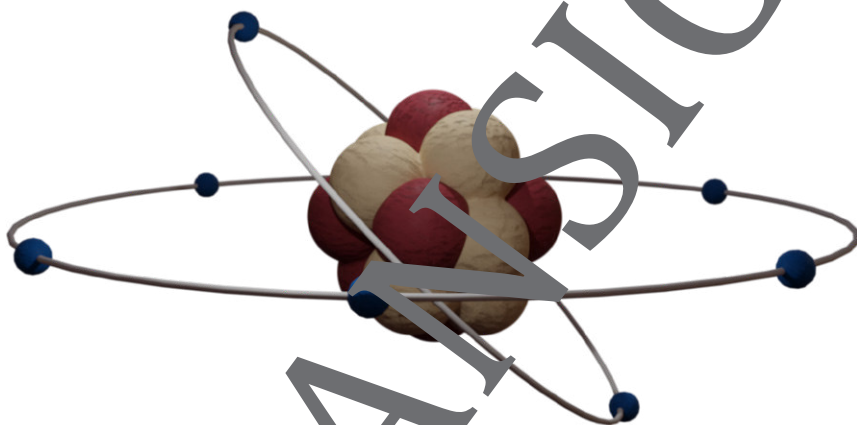


G.3.10

Physik der Atomhülle

Atome und Elektronen – Modelle und Experimente im Lauf der Geschichte

Dr. Günter Scheu



© RAABE 2025

© GersonBenavides / Wikimedia Commons / CC BY 4.0

Die Entwicklung der Atommodelle und der Modelle des Elektrons ist ein beeindruckender Einblick in die Geschichte fundamentaler Entdeckungen und das Verständnis des Aufbaus der Elemente und der Materie. Es begann mit philosophischen Ideen und endete mit Modellen der Quantenphysik, deren Beschreibung anspruchsvolle mathematische Methoden erfordern.

Mit diesem Material spannen Sie den Bogen von der Philosophie von Demokrit bis zu den Regeln der Quantenwelt von Pauli, Schrödinger und Heisenberg.

Dabei bietet das Material abwechslungsreiche Aufgaben, von denen viele zum gegenseitigen Austausch in Partnerarbeit und zur Stärkung der Kommunikationskompetenz Ihrer Klasse geeignet sind.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	10/11/12/13
Dauer:	15 – 20 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz
Methoden:	Übung, Definition
Inhalt:	Struktur der Materie, Atomhülle, Atomkern, Elektron, Proton, Neutron, Quarks, Kernladungszahl, Massenzahl, Isotope, Energiewerte eines Elektrons in einem dreidimensionalen Potentialtopf mit unendlich hohen Wänden, unterschiedliche atomare Modellvorstellungen, Rutherfordmodell, Orbitale des Wasserstoffatoms, Pauli-Prinzip, Linienspektren, Bewegung geladener Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern, Wien'sches Gesetz und Massenspektrometer, Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons, Bestimmung der Atommasse – Massenspektrometer, Kennzeichnung der Elemente – das Periodensystem der Elemente (PSE), Quarks als kleinste unterscheidbare Bausteine der Materie – das Standardmodell, Bestimmung der Elementarladung durch Millikan – die Quantelung der Ladung, Frank-Hertz Versuch

Auf einen Blick

Einleitung

M 1 Atommodelle und ihre Elektronenmodelle

Wegweisende Atommodelle

M 2 Das Atommodell von Demokrit
M 3 Das Atommodell von John Dalton
M 4 Das Atommodell von Joseph John Thomson
M 5 Das Atommodell von Ernest Rutherford
M 6 Das Atommodell von Niels Bohr
M 7 Das Atommodell von Erwin Schrödinger
M 8 Linienspektren: Emission und Absorption von Licht
M 9 Unschärferelation – Atommodell von Werner Heisenberg
M 10 Zusammenfassung der bisherigen Kenntnisse

Die Erforschung des Elektrons – wegweisende Versuche

M 11 Entdeckung des Elektrons durch Joseph John Thomson
M 12 Der Hall-Effekt
M 13 Erzeugung freier Elektronen
M 14 Elektronenströme
M 15 Der Glimmfilter – Geschwindigkeitsfilter
M 16 Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons
M 17 Bestimmung der Atommasse – Massenspektrometer
M 18 Kennzeichnung des Atoms – das Periodensystem
M 19 Elementarladung und Ladungsquantelung
M 20 Frank-Hertz-Versuch
M 21 Aufgaben zum Thema
M 22 Licht als Schlüssel zur Astronomie

Atommodelle und ihre Elektronenmodelle

M 1

Die chemische Bindung ist das Ergebnis der Anziehung zwischen Atomen, die durch die Verteilung ihrer äußeren Elektronen verursacht wird.

Linus Pauling

Modelle

In der Physik werden Modelle benutzt, um Naturerscheinungen einfacher darzustellen oder um Erscheinungen und Abläufe zu erklären, die normalerweise unsichtbar sind. Da Modelle Vereinfachungen sind, stellen sie nicht alle Aspekte der entsprechenden Naturerscheinungen dar, aber sie sind ein wichtiges Hilfsmittel zu deren Verständnis und Erforschung. Meist ähneln sie einem bekannten System, wodurch sich neue Ideen für Experimente und Theorien für andere Erscheinungen ergeben, die noch auftreten können.

Im Laufe der Zeit haben sich, entsprechend dem Stand der Forschung, die Modelle für den Atomaufbau und damit auch die für die Elektronenhülle weiterentwickelt.

Atommodelle sind Vorstellungen über den Aufbau und das Verhalten von Atomen, insbesondere über die Struktur und die Anordnung der Elektronen in der Elektronenhülle. Die wissenschaftliche Entwicklung der Atommodelle dauerte mehrere Jahrhunderte und wurde durch viele bedeutende Entdeckungen und Theorien geprägt.

Im Folgenden werden einige Atommodelle vorgestellt, die im Laufe der Zeit für die Entdeckung des Atoms und seiner Elektronenhülle wichtig waren. Mit diesen Beispielen wird gezeigt, wie sich Wissenschaften anhand von kreativen Ideen entwickeln und welche Modelle welche Experimente erklären.

Kurze Einführung zu Atommodellen – eine Zusammenfassung

Die griechischen Philosophen dachten bereits im 5. Jahrhundert v. Chr. über den Aufbau der Materie nach. Der Philosoph Demokrit nutzte den Begriff Atom als kleinstes unteilbares Teilchen der Materie. Seine Vorstellungen sind heute als Atommodell von Demokrit bekannt. Die Vorstellung vom Atom als dem kleinsten Baustein der Materie hat sich im Laufe der Geschichte entsprechend den aktuellen Kenntnissen immer weiter verbessert. Die aktuellen Kenntnisse sind das Ergebnis von Beobachtungen, Experimenten und Theorien. Die Wissenschaftler haben dann im Laufe der Zeit die Modelle weiterentwickelt, um die Struktur des Atoms vollständig zu erklären.

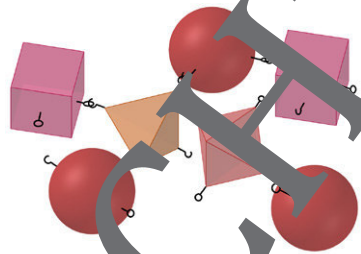
Das aktuelle Modell, auch Standardmodell genannt, ist das Modell der Quantenphysik. Es ist mathematisch anspruchsvoll und bietet die ausführlichste und exakteste Beschreibung des Atoms. Es erklärt alle aktuellen Kenntnisse.

M 2 Das Atommodell von Demokrit

Demokrit (ca. 460 v. Chr. bis ca. 370 v. Chr.), ein griechischer Philosoph, dachte auch über den Aufbau der Materie nach. Er gilt als Erfinder eines ersten Atommodells.

Er behauptete in seinem Modell, entgegen der damals verbreiteten Meinung, dass Materie aus kleinsten, unzerstörbaren, unteilbaren Bausteinen besteht. Er nannte diese Bausteine Atome, was unteilbar bedeutet.

Seine Ideen konnten in der damaligen Zeit nicht experimentell überprüft werden.



Grafik: Günter Gerschlager

Zusammenfassung seiner Ideen

- Verschiedene Stoffe bestehen aus verschiedenen kleinen, unteilbaren Teilchen, genannt Atome.
- Zwischen den Atomen ist leerer Raum.
- Die Atome sind geometrische Körper, die sich in Form, Größe und Anordnung unterscheiden.
- Diese Unterschiede ergeben die unterschiedlichen Eigenschaften der verschiedenen Stoffe.
- Atome sind ständig in Bewegung und stoßen zusammen.
- Durch Zusammenstöße und Verhakungen bilden sie verschiedene Stoffe.

Demokrit erklärte nicht das Zustandekommen der unterschiedlichen Eigenschaften und der Verhakungen bzw. Verbindungen.

Elektronen kannte er nicht, da Atome seiner Ansicht nach unteilbar sind.

Aufgaben

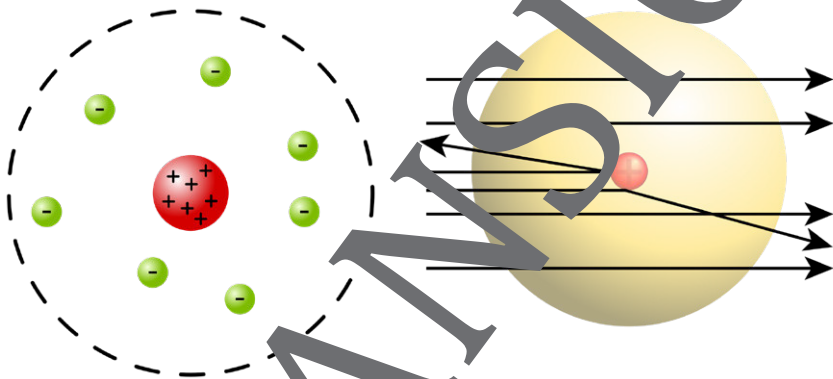
1. Informieren Sie sich über das Atommodell von Demokrit im Internet und schreiben Sie dazu eine kurze Zusammenfassung.
Vergleichen Sie ihre Ergebnisse mit anderen Schülerinnen und Schülern.
2. Beschreiben Sie das Atommodell von Demokrit. Welche Eigenschaften haben die Atome?
3. Woher ergeben sich die unterschiedlichen Eigenschaften der verschiedenen Stoffe?

M 5 Das Atommodell von Ernest Rutherford

Der neuseeländische Physiker Ernest Rutherford (1871 bis 1937) führte von 1909 bis 1911 Experimente durch, bei denen er doppelt positiv geladene Heliumkerne auf eine Goldfolie schoss, um das Thomsonsche Atommodell zu prüfen.

Die starken Ablenkungen und die Rückstreuung der Heliumkerne zeigten, dass der Großteil der Masse und die gesamte positive Ladung des Atoms in einem sehr kleinen, dichten Kern konzentriert sind und damit der Rest, die Elektronenhülle fast leer ist.

Die negativ geladenen Elektronen umkreisen den Kern in der Elektronenhülle.



Darstellung des Atommodells

Grafik: Benstelle1995 / Wikimedia Commons
CC BY-SA 3.0

Ablenkung und Rückstreuung bei Kollision mit dem Atomkern

Grafik: Fastfission / Wikimedia Commons / gemeinfrei
(Ausschnitt)

Zusammenfassung der Ideen

- Der Großteil der Atommasse und die gesamte positive Ladung des Atoms sind in einem sehr kleinen Atomkern konzentriert.
- Um den Atomkern befindet sich eine sehr große, fast leere Elektronenhülle, in der sich die negativ geladenen Elektronen bewegen.
- Der Atomkern ist im Verhältnis zur Atomhülle sehr sehr klein. Hätte das Modell die Größe eines Fußballstadions, wäre der Atomkern etwa so groß wie eine Erbse im Mittelpunkt. Der Rest des Stadions wäre die Elektronenhülle.
- Die Anzahl der positiven Ladungen im Kern entspricht der Anzahl der negativ geladenen Elektronen in der Hülle, da das Atom neutral ist.

Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online
14 Tage lang kostenlos!

www.raabits.de

