Zeitschrift: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Thurgauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 1 (1855-1857)

Artikel: Das Dulong-Regnault'sche Gesetz im Sinne der Undulationstheorie
Autor: Mann
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-594143

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 20.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

DAS DULONG-REGNAULT'SCHE GESETZ IM SINNE DER UNDULATIONSTHEORIE.

(Aus einem Vortrag von Prof. Mann.)

1. Nachstehende Sätze sind bekanntlich auf *empirischem* Wege gefunden worden:

a) *Die specifischen Wärmen der Grundstoffe sind den Atomgewichten derselben umgekehrt proportional* (Dulong'scher Satz).

b) *Auch bei chemischen Verbindungen von ähnlicher Constitution* (z. B. bei allen Oxyden, bei denen auf 1 Atom des Metalls 3 Atome Sauerstoff gehen) *ist das Product aus specifischer Wärme und Atomgewicht eine constante Zahl* (Zusatz von Regnault).

c) *Die specifische Wärme eines und desselben Stoffes nimmt ab, wenn dessen Dichtigkeit zunimmt.*

Diese Gesetze aus der *Undulationstheorie* hervorzuholen, ist der Zweck der nachfolgenden Zeilen.

2. Wenn auch ein Körper dem äusseren Anscheine nach das Bild der tiefsten Ruhe bietet, so befinden sich dennoch seine Atome in der lebhaftesten, schwingenden Bewegung. Es gibt Vibrationen der Atome, welche im Stande sind, den ringsum liegenden Aether in Mitschwingung zu versetzen, und welche vom Auge empfunden werden können: *Licht;* es gibt aber auch solche, welche nur der Luft die Fähigkeit des Mitschwingens zu ertheilen vermögen, und für welche das Ohr das geeignete Empfindungsorgan ist: — *Schall.* Schwingen die Atome in der ersten Art, so sagt man, der Körper *leuchte;* finden aber Vibrationen der zweiten Art statt, so haben wir

einen *tönenden* Körper vor uns. Die *Intensität* des Lichtes, die Intensität des Schalles hängt von der Strecke ab, um welche die schwingenden Theilchen über die Gleichgewichtslage hinaus schreiten. Je *rascher* die Atome eines tönenden Körpers schwingen, desto höher ist der Ton; je rascher das Schwingen bei einem leuchtenden Körper vor sich geht, desto mehr nähert sich die Farbe des Lichtes in der Reihe der Regenbogenfarben dem *Violett.*

3. Dem soeben Gesagten gemäss könnte man die Farben *optische Töne* und die Töne *akustische Farben* nennen. Diese optischen Töne bieten aber einen viel geringern Umfang, als die akustischen, so dass die Frage sich aufdrängt: sollte es nicht auch Aetherschwingungen geben, die aus irgend welchem Grunde nicht durch das Auge wahrgenommen werden können? Solche Schwingungen existiren nun in der That: wir nennen sie *Wärme,* und schreiben den Umstand, dass sie vom Auge nicht empfunden werden können, ihrer *Langsamkeit* zu. Unter Wärme verstehen wir also Aetherschwingungen von geringerer Vibrationsschnelligkeit als denjenigen zukommt, die wir als *rothes* Licht empfinden.

4. Wie es durchsichtige und undurchsichtige Körper gibt, so existiren *diathermane* und *adiathermane* Stoffe; d. h. solche, welche die Wärme durch sich hindurchlassen und solche, welche dies nicht gestatten. Steinsalz, geschwärztes Glas, Alaun sind solche diathermane Stoffe. Die durch geschwärztes Glas hindurchgegangene Wärme geht durch ein zweites geschwärztes Glas in völlig gleicher Weise, aber keine Spur derselben geht durch Alaun, so dass eine Combination aus solchem Glas und Alaun als adiatherman erscheint. Dies erinnert an das Benehmen verschieden gefärbter Gläser gegenüber dem Licht. Das durch ein grüngefärbtes Glas hindurchgegangene Licht geht nicht durch ein rothes: die Combination dieser zwei Gläser hat die Wirkung eines *undurchsichtigen* Körpers. Wie sich uns in den Farben Lichtstrahlen von verschiedener Beschaffenheit darstellen, so muss

es auch Wärmestrahlen von verschiedener Natur geben, so dass man gewissermaassen auch von *Wärmefarben* reden kann.

5. Körper, welche die Aetherschwingungen durch sich hindurchziehen lassen, ohne dass ihre eigenen Atome in Mitschwingung gerathen, sind die *diathermanen* Körper; bei allen andern Stoffen ruft die Aetherschwingung einer Schwingung der Körperatome.

Wenn auf diese Weise die kleinsten Körpertheilchen durch den schwingenden Aether in Mitschwingung versetzt werden, so sagt man: *der Körper werde erwärmt.*

6. Da man unter „Temperatur" den Grad der Wärmewirkung nach aussen versteht, so muss dieselbe abhängig sein von der Stärke, mit welcher die schwingenden Atome auf ein ihnen dargebotenes Hinderniss stossen. Diese Stossstärke steht aber in geradem Verhältnisse:

a) zur Schnelligkeit der Vibration; und

b) zum Gewichte der schwingenden Atome.

Bezeichnet man mit v die Intensität (Schnelligkeit) des Schwingens und mit p das Gewicht eines schwingenden Atoms, so ist p. v offenbar ein Maass für die Stärke, mit der dieses Atom nach aussen stösst, also für die Temperatur desselben. Da p für ein und dasselbe Atom unveränderlich ist, so kann p. v nur grösser werden, wenn v einen grössern Werth annimmt. *Ein Atom in höhere Temperatur versetzen, heisst demnach, dafür sorgen, dass dasselbe in raschere Schwingungen geräth.*

Da sich nun die Aetherschwingungen, die wir Licht nennen, von denjenigen, die Wärme heissen, nur durch grössere Schnelligkeit auszeichnen, so begreift man, dass ein Körper durch fortgesetztes Erwärmen zuletzt lichtaussendend, *glühend* werden muss. Und da die Aetherschwingungen unter allen Lichtern beim rothen am langsamsten von Statten gehen, so sieht man ferner ein, wesshalb immer zunächst die *Rothgluth* auftreten muss.

7. Die Frage, „welche Wärmemenge muss man einem Atom

beibringen, um dasselbe in eine bestimmte Temperatur zu versetzen?“ lautet demnach in der Sprache der Undulationstheorie folgendermaassen: „Welche Kraftgrösse ist erforderlich, um ein Atom so in Schwingung zu versetzen, dass es mit einer bestimmten Stärke nach aussen stösst? Ist das Atom A gerade m mal so schwer als das Atom B, so bedarf es offenbar, wenn A und B in gleichrasche Schwingungen versetzt werden sollen, bei A einer genau m mal so grossen Kraft wie bei B.

Würde aber eine gleichgrosse Kraft (die nämliche Wärmemenge) auf beide Atome wirken, so nähme A eine m mal langsamere Schwingungsweise an als B. Aber trotz dieser m mal geringeren Schnelligkeit des Schwingens würde A doch mit der gleichen Stärke nach aussen stossen wie B, und zwar wegen seines m mal grösseren Gewichtes. So erkennen wir:

Es bedarf der nämlichen Wärmemenge, um je ein Atom der verschiedensten Stoffe in der Temperatur um gleichviel zu erhöhen.

8. Unter specifischer Wärme eines Stoffes versteht man bekanntlich die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um ein Pfund dieses Körpers in seiner Temperatur um einen Grad zu erhöhen. Um diese Erhöhung zu bewerkstelligen, bedarf es offenbar bei demjenigen Körper einer n mal grössern Wärmemenge, bei welchem n mal so viele Atome auf ein Pfund gehen. *Die specifischen Wärmen stehen daher in geradem Verhältnisse zu der Anzahl von Atomen, die auf ein Pfund gehen.*

Da aber offenbar die Mengen der ein Pfund ausmachenden Atome im umgekehrten Verhältnisse zu den Gewichten dieser Atome stehen, so ergibt sich der Satz:

Die specifischen Wärmen verhalten sich umgekehrt wie die Atomgewichte.

9. Nimmt die Kraftgrösse (Wärmemenge), welche zur Erwärmung einer gegebenen Anzahl von Atomen verwendet wird, zu, so ist der Erfolg ein zweifacher:

1) Die Atome gerathen in rascheres Schwingen, d. h. die Temperatur erhöht sich;

2) die Ausschreitungen der schwingenden Atome von der Gleichgewichtslage weg werden immer grösser; d. h. *der Körper dehnt sich aus.*

10. Ist der erwärmte Körper eine *chemische Verbindung,* so sind die Atome dieser Verbindung (also *zusammengesetzte Atome)* als das Schwingende zu betrachten. Die Atome der Elemente werden aber *innerhalb* der Atomencomplexe, welchen sie angehören, gleichfalls schwingende Bewegungen ausführen. Die Art der Bewegung eines einfachen Atoms in einem schwingenden zusammengesetzten ist aber offenbar vom stofflichen Charakter (vom Gewichte) dieses einfachen Atoms abhängig; und die stoffliche Verschiedenheit der Elementenatome macht sich in um so höherem Grade geltend, je länger der erwärmende Einfluss dauert. Zuletzt wird der letzte bindende Faden reissen und die Elementenatome, welche ursprünglich Theile eines Ganzen bildeten, werden sich in einer Weise bewegen, dass keine Spur einer Zusammengehörigkeit mehr zu erkennen ist, d. h. sie werden ihre eigenen, durch ihre stoffliche Beschaffenheit ihnen vorgezeichneten Wege gehen. *Durch fortgesetztes Erwärmen werden chemische Verbindungen gelockert und zuletzt gelöst.*

11. Bei der Erwärmung chemisch zusammengesetzter Körper wirkt die aufgebotene Kraftgrösse sowohl auf die Schwingungen der zusammengesetzten als auch der Elementenatome. Die Bewegungsvorgänge innerhalb eines zusammengesetzten Atoms sind aber offenbar von Einfluss auf die Schwingungsenergie des Gesammtatoms. Würde bei der chemischen Verbindung A mit dem Atomgewicht G_1 zur Temperaturerhöhung eines Pfundes um einen Grad die Wärmemenge P_1 ausreichen, falls die Elementenatome starr aneinander gefesselt wären: so wird in Wirklichkeit in Folge der stattfindenden Bewegungen der einfachen Atome die erforderliche Kraftgrösse von P_1 verschieden, etwa $P_1 + d_1$ sein. Haben G_2, P_2, d_2 für eine zweite chemische Verbindung B die nämlichen Bedeutungen, welche wir den Zeichen G_1 P_1 und d_1 in

Bezug auf A beilegten, so muss früheren Entwickelungen gemäss offenbar $P_1 . G_1 = P_2 . G_2$ sein. Dass das Dulong'sche Gesetz für die Körper A und B gelte, dazu wird gefordert, dass:

$(P_1 + d_1) . G_1 = (P_2 + d_2) . G_2$ oder:

$P_1 . G_1 + d_1 . G_1 = P_2 . G_2 + d_2 . G_2$ $(_1)$ sei. Da aber $P_1 . G_1 = P_2 G_2$ *ist,* so geht die Gleichung $(_1)$ über in:

$d_1 . G_1 = d_2 . G_2$ oder: $G_1 : G_2 = d_2 : d_1$; *und diese Bedingung scheint nun eben unter allen chemischen Verbindungen nur bei denjenigen erfüllt zu sein, welche eine ähnliche Constitution besitzen.*

12. Für die Abnahme der specifischen Wärme eines und desselben Stoffes bei zunehmender Dichtigkeit desselben lassen sich vom Standpuncte der Undulationstheorie aus zweierlei Gründe aufbringen:

a) Um ein Pfund eines Körpers in der Temperatur um einen Grad zu erhöhen, müssen nicht nur die Körperatome, sondern auch die dazwischenliegenden Aetheratome in Schwingungen von gewisser Stärke versetzt werden. Nun gehen zwar von den Körperatomen stets gleich viele auf ein Pfund, der Körper mag mehr oder weniger dicht sein. Von Aetheratomen aber beherbergt ein Pfund des nämlichen Körpers wahrscheinlich eine geringere Anzahl, wenn die Körperatome näher aneinander stehen.

b) Die Schwingungen der Atome sind bei grösserer Dichtigkeit des Körpers *ineinander greifender,* was sofort anschaulich wird, wenn wir annehmen, dass diese Schwingungen sich von Körperschichte zu Körperschichte durch Vermittlung des dazwischen liegenden Aethers weiter tragen. Ein schon um eine Gleichgewichtslage schwingender Körper (ein Pendel z. B.) übt ja auch auf eine ruhende Masse, die ihm in den Weg gestellt wird, einen um so kräftigeren Stoss aus, je näher an der Gleichgewichtslage diese Masse aufgestellt wird.