

Das Atom – Aufbau der Materie (Vereinfachtes Bohrsches Atommodell)

Referat von Anna-Lena Butke und Kristina Lechner

Übersicht

- Niels Bohr (Biographie)
- Das Bohrsche Atommodell
- Das Spektrum des Wasserstoffatoms
- Das kontinuierliche Spektrum des Sonnenlichtes
- Atome und Ionen (Am Beispiel vom Natriumatom)

Niels Bohr (Biographie)

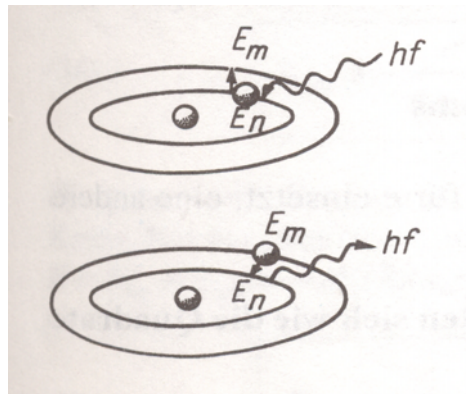


Niels Hendrik David Bohr wurde am 7.10.1885 als Sohn eines Physiologieprofessors geboren und wuchs in Kopenhagen auf. 1903 begann er an der Kopenhagener Universität sein Physikstudium. Er forschte an der oberflächlichen Spannung bei oszillierenden Wasserstrahlen und erhielt 1908 von der Akademie der Wissenschaften dafür eine Auszeichnung. Ein Jahr später (1904) machte er seine Abschlussprüfung. Nachdem er 1911 seinen Dokortitel erhielt, ging er für fünf Jahre nach Cambridge. In dieser Zeit lernte er auch seine zukünftige Ehefrau Margarethe Norlund kennen. 1916 kehrte er in seine Heimatstadt zurück und wurde an der Kopenhagener Universität Professor für Physik. Vier Jahre später wurde ihm außerdem die Leitung des für ihn erbauten Kopenhagener Instituts für theoretische Physik übertragen. Am 10.12.1922 erhielt er für seine Forschung an der Struktur der Atome den Nobelpreis für Physik. Da Bohr jüdische Vorfahren hatte, musste er 1943 vor den Nazis zunächst nach Schweden und dann über England in die USA fliehen. Seine Forschungen von 1943-1945 zur Kernspaltung des Urans waren eine wesentliche Voraussetzung für den Bau der Atombombe. 1946 kehrt Bohr in seine Heimat Dänemark zurück. Er stirbt am 18.11.1962 im Alter von 77 Jahren in Kopenhagen.

Das Bohrsche Atommodell

Das Atom besteht aus Atomkern und Atomhülle. Der Kern ist positiv geladen, das heißt er enthält Protonen und Neutronen. Um den Kern herum verlaufen Bahnen, auf denen sich negativ geladene Elektronen bewegen. Sie bilden die Hülle. Atome sind elektrisch neutral, das heißt sie haben genauso viele Protonen wie Elektronen, deswegen ist die Ordnungszahl der Atome gleich der Anzahl der Elektronen. Das leichteste Atom ist das Wasserstoffatom, das lediglich eine Masse von 1,008 u hat. Es hat ein Proton als Kern und ein Elektron als Masse. An diesem einfachen Atom hat Niels Bohr das Linienspektrum erklärt. Nach dem Bohrschen Atommodell bewegt sich das Elektron nur auf ganz bestimmten Bahnen (Quantenbahnen),

die durch die Quantenbedingungen auserwählt werden. Das Elektron kann von einer Quantenbahn auf eine andere springen. Befindet sich das Elektron auf der innersten Bahn, wo es die niedrigste Energie hat, ist das es im Grundzustand. Je weiter die Umlaufbahn des Elektrons vom Kern entfernt ist, desto höhere Energie hat es. Je dichter es kommt desto niedrigere Energie hat es. Wird dem Elektron von außen her Energie zugeführt, springt es auf eine kernfernere Bahn und nimmt einen höheren Energiezustand an. Man spricht hierbei vom angeregten Zustand. Nach kurzer Zeit springt das Elektron von dem angeregten Zustand wieder zurück auf eine kernnähere Bahn. Dabei gibt es seine überschüssige Energie in Form eines Lichtquants (Photons) ab. Jedes Lichtteilchen beziehungsweise Photon hat stets die Energie $h \cdot f$. Es wird also elektromagnetische Strahlung ausgesandt. „Die Energiedifferenz der Bahnen ist gleich der Energie des ausgesandten Quants.“ (Gross Berhag: Atome , Kerne, Quanten; Klett-Verlag)



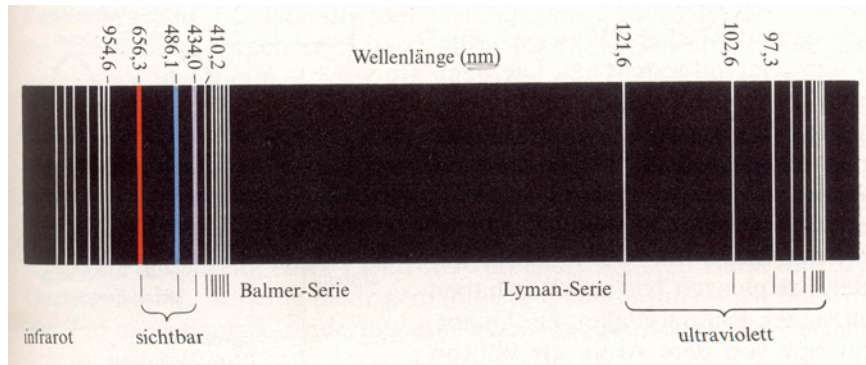
Ein Wasserstoffatom hat sieben Quantenbahnen. Springt das Elektron über die siebte Quantenbahn hinaus, wird es zum freien Elektron: Das Wasserstoffatom ist ionisiert worden. Die Elektronenhülle hat sich aufgelöst. Das Ion besteht jetzt nur noch aus einem positiven Kern. Daß heißt es ist nun ein positiv- elektrisch geladenes Wasserstoff-Ion geworden.

Das Spektrum des Wasserstoffatoms

Wenn das Elektron von einer höheren Bahn in den Grundzustand zurück springt, sendet es Wellenlängen aus, die mit einem elektrischen Detektor nachgewiesen werden können. Das menschliche Auge kann diese Wellenlängen nur zwischen 700nm (rotes Licht) und 400nm (violett Licht) wahrnehmen. Die Strahlung in diesem Bereich wird sichtbares Licht genannt.

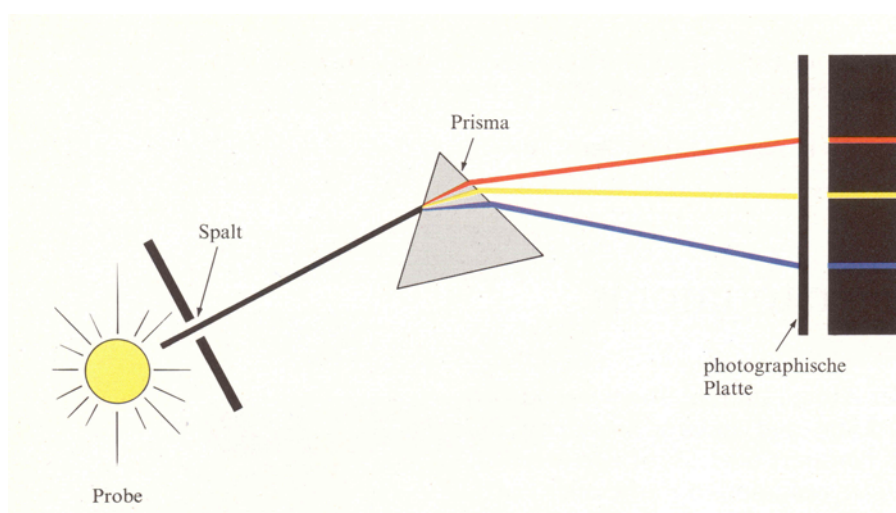
Beim Wasserstoffatom besteht das Spektrum im sichtbaren Bereich aus drei Linien. Die intensivste Linie (656 nm(nm steht für Nanometer, also hier $656 \cdot 10^{-9}$ m)) liegt im roten Bereich. Deshalb leuchtet Wasserstoff im angeregten Zustand rot.

Die Spektrallinien gehören zu verschiedenen Serien, die nach ihren Entdeckern und Erforschern benannt sind z.B. Lymanserie und Balmerserie. Wie unten im Bild zu sehen ist, bilden die ultravioletten Linien die Lymanserie. Sie entstehen, wenn ein Elektron von einer höheren Bahn direkt in den Grundzustand zurückfällt.



Das kontinuierliche Spektrum des Sonnenlichtes

Wenn die Atome in der Sonne von einer höheren Bahn in eine niedrigere Bahn springen, senden sie Lichtquanten aus. Dieses emittierte (freigesetzte) Licht der Sonne lässt sich durch ein Prisma zerlegen. Damit das Licht auf nur einen Punkt konzentriert strahlt, wird es zuerst durch einen Spalt geschickt. In dem Prisma werden dann die Wellenlängen gespalten, also in Spektralfarben zerlegt. Die Spektralfarben, die dabei herauskommen, können photographisch aufgezeichnet werden. Das Sonnenlicht in Wassertropfen wird so zum Beispiel zum Regenbogen (Die Wassertropfen wirken hier sozusagen als Prisma).



Atome und Ione (Am Beispiel vom Natriumatom)

Der Kern eines Natriumatoms besteht aus 11 Protonen. Um den Kern herum kreisen 11 Elektronen. Die Bahnen um den Kern verlaufen sowohl kreisförmig als auch ellipsenförmig. Die Differenz zwischen den Protonen und den Elektronen beträgt Null, daß heißt es handelt sich um ein neutrales Atom. Hier ist es genauso wie beim Wasserstoffatom: Wird ein Elektron über die letzte Quantenbahn geschleudert, so wird es zu einem freien Elektron. Das Atom ist ionisiert worden, da nun mehr Protonen als Elektronen vorhanden sind. Es hat sich also ein positiv-elektrisch geladenes Natriumion gebildet.

Die Formel dazu lautet: $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$

Wird noch ein weiteres Elektron abgeschossen, lautet die Formel: $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^{++} + \text{e}^-$.

Die Pluszeichen oberhalb der Abkürzung des jeweiligen Stoffes stehen also für die abgeschossenen Elektronen. Natrium ist dafür bekannt, dass es hauptsächlich Elektronen abschießt. Chlor hingegen neigt dazu eher Elektronen einzufangen. Daraus ergibt sich die Formel: $\text{Cl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-$.

Sauerstoff kann im Gegensatz zu Chlor sogar zwei freie Elektronen einfangen. Die Formel dazu lautet: $\text{O} + \text{e}^- + \text{e}^- \rightarrow \text{O}^{--}$.

Informationsquellen

<http://www.unitera.de/rutherford/kapo10.htm>

<http://www.dhm.de/lemo/html/biographien/BohrNiels>

<http://www.techfak.uni-kiel.de/matwis/amat/mw1-ge/biographien/>

Koschkin, Schirkewitsch: Elementare Physik, Hanserverlag

Peter W. Atkins: Einführung in die physikalische Chemie, VCH-Verlag

Walter R. Fuchs: Knaurs Buch der modernen Physik, Doemer-Knaur Verlag

Helmut Lindner: Grundriss der Atom- und Kernphysik, Fachbuchverlag Leipzig-Köln

Peter W. Atkins: Quanten, VCH-Verlag

Gross Berhag: Atome, Kerne, Quanten, Klett-Verlag