**11. *Magnetische Drehung der Polarisations-
ebene des Lichtes in selektiv absorbierenden Medien;
von August Schmauss.***

(Aus den Berichten der Kgl. Bayer. Akademie, Sitzung vom
8. November 1902.)

Den früheren Untersuchungen des Verfassers¹⁾ über den in der Überschrift genannten Gegenstand, die sich bisher auf *diamagnetische* Substanzen beschränkt hatten, mögen im folgenden Messungen angereiht werden, welche die Drehung der Polarisations-ebene des Lichtes unter dem Einfluß des Magneten an *magnetischen*, absorbierenden 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 Polarisation zukommt.

Zur Messung der Drehung befand sich der flüssige Sauerstoff in einem Dewarschen Gefäße von 8 cm innerer Weite. Um Licht hindurchschicken zu können, war die Silberbelegung an zwei diametralen Stellen weggenommen. Das Gefäß wurde zwischen die durchbrochenen Pole des Elektromagneten gestellt. Die folgende Tab. I gibt die erhaltenen Zahlenwerte der Drehung, die für das Gebiet von drei Absorptionsstreifen bestimmt wurde.

1) A. Schmauss, Ann. d. Phys. 2. p. 280. 1900; 8. p. 842. 1902.

Tabelle 1.

$\lambda =$	658	552	645	642	...	602	600	593	...
I. $\varrho =$	0,34°	0,36°	0,40°	0,45°		0,37°	0,41°	0,50°	
II. $\varrho =$	0,65	0,66	0,74	0,78		0,74	0,79	0,87	
III. $\varrho =$	0,97	1,02	1,06	1,13		1,14	1,18	1,28	

$\lambda =$	553	551	547	541	...	527	522	515	507
I. $\varrho =$	0,40°	0,43°	0,43°	0,52°		0,38°	0,41°	0,47°	0,58°
II. $\varrho =$	0,57	0,89	0,92	0,99		0,90	0,93	0,99	1,11
III. $\varrho =$	1,34	1,33	1,38	1,45		1,40	1,42	1,51	1,63

Die Zahlenwerte sind in die beigegebene Fig. 1 eingetragen. Die Messungen geschahen für drei verschiedene Feldstärken. Um einen Anhalt über die GröÙe derselben zu haben, wurde die Drehung in *Wasser* bei denselben Feldstärken (I—III) in demselben GefäÙe bestimmt. Die in Fig. 1 punktiert eingetragenen Kurven erläutern die Dispersion in *Wasser*

Fig. 1.

Die ausgezogenen Kurven geben die anomale Dispersion in *flüssigem Sauerstoff*, die punktierten Kurven die unter denselben Versuchsbedingungen bestimmte Dispersion in *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 von und nach einem Absorptionsstreifen sind durch stärkeren Druck hervorgehoben — oder der beigegebenen Kurven zeigt

eine anomale Drehung des flüssigen Sauerstoffs in demselben Sinne, wie er bereits für diamagnetische absorbierende Medien festgestellt ist.

Zugleich bestätigt sich auch hier das von Hrn. 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 1, 2, 3 (vgl. Fig.) geht bei steigender Feldstärke durch Null zu positiven Werten.

Das Verhältnis der Drehung gasförmigen Sauerstoffs zu der des Wassers unter gleichen Bedingungen wurde von A. Kundt und W. C. Röntgen¹⁾ gleich $0,354 \cdot 10^{-3}$ bestimmt. Nach H. Becquerel²⁾ ist dasselbe gleich $0,474 \cdot 10^{-3}$, während es sich nach der von A. Siertsema³⁾ angegebenen Formel gleich $0,353 \cdot 10^{-3}$ berechnet. Im Mittel ist also das Verhältnis gleich $0,394 \cdot 10^{-3}$.

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 zunehme, ergibt sich für das Verhältnis der Drehung des flüssigen Sauerstoffs zu der des Wassers 0,354.

Nach den vorliegenden Messungen bewegt sich das Verhältnis zwischen 0,5 und 0,6, das heißt: *Die Drehung in Sauerstoff nimmt beim Übergang aus dem gasförmigen in den flüssigen Zustand stärker zu als die Dichte.*

II. Anomale Dispersion der negativdrehenden Lösungen von Neodym-, Praseodym- und Erbiumnitrat.

Einleitung. Hr. du Bois hatte auf dem internationalen Physikerkongreß in Paris 1900 in seinem Referate über die magnetischen Eigenschaften der Materie⁴⁾ bei den Elementen

1) A. Kundt u. W. C. Röntgen, Wied. Ann. 6. p. 332. 1879; 8. p. 257. 1880.

2) H. Becquerel, Compt. rend. 88. p. 709. 1879; 90. p. 1407. 1880.

3) A. Siertsema, vgl. A. Wüllner, Experimentalphysik 4. p. 990. 1889.

4) H. du Bois, Rapport présenté au Congrès international de Physique 2. p. 460. Paris 1900.

der Erbiumgruppe auf die Notwendigkeit hingewiesen, ihr magnetooptisches Verhalten zu studieren. Da Hr. du Bois zunächst nicht Gelegenheit hatte¹⁾ 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 Überlegungen die Drehung einer negativ drehenden selektiv absorbierenden Substanz gestalten?

Es stelle in Fig. 2 die Kurve 1 die Rotationsdispersion des Lösungsmittels, etwa des Wassers dar. Dann ist die Drehungskurve einer *nicht* absorbierenden Substanz, die in 1 gelöst wird, gegeben durch 2, wenn die gelöste Substanz *positives*,

durch 3, wenn ihr ein *negatives* Drehungsvermögen (etwa prop. $1/\lambda^2$) 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 *positives* 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 Überlegung die Konstante negativ nimmt, etwa in der Formel zur Berechnung der Größe des Drehungswinkels nach Maxwell

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

während in positiv drehenden Medien c positiv ist.

Fig. 2.

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

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 Erbiumnitratlösungen geprüft werden.

Die Messungen.

Der Güte des Hrn. Prof. Muthmann verdanke ich die Überlassung von Neodym- und Praseodymnitratlösungen, von Hrn. Prof. Hofmann 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.-Einh. — 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 Magnetfelde zu vermeiden, wurde die Glaskuvette, welche die Lösungen aufnahm, nur so groß gewählt, daß sie eben dem Lichtbündel den Durchgang gestattete. Übrigens hat man noch keine Konzentrationsänderung von Lösungen magnetischer Stoffe im Magnetfelde beobachten können.¹⁾

Tabelle 2a (hierzu Fig. 3).

Dispersion in Neodymnitratlösung 1.

$\lambda =$	658	641	627	612	599	586	573	...
I. $\varrho =$	0,05°	0,06°	0,08°	0,07°	0,09°	0,09°	0,16°	
II. $\varrho =$	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,21	0,27	
III. $\varrho =$	0,28	0,28	0,32	0,32	0,34	0,36	0,40	

$\lambda =$	566	561	551	541	532	528	...	517
I. $\varrho =$	0,15°	0,17°	0,18°	0,20°	0,20°	0,24°		0,14°
II. $\varrho =$	0,27	0,30	0,31	0,32	0,33	0,37		0,28
III. $\varrho =$	0,40	0,43	0,45	0,46	0,50	0,52		0,45

1) G. Wiedemann, Die Lehre von der Elektrizität 2. § 1205. 3. Aufl. 1895.

Tabelle 2a (Fortsetzung).

$\lambda =$	512	...	499	491	483	474	468	462
I. $q =$	0,31°		0,21°	0,27°	0,27°	0,28°	0,30°	0,35°
II. $q =$	0,45		0,38	0,41	0,41	0,45	0,47	0,50
III. $q =$	0,60		0,57	0,62	0,62	0,63	0,66	0,70

Fig. 3.

Die ausgezogenen Kurven geben die anomale Dispersion in *Neodymnitratlösung I*, die punktierten Kurven die Dispersion in *Wasser*.

Tabelle 2b.

Dispersion in Neodymnitratlösung 2.

$\lambda =$	658	641	627	612	599	586	573	...	566
I. $q =$	0,19°	0,19°	0,20°	0,21°	0,21°	0,24°	0,27°		0,25°
II. $q =$	0,32	0,35	0,37	0,38	0,38	0,40	0,43		0,42
III. $q =$	0,42	0,46	0,51	0,52	0,55	0,57	0,62		0,64

$\lambda =$	561	551	541	532	528	524	...	519	515
I. $q =$	0,26°	0,27°	0,27°	0,30°	0,31°	0,35°		0,25°	0,33°
II. $q =$	0,45	0,46	0,49	0,51	0,54	0,58		0,53	0,60
III. $q =$	0,67	0,67	0,68	0,71	0,74	0,76		0,70	0,81

$\lambda =$	512	...	507	499	491	483	474	468	462
I. $q =$	0,38°		0,27°	0,29°	0,32°	0,32°	0,34°	0,36°	0,40°
II. $q =$	0,64		0,55	0,59	0,59	0,60	0,61	0,63	0,69
III. $q =$	0,85		0,79	0,81	0,83	0,86	0,87	0,91	0,97

Tabelle 3a (hierzu Fig. 4).

Dispersion in Praseodymnitratlösung 1.

$\lambda =$	642	627	612	599	597	593	...	578
I. $\varphi =$	0,11°	0,18°	0,14°	0,15°	0,16°	0,23°		0,14°
II. $\varphi =$	0,22	0,23	0,24	0,27	0,29	0,37		0,31
III. $\varphi =$	0,31	0,32	0,36	0,41	0,45	0,51		0,50

$\lambda =$	573	561	551	541	532	525	...	515
I. $\varphi =$	0,19°	0,22°	0,21°	0,22°	0,24°	0,29°		0,11°
II. $\varphi =$	0,32	0,37	0,36	0,38	0,41	0,46		0,31
III. $\varphi =$	0,53	0,56	0,56	0,57	0,62	0,68		0,60

$\lambda =$	511	507	499	491	487	483	...	474
I. $\varphi =$	0,19°	0,24°	0,26°	0,26°	0,27°	0,31°		0,16
II. $\varphi =$	0,40	0,44	0,46	0,49	0,50	0,52		0,39
III. $\varphi =$	0,66	0,70	0,72	0,74	0,76	0,81		0,71

$\lambda =$	472	469	...	458	455	450	444
I. $\varphi =$	0,19°	0,25°		0,12°	0,24°	0,30°	0,37°
II. $\varphi =$	0,41	0,47		0,38	0,50	0,56	0,64
III. $\varphi =$	0,73	0,78		0,74	0,83	0,90	0,96

Fig. 4.

Die ausgezogenen Kurven geben die anomale Dispersion in *Praseodym-nitratlösung 1*, die punktierten Kurven die Dispersion in *Wasser*.

Tabelle 3b.

Dispersion in Praseodymnitratlösung 2.

$\lambda =$	627	612	599	593		578	573	551
I. $q =$	0,16°	0,17°	0,18°	0,26°		0,15°	0,17°	0,20°
II. $q =$	0,34	0,36	0,40	0,46		0,40	0,43	0,48
III. $q =$	0,53	0,57	0,62	0,67		0,66	0,69	0,74

$\lambda =$	532	524		515	499	487	485	
I. $q =$	0,23°	0,26°		0,20°	0,30°	0,33°	0,35°	
II. $q =$	0,54	0,58		0,51	0,60	0,67	0,70	
III. $q =$	0,83	0,88		0,84	0,90	0,96	0,99	

$\lambda =$	474	470	468		458	455	450	444
I. $q =$	0,28°	0,34°	0,39°		0,32°	0,37°	0,41°	0,48°
II. $q =$	0,63	0,70	0,74		0,71	0,75	0,79	0,85
III. $q =$	0,90	0,95	0,99		0,00	1,06	1,12	1,19

Tabelle 4a (hierzu Fig. 5).

Dispersion in Erbiumnitratlösung 1.

$\lambda =$	668	658	651	647		630	627	612
I. $q =$	0,03°	0,08°	0,07°	0,10°		0,01°	0,03°	0,06°
II. $q =$	0,13	0,18	0,16	0,12		0,14	0,16	0,19
III. $q =$	0,21	0,27	0,25	0,26		0,26	0,28	0,32

$\lambda =$	599	573	551	547	541		528	523
I. $q =$	0,06°	0,08°	0,07°	0,09°	0,20°		0,07°	0,15°
II. $q =$	0,22	0,21	0,27	0,32	0,40		0,32	0,40
III. $q =$	0,34	0,37	0,43	0,47	0,57		0,48	0,90

$\lambda =$	521		507	504	499	491	489	
I. $q =$	0,20°		-0,10°	0,00°	0,07°	0,12°	0,13°	
II. $q =$	0,44		0,21	0,29	0,32	0,36	0,41	
III. $q =$	0,66		0,48	0,50	0,57	0,64	0,66	

Tabelle 4a (Fortsetzung).

$\lambda =$	470	468	455	446	...	428	423
I. $\varphi =$	-0,05°	0,02°	0,13°	0,21°		0,00°	0,18°
II. $\varphi =$	0,25	0,28	0,37	0,48		0,35	0,50
III. $\varphi =$	0,51	0,52	0,63	0,75		0,65	0,79

Fig. 5.

Die ausgezogenen Kurven geben die anomale Dispersion in *Erbiumnitratlösung I*, die punktierten Kurven die Dispersion in *Wasser*.

Tabelle 4b.

Dispersion in Erbiumnitratlösung 2.

$\lambda =$	668	658	651	647	...	630	627	599	573
I. $\varphi =$	0,11°	0,15°	0,13°	0,15°		0,09°	0,10°	0,11°	0,11°
II. $\varphi =$	0,27	0,32	0,31	0,32		0,28	0,28	0,31	0,34
III. $\varphi =$	0,42	0,46	0,46	0,48		0,48	0,48	0,53	0,58

$\lambda =$	551	541	...	532	523	...	511	507	491
I. $\varphi =$	0,13°	0,19°		0,09°	0,20°		0,10°	0,17°	0,30°
II. $\varphi =$	0,36	0,44		0,39	0,50		0,44	0,48	0,60
III. $\varphi =$	0,65	0,71		0,68	0,80		0,77	0,80	0,89

$\lambda =$	489	...	474	468	461	449	446	444
I. $\varphi =$	0,34°		0,16°	0,20°	0,23°	0,28°	0,34°	0,41°
II. $\varphi =$	0,66		0,51	0,54	0,56	0,63	0,67	0,73
III. $\varphi =$	0,94		0,82	0,86	0,91	0,95	0,99	1,03

Betrachten wir die Tabellen oder die zu je einer Konzentration beigegebenen Figg. 3—5, dann sehen wir, daß der Gang der anomalen Dispersion in diesen negativ drehenden

Fig. 6.

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 selektiver Absorption „*positiv*“, wenn mit dem Prädikat „*positiv*“ der *anomale Gang* der Drehung in *positiv* drehenden absorbierenden Substanzen festgelegt ist.

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

München, Physik. Inst. d. Univ., 3. November 1902.

(Eingegangen 28. Dezember 1902.)