

der Tatsache, dass auch unmagnetische Legierungen aus magnetischen Metallen erhalten worden sind, bekundet sich der Ferromagnetis-

mus als eine molekulare, event. auch polare Eigenschaft, welche der atomistischen im Eisen, Nickel und Kobalt an die Seite zu setzen ist.

Diskussion.

Herr Prof. Dr. Nernst: Ich möchte nach dem Aussehen an metallische Leitfähigkeit denken. Es wäre ja möglich, dass eine Isolation des Pulvers wie bei einem Kohärer vorliegt.

Herr Prof. Dr. Wedekind: Es war bisher nicht möglich, die fraglichen Substanzen im kompakten, geschmolzenen Zustande auf ihre Leitfähigkeit zu untersuchen, da sich dieselben beim Erhitzen an der Luft zersetzen; auch liegen die

Schmelzpunkte anscheinend sehr hoch. Die Frage, ob hier Isolatoren, bezw. sehr schlechte Leiter der Elektrizität vorliegen, kann aber erst an dem kompakten Material endgültig entschieden werden. Von Interesse ist, dass auch die magnetisierbaren Manganbronzen von Heusler ein sehr geringes elektrisches Leitvermögen haben: eine derselben besitzt z. B. einen spezifischen Widerstand von der Grössenordnung des Manganins.

Herr Privatdozent Dr. M. Reinganum-Freiburg i. Br.:

DAS ELEKTROCHEMISCHE ÄQUIVALENT BEI DER ELEKTRIZITÄTSLEITUNG DER METALLE.

Als Grundpfeiler der modernen Elektrochemie kann das Faradaysche Gesetz angesehen werden. Um so mehr ist es von Interesse, dass auch für die metallische Leitung der Elektrizität Andeutungen dieses Gesetzes vorhanden sind. Während man jedoch bei den Elektrolyten mit den Begriffen der Ionenbeweglichkeit und des osmotischen Druckes auskommt, um die Einzelheiten der Stromleitung zu beschreiben, ist es bei den Metallen für einige Fragen zweckmässiger, auf die kinetischen Vorstellungen zurückgehen.

Nach dieser Richtung ist die Theorie namentlich von E. Riecke und P. Drude ausgebildet worden.

Die erste Andeutung des elektrochemischen Äquivalents beruht in dem Verhältnis von Elektrizitätsleitung zu Wärmeleitung bei Metallen. Die Theorie gibt für das elektrische Leitvermögen die Formel:

$$\sigma = \frac{1}{2} \frac{l e^2 \mathfrak{N}}{u m} \quad (1)$$

worin l die mittlere Weglänge der Teilchen, die den Strom führen, e die Ladung, u die mittlere (molekulare) Geschwindigkeit, m ihre Masse und \mathfrak{N} ihre Zahl pro Volumeneinheit bedeutet. Für das Wärmeleitungsvermögen gibt die Theorie:

$$K = \frac{1}{6} \frac{l}{T} m \mathfrak{N} u^3 \quad (2)$$

wobei T die absolute Temperatur bezeichnet. Aus beiden Formeln ergibt sich:

$$\frac{K}{\sigma} = \frac{1}{2} \left(\frac{m u^2}{e} \right) \cdot \frac{1}{T} \quad (3)$$

Da $\frac{m u^2}{e}$ bei gleicher Temperatur für alle Metalle denselben Wert hat, da die mittlere kinetische Energie der Teilchen gleich ist und ihre Ladung gleich der Elementarladung angenommen

wird, so drückt diese von Drude abgeleitete Gleichung das Gesetz von Wiedemann und Frantz der Gleichheit dieses Verhältnisses für alle Metalle aus.

Nun hat aber der Klammerausdruck auch für die Elektrolyte seiner Bedeutung nach denselben Wert wie bei Metallen und lässt sich für solche exakt berechnen¹⁾. Aus diesen sicheren Daten ergibt sich für $\frac{K}{\sigma}$ bei Metallen in der Tat der richtige Wert.

Für die Träger der metallischen Leitung ist also das Verhältnis von lebendiger Kraft zur Ladung bei gleicher Temperatur dasselbe wie bei einem einwertigen Ion. Nehmen wir die lebendige Kraft in beiden Fällen als gleich an, so ergibt sich also, dass die Ladung des Trägers in Metallen gleich einer einwertigen Ionenladung ist.

Gleichung (1) lässt nun in folgender Weise noch einen Schluss auf die Zahl der Ladungen pro Atom zu²⁾. Das Verhältnis $\frac{l}{u}$ ist die mittlere Zeit τ zwischen zwei Stössen.

Nehmen wir nun an, eine elektrische Kraft wirkt kürzere Zeit, als die Zeit τ zwischen zwei Stössen, so wird ein Teil der den Strom übermittelnden Teilchen während dieser Zeit gar nicht zum Stoss kommen, es kann also in diesem Fall das Leitvermögen durch Formel (1) nicht exakt dargestellt werden.

1) M. Reinganum, Theoretische Bestimmung des Verhältnisses von Wärme und Elektrizitätsleitung der Metalle aus der Drudeschen Elektronentheorie. Ann. d. Phys. **2**, 398 (1900); siehe ferner Thiesen, Verh. d. Deutschen phys. Gesellschaft, S. 116, 1900.

2) M. Reinganum, Bemerkung zur Elektrooptik der Metalle. Ann. d. Phys. **16**, 938 (1905).

Nun haben Hagen und Rubens gefunden, bis zu welchen Wellenlängen das Reflexionsvermögen der Metalle durch das galvanische Leitvermögen bestimmt ist. Es hat sich hierbei gezeigt, dass die Formeln der Maxwellschen Theorie für elektrische Wellen bis ins ultrarote Gebiet der Lichtwellen Geltung haben, und zwar werden die Abweichungen beträchtlicher zwischen 4 und 25 μ . Nehmen wir die Wellenlänge 10 μ als Grössenordnung dieser Grenze an, so entspricht dies einer Periode der Lichtschwingung $3,33 \cdot 10^{-14}$ Sekunden oder der Dauer einer Schwingung in derselben Richtung von $1,67 \cdot 10^{-14}$ Sekunden. Diese Zeit wird also in der Grössenordnung mit der Zeit zwischen zwei Stössen übereinstimmen.

Setzen wir diesen Wert für $\frac{l}{u}$ in Gleichung (1) ein, so ergibt sich z. B. für Kupfer $\frac{e^2 N}{m}$ zu $7 \cdot 10^9$ Einheiten. Nehmen wir für $\frac{e}{m}$ den Wert von Kathodenstrahlen $1,86 \cdot 10^7$ an, d. h. wenn in Metallen freie Elektronen die Stromleitung besorgen, so erhält man eN zu $3,7 \cdot 10^3$ Einheiten.

Diese Zahl ist von der Ordnung, als kämen auf jedes Grammatom Kupfer zwei Ionenladungen. Aus letzterer Annahme berechnet sich nämlich leicht die Ladung pro Volumeinheit bei Kupfer zu $2,7 \cdot 10^3$ Einheiten. Es ergibt sich also auch hier eine gute Uebereinstimmung mit der elektrochemischen Äquivalentzahl.

WISSENSCHAFTLICHES REPERTORIUM.

DOKTORDISSERTATIONEN¹⁾.

- A) Thesen, vorgelegt der Faculté des sciences de Paris vom 1. Januar 1904 bis 31. Juli 1905²⁾.
- B. Bloch, Recherches sur la conductibilité électrique de l'air produite par le phosphore et sur les gaz récemment préparés. Verlag von Gauthier-Villars.
- J. Duclaux, Recherches sur les substances colloïdales, Laval. Verlag von L. Barnéoud & Cie.
- N. Vasilescu-Karpen, Recherches sur l'effet magnétique des corps électrisés en mouvement. Verlag von Gauthier-Villars.
- A. Richard, Contribution à l'étude des dérivés halogénés des acétones de la série grasse, Bordeaux. Verlag von G. Gounouilhau.
- de Watteville, Spectres de flammes, variation spectrales d'ordre thermique. Verlag von Gauthier-Villars.
- A. Blanc, Résistance au contact-cohération. Verlag von Gauthier-Villars.
- P. Carré, Sur l'éthérification de quelques alcools polyatomiques par les acides phosphorique et phosphoreux. Verlag von Gauthier-Villars.
- P. Nicolardot, Recherches sur le sesquioxyde de fer. Verlag von Gauthier-Villars.
- L. Marchadier, Contribution à l'étude des ferments solubles oxydants indirects. (Similitude des oxydations produites par les ferments directs et de celles qui résultent de l'action des ferments indirects.) Verlag von F. Levé.
- B) Aus dem Laboratorium von Prof. Dr. A. Rosenheim und Dr. R. J. Meyer, Berlin. S.-S. 1903 und W.-S. 1903/04³⁾.
- L. Singer, Ueber die Einwirkung der Chloride des Titans und Siliciums auf sauerstoffhaltige organische Verbindungen. (A. Rosenheim, Budapest, in ungarischer Sprache.)
- A. Gumperz, Die Bildungs- und Löslichkeitsverhältnisse der Natriumdoppelsulfate des Zinks und Kadmiums. (J. Koppel, Berlin.)
- M. Koss, Beiträge zur Abscheidung und Bestimmung des Cers. (R. J. Meyer, Berlin.)
- E. Goldschmidt, Beiträge zur Kenntnis des dreiwertigen Thalliums. (R. J. Meyer, Berlin.)
- G. Plaut, Ueber die Sulfate und Doppelsulfate des vierwertigen Ceriums. (R. J. Meyer, Berlin.)
- P. Cohen, Ueber einige komplexe Salze des dreiwertigen Eisens. (A. Rosenheim, Berlin.)
- S.-S. 1904.
- W. Hüller, Beiträge zur Kenntnis der Ceriterden. (R. J. Meyer, Berlin.)
- O. Kaufmann, Beiträge zur Kenntnis des Vanadiums. (J. Koppel, Berlin.)
- W. Levy, Studien über Molekularverbindungen. I. Doppelsalzbildung ungesättigter Ketone, Aldehyde und Säuren. II. Ueber Platinphosphorhalogenverbindungen. (A. Rosenheim, Berlin.)
- A. Aufrecht, Die Lichtabsorption von Praseodymsalzlösungen im Zusammenhang mit ihrem Dissoziationszustand. (R. J. Meyer, Berlin.)
- H. J. Braun, Untersuchungen über das Molybdän. (A. Rosenheim, Berlin.)
- W.-S. 1904/05.
- A. Cohn, Ueber die Einwirkung sauerstoff- und schwefelhaltiger organischer Verbindungen auf die Chloride vierwertiger Elemente. (A. Rosenheim, Berlin.)
- W. Vogelsang, Zur Kenntnis der Wismutsalze. (A. Rosenheim, Berlin.)
- F. Wendel, Ueber Doppelsalze der Salpetersäure. (R. J. Meyer, Berlin.)
- H. Wetzel, Die Bildungs- und Löslichkeitsverhältnisse der Natriumdoppelsalze des Kobaltsulfates und Nickelsulfates. (J. Koppel, Berlin.)
- B. Feigenberg, Eine neue Trennungsmethode des Lithiums von anderen Alkalimetallen. (R. J. Meyer, Berlin.)

1) Mit dem Dank für die obigen uns eingesandten Ergänzungslisten zu unserer Zusammenstellung der Dissertationen (vergl. S. 484) verbinden wir die Bitte an die Fachgenossen, uns über erschienene Dissertationen stets auf dem Laufenden zu halten. Red.

2) Zusammengestellt von Prof. Dr. Ch. Marie-Paris.

3) Mitgeteilt von Prof. Dr. A. Rosenheim-Berlin.