

Versuche über Dielektrizitätskonstanten von
isomorphen Mischkristallen,
1. Plagioklas und Zinkblende.

Von

Jitsutarō TAKUBO

(Geologisches und Mineralogisches Institut der Kaiserl. Universität zu Kyoto)

Mit 12 Figuren im Text

(Eingegangen am 23. April, 1934)

Inhalt

I. EINLEITUNG	17
II. VERSUCHSANORDNUNG	19
III. VERSUCHE MIT PLAGIOKLAS	22
(a) Für die Versuche ausgewählte Mineralien	22
(b) Versuche mit mit (010) od. (001) parallel geschnittenen Kristallplatten.	24
(c) Versuche mit feinem Pulver	27
(d) Weitere Versuche mit feinem Pulver, besonders unter sehr grosser Wellenlänge.	30
IV. Versuche mit Zinkblende	33
V. Zusammenstellung der Hauptresultate	35

I. Einleitung

Nach der von MAXWELL aufgestellten elektromagnetischen Lichttheorie zeigt die Dielektrizitätskonstante ϵ eines Körpers mit dem entsprechenden Brechungsindex n für sehr grosse Wellenlängen folgende einfache Beziehung:

$$\sqrt{\epsilon} = n$$

Eine Prüfung dieser Beziehung für Gase ist von einigen Autoren, wie L. BOLTZMANN¹⁾, I. KLEMENCIC²⁾, K. BÄDEKER³⁾, W. SCHMIDT⁴⁾,

wohl bereits annehmbar ausgeführt worden. Jedoch für kristallisierte Körper ist sie allein bei Elementkristallen, wie Schwefel⁵⁾, Diamant⁶⁾, usw. bestätigt worden, aber nie bei anderen Kristallen.

Von Interesse ist ein Vergleich der von W. SCHMIDT, sowie anderen Beobachtern⁷⁾ bis jetzt gefundenen Dielektrizitätskonstanten mit dem optischen Verhalten derselben Mineralien. Es zeigt sich, dass im allgemeinen die optisch positiven od. negativen Kristalle gleichzeitig die dielektrisch positiven od. negativen sind, mit Ausnahme von einer Anzahl von zweiaxigen Mineralien. Demnach scheint uns nun die Annahme berechtigt zu sein, dass die obige MAXWELLSche Regel bei kristallisierten Körpern qualitativ annehmbar ist.

In bezug auf isomorphe Mischkristalle ist es wohl bekannt, dass der Brechungsindex je nach der Zusammensetzung eine regelmässige Änderung aufzuweist, genau wie bei Plagioklas. Bei Zinkblende, tritt, wie E. T. ALLEN, T. L. CRENSHAW und H. E. MERWIN⁸⁾ bereits erwiesen haben, die entsprechende Zunahme des Brechungsindex mit der des Eisengehaltes auf. Daher kann man wohl leicht zu der Annahme gelangen, dass bei den Mischkristallen die Dielektrizitätskonstante ihrerseits je nach der Zusammensetzung eine entsprechende Änderung aufzuweisen hat. Wenn diese Vorstellung richtig ist, würde es von grosser Wichtigkeit sein, die genaue Beziehung zwischen

1) L. BOLTZMAN, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien, 69, II. Abt., 795, 1874; Pogg. Ann., 155, 403 (1875).

2) I. KLEMENCIC, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien, 68, II. Abt., 712 (1885).

3) BÄDEKER, ZS. phy. Chem., 36, 305 (1901).

4) W. SCHMIDT, Ann. d. Phy., 11, 114 (1903).

5) J. CURIE, Ann. de Chim., et de Phys., 6 Série, 17, 385 (1889).

L. GRAETZ u. L. FOMM, Wied. Ann., 53, 85 (1894).

R. FELLINGER, Ann. d. Phy., 7, 333 (1902).

L. BOLTZMANN, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien, 68, II. Abt., 81 (1873).

W. SCHMIDT, *loc. cit.*

6) W. SCHMIDT, *loc. cit.*

7) ROMICH und NOWAK, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien, 70, II. Abt., 380 (1874).

J. CURIE, *loc. cit.*; E. S. FERRY, Phill. Mag., 44, 404 (1897); W. SCHMIDT, Ann. d. Phy., 9, 919 (1902). R. FELLINGER, Ann. d. Phy., 7, 333 (1902); Th. LIEBISCH, u. RUBENS, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 876, 1919: 211, 1921.

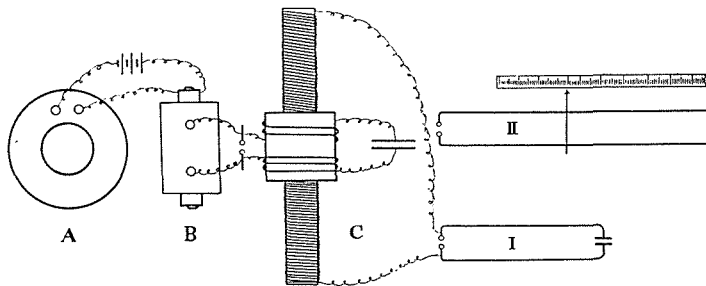
8) E. T. ALLEN, T. L. CRENSHAW, u. H. F. MERWIN, Am. Jour. Soc., 34, 341 (1912).

der Dielektrizitätskonstante und der Zusammensetzung zu bestätigen, da wir diese Beziehung zur Bestimmung von derartigen Mineralien anwenden können. Gemäss dieser Überlegung wurden die vorliegenden Untersuchungen sowohl bei Plagioklas als auch bei Zinkblende unternommen. Was die bisher vom Verfasser erhaltenen Resultate betrifft, so wird die dielektrische Erscheinung ganz analog der optischen dargestellt, d. h. bei Plagioklas nimmt die Dielektrizitätskonstante mit dem Anorthit-Gehalte und bei Zinkblende mit dem Eisengehalte zu.

II. Versuchsanordnung

Um bei den soeben erwähnten Mineralproben die Dielektrizitätskonstanten mit grösserer Genauigkeit zu bestimmen, wurde eine von W. SCHMIDT¹⁾ angegebene Versuchsanordnung als zweckmässigste aufgestellt. Die Methode besteht in der Verbindung einer von P. DRUDE²⁾ ausgearbeiteten und einer von H. STARKE³⁾ angegebenen Anordnung. Nach dieser Methode wurden schon vorher ausgedehnte Untersuchungen über die dielektrischen Eigenschaften des Kristalls bei mancherlei Mineralien gemacht. Der Grundgedanke lässt sich mit Hilfe von Fig. 1, durch die der in diesen Versuchen benutzte Apparat schematisch veranschaulicht wird, folgendermassen darstellen.

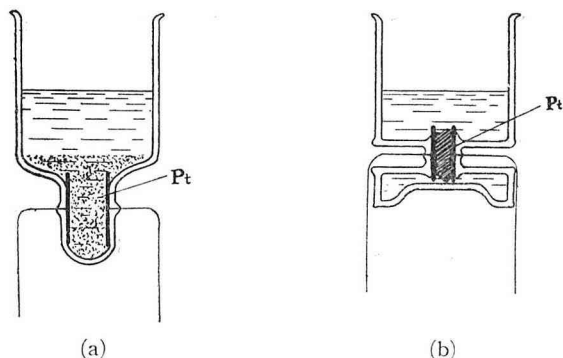
Fig. 1



Ein Primärkreis I besteht aus einem Kondensator, zwei in 3.5 cm. Entfernung parallel zueinander stehenden 0.2 cm. dicken Lei-

- 1) W. SCHMIDT, Ann. d. Phys., *loc. cit.*
- 2) P. DRUDE, ZS. Phys. Chem., 33, 282 (1897); Wied. Ann., 61, 466 (1897); ZS. Phys. Chem. 40, 635 (1902); Ann. d. Phys., 8, 336 (1902); 9, 289 (1902).
- 3) H. STARKE, Wied. Ann., 60, 629 (1897).

Fig. 3



c (vgl. Fig. 2) taucht, in welchen die Schwingungsdrähte endigen.

Als Flüssigkeitgemische wurden gewöhnlich Benzol-Azeton-Gemische und ausserdem Äther benutzt: ihre Dielektrizitätskonstanten wurden bereits von P. DRUDE¹ durch unmittelbare Messungen ermittelt.

Wellenlänge: 73 cm. Temperatur: 19°C

{ % von Azeton	0	5.3	9.8	20.0	31.0
{ <i>D</i> -konstanten	2.26	2.96	3.56	5.09	6.90
{ % von Azeton	40.0	49.5	69.4	Äther	
{ <i>D</i> -konstanten	8.43	10.2	14.3	4.20	

Wird der Primärkreis angeregt, so tritt die Resonanz mit dem Sekundärkreis bei einer bestimmten Stellung ein, die auf dem Massstabe abgelesen werden kann. Bringt man dann zwischen die Kondensatorplättchen eine zu untersuchende Mineralprobe und beschickt das Glaskölbchen mit derselben Flüssigkeit, so erfordert die Wiederherstellung der Resonanz eine Verschiebung der Brücke. Man zeigt nun den Zusammenhang zwischen den auf dem Massstabe abgelesenen Zahlen und den Dielektrizitätskonstanten von Flüssigkeitgemischen in zweiverschiedenen Kurven, einmal bei Benutzung der Flüssigkeit allein, alsdann bei Benutzung von Flüssigkeit und Kristall. Anfangs wird die letztere sich unter der ersteren befinden, da der eingeschobene Körper die Kapazität vergrössert, später wird die letztere über der ersteren stehen, da die Kapazität kleiner ist als vorher. An der Stelle, wo die zwei Kurven sich schneiden, verändert der eingeschobene Körper die Kapazität nicht, d. h. die Dielektrizitätskonstante des untersuchten Minerals ist so gross wie die der umgebenden Flüssigkeit. Nach diesem Verhalten kann man die Dielektrizitätskonstante in der Richtung normal zu den Kondensatorplättchen bestimmen.

1) P. DRUDE, *loc. cit.*

Die Überlegenheit gegenüber anderen Methoden beruht darauf, dass man die Dielektrizitätskonstante ohne jede Rechnung lediglich durch Beobachtung der empirisch gefundenen Kurven sehr leicht finden kann.

III. Versuche mit Plagioklas

(a) Für die Versuche ausgewählte Mineralien

Die für die nachfolgende Versuche ausgewählten Mineralien geben die folgenden analytischen Resultate.

Tabelle I

	I	II	III	IV	V
SiO ₂	66.28	62.80	59.03	54.94	44.49
Al ₂ O ₃	20.90	23.23	26.05	28.24	36.00
Fe ₂ O ₃	0.10	0.18	—	0.52	0.08
MgO	—	—	—	0.12	0.04
CaO	1.17	4.64	7.51	10.92	19.49
Na ₂ O	10.48	8.51	6.60	4.98	0.59
K ₂ O	0.43	0.81	0.75	0.68	0.03
Total	99.90	100.17	99.94	100.40	100.93
	A ₁₁₈ Ab ₉₂	A ₁₁₂₂ A ₁₁₇₃	A ₁₁₃₆ Ab ₆₄	A ₁₁₅₂ Ab ₄₈	A ₁₁₉₆ Ab ₄

I: Albit von Moss (Norwegen): anal. Verfasser.

II: Oligoklas von Moss (Norwegen): anal. wie oben.

III: Andesin von Nischischiota-Mura (Japan): anal. wie oben.

IV: Labradorit von Nord-Amerika: anal. wie oben.

V: Anorthit von Miyakejima (Japan): anal. H. S. Washington.¹⁾

Mit Hilfe der Universaldrehtischmethode wurde die optischen Erscheinungen untersucht. Um die sämtlichen Resultate anschaulich zu machen, sind sie in stereographischer Projektion, wie man es in Fig. 4 sieht, eingetragen.

Aus Fig. 4 kommen die folgenden, in Tabelle 2 zusammengefassten Resultate der Reihe nach in Betracht.

In der vierten Kolumne derselben Tabelle entstehen die zwei Anorthit-Gehalte untereinander, von denen der eine, gekennzeichnet mit (2V), aus dem hier gefundenen 2V und der andere,

1) S. Kōzu, Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., II, Bd. 2, Nr. 17, 1914.

Fig. 4

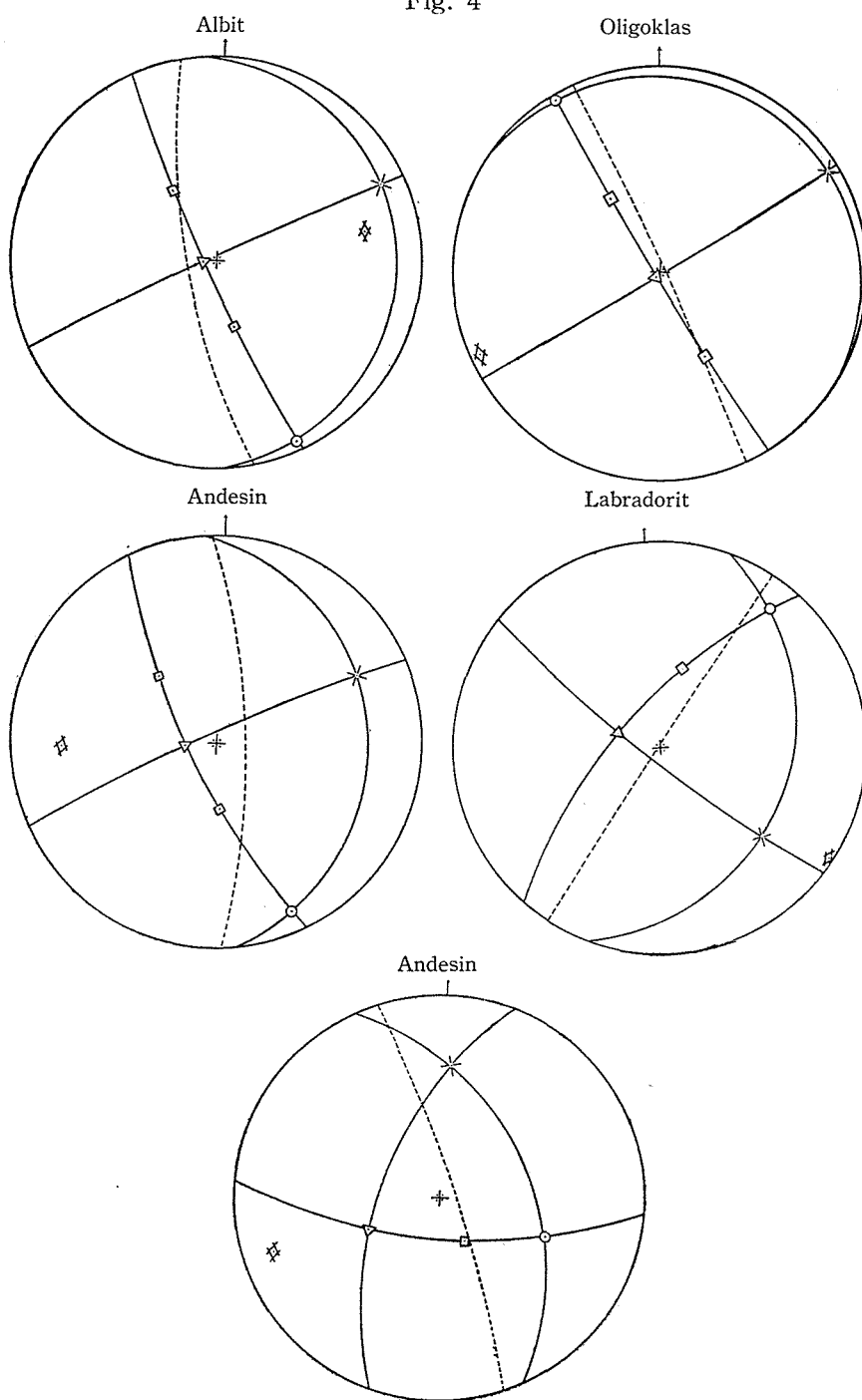


Tabelle 2

Plagioklas	2V	opt. Charakter	An (%)
Albit	81°	+	9 (#) 8 (2V)
Oligoklas	84° $\frac{1}{2}$	-	23 (#) 22 (2V)
Andesin	86°	-	36 (#) 34 (2V)
Labradorit	76°	+	53 (#) 54 (2V)
Anorthit	77° $\frac{1}{2}$	-	96 (#) 98 (2V)

gekennzeichnet mit (#), aus der Lage eines Flächenpols entsprechend der Spaltbarkeitsfläche (001) mit Hilfe der von M. BEREK¹ erzeugten Kurven bestimmt wurde, an denen man die Zusammenhänge zwischen den Anorthit-Gehalten und diesen erkennen kann.

(b) Versuche mit mit (010) od. (001) parallel
geschnittenen Kristallplatten

Zum gegenwärtigen Versuche wird ein gleiches Glaskölbchen, wie es schon in Fig. 3 a gezeigt wurde, als Kondensator im Sekundärkreis benutzt. Dies besteht aus zwei in 0.2 cm. Entfernung zueinander parallel stehenden Platinplättchen von 0.5 cm. Durchmesser. Zuerst wird das Kölbchen mit dem erwähnten Flüssigkeitsgemisch gefüllt. Durch die Verschiebung der Metallbrücke lässt sich die Resonanz hervorrufen, und alsdann wird die Lage der Metallbrücke dort auf dem Massstabe abgelesen. An jedem Flüssigkeitsgemische wird die Beobachtung in der gleichen Weise nacheinander ausgeführt.

Als nächstes wurde eine mit (010) od. (001) parallel geschnittene Kristallplatte zwischen die Platinplättchen eingeschoben und dann mit derselben Flüssigkeit beschickt. In genau derselben Weise wie früher wurden diese Beobachtungen ausgeführt. Sämtliche Resultate sind in den Figuren 5 und 6 graphisch dargestellt, wobei die Abszissen die Werte der Dielektrizitätskonstanten und die Ordinaten, die auf dem Massstabe abgelesenen Zahlen bedeuten.

1) M. BEREK, Mikroskopische Mineralbestimmung mit Hilfe der Universaldrehtischmethoden, 1924, Tafeln 2 u. 3.

Exp. No. 1 Wellenlänge: 73 cm. Zimmertemperatur: $19^{\circ} \pm 0.5^{\circ} \text{C}$.

Mit (010) parallel geschnittenen Kristallplatte

Flüssigkeit	Ablesung (cm.)					
	Flüssigkeit	Albit	Oligoklas	Andesin	Labradorit	Anorthit
Benzol	51.45	48.85	48.66	49.23	48.15	47.81
5.3% Azeton	49.73	47.62	47.40	47.69	46.81	46.43
9.8% "	48.46	46.57	46.44	46.50	45.80	45.37
Äther	47.06	45.64	45.36	45.57	44.82	44.46
20.0% Azeton	45.26	44.51	44.22	44.33	43.80	43.26
31.0% "	41.93	42.31	42.09	41.84	41.66	41.09
40.0% "	39.39	40.74	40.46	39.98	40.11	39.40
49.5% "	36.75	38.84	38.68	38.05	38.45	37.75

Mit (001) parallel geschnittenen Kristallplatte

Flüssigkeit	Ablesung (cm.)					
	Flüssigkeit	Albit	Oligoklas	Andesin	Labradorit	Anorthit
Benzol	51.45	49.06	48.82	50.18	48.56	49.37
5.3% Azeton	49.73	47.67	47.29	48.62	47.20	47.90
9.8% "	48.46	46.78	46.32	47.50	46.40	46.85
Äther	47.06	45.82	45.45	46.48	45.35	45.65
20.0% Azeton	45.26	44.80	44.46	44.93	44.28	44.13
31.0% "	41.93	43.02	42.69	42.09	42.21	41.83
40.0% "	39.39	41.49	41.13	39.85	40.79	40.05
49.5% "	36.75	39.87	39.39	37.48	39.06	37.70

Fig. 5

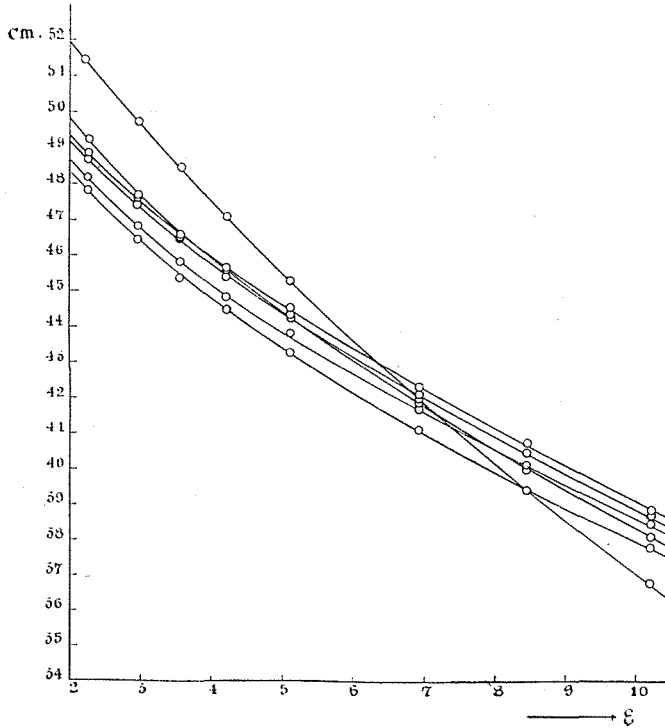
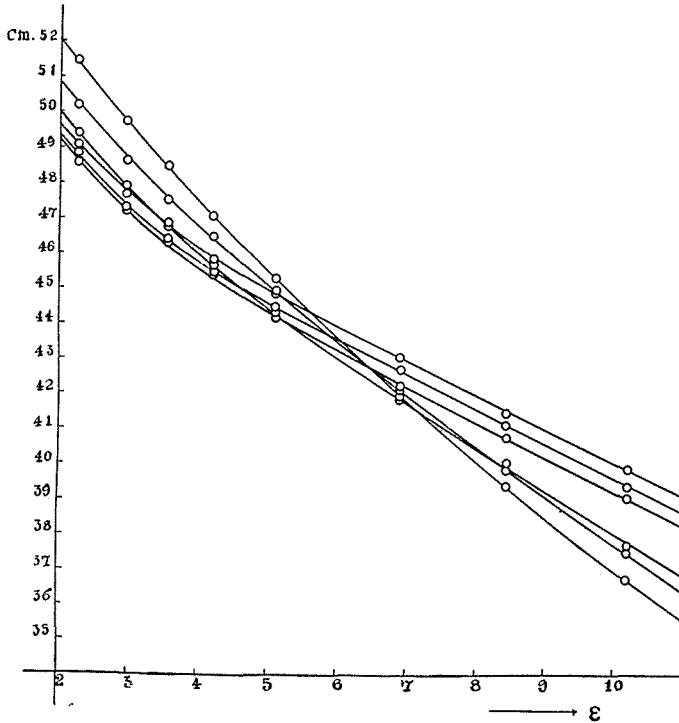


Fig. 6



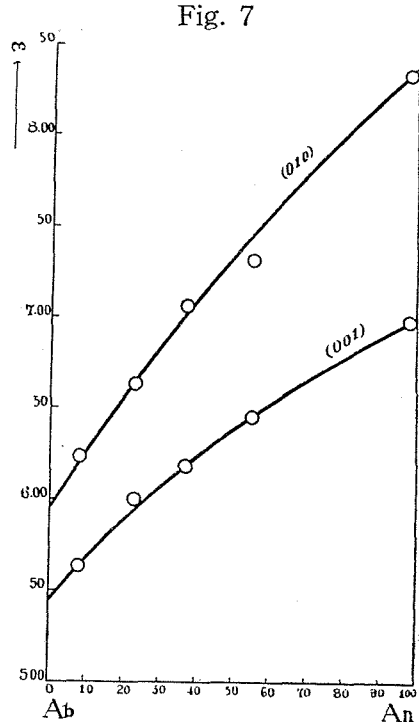
Wie schon bei der Versuchsanordnung erwähnt wurde, kann man die Dielektrizitätskonstante in der Richtung normal zur Kondensatorplatte an der Stelle, wo die zwei Kurven sich schneiden, ermitteln. Diese sind in Tabelle 3 herausgegriffen. Je besser die untersuchte Mineralprobe den Raum zwischen den im Kondensator befindlichen Platinplättchen ausfüllt, sodass die Winkel zwischen den beiden Kurven grösser werden, umso sicherer wird der Schnittpunkt, weshalb man dann auch die Dielektrizitätskonstante um so sicherer bestimmen kann. Liegt der Fall anders, wird z. B. eine dünne Platte eingeschoben, so ist die Lage des Schnittpunktes, d. h. die Dielektrizitätskonstante, schwerer und nicht so genau zu ermitteln, da die Kapazität des Kondensators kaum verändert wird.

Tabelle 3

Kraftlinien	Albit	Oligoklas	Andesin	Labradorit	Anorthit
⊥ (010)	6.23	6.60	7.06	7.31	8.33
⊥ (001)	5.63	6.00	6.18	6.43	6.98

Auf ganz dieselbe Weise stellt Orthoklas 5.43 bei einer mit (010) parallel geschnittenen Platte und 5.52 bei einer mit (001) parallel geschnittenen seine Dielektrizitätskonstanten dar: daher vermutet man, dass der Potaschgehalt auf diese Konstante abnehmend eingewirkt haben muss.

Zeigt man nun die Beziehung zwischen der Dielektrizitätskonstanten und dem Anorthit-Gehalte auf, so erhält man die folgende Darstellung, wie sie in Fig. 7 gezeigt wird, dass die Dielektrizitätskonstante sich mit dem Anorthit-Gehalte regelmässig steigert.



(c) Versuche mit feinem Pulver

Die Abfälle früher untersuchter Schnitte wurden mechanisch möglichst fein pulverisiert. Mit den Flüssigkeitsgemischen zusammen wurde das Pulver in einen in Fig. 3, b abgebildeten Glaskolben gefüllt. In genau derselben Weise, wie bei dem Schnitte, werden die betreffenden Untersuchungen ausgeführt. Nach jeder Messung wurde die Flüssigkeit ausgegossen, sodann drei oder vier Mal mit Äther gewaschen und zuletzt im Dampfbad sorgfältig getrocknet. Nach völliger Trocknung lässt sich bei der Probe die nachfolgende Beobachtung machen. Die Zusammenhänge zwischen den Dielektrizitätskonstanten und den entsprechenden Ablesungen werden graphisch in Fig. 8 dargestellt, wodurch man leicht folgende Konstanten erkennt, die in Tabelle 4 zusammengefasst werden.

Besteht das Pulver nämlich aus praktisch unendlich vielen und unendlich kleinen Teilchen, so wird es sich wie ein homogener Körper verhalten, da die Teilchen nach allen möglichen Richtungen orientiert werden. Natürlich ist die Grösse der Teilchen praktisch von dem Durchmesser und von dem Abstand des Kondensator-

Exp. No. 2 Wellenlänge: 73 cm. Zimmertemperatur: $19^{\circ} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$

Flüssigkeit	Ablesung (cm.)					
	Flüssigkeit	Albit	Oligoklas	Andesin	Labradorit	Anorthit
Benzol	52.93	51.10	51.25	51.23	51.16	50.74
5.3% Azeton	52.11	50.48	50.71	50.67	50.61	50.17
9.8% „	51.45	50.14	50.25	50.19	50.10	49.75
Äther	50.76	49.83	49.89	49.78	49.73	49.31
20.0% Azeton	49.91	49.46	49.43	49.26	49.13	48.87
31.0% „	48.18	48.77	48.50	48.35	48.18	47.96
40.0% „	46.70	48.25	47.99	47.63	47.49	47.25
49.5% „	45.12	47.62	46.91	46.86	46.68	46.40

Fig. 8

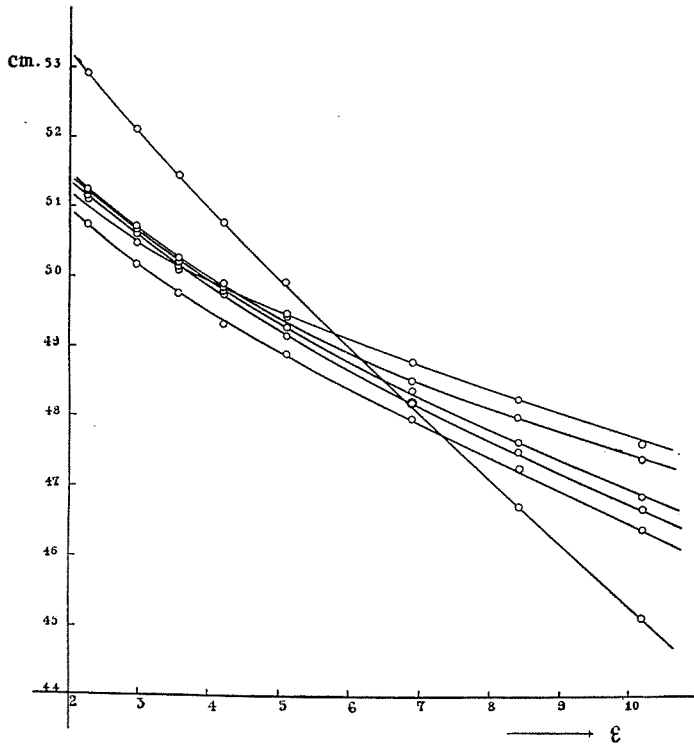


Tabelle 4

Albit	Oligoklas	Andesin	Labradorit	Anorthit
5.84	6.13	6.49	6.84	7.33

plättchens abhängig. In unserem Falle wurde die Probe bis zu einer Grösse von nicht mehr als 35 Maschen pulverisiert. Die Kondensatorplatten von 0.5 cm. Durchmesser befanden sich in 0.3 cm. Abstand. Bei derselben Probe wird jede Ablesung ebenso regelmässig wie bei den Kristallplättchen auf einer bestimmten Kurve abgetragen, und ferner wird die Kurve ungeachtet der vielfachen Beobachtungen jedesmal praktisch in derselben Stellung erzeugt. So zeigt es sich, dass man unter den erwähnten Umständen das Pulver in seinem Verhalten wie einen homogenen Körper betrachten kann.

Da nun keine bestimmte Richtung bevorzugt ist, sondern mit grösster Wahrscheinlichkeit in jedem Punkt des Pulvers alle Richtungen gleichmässig vertreten sind, so kann man die Dielektrizitätskonstante ϵ_m des Pulvers nach W. SCHMIDT¹⁾ aus der Auswertung folgender Integralgleichung ermitteln:

$$\epsilon_m = \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \epsilon \cos \varphi d\varphi dw$$

falls φ die Breite, w die Länge in der Kugelkoordinate und ϵ die Dielektrizitätskonstante in einer beliebigen Richtung bezeichnet. Nach der MAXWELLSchen elektromagnetischen Theorie ist ϵ gegeben durch

$$\epsilon = \epsilon_I \cos^2 \varphi \cos^2 w + \epsilon_{II} \cos^2 \varphi \sin^2 w + \epsilon_{III} \sin^2 \varphi$$

wo bei ϵ_I , ϵ_{II} , ϵ_{III} , „die Hauptdielektrizitätskonstanten“⁽²⁾ bedeuten. Setzt man den Wert für ϵ in der obigen Integralgleichung ein, so ergibt sich

$$\begin{aligned} \epsilon_m &= \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\epsilon_I \cos^2 \varphi \cos^2 w + \epsilon_{II} \cos^2 \varphi \sin^2 w + \epsilon_{III} \sin^2 \varphi) d\varphi dw \\ &= \frac{\epsilon_I + \epsilon_{II} + \epsilon_{III}}{3} \end{aligned}$$

Hieraus resultiert schliesslich, dass die Dielektrizitätskonstante von Pulver einem Mittel von drei Hauptdielektrizitätskonstanten entspricht.

Der Zusammenhang zwischen der Dielektrizitätskonstante und dem Anorthit-Gehalte wird in Fig. 9 dargestellt.

1) W. SCHMIDT, *loc. cit.*

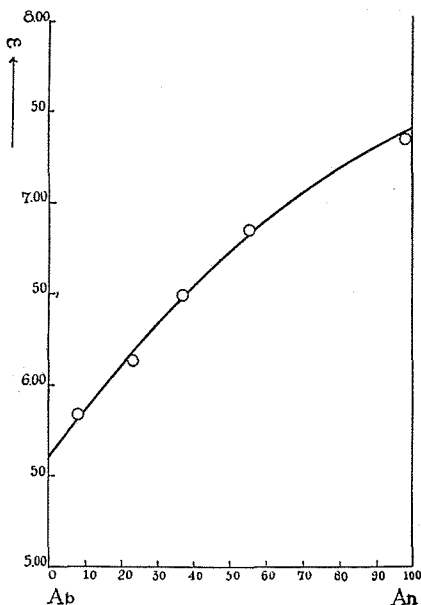
2) Vgl. W. VOIGT, Lehrbuch d. Kristallphysik, 1928, 437.

(d) Weitere Versuche mit feinem Pulver, besonders unter sehr grosser Wellenlänge

Aus den vorher erhaltenen Resultaten wurde die Annahme schon fast bestätigt, dass wir die Tatsache, dass die Dielektrizitätskonstante von Plagioklas sich mit dem Anorthit-Gehalt regelmässig verändert, zu unseren Bestimmungsversuchen anwenden können. Um dieses Verhalten mit grösser Sicherheit klarzulegen, wird es vor allen Dingen natürlich nötig sein, dass sich die bei der Plagioklasreihe dargestellten Dielektrizitätskonstanten in möglichst grosser Breite der Ablesung befinden kann. Für diesen Zweck stellte ich nun eine elektrische Schwingung mit grösserer Wellenlänge durch Einschaltung eines anderen Kondensators mit grösserer Kapazität anstatt des ursprünglichen her. Bei meinen Beobachtung wird eine elektrische Schwingung von 212 cm. Wellenlänge hergestellt, indem ein anderer Kondensator, in dem zwei parallel stehende Kupferplatten stets in ca. 0.3 cm. Abstand enthalten sind, benutzt wird. Die als Kondensatoren im Sekundärkreis benutzten Glaskölbchen bestehen aus zwei in ca. 0.15 cm. Entfernung parallel geschmolzenen Platten von 1 cm. Durchmesser.

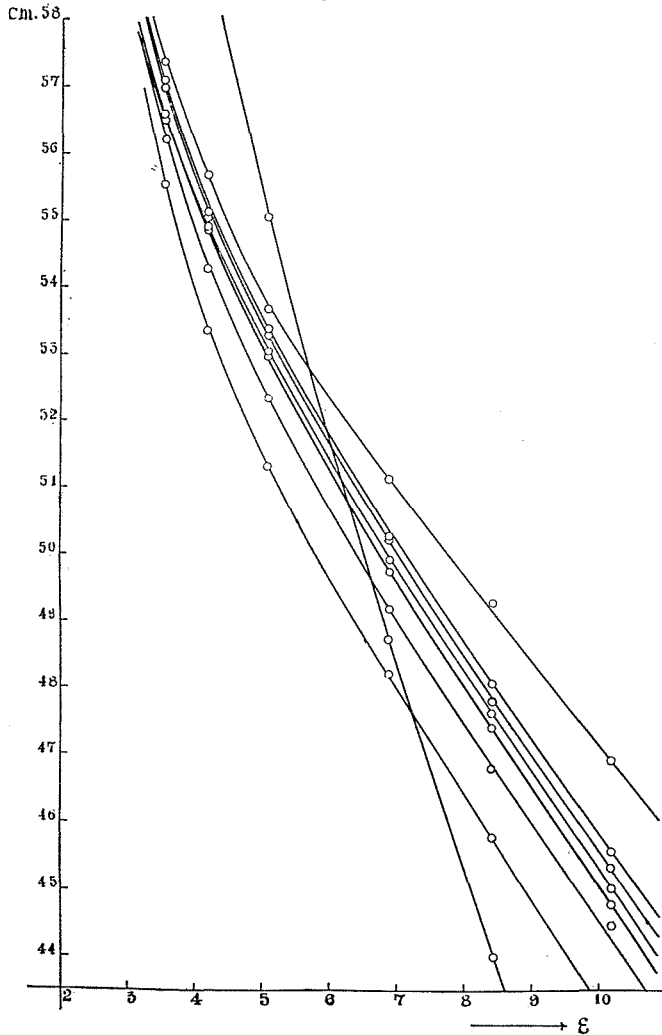
Die durch völlig gleiches Verfahren erhaltenen Resultate zeigen, dass man die dielektrische Erscheinung in etwa dreimal grösserer Breite, als die frühere, beobachten kann. Um die wahrhaften Werte von Konstanten aus solchen Resultaten zu erkennen, muss man zuerst die Dielektrizitätskonstanten von Flüssigkeitgemischen bei derselben elektrischen Schwingung bestimmen. Was nun diese Bestimmungsversuche anbelangt, so sind doch alle anderen ausser der relativen Änderung der dielektrischen Erscheinungen nicht brauchbar. Nimmt man nun dieselbe Dielektrizitätskonstante von Flüssigkeitgemischen an und zieht die Kurve, welche die Beziehung

Fig. 9



zwischen der Konstante und der Ablesung darstellt, wie man es in Fig. 10 sieht, so kommen als Dielektrizitätskonstanten von Mineralien die in der folgenden Tabelle zusammengefassten Werte vor.

Fig. 10



Die Beziehung zwischen der Dielektrizitätskonstanten und dem Anorthit-Gehalte ist der Reihe nach in fast der gleichen Weise, wie man es in Fig. 10 sieht, in Fig. 11 dargestellt, worin die dreieckig markierten Punkte den aus den anderen Proben (Oligoklas von Nord Carolina und Andesin von Iki, Japan) erhaltenen Beziehungen entsprechen.

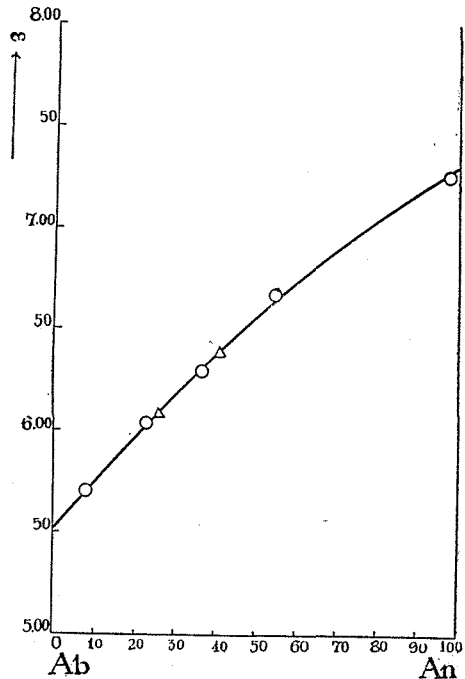
Exp. No. 3 Wellenlänge: 212 cm. Zimmertemperatur: $19' \pm 0.5^\circ\text{C}$

Flüssigkeit	Ablesung (cm.)					
	Flüssigkeit	Albit	Oligoklas	Andesin	Labradorit	Anorthit
9.8% Azeton	63.45	57.33	56.95	56.47	56.19	55.52
Äther	58.78	55.64	55.00	54.87	54.25	53.34
20.0% Azeton	55.02	53.65	53.26	53.03	52.31	51.29
31.0% „	48.72	51.17	50.19	49.90	49.17	48.18
40.0% „	44.01	49.27	47.78	47.63	46.78	45.76
49.5% „	39.77	46.92	45.32	45.02	44.47	43.39

Albit	Oligoklas	Andesin	Labradorit	Anorthit
5.70	6.08	6.29	6.67	7.25

Die Festlegung eines einzelnen Punktes der Kurve wird mehr oder minder ungenau sein, da das zum Nachweise der elektrischen Resonanz benutzte Maximum im Aufleuchten der Geisleröhre nicht mit grösserer Bestimmtheit zu ermitteln ist, obschon man das Mittel aus zahlreichen Ablesungen nimmt. Diese Unsicherheit in der Lage des einzelnen Punktes wird sich aber bei Ausziehung der ganzen Kurve sehr verkleinern lassen. Infolge der grossen Anzahl von Beobachtungen ist es wohl erreichbar, den Schnittpunkt der Kurven innerhalb der experimentellen Fehlergrenze von 0.1 cm. zu ermitteln.

Fig. 11



Auf diese Weise beträgt dieser Fehler nicht mehr als 2% in bezug auf den Anorthit-Gehalt, da man die an der ganzen Be-

obachtungsreihe dargestellte dielektrische Differenz in ca. 5 cm. Breite ablesen kann.

Ich möchte die Vermutung aussprechen, dass die angeführte dielektrische Bestimmungsmethode, deren Grundgedanke auf der dielektrischen Erscheinung beruht, durch weitere eingehende Versuche zu einer anderen überlegenen Methode abgeändert werden könnte. Über die diesbezüglichen Versuche wird bei anderer Gelegenheit vom Verfasser ausführlich berichtet werden.

IV. Versuche mit Zinkblende

Die Dielektrizitätskonstante von Zinkblende ist bereits von W. SCHMIDT¹⁾ in derselben Weise bei gelber klarer Probe untersucht worden. Er hatte 7.74 und 7.85 gefunden. Th. LIEBISCH und H. RUBENS²⁾ hatten sie mit 8.3 mitgeteilt, was aus dem Reflektionsvermögen nach der FRESNELSchen Formel berechnet wird. Aber in Exp. No. 4 Wellenlänge: 73 cm. Zimmertemperatur: $19^{\circ} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$

Flüssigkeit	Ablesung (cm.)					
	Flüssigkeit	I	II	III	IV	V
9.8% Azeton	48.46	43.68	44.45	46.10	44.90	45.77
Äther	47.06	42.60	—	44.82	44.02	—
20.0% Azeton	45.26	41.51	42.13	43.46	42.80	43.24
31.0% „	41.93	39.35	39.98	41.11	40.93	41.30
40.0% „	39.39	38.05	38.43	39.35	39.48	39.60
49.5% „	36.75	36.94	37.03	37.76	38.26	38.03
69.4% „	31.47	34.35	34.51	34.81	—	35.42

Flüssigkeit	Ablesung (cm.)				
	Flüssigkeit	VI	VII	VII	IX
9.8% Azeton	48.46	44.93	45.15	45.33	44.40
Äther	47.06	—	—	—	—
20.0% Azeton	45.26	42.79	42.82	43.06	39.44
31.0% „	41.93	41.13	40.70	40.90	36.18
40.0% „	39.39	39.74	39.26	39.11	33.71
49.5% „	36.75	38.19	37.85	37.37	32.45
69.4% „	31.47	35.93	35.10	33.70	28.18

1) W. SCHMIDT, *loc. cit.*

2) Th. LIEBISCH u. H. RUBENS, *loc. cit.*

bezug auf den Einfluss eines fremden Bestandteiles, d. h. des Eisengehaltes wird leider keine Beobachtung angeführt. Um den Zusammenhang zwischen den Dielektrizitätskonstanten und den Eisengehalten klarzumachen, unternahm der Verfasser die nachfolgenden Experimente mit Zinkblenden verschiedenen Eisengehaltes. Als Kondensator im Sekundärkreis wurde dasselbe Glaskölbchen benutzt, welches schon bei Plagioklas gebraucht wurde. Alle Resultate wurden in Fig. 12 eingetragen.

Aus Fig. 12 kann man die folgenden Werte der Dielektrizitätskonstanten lediglich durch die Betrachtung der Kurven gewinnen. Die Beziehung zwischen der Dielektrizitätskonstanten und dem Eisengehalte wird in Fig. 13 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten von dem Eisengehalte der des Brechungsindexes sehr ähnlich ist.

Fig. 12

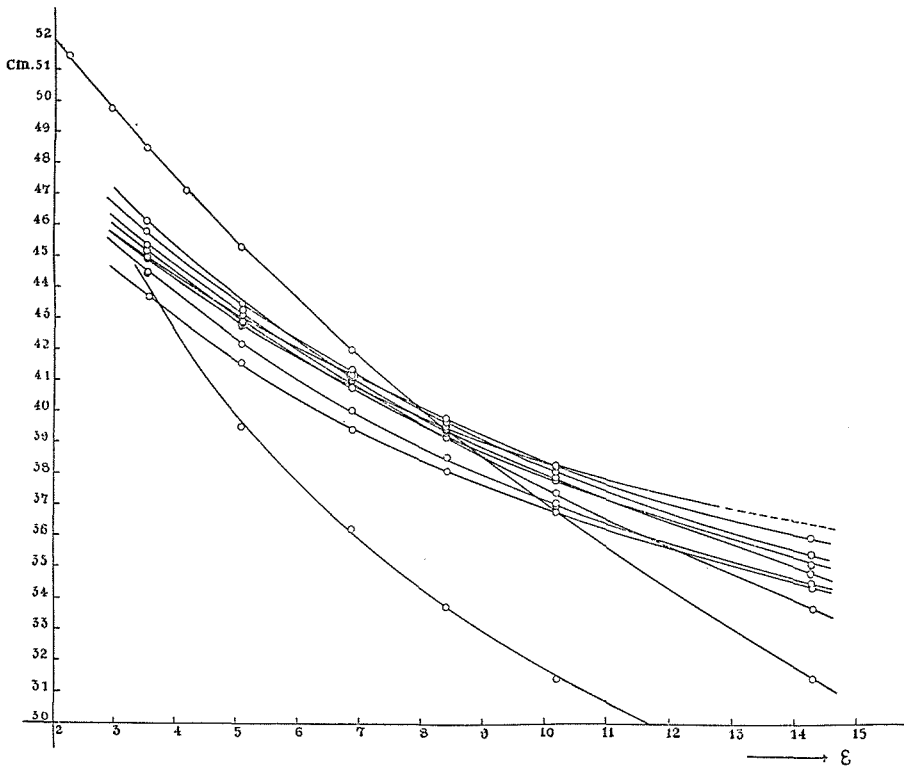
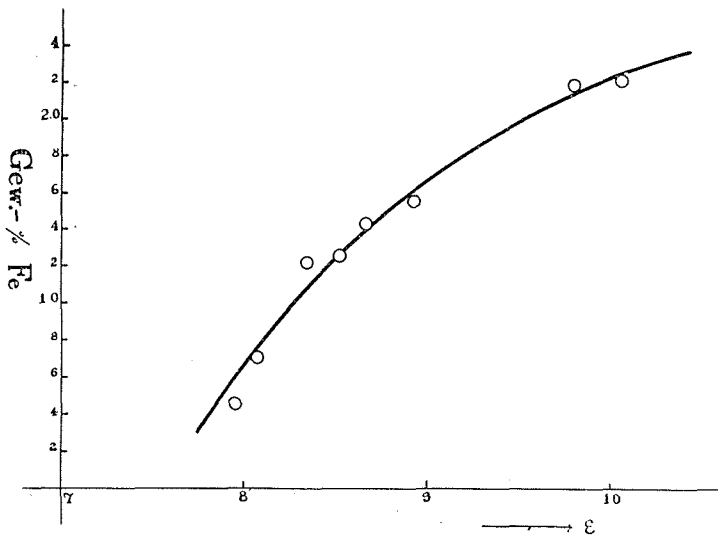


Tabelle 6

Zinkblende	Eisengehalt	D-konstante
I	2.20	10.08
II	2.18	9.82
III	1.26	8.53
IV	1.22	8.35
V (Ani, Japan)	0.71	8.08
VI (Joplin, U. S. A.)	0.46	7.96
VII (Claustal, Harz)	1.40	8.67
VIII (Takada, Japan)	1.55	8.94
IX (Nakatatsu, Japan)	8.27	—

Fig. 13



V. Zusammenstellung der Hauptresultate

(1) Die aus dem orientierten Kristallschnitte von Plagioklas erhaltene Dielektrizitätskonstante nimmt mit seinem Anorthit-Gehalte zu.

(2) Die obige Feststellung gilt gleichfalls für den aus den pulverisierten Mineralien erkannten Wert, aber in ziemlich verschiedenerweise.

(3) Die Dielektrizitätskonstante von Plagioklas ändert sich mit

der entsprechenden Änderung der Brechungsindexe, aber diese Zusammenhänge folgen nicht numerisch der MAXWELLSchen Regel.

(4) Die Dielektrizitätskonstante von Zinkblende nimmt mit dem Eisengehalte zu.

(5) Die Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten vom Anorthit-Gehalt bei Plagioklas oder vom Eisengehalt bei Zinkblende ist der des Brechungsindex von beiden analog.

Zum Schlusse möchte ich noch meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. A. MATSUBARA, meinen aufrichtigsten Dank für seine vielfache Belehrung und Anregung aussprechen.
