

Werk

Titel: Zuschriften an die Herausgeber

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006|LOG_0293

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

teristische Elemente der Tier- und Pflanzenwelt des Oberrheins; Wandel des Faunen- und Florencharakters am Oberrhein seit dem Tertiär) beschließt den 70 Seiten umfassenden Abschnitt über den Oberrhein.

Es ist vollständig ausgeschlossen, im Rahmen eines kurzen Referates auf Einzelheiten der Lauterbornschen Arbeit auch nur andeutungsweise einzugehen. Nur ein Kenner des Rheines und ein Naturbeobachter wie *Lauterborn* konnte eine solche Fülle wertvoller Einzelheiten geben und zu einheitlichen Bildern zusammensetzen. Was er hier schon aus dem Reichtum des von ihm gesammelten und verarbeiteten Materiales gebracht hat, gibt uns eine Vorahnung von dem, was wir in der von ihm in Aussicht gestellten umfassenden Biologie des Rheinstroms zu erwarten haben. Hoffen wir, daß sie in abschbarer Zeit abgeschlossen sein wird. Sie wird, des können wir sicher sein, ein Denkmal deutschen Forschergeistes und Forscherfleißes sein.

Thienemann, Plön.

Zuschriften an die Herausgeber.

Die Abstände der Atome im Molekül und im Kristalle.

Vorläufige Mitteilung.

Nach *Bohr, Sommerfeld* u. a. besteht das Atom aus einem positiven Kern, um welchen in verschiedenen Sphären negative Elektronen herumlaufen. Die Elektronen gruppieren sich zu ein oder mehreren konzentrischen Ringen, welche mit dem Kern und den anderen Elektronenringen durch elektrostatische Kräfte verbunden sind und quantentheoretisch bestimmte Energien enthalten. Herr *Sommerfeld* hat kürzlich die allgemeine Theorie solcher Ringsysteme behandelt¹⁾; dabei betrachtete er die Beeinflussung eines Ringelektrons durch die Elektronen eines anderen Ringes so, als sei dieser andere Ring kontinuierlich mit einer Ladung belegt, welche gleich der Gesamtladung der auf ihm (in Wirklichkeit diskontinuierlich) angeordneten Elektronen ist.

Diese Methode läßt sich nun erweitern auf gegenseitige Beeinflussung von Elektronenringen, die zu zwei verschiedenen Ringsystemen mit zwei verschiedenen Zentralkernen gehören, d. h. auf die Wechselwirkungen zwischen zwei Atomen, die in den chemischen Anziehungskräften und den Kräften bei der Kristallbildung in Erscheinung treten. Die Verbindung NaCl besteht z. B. aus einem Na-Atom, dessen äußerster Ring ein Elektron $-e$ abgegeben hat und das dadurch die Gesamtladung $+e$ besitzt, und einem Chloratom, welches durch Aufnahme eines Elektrons $-e$ die Gesamtladung $-e$ zeigt. Es fragt sich nun, warum die beiden geladenen Atome nicht einfach ineinanderstürzen, wie es die zwischen ihnen auftretende Anziehungskraft e^2/r^2 erwarten ließe, warum sich vielmehr ein bestimmter Atomabstand r einstellt, der in den Gitterdimensionen der Kristalle und den Molekülvolumina zutage tritt und gemessen werden kann. Die Antwort ist die, daß das Kraftgesetz e^2/r^2 der beiden entgegengesetzt geladenen Atome nur für große Entfernungen r streng gilt. Gelangt dagegen das Na-Atom an das Cl-Atom heran, so werden die negativen Elektronenringe des Na schon fast die des Cl berühren, wenn die Na-Ringe von dem Cl-Kern und ebenso die Cl-Ringe vom Na-Kern noch etwas größere Abstände haben. Daher werden die gegenseitigen Abstoßungen

der negativen Ringe bei Annäherung der Atome über die gegenseitige Anziehung zwischen Kernen und Ringen überwiegen. Mathematisch macht sich dies bemerkbar in einer Korrektur der Anziehungskraft e^2/r^2 durch eine Abstoßungskraft $-ae^2/r^4$, die außer von der Entfernung r der beiden Atome noch durch den Faktor a von ihrer Struktur und ihrer gegenseitigen räumlichen Orientierung abhängt. Die Gesamtkraft $\frac{e^2}{r^2} \left(1 - \frac{a}{r^2}\right)$ wird also Null für $r = \sqrt{a}$. Dieser Abstand stellt eine Gleichgewichtslage der beiden Atome gegeneinander dar. \sqrt{a} ist daher als Atomabstand im Molekül aufzufassen. Die bei der Annäherung der beiden Atome bis auf die Entfernung \sqrt{a} gewonnene Arbeit hängt ferner eng zusammen mit der Wärmeentwicklung bei dem chemischen Prozeß $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- = \text{NaCl}$.

Als einfachste Beispiele haben wir die Theorie an den Verbindungen der Alkalimetalle Li, Na, K mit den leichten Halogenen F, Cl geprüft, über deren Atomkonfiguration einigermaßen begründete Vorstellungen existieren. Obwohl diese keinen Anspruch auf Endgültigkeit machen, ergibt sich doch eine befriedigende Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung: 1. Die berechneten Atomabstände finden sich etwa ³ bis 4 mal so groß wie die Atomradien selbst, und liegen in der Nähe der in Kristallen bekannten Gitterdimensionen, ebenso die Größe der berechneten chemischen Wärmetönungen in der Nähe der beobachteten. Ferner zeigt sich auch angenähert der richtige Gang der Atomabstände und Wärmetönungen für die verschiedenen chemischen Verbindungsreihen.

Die Berechnung der Gitterkonstanten im Kristall erfordert mathematisch ein Eingehen auf das Gleichgewicht der unendlich vielen Atomkräfte. Man kann zeigen, daß, wenn ϕ die potentielle Energie zwischen 2 Atomen ist, für das Gleichgewicht bei regulären Kristallen die Bedingung $\sum \frac{\partial \phi}{\partial x} x = 0$ bestehen muß,

wo die Summe über alle Paare von Gitterpunkten zu erstrecken ist und x die relative x -Koordinate je zweier Atome bedeutet. Da nun ϕ nach obiger Betrachtung in der Form $\phi = \phi_{-1} - \phi_{-3} + \dots$ dargestellt werden kann, wo ϕ_n eine homogene Funktion n -ten Grades bedeutet, so ist nach dem Eulerschen Satze

$$\sum \frac{\partial \phi}{\partial x} x = -\phi_{-1} + 3\phi_{-3} - \dots = 0.$$

Bezeichnet nun δ^3 das Volumen des Elementar-Parallelepipedes, so ist $\phi_n = \delta^n A_n$, wo A_n eine von den absoluten Dimensionen des Gitters unabhängige Zahl ist, die man durch Summation der Atomkräfte berechnen kann. Dann folgt

$$-\frac{1}{\delta} A_{-1} + \frac{3}{\delta^3} A_{-3} + \dots = 0,$$

und aus dieser Gleichung berechnet sich δ , ganz analog wie oben für das einzelne Molekül erläutert wurde; z. B. in erster Näherung:

$$\delta = \sqrt{\frac{3A_{-3}}{A_{-1}}} = \sqrt{a}.$$

Es ist danach sehr wahrscheinlich, daß der Grund für die Existenz endlicher Atomabstände in einer abstoßenden Zusatzkraft ae^2/r^4 zu suchen ist, obwohl der genaue Zahlenwert der Konstanten a bei den verschiedenen Verbindungen erst auf Grund verbesserter Atommodelle herauskommen kann.

Berlin, den 30. Juli 1918.

M. Born.
A. Landé.

¹⁾ Phys. Ztschr. 15. Juli 1918.