ACTA PHYSICA POLONICA Vol. III (1934) Fasc. 1

Constantin Zakrzewski.

Der elektrische Kerr-Effekt in Nitroverbindungen.

(Vorläufige Mitteilung).

Unter allen Körpern, welche bis jetzt auf den elektrischen Kerr-Effekt untersucht worden sind, besitzen das Nitrobenzol und das Nitrotoluol den grössten Wert der Kerrkonstante. Es wurde die Meinung ausgesprochen [1]), dass diese Eigentümlichkeit mit der Anwesenheit der NO_2-Gruppe in dem Molekül dieser Körper verbunden ist. Diese Gruppe soll die Anisotropie des Moleküls vergrössern und dadurch den grossen Kerr-Effekt hervorrufen. Wenn diese Annahme der Wirklichkeit entspricht, könnte man vermuten, dass auch in den anderen organischen Verbindungen, welche die NO_2-Gruppe enthalten, die Kerrkonstante der Grössenordnung nach dieselbe ist, wie in den zwei obengenannten Körpern.

Es liegt bis jetzt keine diesbezügliche Untersuchung vor, was wahrscheinlich seinen Grund in dem Umstande findet, dass die Mehrzahl der Nitroverbindungen bei gewöhnlicher Temperatur als Kristalle auftreten und die Untersuchung des Kerr-Effektes in höheren Temperaturen mit manchen Schwierigkeiten verbunden ist. Die Aufgabe wird erleichtert, wenn man statt reiner Substanzen deren Lösungen in einem nahezu indifferentem Lösungsmittel untersucht. Zwar kann man aus einer solchen Untersuchung nicht den absoluten Betrag der Kerrkonstante der gelösten Substanz erhalten, da wir nicht die Regel besitzen, welche die Kerrkonstante des gelösten Körpers aus dem Effekte der Lösung und des Lösungsmittels auszurechnen gestattet. Jedenfalls kann man aus dem Vergleich der erhaltenen Resultate mit der Grösse des Kerr-Effektes in der Lösung des Nitrobenzols oder des Nitrotoluols in demselben Lösungsmittel die erste Orientierung in dem untersuchten Gebiete erhalten. Deshalb habe ich einen solchen Vergleich für manche Verbindungen vorgenommen.

---

[1]) G. Szivessy, Handb. d. Phys. *XXI*, S. 768.

Die von mir gebrauchte Kerrzelle wurde nach dem Muster der Zelle gebaut, welche Bergholm [1]) in seiner Untersuchung des Einflusses der Temperatur auf die Grösse des Kerr-Effektes verwendete. Die Konstruktion der Zelle geht aus der beistehenden Figur 1 hervor, welche den Längsschnitt der Zelle darstellt.

Der Messkondensator besteht in dieser Zelle aus dem Messingkasten *KK* (200 mm lang, 40 mm hoch und breit) und aus der Messingplatte *P* (185 mm lang, 25 mm breit), welche durch vier Glasplättchen (3,3 mm hoch) von dem Boden des Kastens isoliert war. Die Platte wurde durch zwei Messingfedern *F* und durch zwei kleine Glaszylinder festgehalten. Diese Federn und die Glaszylinder waren in den kurzen Glasröhren *G* enthalten. In dem Deckel des Kastens waren drei Löcher gemacht, über welchen drei kurze Messingröhrchen angelötet waren. Durch das eine Röhrchen wurde ein Metalldraht *D* eingeführt und an die Platte angelötet. Der Draht

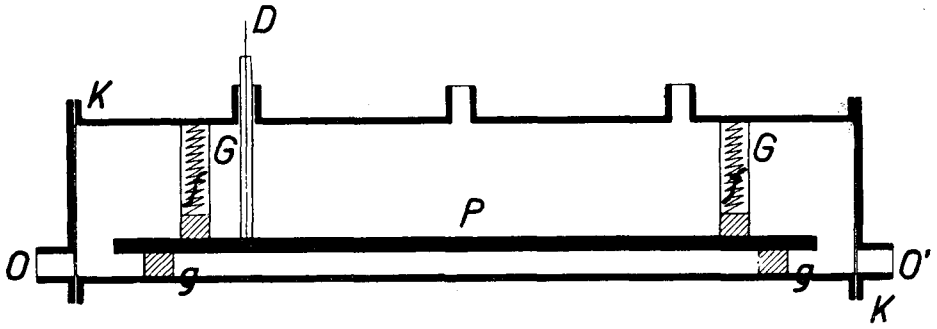

Fig. 1.

ist durch ein Glasröhrchen isoliert, er war mit einem Pole der Spannungsanlage verbunden. Der andere Pol, wie auch der Kasten *KK*, wurde geerdet. Durch das zweite Messingröhrchen wurde das Thermometer eingeführt; das dritte diente zur Füllung der Zelle. An den gut geschliffenen Rändern des Kastens waren zwei Messingplatten (mit Zinndichtungen versehen) angeschraubt. Diese Platten waren mit zwei runden Öffnungen versehen, welche durch zwei kurze Röhrchen verlängert wurden. An die Ränder dieser Röhrchen waren zwei runde Fenster *O*, *O'* aus dünnen Deckgläsern angekittet. Als Kitt diente dicke Lösung der Gelatine in konzentrierter Essigsäure [2]). Bei Verwendung dieses Kittes waren die inneren Spannungen in den Fenstern minimal und die durch diese Spannung hervorgerufene Doppelbrechung nicht merklich.

[1]) C. Bergholm, Ann. d. Phys. (4) *65*, 128, 1921.
[2]) C. Bergholm, l. c.

ACTA PHYSICA POLONICA Vol. III (1934) Fasc. 1

Die sinusförmige Spannung von 1200 Volt wurde einem Transformator entnommen, welcher mit einer 50 Volt-Maschine gespeist wurde. Bisweilen habe ich auch eine Gleichspannung (600 Volt) von einem Gleichrichter benutzt. Die Spannung wurde mit einem elektrostatischen Multizellularspannungsmesser von Hartmann & Braun gemessen.

Die Zelle stand auf dem Tische des Polarisationsspektrometers von Fuess, welches durch eine Natriumlampe von Philips beleuchtet wurde. Die Grösse der Doppelbrechung wurde nach der Methode von Chauvin[1]) gemessen. Die Schwingungsrichtung des Polarisators war unter dem Winkel 45° zur Richtung des Feldes orientiert. Nach dem Austritt aus der Zelle fielen die Strahlen auf eine $\frac{\lambda}{4}$-Platte. Die Schwingungsrichtung der langsameren Strahlen dieser Platte war parallel zu der Schwingungsrichtung des Polarisators eingestellt. Mittels des Analysators, welcher mit einer Halbschattenvorrichtung versehen war, wird der Winkel β bestimmt, um welchem die Schwingungsrichtung des Lichtes durch die Wirkung des Feldes gedreht wird. Der Halbschatten wurde durch eine dünne Quarzplatte bewirkt, welche die Hälfte des Gesichtfeldes im Analysator bedeckte.

Der Winkel β ist gleich der Hälfte des Phasenunterschiedes δ zwischen den Strahlen, welche parallel und senkrecht zum elektrischen Felde schwingen. Es ist nämlich:

$$2\,\beta = \delta = 2\,\pi \frac{l}{\lambda}(n_\pi - n_\sigma)$$

Es bedeuten hier n_π und n_σ die beiden Brechungsindices für die Wellenlänge λ; l ist die Länge des Lichtweges im Felde.

Mittelst der Methode von Chauvin kann der Winkel β mit grosser Genauigkeit gemessen werden. Cotton und Mouton schätzen die Genauigkeit auf etwa eine Minute. In meinen Messungen war die Genauigkeit geringer, was seinen Grund hauptsächlich in der Inkonstanz der Spannung findet. Die Schwankungen der Sinusspannung meiner Anlage erreichten etwa 3%. Jedoch habe ich mich mit solcher Genauigkeit begnügt, umso mehr, da ich keinen grossen Nachdruck auf die absolute Reinheit der untersuchten Stoffe legte. Die meisten von mir untersuchten Nitroverbindungen waren von der Firma Schuchardt als reinste geliefert. Das Nitrobenzol entstammt der Firma von der Häen, es war nahezu farblos. Sein Zustand ist von der Firma durch das Brechungsindex $n =$

[1]) A. Cotton u. H. Mouton, Journ. d. Phys. (5) *1*, 8, 1911.

ACTA PHYSICA POLONICA Vol. III (1934) Fasc. 1

1.552 charakterisiert. Das Benzol, welches als Lösungsmittel diente, von der Firma Merck, zeigte bei der kleinen Spannung, welche von mir verwendet wurde, keine messbare Doppelbrechung. Alle Lösungen wurden in einem nahezu gesättigten Zustand untersucht. Vor der Messung wurden sie mit gut ausgetrocknetem Aluminiumoxyd [1]) geschüttelt und dann durch Glaswolle in die Zelle hineinfiltriert. Durch dieses Verfahren ist die Leitfähigkeit in bedeutendem Mass vermindert. Deshalb zeigten sie in dem elektrischen Felde keine Schlieren, welche durch die Stromwärme entstehen. Der Reinigungprozess des Aluminiumoxydes offenbart sich besonders deutlich in den Lösungen von Nitroanilin. Vor dem Reinigen besitzen sie tiefe rote Farbe und sind wenig durchsichtig. Durch die Wirkung des Oxydes wird die Farbe gelb und die Durchsichtigkeit grösser.

Tabelle.

	S	β
Nitrobenzol	28,4%	57'
Dinitrobenzol	22	23
Chlornitrobenzol		
ortho	31	50
meta	33	34
para	33	30
Bromnitrobenzol meta	33	18
Nitrobenzylaldehyd	28,8	55
Nitrophenol ortho	28,5	43
Nitroanilin ortho	9,4	21
Dinitrotoluol meta	30	31

Um die Apparatur auszuprobieren, wurde in die Zelle das mit Aluminiumoxyd gereinigte Nitrobenzol eingeführt. Bei der konstanten Spannung von 300 Volt war der Winkel β gleich 48', bei der Temperatur 19° C. Daraus findet man für die Kerrkonstante B den Wert $3{,}5.10^{-5}$. Dieser Wert ist etwas zu gross wegen Nichtberücksichtigung der Randwirkung, welche für die verwendete Form der Zelle unbekannt ist. Hehlgans [2]) fand in dem grünen Quecksilberlichte ($\lambda = 546{,}1\ \mu\mu$) für das reinste Nitrobenzol $B = 4{,}1 \cdot 10^{-5}$, hingegen für das handelsübliche Preparat etwa $B = 2{,}2.10^{-5}$.

[1]) F. Hehlgans, Phys. Zeitsch. *30*, 942, 1929.
[2]) F. Hehlgans, l. c.

ACTA PHYSICA POLONICA Vol. III (1934) Fasc. 1

Die von mir für die Benzollösungen gefundenen Resultate sind in der beistehenden Tabelle enthalten. Sie beziehen sich auf die Spannung 1200 Volt; S bezeichnet den Gehalt der Lösung. Die Temperatur war immer wenig von 19° C verschieden.

Von allen Körpern, welche in dieser Tabelle enthalten sind, scheint das Orthonitroanilin den grössten Effekt aufweisen; es erscheint nicht ausgeschlossen, dass er sogar grösser ist als der Effekt im Nitrobenzol. Das geht noch deutlicher aus folgendem Versuche hervor. Ich habe eine nahezu gesättigte Lösung des Nitroanilins im Nitrobenzol bereitet. Eine Probe dieser Lösung wurde auf möglichst dieselbe Weise behandelt wie die andere Probe des reinen Nitrobenzols. Diese Lösung zeigte eine um etwa 10% grössere Doppelbrechung. Dieses Resultat führe ich zur Zeit mit manchem Vorbehalt an, da es vielleicht nicht ausgeschlossen ist, dass diese Messung durch irgendeine zufällige Verunreinigung entstellt war. Die Frage wird weiter untersucht.

Krakau, Physikalisches Institut der Universität.

Eingegangen am 3. September 1934.

ACTA PHYSICA POLONICA Vol. III (1934) Fasc. 1