskurve einer nicht absorbirenden Substanz, die in 1 gelöst wird gegeben durch 2, wenn die gelöste Substanz positives, durch 3, wenn ihr ein negatives Drehungsvermögen (etwa prop. $\frac{1}{\lambda^2}$) zukommt.

Besitzt die gelöste Substanz einen Absorptionsstreifen, dann wird nach den früheren Erfahrungen der Verlauf der Dispersion durch die Kurve 4 dargestellt, falls die Substanz selbst

¹⁾ H. du Bois: Propriétés Magnetiques de la Matière Pondérable, Rapport présenté au Congrès international de Physique, Paris 1900, 2, p. 460.

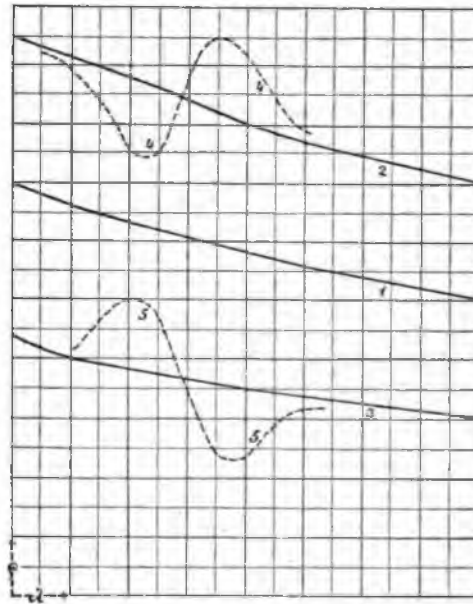
²⁾ H. du Bois: Ann. d. Phys. 7, p. 944, 1902.

itives Drehungsvermögen besitzt. Dreht die gelöste Substanz negativ, dann wird man innerhalb eines Absorptionsstreifens einen durch die Kurve 5 dargestellten Gang der Rotationsdispersion erwarten dürfen, falls man in einfacher Verlegung die Konstante negativ nimmt, etwa in der Formel Berechnung der Grösse des Drehungswinkels nach Maxwell

$$\varrho = c \cdot l \cdot \Phi \cdot \frac{n^2}{\lambda^3} \left(n - \lambda \frac{dn}{d\lambda} \right)$$

wobei in positiv drehenden Medien c positiv ist.

Fig. 1.



Mit der Annäherung von der roten Seite an den Absorptionsstreifen wird also die Drehung abnehmen, von der blauen Seite her zunehmen.

Diese Folgerung soll an Neodym-Praseodym- und Erbiumatlösungen geprüft werden.

Die Messungen.

Der Güte des Herrn Prof. Muthmann verdanke ich die Ueberlassung von Neodym- und Praseodymnitratlösungen, von Herrn Prof. Hoffmann erhielt ich Erbiumnitrat. Es sei mir gestattet, den beiden Herren auch an dieser Stelle für die Abgabe des seltenen Materiales zu danken.

Die Messungen wurden für drei verschiedene Feldstärken — ca. 5500, 11000 und 16000 C. G. S. E. — und zwei verschiedenen Konzentrationen (Schichtdicke 0,25 cm) ausgeführt. Die erste Lösung (1) ist dreimal so konzentriert als die zweite (2).

Um eine etwaige Konzentrationsänderung im Magnetfeld zu vermeiden, wurde die Glaskuvette, welche die Lösung aufnahm, nur so gross gewählt, dass sie eben dem Lichtbündel den Durchgang gestattete. Uebrigens hat man noch keine Konzentrationsänderung von Lösungen magnetischer Stoffe in Magnetfeldern beobachten können.¹⁾

¹⁾ G. Wiedemann, Die Lehre von der Elektrizität, II. Band, § 120 (3. Aufl. 1895.)

Tabelle 2a (hierzu Tafel IV).
Dispersion in Neodymnitratlösung 1.

$\lambda =$	658	641	627	612	599	586
I. $e =$	0,05°	0,06	0,08	0,07	0,09	0,09
II. $e =$	0,15°	0,16	0,17	0,18	0,19	0,21
III. $e =$	0,28°	0,28	0,32	0,32	0,34	0,36

573	.....	566	561	551	541
0,16		0,15	0,17	0,18	0,20
0,27		0,27	0,30	0,31	0,32
0,40		0,40	0,43	0,45	0,46

532	528	.....	517	512	.....	499
0,20	0,24		0,14	0,31		0,21
0,33	0,37		0,28	0,43		0,38
0,50	0,52		0,45	0,60		0,57

491	483	474	468	462
0,27	0,27	0,28	0,30	0,35
0,41	0,41	0,45	0,47	0,50
0,62	0,62	0,63	0,66	0,70

Tabelle 2 b.

Dispersion in Neodymnitratlösung 2.

$\lambda =$	658	641	627	612	599	586
I. $e =$	0,19 ⁰	0,19	0,20	0,21	0,21	0,24
II. $e =$	0,32 ⁰	0,35	0,37	0,38	0,38	0,40
III. $e =$	0,42 ⁰	0,46	0,51	0,52	0,55	0,57

573	.....	566	561	551	541
0,27		0,25	0,26	0,27	0,27
0,43		0,42	0,45	0,46	0,49
0,62		0,64	0,67	0,67	0,68

532	528	524	.....	519	515	512
0,30	0,31	0,35		0,25	0,33	0,38
0,51	0,54	0,58		0,53	0,60	0,64
0,71	0,74	0,76		0,70	0,81	0,85

.....	507	499	491	483	474	468	462
	0,27	0,29	0,32	0,32	0,34	0,36	0,40
	0,55	0,59	0,59	0,60	0,61	0,63	0,69
	0,79	0,81	0,83	0,86	0,87	0,91	0,97

Tabelle 3a (hierzu Tafel V).

Dispersion in Praseodymnitratlösung 1.

$\lambda =$	642	627	612	599	597	593	.....	578
I. $\varrho =$	0,11°	0,13	0,14	0,15	0,16	0,23		0,14
II. $\varrho =$	0,22°	0,23	0,24	0,27	0,29	0,37		0,31
III. $\varrho =$	0,31°	0,32	0,36	0,41	0,45	0,51		0,50

573	561	551	541	532	525	.....	515	511
0,19	0,22	0,21	0,22	0,24	0,29		0,11	0,19
0,32	0,37	0,36	0,38	0,41	0,46		0,31	0,40
0,53	0,56	0,56	0,57	0,62	0,68		0,60	0,66

507	499	491	487	483	.....	474	472
0,24	0,26	0,26	0,27	0,31		0,16	0,19
0,44	0,46	0,49	0,50	0,52		0,39	0,41
0,70	0,72	0,74	0,76	0,81		0,71	0,73

469	.....	458	455	450	444
0,25		0,12	0,24	0,30	0,37
0,47		0,38	0,50	0,56	0,64
0,78		0,74	0,83	0,90	0,96

Tabelle 3b.

Dispersion in Praseodymnitratlösung 2.

$\lambda =$	627	612	599	593	.....	578	573
I. $\varrho =$	0,16 ⁰	0,17	0,18	0,26		0,15	0,17
II. $\varrho =$	0,34 ⁰	0,36	0,40	0,46		0,40	0,43
III. $\varrho =$	0,53 ⁰	0,57	0,62	0,67		0,66	0,69

551	532	524	.....	515	499	487
0,20	0,23	0,26		0,20	0,30	0,33
0,48	0,54	0,58		0,51	0,60	0,67
0,74	0,83	0,88		0,84	0,90	0,96

485	.....	474	470	468	.....	458
0,35		0,28	0,34	0,39		0,32
0,70		0,63	0,70	0,74		0,71
0,98		0,90	0,95	0,99		0,99

455	450	444
0,37	0,41	0,48
0,75	0,79	0,85
1,06	1,12	1,19

Tabelle 4 a (hierzu Tafel VI).
Dispersion in Erbiumnitratlösung 1.

$\lambda =$	668	658	651	647	.....	630	627
I. $e =$	0,03°	0,08	0,07	0,10		0,01	0,03
II. $e =$	0,13°	0,18	0,16	0,18		0,14	0,16
III. $e =$	0,21°	0,27	0,25	0,27		0,26	0,28

612	599	573	551	547	541	.....	528
0,06	0,06	0,08	0,07	0,09	0,20		0,07
0,19	0,22	0,21	0,27	0,32	0,40		0,32
0,32	0,34	0,37	0,43	0,47	0,57		0,48

523	521	.....	507	504	499	491	489
0,15	0,20		— 0,10	0,00	0,07	0,12	0,13
0,40	0,44		0,21	0,29	0,32	0,36	0,41
0,60	0,66		0,48	0,50	0,57	0,64	0,66

.....	470	468	455	446	.....	428	423
	— 0,05	0,02	0,13	0,21		0,00	0,18
	0,25	0,28	0,37	0,48		0,35	0,50
	0,51	0,52	0,63	0,75		0,65	0,79

Tabelle 4b.

Dispersion in Erbiumnitratlösung 2.

$\lambda =$	668	658	651	647	.....	630	627	599
I. $\varrho =$	0,11 ⁰	0,15	0,13	0,15		0,09	0,10	0,11
II. $\varrho =$	0,27 ⁰	0,32	0,31	0,32		0,28	0,28	0,31
III. $\varrho =$	0,42 ⁰	0,46	0,46	0,48		0,48	0,48	0,53

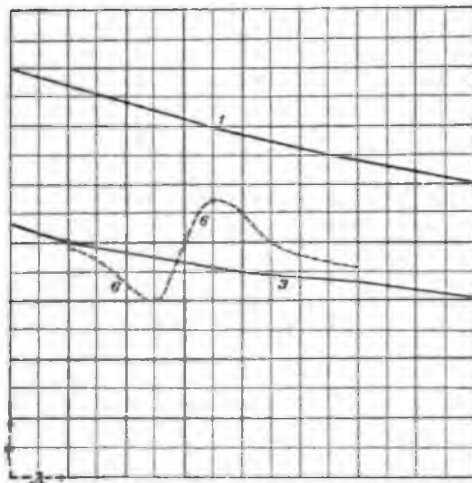
573	551	541	.....	532	523	.....	511
0,11	0,13	0,19		0,09	0,20		0,10
0,34	0,36	0,44		0,39	0,50		0,44
0,58	0,65	0,71		0,68	0,80		0,77

507	491	489	.....	474	468	461
0,17	0,30	0,34		0,16	0,20	0,23
0,48	0,60	0,66		0,51	0,54	0,56
0,80	0,89	0,94		0,82	0,86	0,91

449	446	444
0,28	0,34	0,41
0,63	0,67	0,73
0,95	0,99	1,03

Betrachten wir die Tabellen oder die zu je einer Konzentration beigegebenen Tafeln IV bis VI, dann sehen wir, dass der Gang der anomalen Dispersion in diesen negativ drehenden Lösungen nicht die erwartete, in Fig. 1 durch Kurve 5 dargestellte Form annimmt, sondern den in Fig. 2 durch Kurve 6 gegebenen Verlauf nimmt.

Fig. 2.



Zur Fixirung der Vorstellung, ohne damit über den in unseren Lösungen wirklich stattfindenden Vorgang eine Behauptung aufzustellen, denken wir uns ein negativ drehendes Salz (Kurve 3) in Wasser gelöst, dieser Lösung einen positiv drehenden Farbstoff beigegeben, dann stellt Kurve 6 den Verlauf der Drehung in einem Absorptionsstreifen des Farbstoffes dar.

Resultat:

Die vorliegenden Messungen haben folgendes Ergebnis:

In den negativ drehenden Lösungen von Neodym-Praseodym- und Erbiumnitrat sind die Anomalien in der

Drehung infolge selectiver Absorption „positiv“, wenn mit dem Prädikat „positiv“ der anomale Gang der Drehung in positiv drehenden absorbirenden Substanzen festgelegt ist.

Im Sinne der Elektronentheorie bedeutet dieses Resultat: Das absorbirende Jon, das die Polarisationssebene des Lichtes im Sinne der Molekularströme dreht, besitzt eine negative elektrische Ladung.
