



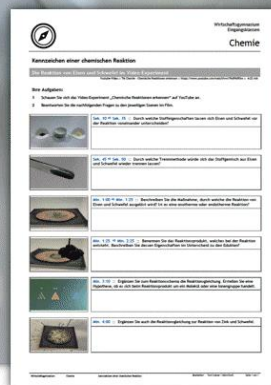
Kennzeichen einer chemischen Reaktion

Quelle des Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video

Klicken, um das Video aufzurufen!

Eisen und Schwefel reagieren zu ...?

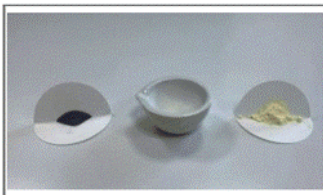
Ihr Arbeitsauftrag:
Sie erhalten ein Arbeitsblatt zum Video-Experiment



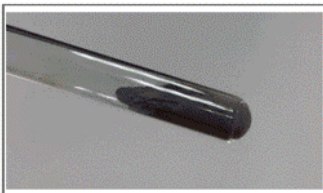
YouTube :: Video-Experiment
TM Chemie - Chemische Reaktionen erkennen
<https://www.youtube.com/watch?v=s17NdP6tRGw> :: 4:22 min

Ihr Auftrag ...

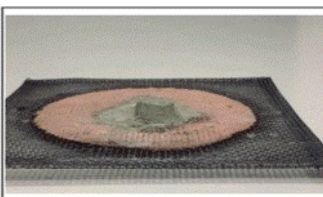
Klicken, um das Arbeitsblatt aufzurufen!



Sek. 10 ⇨ Sek. 35 :: Durch welche Stoffeigenschaften lassen sich Eisen und Schwefel vor der Reaktion voneinander unterscheiden?



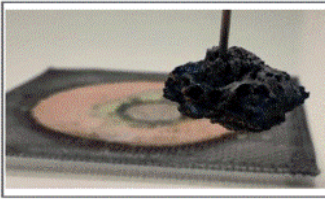
Sek. 45 ⇨ Sek. 50 :: Durch welche Trennmethode würde sich das Stoffgemisch aus Eisen und Schwefel wieder trennen lassen?



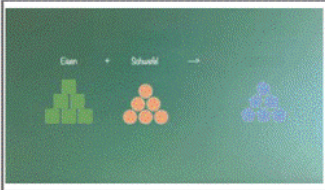
Min. 1:00 ⇨ Min. 1:25 :: Beschreiben Sie die Maßnahme, durch welche die Reaktion von Eisen und Schwefel ausgelöst wird? Ist es eine exotherme oder endotherme Reaktion?



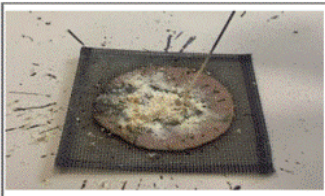
Ihr Auftrag ...



Min. 1:25 ⇨ Min. 2:25 :: Benennen Sie das Reaktionsprodukt, welches bei der Reaktion entsteht. Beschreiben Sie dessen Eigenschaften im Unterscheid zu den Edukten?



Min. 3:10 :: Ergänzen Sie zum Reaktionsschema die Reaktionsgleichung. Erstellen Sie eine Hypothese, ob es sich beim Reaktionsprodukt um ein Molekül oder eine Ionenformel handelt.



Min. 4:00 :: Ergänzen Sie auch die Reaktionsgleichung zur Reaktion von Zink und Schwefel.

Ihre Aufgabe ...

...bearbeiten Sie ein interaktives Medienmodul

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!

Elemente Chemie

Auswahl
☐ Reaktion
☒ Modell

Chemische Reaktion und Energie Medieninfo Aufgabe

Obwohl bei der Reaktion von Zink und Schwefel sehr viel Energie frei wird, startet die Reaktion nicht von selbst, sondern muss durch Zufuhr von Energie ausgelöst werden.

Dabei genügt es, das Gemisch nur an einer Stelle zu erhitzen. Die zum Auslösen der chemischen Reaktion benötigte Energie heißt Aktivierungsenergie.

Medienmodul mit Genehmigung des Ernst Klett Verlages GmbH

Aktivierungsenergie

Bei der Reaktion von Zink und Schwefel zu **Zinksulfid** wird sehr viel Energie an die Umgebung abgegeben - es ist eine **exotherme Reaktion**.

Dennoch reagieren die beiden Edukte **nicht spontan** miteinander. Die Reaktion muss durch Zufuhr einer geringen Menge Energie von außen ausgelöst werden. Diese Energie heißt **Aktivierungsenergie**.

Das Auslösen einer chemischen Reaktion lässt sich mit dem **Dominoeffekt** vergleichen. Es genügt einen Stein anzustoßen, damit schließlich alle Dominosteine umfallen.

Wir schauen uns dazu ein Medienmodul gemeinsam an.



Kennzeichen einer (exothermen) chemischen Reaktion

Quelle des Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video

Eisen und Schwefel reagieren zu ...?

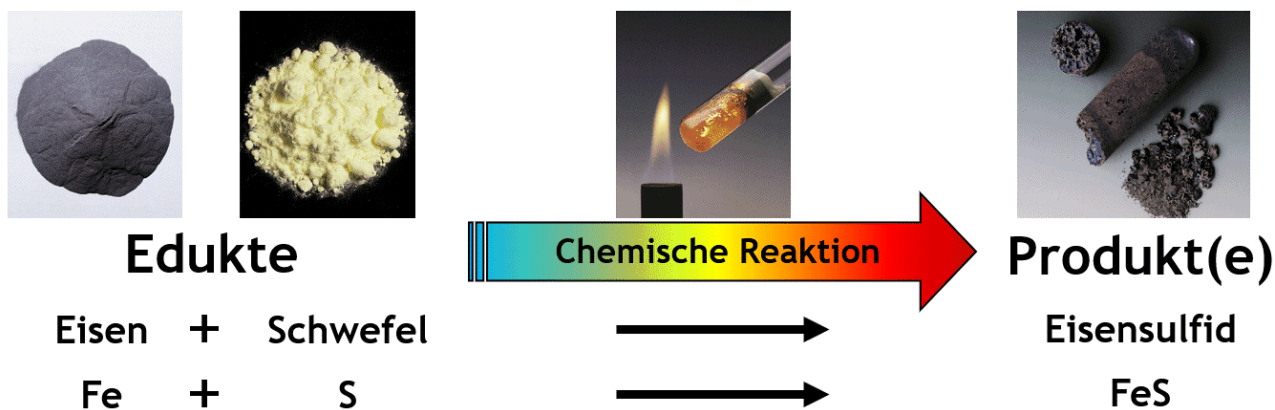
Klicken, um das Video aufzurufen!

Gleiches Video wie zwei Seiten vorher...

YouTube :: Video-Experiment
TM Chemie - Chemische Reaktionen erkennen
<https://www.youtube.com/watch?v=s17NdP6tRGw> :: 4:22 min

Kennzeichen einer exothermen Reaktion - Stoffebene ...

Durchlaufen **Eisen** und **Schwefel** (**Edukte**) eine chemische Reaktion, so entsteht **Eisensulfid** (**Produkt**), die sich in seinen **chemischen** und **physikalischen Eigenschaften** von den beiden Edukten deutlich unterscheidet. Bei dieser **exothermen** Reaktion wird **Energie an die Umgebung abgegeben**.



Fotos mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages GmbH, Prisma Chemie NW 9-10, Digitaler Unterrichtsassistent; Karin Mall

Kennzeichen (exotherme Reaktion)

- **Stoffeigenschaften** vor und nach der Reaktion haben sich geändert
- **Aktivierungsenergie** zum Auslösen der Reaktion wird benötigt
- **Energie** wird an die Umgebung abgegeben



Kennzeichen einer (endothermen) chemischen Reaktion

Quelle des Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video

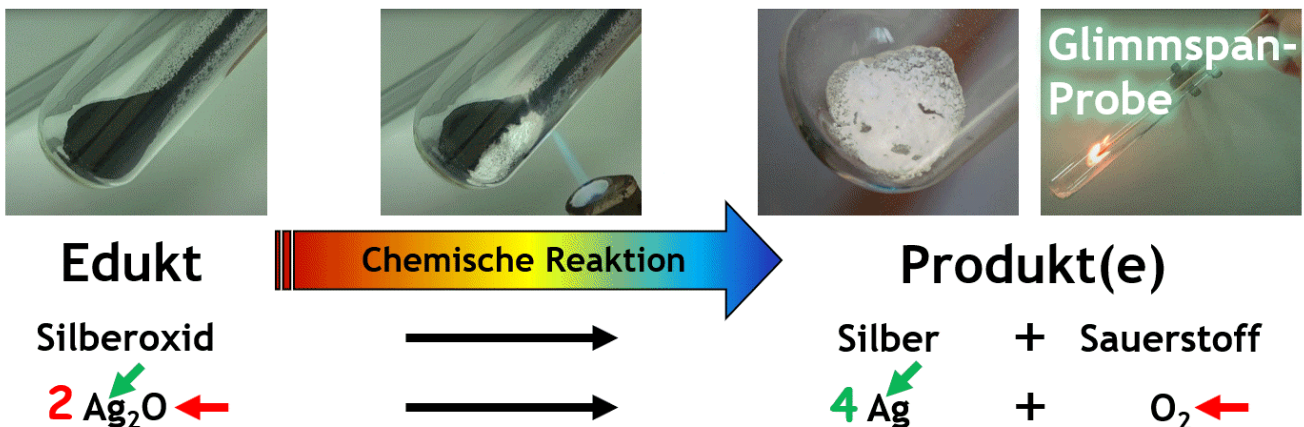
Klicken, um das Video aufzurufen!

Silberoxid zersetzt sich bei Wärmeeinwirkung in ...?

YouTube :: Video-Experiment
Chemie - Experimente und mehr - Erhitzen von Silberoxid
<https://www.youtube.com/watch?v=DobxQZA64BU> :: 3:53 min

Kennzeichen einer endothermen Reaktion - Stoffebene ...

Silberoxid (Edukt) zersetzt sich unter Hitzeeinwirkung in **Silber** und **Sauerstoff**. Die beiden **Produkte** unterscheiden sich in ihren **chemischen** und **physikalischen Eigenschaften** vom Edukt deutlich. Bei dieser **endothermen** Reaktion muss **ständig Energie von außen zugeführt werden**.



Kennzeichen (endotherme Reaktion)

- **Stoffeigenschaften** vor und nach der Reaktion haben sich geändert
- **Aktivierungsenergie** zum Auslösen der Reaktion wird benötigt
- **Energie** muss dauerhaft aus der Umgebung zugeführt werden

Foto zur Reaktion von Silberoxid siehe bitte Link zum YouTube-Video auf voriger Folie :: Reines Silberoxid mit freundlicher Genehmigung von Christian Firneis, YouTube-Video: <https://www.youtube.com/watch?v=SH0E1A10sUo>



Kennzeichen einer umkehrbaren chemischen Reaktion

Quelle des Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video

Klicken, um das Video aufzurufen!

Kupfersulfat zersetzt sich bei Wärmeeinwirkung in ...?

Lässt sich diese Reaktion auch umkehren?

YouTube :: Video-Experiment

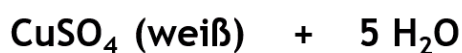
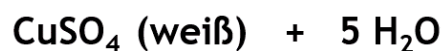
TM Chemie - Exotherme und endotherme Reaktionen
<https://www.youtube.com/watch?v=VOInJshTdSA> :: 2:24 min

Kennzeichen einer umkehrbaren Reaktion - Stoffebene ...

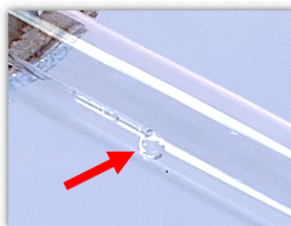
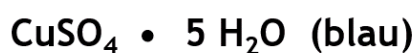
Wasserhaltiges, blaues Kupfersulfat-Hydrat reagiert beim Erhitzen **endotherm** zu **weißem Kupfersulfat** und **Wasser**. Diese Reaktion ist **reversibel**. Versetzt man weißes, wasserfreies Kupfersulfat mit Wasser, entsteht in einer **exothermen Reaktion** wieder wasserhaltiges, blaues Kupfersulfat-Hydrat.



endotherm



exotherm



Quelle der Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video; siehe bitte vorige Folie

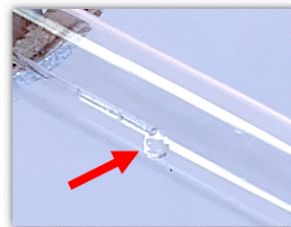
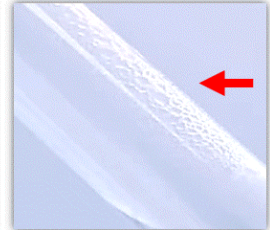


Kennzeichen einer umkehrbaren Reaktion - Stoffebene ...

Wasserhaltiges, blaues Kupfersulfat-Hydrat reagiert beim Erhitzen **endotherm** zu **weißem Kupfersulfat** und **Wasser**. Diese Reaktion ist **reversibel**. Versetzt man weißes, wasserfreies Kupfersulfat mit Wasser, entsteht in einer **exothermen Reaktion** wieder wasserhaltiges, blaues Kupfersulfat-Hydrat.



Alle chemischen
Reaktionen sind
umkehrbar.
Manche einfach, manche
recht aufwändig.



Quelle der Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video; siehe bitte vorige Folie

Kennzeichen einer umkehrbaren chemischen Reaktion

Quelle des Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video

endotherme Reaktion

- Energie wird permanent der Reaktion zugeführt
- Reaktion stoppt, sobald Energiezufuhr stoppt

Kupfersulfat-Hydrat (blau)
reagiert zu
Kupfersulfat (weiß) + Wasser

exotherme Reaktion

- Energie wird während der Reaktion abgegeben
- einmal ausgelöst, läuft die Reaktion weiter

Kupfersulfat (weiß) + Wasser
reagiert zu
Kupfersulfat-Hydrat (blau)



Synthese und Analyse

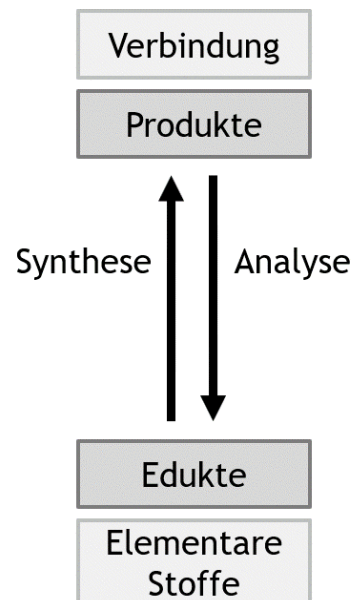
Bei der Reaktion der **elementaren Stoffe** Eisen und Schwefel entsteht die **Verbindung** Eisensulfid. Eine Reaktion bei der aus elementaren Stoffen eine Verbindung entsteht, bezeichnet man als **Synthese**.



Erhitzt man die **Verbindung** Silberoxid, so entstehen die **elementaren Stoffe** Silber und Sauerstoff. Eine Reaktion bei der eine Verbindung in elementare Stoffe zerlegt wird, heißt **Analyse**.



Synthese und Analyse lassen sich allgemein so in einem einfachen **Schema** darstellen.




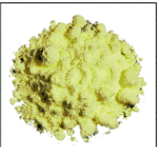

Ihr Arbeitsauftrag...

...bearbeiten Sie ein interaktives Medienmodul

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!

Elemente Chemie

Kupfer	Vergleich (Cu)	Eisen	Vergleich (Fe)	Silber	Vergleich (Ag)	Silbersulfid
--------	----------------	-------	----------------	--------	----------------	--------------

 $+$  \rightarrow 

A Ihre Aufgabe im Detail:

Erstellen Sie Tabelle zu den vier dargestellten Reaktionen mit diesen Spalten:

Wortgleichung | Reaktionsgleichung | Energie (exotherm oder endotherm) | Reaktionstyp (Synthese oder Analyse)

Für die Erstellung der Tabelle können Sie im **Internet** recherchieren.

Metallsulfide

Die **Metalle** Kupfer, Eisen und Silber reagieren - wie viele weitere Metalle - mit Schwefel zu **Metallsulfiden**.

Kennzeichen einer chemischen Reaktion ist, dass sich die Stoffeigenschaften der Ausgangsstoffe (Edukte) durch die Reaktion **verändern**. Die Produkte haben andere Stoffeigenschaften wie die Edukte.


Chemische Reaktionen können - je nachdem, ob **Energie** aufgenommen oder abgegeben wird - **endotherm** oder **exotherm** verlaufen.

Zum Auslösen einer chemischen Reaktion wird **Aktivierungsenergie** benötigt.

Alle chemischen Reaktionen sind **umkehrbar** (reversibel).



Ihr Arbeitsauftrag ...

Nr.	Wortgleichung	Reaktionsgleichung	Energie	Reaktionstyp
	 +  → 			
1				
	 +  → 			
2				
	 +  → 			
3				
	 →  + 			
4				



Kennzeichen einer chemischen Reaktion - Teilchenebene ...

Elemente Chemie

Bildung von Zinksulfid
☒ Teilchenmodell
☐ Energiediagramm

Zerlegung von Silbersulfid
☐ Teilchenmodell
☐ Energiediagramm

Einblendung
☒ Foto

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!

Chemische Reaktion und Teilchenmodell Medieninfo Aufgabe

Jede chemische Reaktion lässt sich als Umgruppierung von kleinsten Teilchen deuten. Bei der Bildung einer Verbindung geht die Anordnung der Teilchen der Ausgangsstoffe verloren. Das Reaktionsprodukt weist eine andere Anordnung auf. Die Eigenschaften der Edukte und Produkte sind deshalb unterschiedlich. Die Bildung einer Verbindung aus den Elementen nennt man Synthese.

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages, Stuttgart

Teilchen und Energie

Eine chemische Reaktion lässt sich auf Teilchenebene als **Umgruppierung** der kleinsten Teilchen deuten. Im Produkt weisen die Teilchen eine andere **Anordnung** als im Edukt auf.

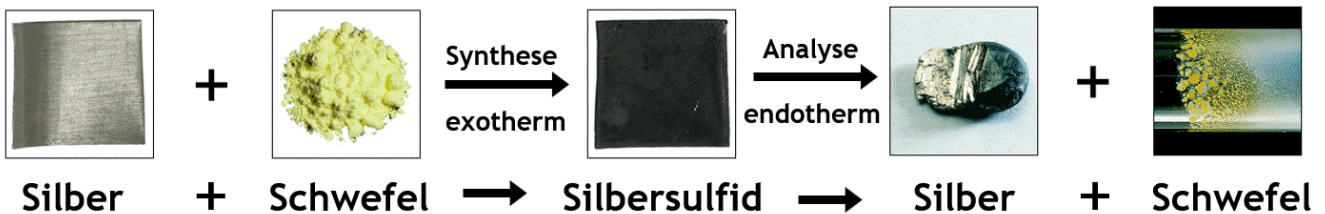
Sowohl für eine **exotherme** als auch eine **endotherme** Reaktion muss zunächst **Aktivierungsenergie** zugeführt werden. Die **Energiediagramme** der beiden Reaktionstypen sind wie **Spiegelbilder**.

Wir schauen uns das Medienmodul „Chemische Reaktion und Teilchenmodell“ an ...

... traut sich jemand es am Beamer zu präsentieren (natürlich mit Hilfestellung durch die Klasse und den Lehrer)?

Umgruppierung von Teilchen...

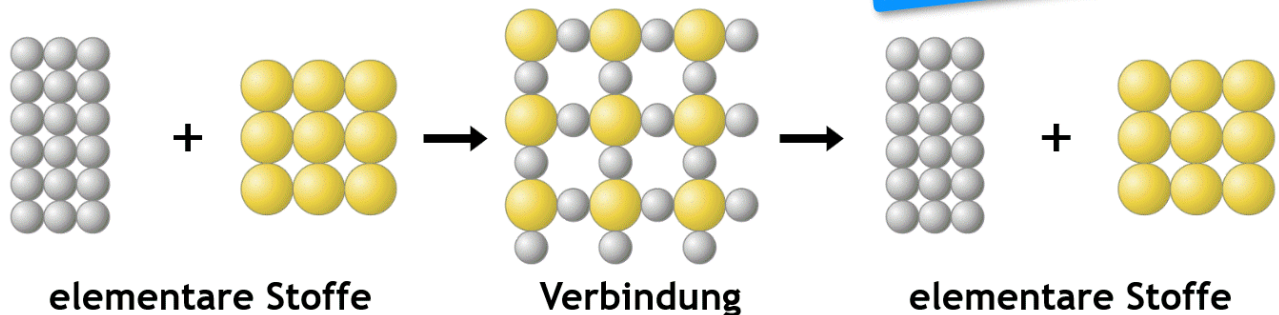
„Betrachtet“ man die **Synthese** von Silber und Schwefel zu Silbersulfid und die anschließende **Analyse** von Silbersulfid zu Silber und Schwefel auf Stoff- und Teilchenebene, so stellt man fest, dass **keine Teilchen verloren gehen**, sondern dass die Teilchen in den Edukten und Produkten nur **umgruppiert** werden.



Stoffebene

Teilchenebene

Massenerhaltung!



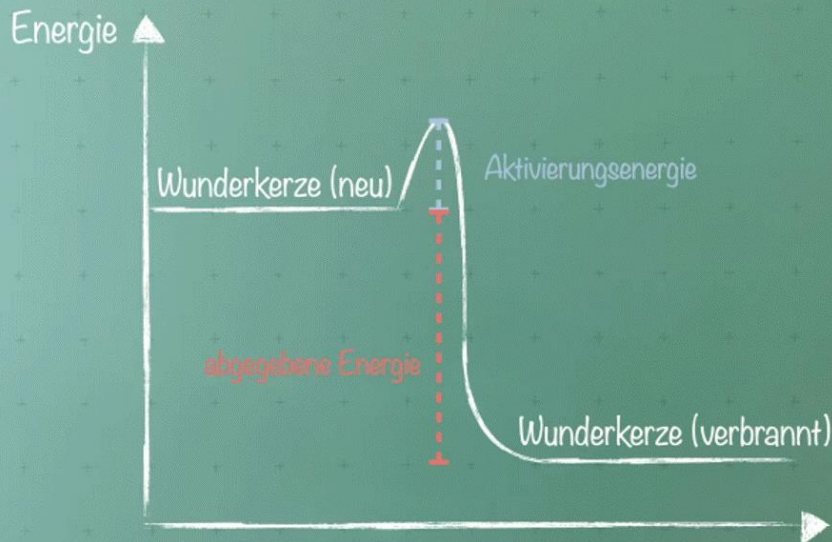


Energieverlauf bei chemischen Reaktionen

Quelle des Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video

Wie kommt man zu einem Energiediagramm...?

Klicken, um das Video aufzurufen!



YouTube :: Erklärvideo

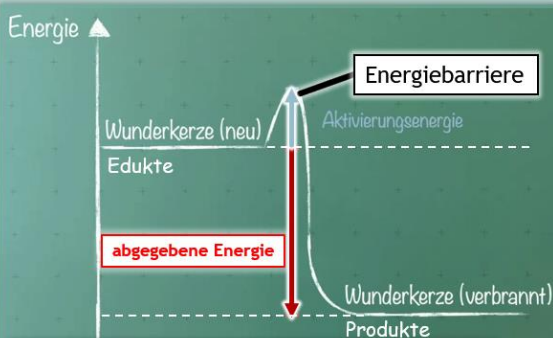
TM Chemie :: Energiediagramme zeichnen

<https://www.youtube.com/watch?v=zOGPiorEsOM> :: 3:19 min

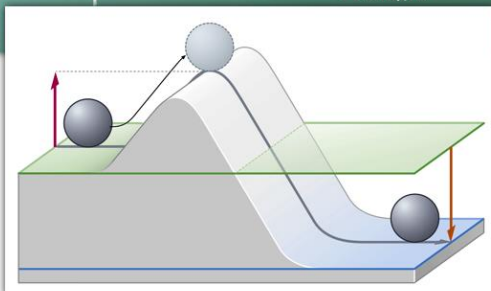
Energieverlauf exothermer und endothermer Reaktionen

Zum Auslösen einer chemischen Reaktion braucht es **Aktivierungsenergie**. Sie wirkt wie eine **Energiebarriere**, die erst überwunden werden muss, damit eine **exotherme** Reaktion in Gang kommt, bzw. damit bei einer **endotherme** Reaktion die Produkte nicht gleich wieder zu den Edukten reagieren.

Energiediagramm: exotherme Reaktion

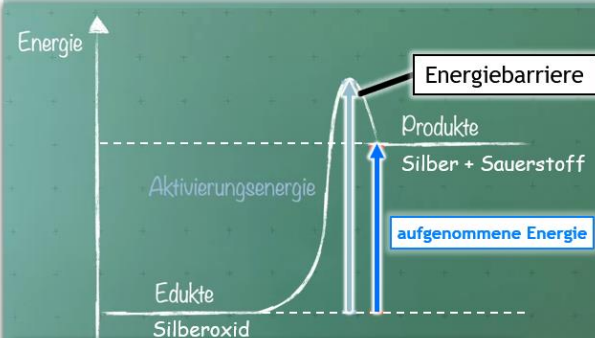


Quelle der Fotos: TM Chemie :: Energiediagramme zeichnen (2:12 min)

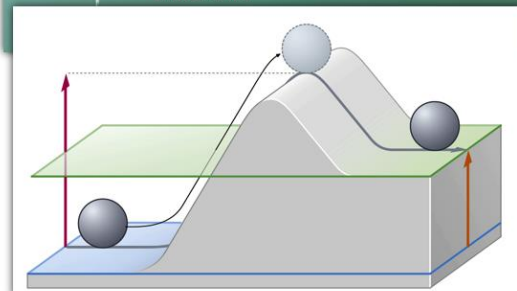


Grafik: Ernst Klett Verlag GmbH

Energiediagramm: endotherme Reaktion



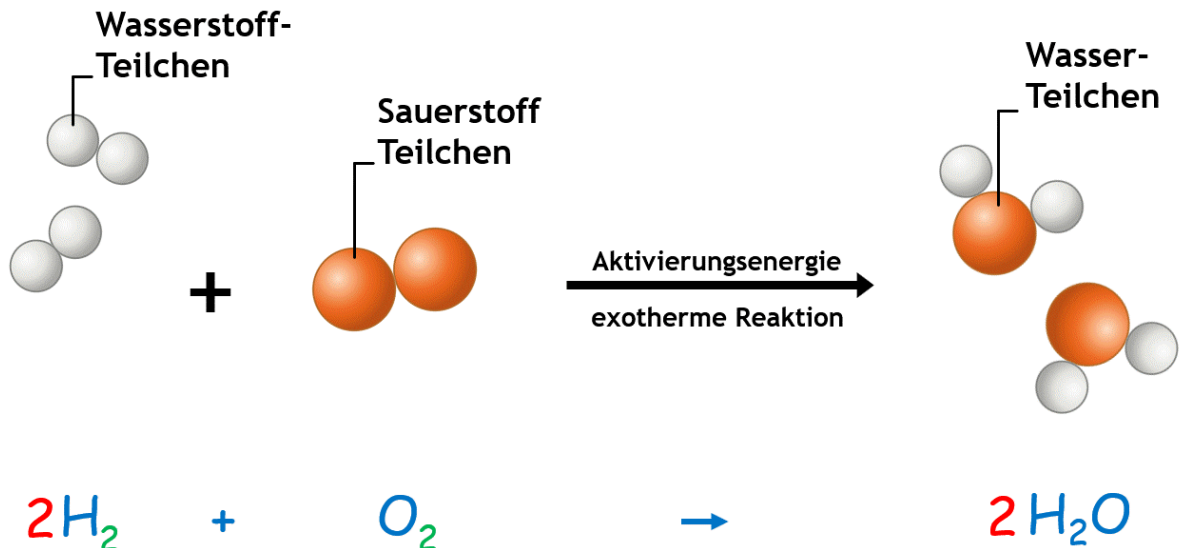
<https://www.youtube.com/watch?v=zOGPiorEsOM>



Prisma Chemie NW-DIFF-A, DIA 2014

Chemische Reaktion ohne und mit Katalysator

Wir verdeutlichen uns die **Funktionsweise eines Katalysators** an einem einfachen Beispiel, der Reaktion von **Wasserstoff** und **Sauerstoff**. Betrachten wir zunächst die Reaktion der beiden Edukte. Sie reagieren bei Zimmertemperatur nur, wenn zum Auslösen der Reaktion **Aktivierungsenergie** (z.B. in Form einer Brennerflamme) zugeführt wird. Bei der **exothermen** Reaktion entsteht das Produkt **Wasser**.



Aktivierungsenergie und Katalysator ...

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!
Etwas nach unten scrollen.

Elemente Chemie

Auswahl
☒ Experiment
☐ Modell

Energiediagramm
☐ ohne Katalysator
☐ mit Katalysator
☐ Vergleich

Aktivierungsenergie und Katalysator Medieninfo | Aufgabe

Strömt Wasserstoff über eine Keramikperle, die mit fein verteiltem Platin beschichtet ist, beginnt diese nach kurzer Zeit zu glühen. Wasserstoff entzündet sich und verbrennt mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser. Platin wirkt bei dieser Reaktion als Katalysator und ermöglicht Wasserstoff auf einem anderen Reaktionsweg mit Sauerstoff zu reagieren. Die Aktivierungsenergie für diese Reaktion ist bei Anwesenheit von Platin deutlich herabgesetzt. So kommt die Verbrennung von Wasserstoff zu Wasser ohne äußere Energiezufuhr schon bei Zimmertemperatur in Gang.

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlanges, Stuttgart

Experiment und Modell

Ohne dass von außen Energie zugeführt würde, entzündet sich Wasserstoff, wenn es an dem **Katalysator Platin** vorbeiströmt.

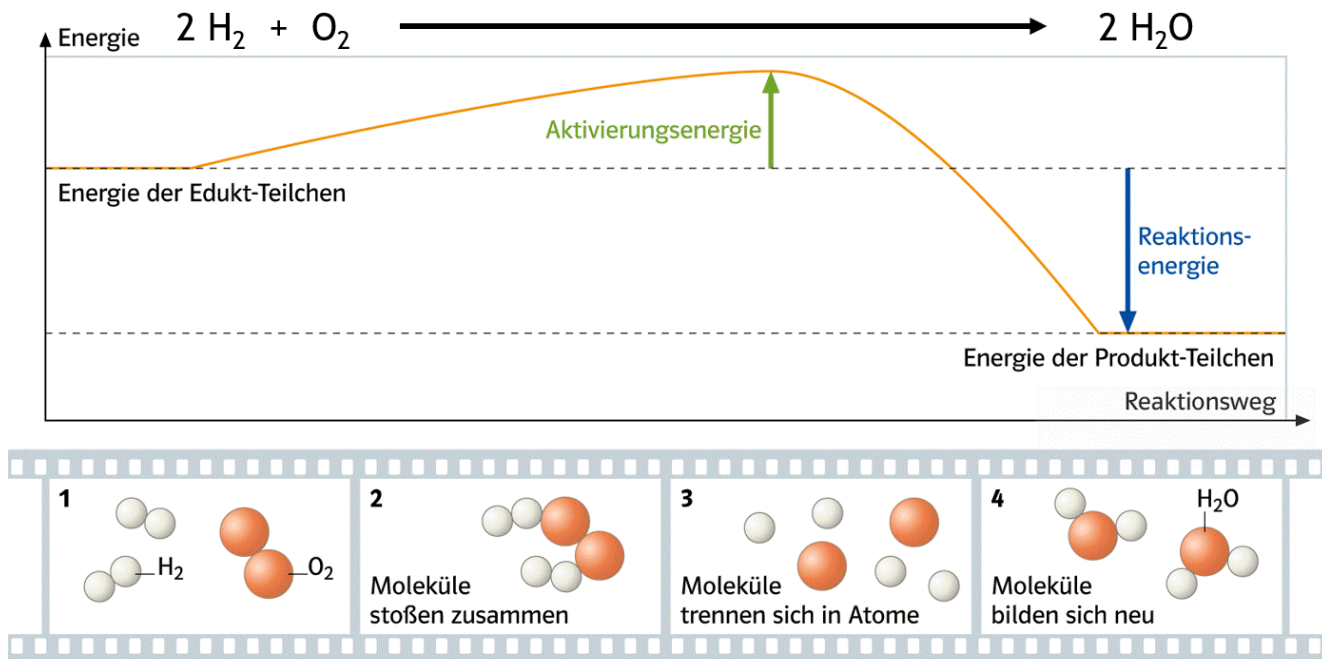
Das Modell zeigt, dass die **Bindungskräfte**, die zwischen den Molekülen bestehen, durch **Wechselwirkungen** mit dem Katalysator „gelockert“ werden, so dass die Moleküle „leichter“ miteinander reagieren können.

Das Energiediagramm zeigt, dass der Katalysator die **Aktivierungsenergie** herabsetzt.

Wir schauen uns das Medienmodul „Aktivierungsenergie und Katalysator“ an ...

Chemische Reaktion :: Aktivierungsenergie ohne Katalysator

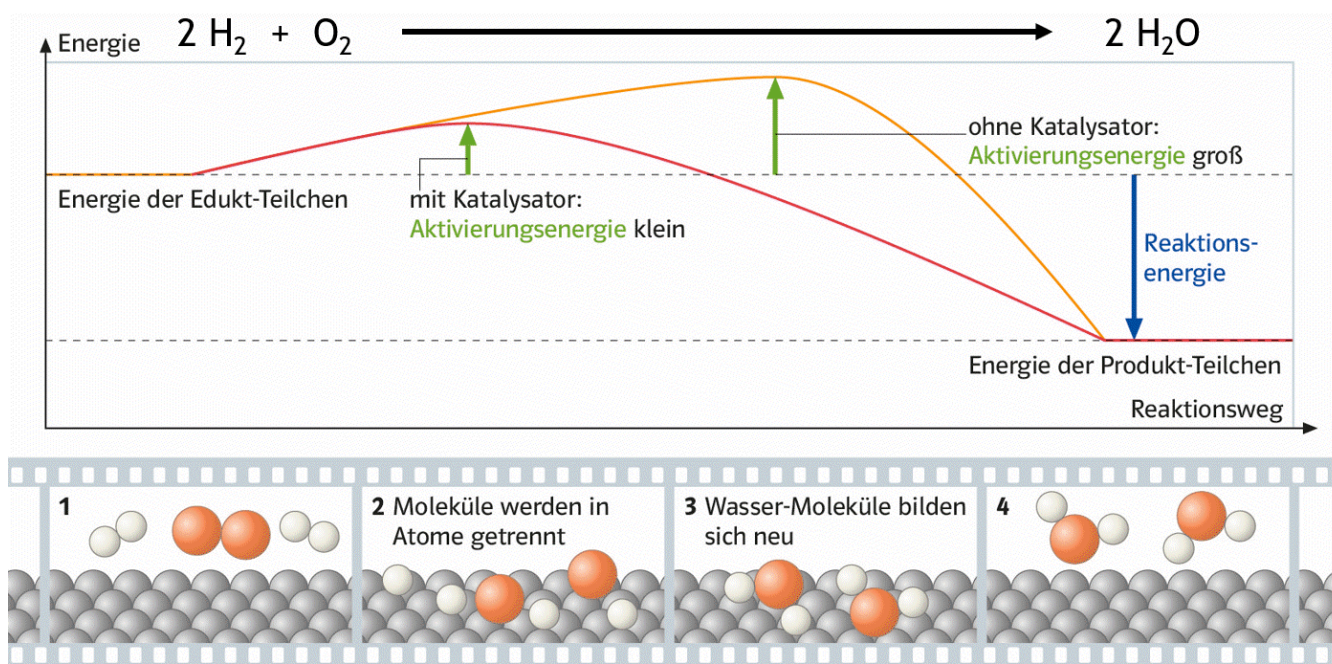
Betrachten wir die Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff auf **Teilchenebene** und im **Energiediagramm**. Durch Zufuhr von **Wärme bewegen** sich die Moleküle der Edukte **schneller** und **stoßen stärker und heftiger zusammen**. **Bindungen** zwischen den Molekülen **brechen auf** und werden **neu geknüpft**. Die dabei abgegebene Energie lässt weitere Moleküle wie bei einem **Dominoeffekt** reagieren.



Chemische Reaktion :: Aktivierungsenergie mit Katalysator

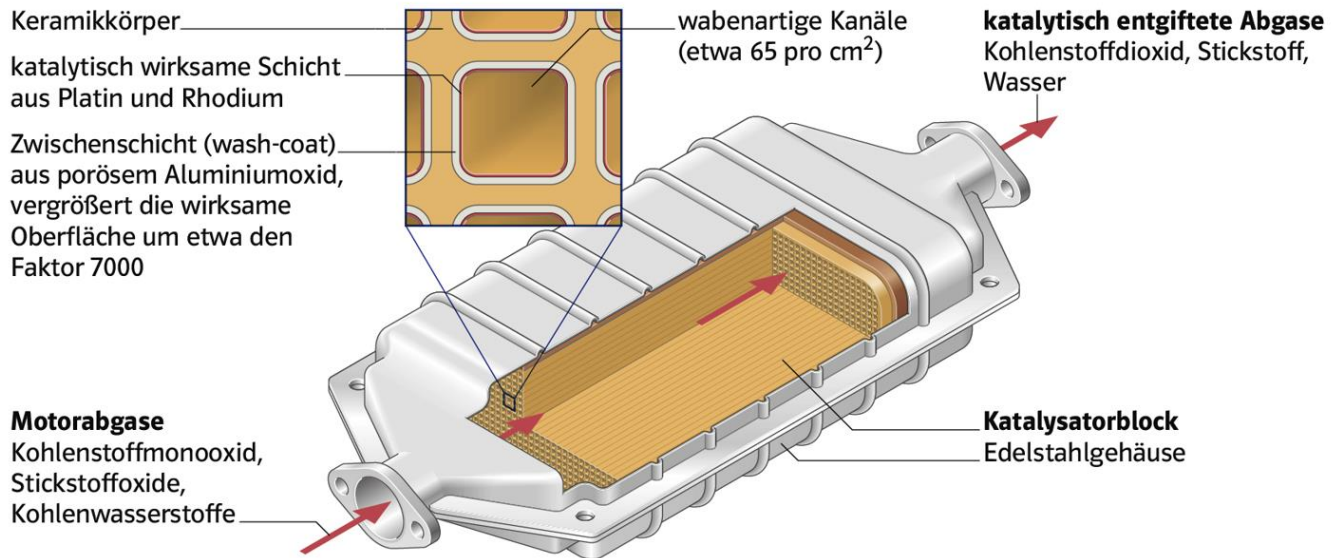
Beim Vorbeiströmen am **Katalysator** geraten die Wasserstoff- und Sauerstoff-Moleküle mit der Oberfläche des Katalysators in **Wechselwirkung**. Die **Bindungskräfte** zwischen ihnen werden „gelockert“, so dass sie sich „leichter“ trennen und eine neue Verbindung eingehen können.

Der Katalysator setzt die **Aktivierungsenergie** herab und geht **unverändert** aus der Reaktion hervor.

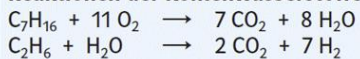




Katalysatoren in der Technik – der Autoabgas-Katalysator



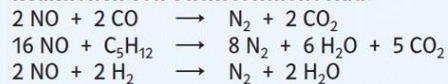
Reaktionen der Kohlenwasserstoffe (Beispiele):



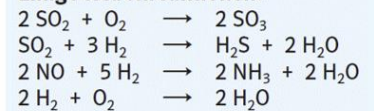
Reaktionen von Kohlenstoffmonooxid:



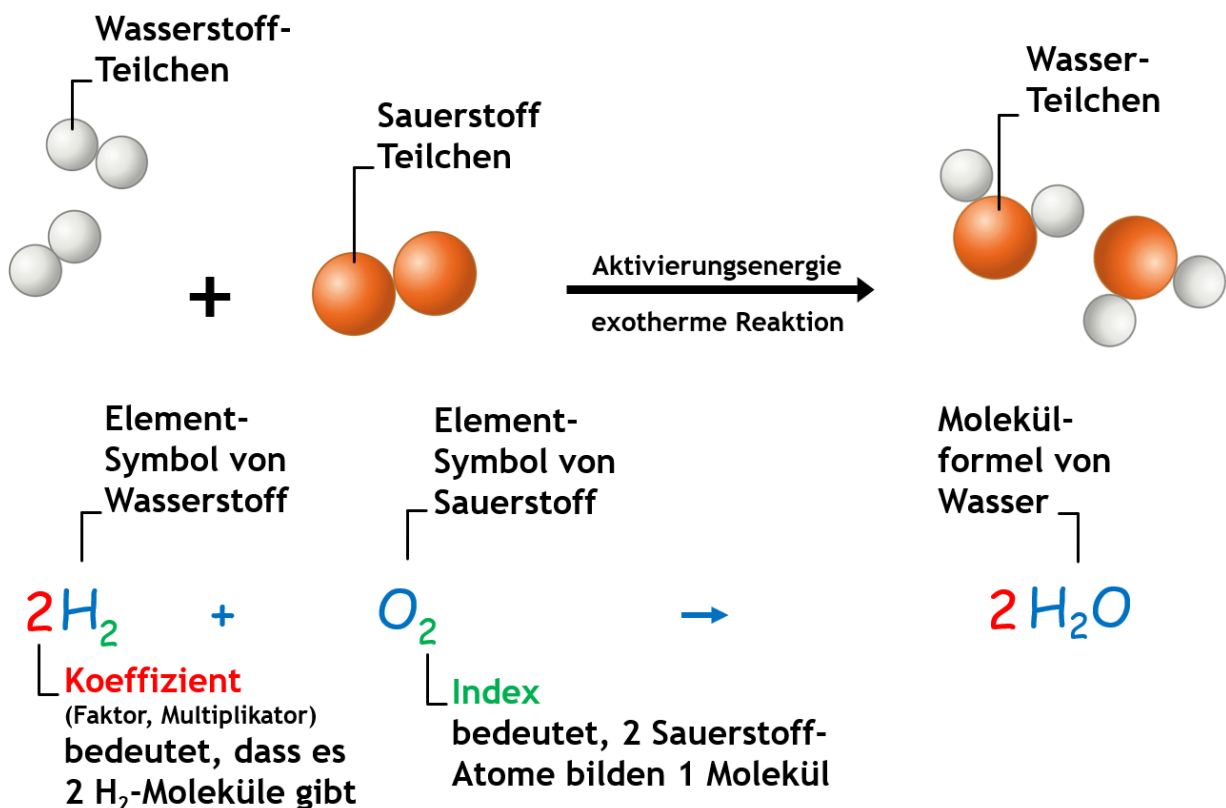
Reaktionen von Stickstoffmonooxid:



Einige Nebenreaktionen:



Reaktionsgleichung - Koeffizienten und Indices





Ihr Arbeitsauftrag...

...bearbeiten Sie ein interaktives Medienmodul

Klicken, um das Arbeitsblatt aufzurufen!

Elemente Chemie

Auswahl

- ☒ Anorganischer Katalysator (Abgaskatalysator)
- ☐ Biokatalysator (Eiweißverdauung)

Legende

- Stickstoffmonoxid
- Kohlenwasserstoff

Chemische Reaktionen im Autoabgas-Katalysator

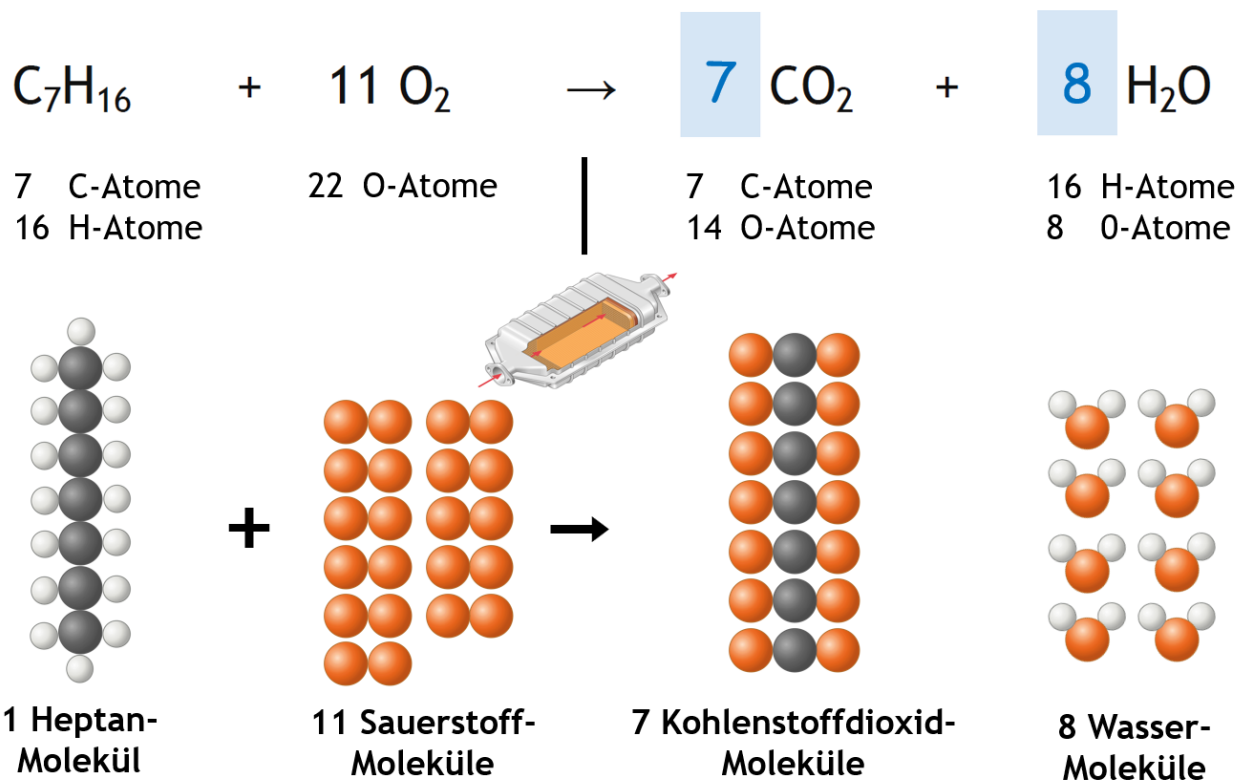
Zunächst wurde der Autoabgas-Katalysator um 1950 von EUGENE HOUDRY, im Jahr 1973 konnten JOHN J. MOONEY und CARL D. KEITH den DREI-WEGE-KATALYSATOR zur Serienreife entwickeln. Seit 1993 werden in der EU nur noch Fahrzeuge mit „Kat“ zugelassen.

Schauen Sie sich im Medienmodul „Katalysatoren“ die Animation zum Abgas-Katalysator zuhause an.

Sie erhalten ein Arbeitsblatt zu den Reaktionen im Auto-Kat.

Ergänzen Sie die fehlenden Koeffizienten und Indices in den Reaktionsgleichungen.

Autoabgas-Katalysator - Kohlenwasserstoffe (C_xH_y)



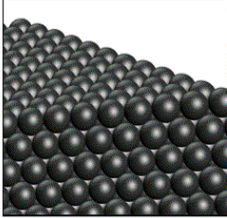
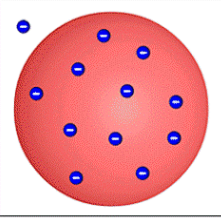
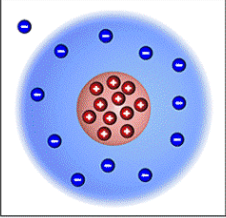


Ihr Arbeitsauftrag ...

... gehen Sie auf Entdeckungsreise

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!

Elemente Chemie

DALTON'sches Atommodell
Atome sind nach außen elektrisch neutral erscheinende Teilchen, aus denen sich alle Stoffe zusammensetzen. Chemische Elemente bestehen aus nur einer Art von Atomen. Es gibt genau so viele Atomsorten wie chemische Elemente.

THOMSON'sches Atommodell
Diese haben eine ganz ähnliche Funktion wie das Modell eines Hauses für einen Architekten. Mit keinem Modell kann und will man die gesamte Wirklichkeit des dargestellten Objekts erfassen, sondern nur die Aspekte, die in einer bestimmten Situation wichtig sind.

RUTHERFORD'sches Atommodell
Um sich atomare Vorgänge besser veranschaulichen und sie damit besser verstehen zu können, verwendet man Modelle von Atomen.

Atommodelle **Medieninfo**

Erste Atomvorstellungen wurden - noch ohne experimentelle Hinweise - bereits in der Antike entwickelt, u. a. von DEMOKRIT (ca. 460-371 v. Chr.), LEUKIPP (5. Jahrhundert v. Chr.) oder EPIKUR (ca. 341-270 v. Chr.). Frühe Atommodelle wie das Modell von JOHN DALTON eignen sich nicht zur Erklärung elektrischer Phänomene durch Ladungsträger, da sie von unteilbaren Atomen ausgehen. Zur einfachen Beschreibung elektrischer Vorgänge ist das Atommodell von JOSEPH JOHN THOMSON oder das Atommodell von ERNEST RUTHERFORD geeignet.

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlags, Stuttgart

Die Entdeckung des Atoms

Der griechische Gelehrte und Philosoph **DEMOKRIT** formulierte um 400 vor Christus:

„Nur scheinbar hat ein Ding eine Farbe, nur scheinbar ist es süß oder bitter, in Wirklichkeit gibt es nur **Atome** im leeren Raum“.

Über die Jahrhunderte bis in die heutige Zeit entstand ein immer genaueres Bild vom Aufbau der Atome und formte so die **Atomtheorie**.

Gehen Sie auf Entdeckungsreise und erkunden Sie das Medienmodul „Atommodelle“.

Der Streuversuch von RUTHERFORD – die Apparatur ...

ERNEST RUTHERFORD hat sich etwa 1910 ein cleveres Experiment ausgedacht. In einem **Streuversuch** fand er heraus, dass Atome – wie **DEMOKRIT** vor bald 2.500 Jahren vorhersagte – mehr oder weniger aus **leerem Raum** bestehen. Hier gezeigt ist ein Nachbau seiner verwendeten Apparatur.

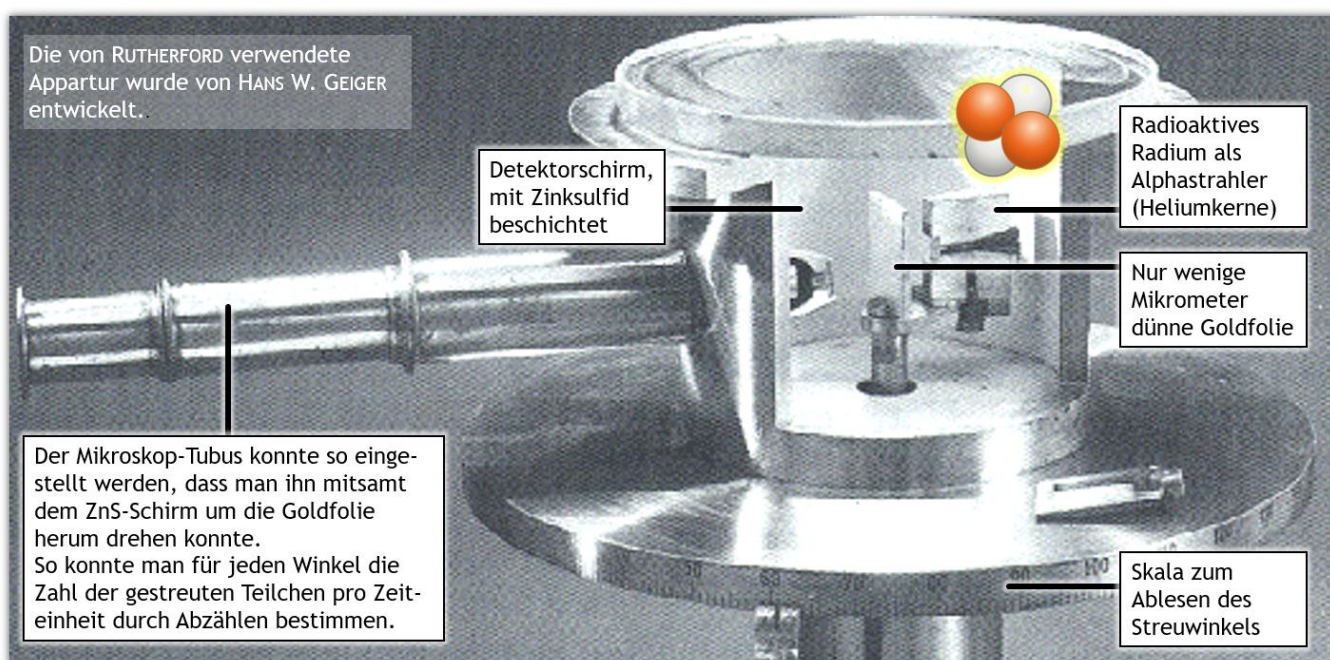


Foto von: https://www.physicsmasterclasses.org/exercises/erlangen/de/exp_stoss/stoss_ruth_02.html



Der Streuversuch von RUTHERFORD – das Ergebnis ...

Anders als erwartet, durchquerten die **Alpha-Teilchen** die Goldfolie fast ungehindert und wurden nur hin und wieder in der Goldfolie gestreut. Der Aufbau eines Atoms gleicht also einem **Kern-Hülle-Modell**.

Elemente Chemie

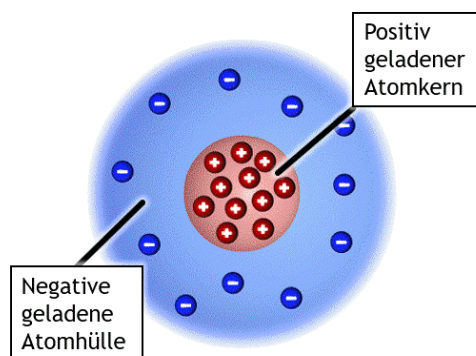
Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!
Etwas nach unten scrollen.

Information:
1. Stellung über den Atomkern mit Atomkern wird
2. In der Hülle befinden sich Elektronen, weshalb die Hülle negativ geladen ist.
3. Insgesamt ist das Atom nach außen elektrisch neutral.

Nutzung des Medienmoduls:
Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages

Quelle des Fotos von RUTHERFORD: wikipedia :: Sadi Carnot, 2007 :: CC BY-SA 3.0

Fast die gesamte Masse eines Atoms ist im **Atomkern** konzentriert, die sehr viel leichteren Elektronen befinden sich entfernt in einer 10.000fach größeren **Atomhülle**.



Achtung: Darstellung nicht maßstabsgerecht

Wir schauen uns das Medienmodul „STREUVERSUCH VON RUTHERFORD“ gemeinsam an ...

Grafik: Medienmodul „Atommodelle“, Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart

Hinweis: Klicken Sie auf das Foto von RUTHERFORD, um ein Video zu seinem Experiment zu sehen.

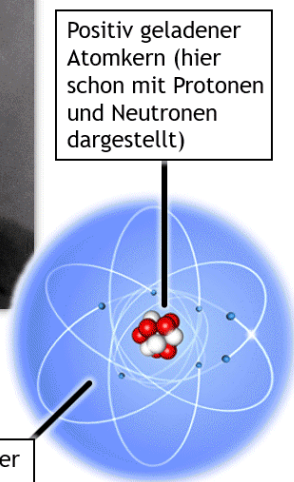
Das Kern-Hülle-Modell - so um 1920

Auf der Grundlage des Kern-Hülle-Modells berechneten **NILS BOHR** und **ARNOLD SOMMERFELD**, dass sich die Elektronen in bestimmten „**Bahnen**“ bzw. auf bestimmten „**Schalen**“ in der Kernhülle bewegen. Elektronen können nur ganz bestimmte - **diskrete** - **energetische Zustände** in der Hülle annehmen.



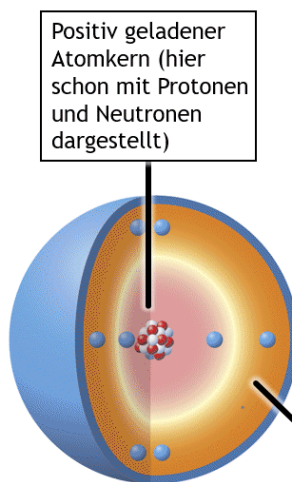
Niels Bohr

Wikipedia :: Nobel Prize, 1922
Gemeinfrei



Arnold Sommerfeld

Wikipedia :: als Student 1897
Gemeinfrei





Das Kern-Hülle-Modell - so um 1930

Anfang des 20. Jahrhunderts wurde immer klarer, dass sich die Elektronen nicht nur wie **Teilchen** in der Kernhülle verhalten, sondern auch wie **Wellen** (Welle-Teilchen-Dualismus). **WERNER HEISENBERG** und **ERWIN SCHRÖDINGER** beschrieben die Kernhülle mit Hilfe der **Quantenmechanik**.



Wikipedia :: Aufnahme von Friedrich Hund, 1926; CC-BY 3.0

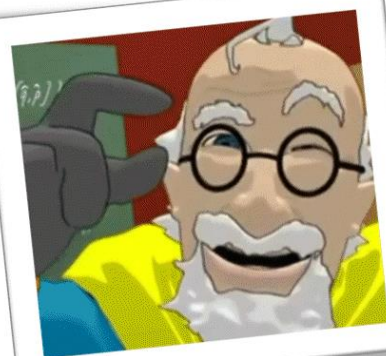


Wikipedia :: Nobelpreis-Komitee, 1933 Gemeinfrei

Positiv geladener Atomkern (hier schon mit Protonen und Neutronen dargestellt)

Elektronen verhalten sich in der Atomhülle auch wie Wellen

Teilchen oder Welle?



Dr. Quantum erklärt (4:53 min):

Das Doppelspalt-Experiment
<https://www.youtube.com/watch?v=3ohjOlta06Y>

Hinweis: Klicken Sie auf das die Folie, um ein Video zum Doppelspalt-Experiment zu sehen. Dieses ist jedoch nicht klausurrelevant!

Das Kern-Hülle-Modell von heute...

Elemente Chemie

Anzahl der Momentaufnahmen

...

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen! Etwas nach unten scrollen.

Kern-Hülle-Modell Medieninfo

Das gezeigte Kern-Hülle-Modell entwickelt sich "statistisch" auf Basis von Messungen. Dabei werden die gemessenen Momentaufnahmen des Aufenthaltsortes eines Elektrons modellhaft erfasst und zusammen projiziert. Nach heutigem Kenntnisstand bewegen sich Elektronen in der Elektronenhülle nicht auf Bahnen.

Ein Elektron kann dort überall angetroffen werden, sein Weg in der Hülle lässt sich nicht verfolgen. Die Ladung des Elektrons ist über die gesamte Hülle verteilt. Zur Veranschaulichung kann man sich wie hier im Modell viele Messungen des Elektrons (bzw. seiner Ladung) übereinandergelegt denken.

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlags, Stuttgart

Elektron - wo bist du?

Nach heutigem Kenntnisstand bewegen sich die Elektronen in der Kernhülle **nicht** auf Bahnen. Ein Elektron kann sich **überall** in der Kernhülle befinden, sein Weg lässt sich nicht vorhersagen.

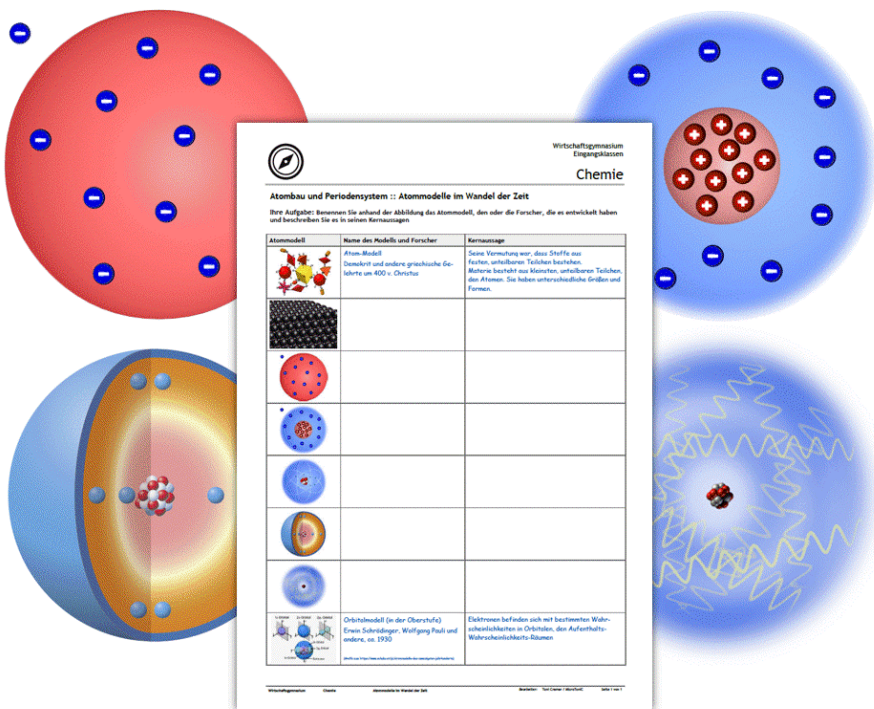
Die negative Ladung des Elektrons ist damit über die gesamte Atomhülle **verteilt**. Zur Veranschaulichung kann man sich viele „**Momentaufnahmen**“ des Elektrons übereinandergelegt vorstellen. Je dichter die Punkte erscheinen, desto größer ist die **Wahrscheinlichkeit**, das Elektron in diesem Bereich zu finden.

Wir schauen das Medienmodul „Kern-Hülle-Modell“ an.



Ihre Aufgabebearbeiten Sie ein Arbeitsblatt

Klicken, um das
Arbeitsblatt
aufzurufen!



Atommodelle im Wandel

Atommodelle haben sich über die Zeit je nach Erkenntnisstand der Wissenschaft immer wieder gewandelt.

Von ersten Vermutungen vor bald 2.500 Jahren über die Erkenntnis, dass das Atom aus einem Kern und einer Hülle besteht, bis hin zur Wellentheorie werden die Kenntnisse immer genauer.

Sie haben 20 Minuten Zeit.

Wir schauen uns die Ergebnisse gemeinsam an.

Vom Kern-Hülle-Modelle zu Protonen, Neutronen, Elektronen

Der Streuversuch von **RUTHERFORD** zeigte, dass Atome nach einem **Kern-Hülle-Modell** aufgebaut sind. Heute wissen wir, dass Atome aus **Protonen**, **Neutronen** und **Elektronen** bestehen.

Elemente Chemie

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!

Bauteilchen der Atome Medieninfo Aufgabe

Ein Atom ist aus dem Atomkern - auch als Nuklid bezeichnet - und der Atomhülle aufgebaut. Hier finden sich Elementarteilchen unterschiedlicher elektrischer Ladung.

Im Atomkern befinden sich die Protonen und Neutronen. In der Atomhülle die Elektronen; die Atomhülle wird daher auch als Elektronenhülle bezeichnet. Nach außen ist das Atom elektrisch neutral.

Die Elementarteilchen

Schon **ERNEST RUTHERFORD** vermutete um das Jahr 1920, dass es einen **neutralen Kernbaustein** im Atomkern gibt. **WILLIAM DRAPER HARKINS** gab diesem Teilchen wenig später den Namen **Neutron**.

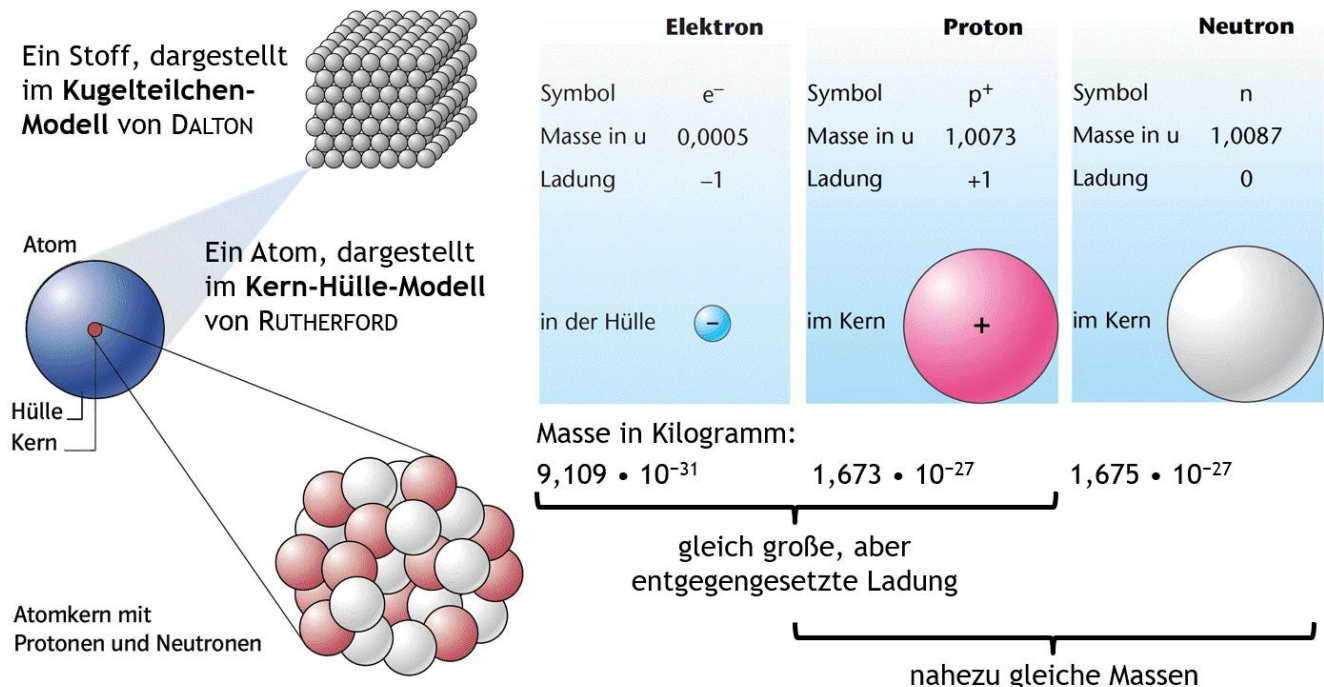
Erst 1935 gelang es dann **JAMES CHADWICK** auf der Grundlage von Experimenten des Ehepaars **CURIE** das Neutron als ungeladenes, also **elektrisch neutrales Teilchen** im Atomkern zu bestätigen.

Wir schauen uns das Medienmodul „Bauteilchen der Atome“ gemeinsam an und beantworten die Aufgabe.



Bausteine des Atoms - Protonen, Neutronen, Elektronen

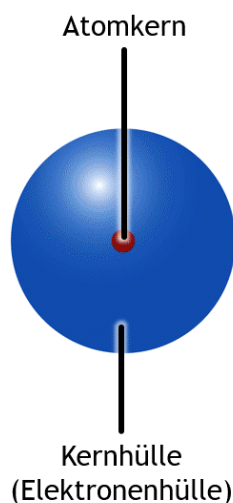
Zu den Grundbausteinen eines Atoms zählen **Protonen**, **Neutronen** und **Elektronen**. Während das **Proton positiv** und das **Elektron negativ** geladen ist, trägt das **Neutron keine Ladung**. Im Hinblick auf die **Atommasse** sind die Teilchen ebenfalls verschieden.

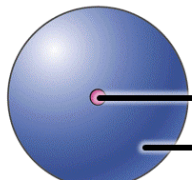

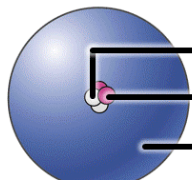

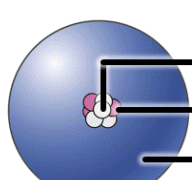
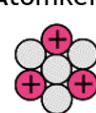
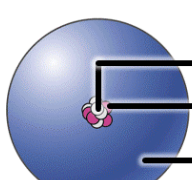
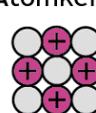


Grafiken aus: Prisma Chemie Gesamtausgabe A, Digitaler Unterrichtsassistent

Die ersten Atome bzw. Elemente im Steckbrief

Betrachten wir die ersten vier Elemente bzw. Atome des Periodensystems, so zeigt sich, dass die **Anzahl der Protonen** stets um eins zunimmt - aber wie verhält es sich mit den **Neutronen**?



Wasserstoff-Atom	Atomkern	Helium-Atom	Atomkern
			
Proton	Proton	Neutronen	Neutronen
Elektronenhülle mit 1 Elektronen		Proton	Proton
Atommasse 1		Elektronenhülle mit 2 Elektronen	
Ordnungszahl 1 H		Atommasse 4	
		Ordnungszahl 2 He	
Lithium-Atom	Atomkern	Beryllium-Atom	Atomkern
			
Neutronen	Neutronen	Neutronen	Neutronen
Proton	Proton	Proton	Proton
Elektronenhülle mit 3 Elektronen		Elektronenhülle mit 4 Elektronen	
Atommasse 7		Atommasse 9	
Ordnungszahl 3 Li		Ordnungszahl 4 Be	

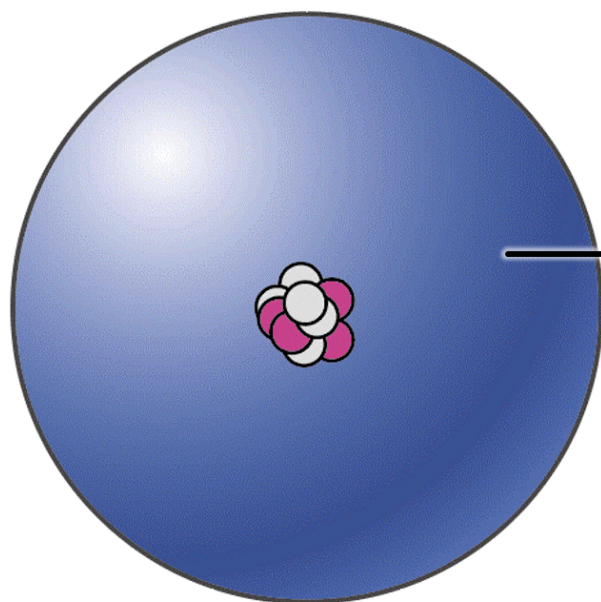
Grafiken aus: Prisma Chemie RPF 7-10
Digitaler Unterrichtsassistent



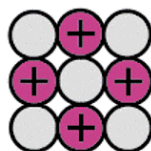
Bezeichnungen am Atom genauer betrachtet

Damit man Atome eindeutig **identifizieren** und **benennen** kann, hat die Wissenschaft eine bestimmte **Schreibweise mit Zahlen bzw. Bezeichnungen** am Atom eingeführt.

Das Beryllium-Atom



Bausteine im Atomkern



4 Protonen

5 Neutronen

} **Nukleonen**
(Kernbausteine)

Elektronenhülle
mit 4 Elektronen

Atommasse (in u)

Massenzahl

Nukleonenzahl

Kernladungszahl

Protonenzahl

Ordnungszahl

9

4

Be

Element-Symbol
(Atom-Symbol)

Grafiken aus: Prisma Chemie RPF 7-10 :: Digitaler Unterrichtsassistent

Stellung der Atome im PSE – Ordnungszahl

Im PSE sind die Elemente bzw. deren Atome nach der **steigenden Anzahl der Protonen im Atomkern** angeordnet. Das lässt sich an der **Ordnungszahl** ablesen. Addiert man die Anzahl der Protonen und die Anzahl der Neutronen, so erhält man die **Nukleonenzahl** bzw. die **Massenzahl**.

1,0 1 H Wasserstoff	Berechnen Sie für die gekennzeichneten Elemente bzw. Atome die Anzahl der Neutronen im Atomkern ...						4,0 2 He Helium
6,9 3 Li Lithium	9,0 4 Be Beryllium	10,8 5 B Bor	12,0 6 C Kohlenstoff	14,0 7 N Stickstoff	16,0 8 O Sauerstoff	19,0 9 F Fluor	20,2 10 Ne Neon
23,0 11 Na Natrium	24,3 12 Mg Magnesium	27,0 13 Al Aluminium	28,1 14 Si Silicium	31,0 15 P Phosphor	32,1 16 S Schwefel	35,5 17 Cl Chlor	39,9 18 Ar Argon

Abbildung aus: Prisma Chemie Gesamtausgabe, 068594 :: Mit freundlicher Genehmigung der Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart



Stellung der Atome im PSE – Isotope

Im PSE sind die Elemente bzw. deren Atome nach der **steigenden Anzahl der Protonen im Atomkern** angeordnet. Dabei fällt auf, dass bei **einigen Elementen** die **Nukleonenzahl nicht ganzzahlig** ist, sondern eine **Kommazahl** darstellt. Was könnte der Grund dafür sein?

$\begin{matrix} 1,0 \\ 1 \end{matrix} \text{H}$  Wasserstoff	Der Grund für die Kommazahlen bei der Nukleonenzahl ist die Tatsache, dass die Anzahl der Neutronen im Atomkern bei (allen) Elementen unterschiedlich sein kann. Man spricht von Isotopen .						$\begin{matrix} 4,0 \\ 2 \end{matrix} \text{He}$  Helium
$\begin{matrix} 6,9 \\ 3 \end{matrix} \text{Li}$  Lithium	$\begin{matrix} 9,0 \\ 4 \end{matrix} \text{Be}$  Beryllium	$\begin{matrix} 10,8 \\ 5 \end{matrix} \text{B}$  Bor	$\begin{matrix} 12,0 \\ 6 \end{matrix} \text{C}$  Kohlenstoff	$\begin{matrix} 14,0 \\ 7 \end{matrix} \text{N}$  Stickstoff	$\begin{matrix} 16,0 \\ 8 \end{matrix} \text{O}$  Sauerstoff	$\begin{matrix} 19,0 \\ 9 \end{matrix} \text{F}$  Fluor	$\begin{matrix} 20,2 \\ 10 \end{matrix} \text{Ne}$  Neon
$\begin{matrix} 23,0 \\ 11 \end{matrix} \text{Na}$  Natrium	$\begin{matrix} 24,3 \\ 12 \end{matrix} \text{Mg}$  Magnesium	$\begin{matrix} 27,0 \\ 13 \end{matrix} \text{Al}$  Aluminium	$\begin{matrix} 28,1 \\ 14 \end{matrix} \text{Si}$  Silicium	$\begin{matrix} 31,0 \\ 15 \end{matrix} \text{P}$  Phosphor	$\begin{matrix} 32,1 \\ 16 \end{matrix} \text{S}$  Schwefel	$\begin{matrix} 35,5 \\ 17 \end{matrix} \text{Cl}$  Chlor	$\begin{matrix} 39,9 \\ 18 \end{matrix} \text{Ar}$  Argon

Abbildung aus: Prisma Chemie Gesamtausgabe, 068594 :: Mit freundlicher Genehmigung der Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart

Isotope stehen im PSE am gleichen Platz

Isotope unterscheiden sich durch die Anzahl der Neutronen im Atomkern. Da sich aber in ihrem chemischen Verhalten **nicht** voneinander unterscheiden, stehen sie **im PSE am gleichen Platz**.

Elemente Chemie

Isotopengemisch von Chlor

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen! Etwas nach unten scrollen.

75% $\begin{matrix} 35 \\ 17 \end{matrix} \text{Cl}$ 25% $\begin{matrix} 37 \\ 17 \end{matrix} \text{Cl}$

Atommasse von Isotopengemischen Medieninfo

Atome, die sich nur in der Anzahl ihrer Neutronen unterscheiden, werden Isotope Atome oder Isotope genannt. Sie sind Bestandteil einer Atomart und stehen im Periodensystem am gleichen Platz. Isotope Atome eines Elements unterscheiden sich nicht in ihrem chemischen Verhalten, daher haben sie dieselben Zeichen.

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages, Stuttgart

Mal 35, mal 37 Nukleonen

Chlor ist bei Zimmertemperatur ein gelbliches Gas.



Ampulle mit Chlorgas :: Wikipedia :: W. Oelen, 2008 :: CC BY-SA 3,0

Das Element besitzt in seinem Atomkern stets **17 Protonen** aber eine unterschiedliche Anzahl von **Neutronen** - es kommt also in der Natur in verschiedenen **Isotopen** vor.

Wir schauen uns das Modul „Atommasse von Isotopengemischen“ gemeinsam an.



Ihr Auftrag ...

...bestimmen Sie die mittlere Atommasse von Magnesium

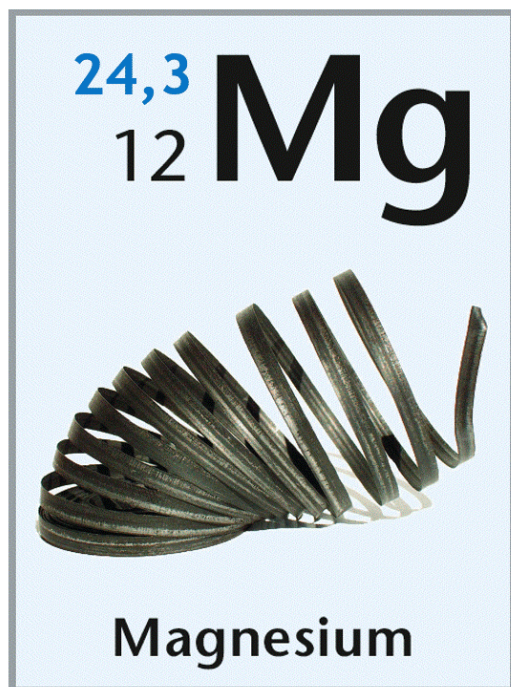


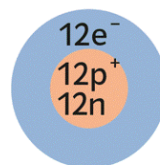
Abbildung aus: Prisma Chemie Multimedial zur Gesamtausgabe, 068594
Mit freundlicher Genehmigung der Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart

Isotope des
Magnesium-
Atoms

Anzahl der
Neutronen

Masse der
Atome

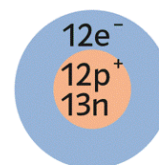
Anteil im
Isotopen-
gemisch



12

24u

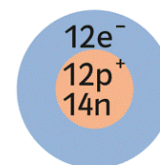
79%



13

25u

10%



14

26u

11%

Berechnung der mittleren Atommasse:

$$= (0,79 \cdot 24u) + (0,10 \cdot 25u) + (0,11 \cdot 26u)$$

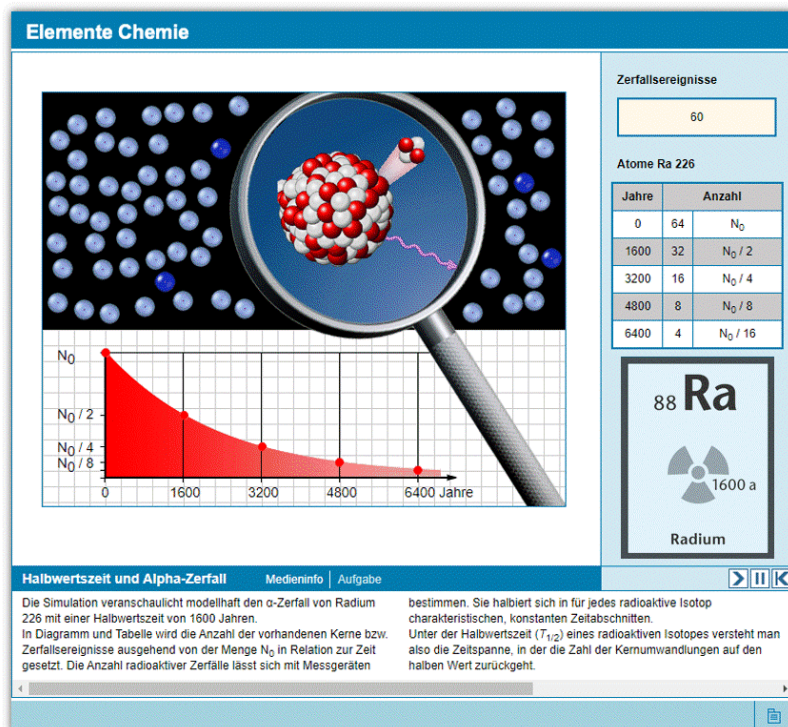
$$= 18,96u + 2,5u + 2,86u$$

$$= 24,32u$$

Atome mit mehr als 83 Protonen sind radioaktiv

Die **elektrostatische Abstoßung** der Protonen wird durch die **starke Kernkraft** verdrängt, befinden sich mehr als **83 Protonen** im Kern, ist der Atomkern **nicht mehr stabil**.

Klicken, um das
Medienmodul
aufzurufen!



Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages, Stuttgart

Alpha-Zerfall (α -Zerfall)

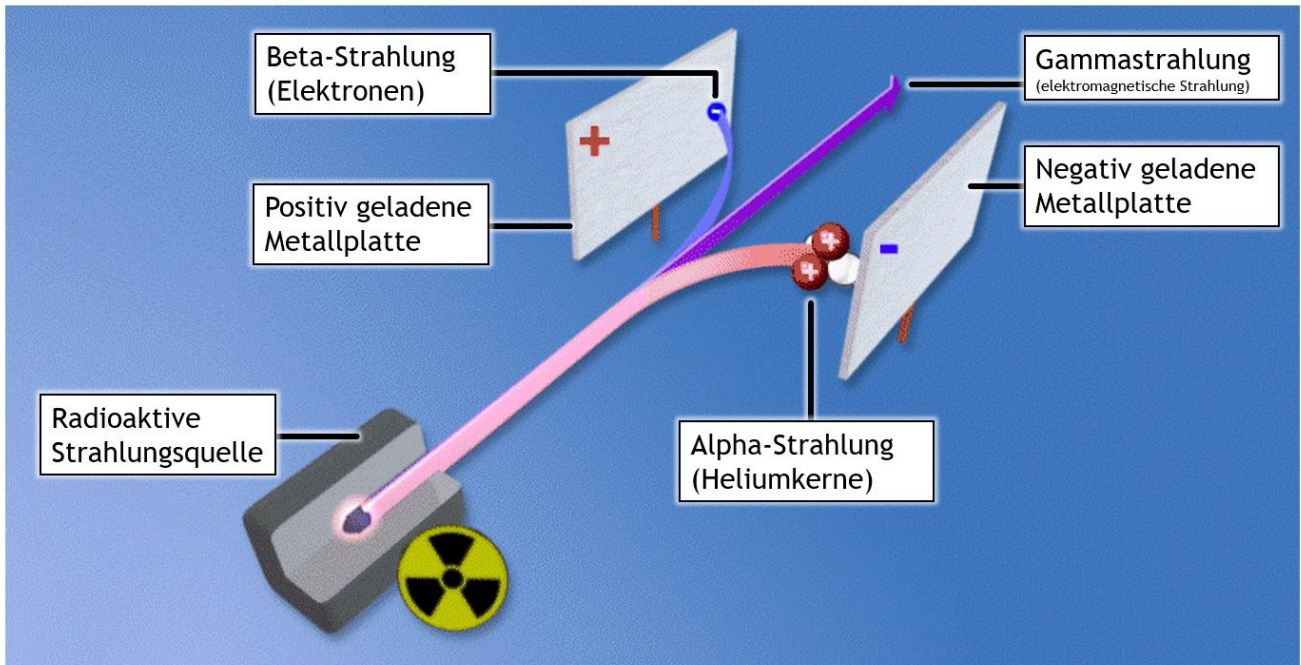
Radium besitzt in seinem Atomkern **88 Protonen** und hat die **Massenzahl von 226**. Der Atomkern von Radium ist instabil und zeigt einen **radioaktiven Zerfall**. Beim Zerfall von Radium werden **Heliumkerne** - bestehend aus 2 Protonen und 2 Neutronen - abgespalten.

Betrachtet man eine bestimmte Portion von Radium, so ist nach ca. 1.600 Jahren die Hälfte dieser Portion zerfallen. Man spricht von der **Halbwertszeit $T_{1/2}$** .

Wir schauen uns das Modul „Halbwertszeit und Alpha-Zerfall“ gemeinsam an.

Strahlungsarten und deren Ablenkbarkeit

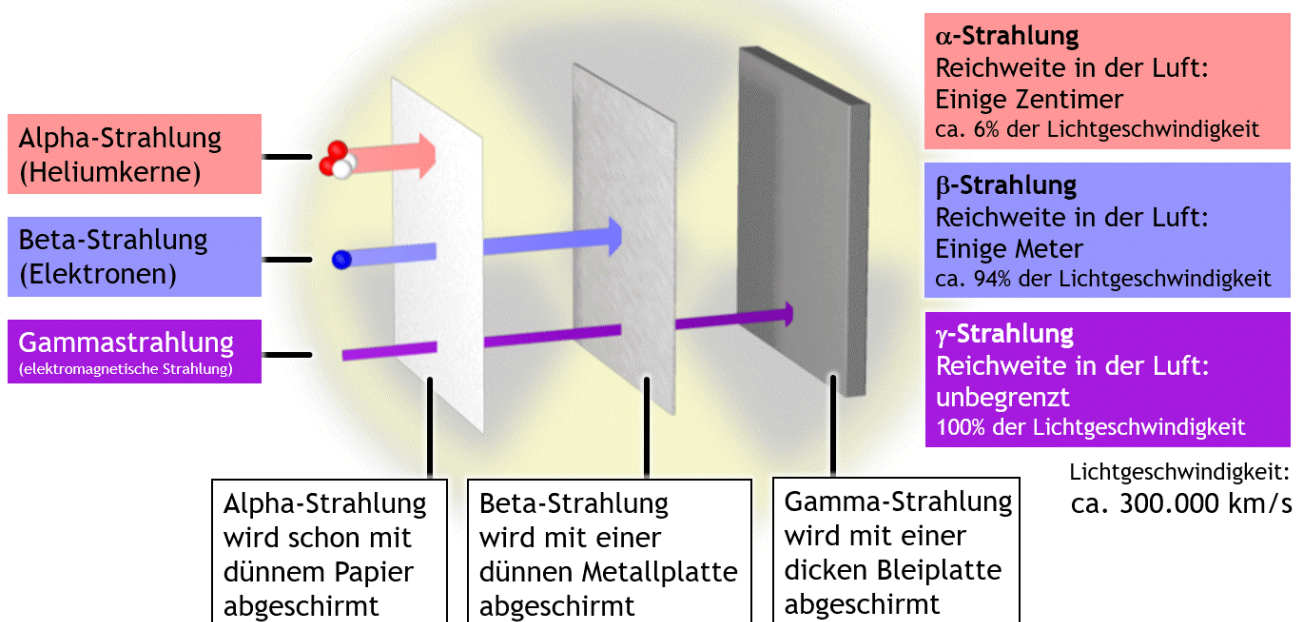
Bei der Radioaktivität unterscheidet man **drei Strahlungsarten**: Alpha-, Beta- und Gammastrahlung. Experimentell lassen sich Alpha- und Betastrahlen mithilfe von **geladenen Metall-Platten** ablenken und damit auch nachweisen. Gammastrahlen lassen sich damit nicht ablenken.



Quelle der Grafik: Mediothek Chemie 1, Ernst Klett Verlag, GmbH

Abschirmung radioaktiver Strahlung

Radioaktive Strahlung führt zu **schweren** und **schmerzhaften Verletzungen** bis hin zum **Tod**. Während Alpha-Strahlung schon mit einem **dünnen Papier abgeschirmt** werden kann, braucht es bei Beta-Strahlung eine **dünne Metallplatte** und bei Gammastrahlung eine **dicke Bleiplatte**.




Quelle der Grafiken: Mediothek Chemie 1, Ernst Klett Verlag, GmbH



Radioaktivität in der Technik :: Radiocarbon-Methode

Mit der **Radiocarbon-Methode** können archäologische Funde mit einem Alter bis ca. **60.000 Jahre** datiert werden. **C-14** ist ein radioaktives Kohlenstoff-Isotop, dass in allen Lebewesen vorkommt. Nach dem Tod eines Organismus nimmt der Anteil an C-14 entsprechend der Halbwertszeit ab.

KOHLNSTOFF (6 Protonen)

^{14}C 

Radiokohlenstoff

8 Neutronen

$\approx 10^{-10}\%$

^{13}C

7 Neutronen

$\approx 1,11\%$

^{12}C

"normale" Kohlenstoff

6 Neutronen

$\approx 98,89\%$

The SimpleChemics :: Wie alt ist Ötzi? - Radiocarbonmethode (ca. 3:58min) :: <https://www.youtube.com/watch?v=CrhdfiPEpu0>

Klicken, um das Video aufzurufen!

Quelle der Abbildung: Aus dem im Unterricht gezeigten Youtube-Video von SimpleClub

Hinweis: Sie müssen die Radiocarbon-Methode in der Klausur erläutern können!

Elektrostatische Phänomene – Reibungselektrizität

Vor mehr als 3000 Jahren nutzen schon die alten Griechen **Bernstein** zum Reinigen ihrer Kleidung. Reibt man den Bernstein an Schafsfell, lassen sich so Wollfusseln und Strohreste entfernen.

Elemente Chemie

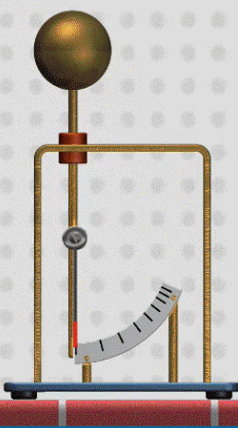
Glas

Entladung

Kunststoff

Entladung

Ladungsausgleich



Glasstab

Katzenfell

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!

Elektrische Ladungsarten

Medieninfo

Elektrisch nicht leitende Stoffe wie Glas oder Kunststoff können durch Reibung aufgeladen werden. Abhängig vom geriebenen Material treten dabei zwei unterschiedliche Ladungsarten auf, die durch Ladungsübertragung am Elektroskop mithilfe einer Glimmlampe nachgewiesen werden können.

Die unterschiedliche Ladung lässt die Glimmlampe bei Berührung mit einem geladenen Körper an verschiedenen Seiten aufleuchten. Die Ladung wird bei geriebenem Glas als positiv, bei geriebenem Kunststoff als negativ bezeichnet. Positive und negative Ladung kann sich ausgleichen (neutralisieren).

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlags, Stuttgart

Bernstein als Kleiderbürste

Elektron ist das griechische Wort für Bernstein.

Wir schauen uns das Medienmodul „Elektrische Ladungsarten“ gemeinsam an

Fotos von www.bernsteindirekt.de

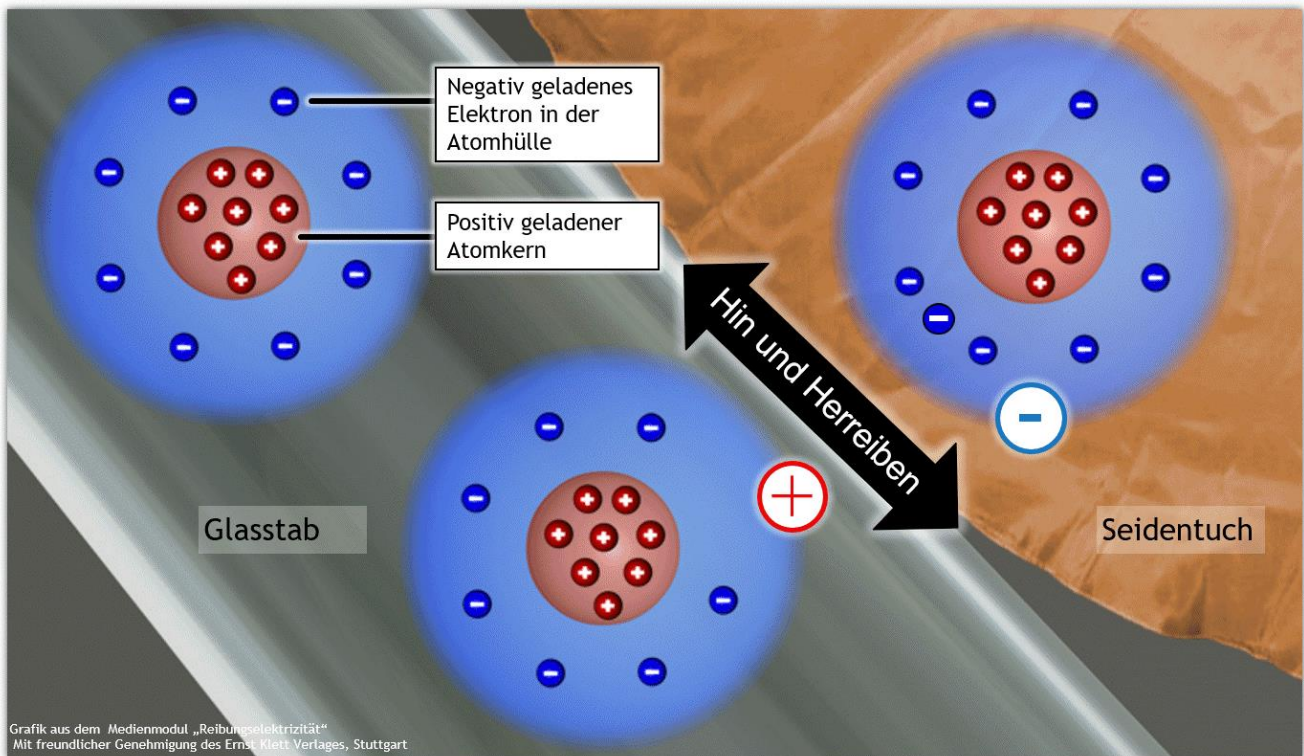
Wirtschaftsgymnasium
Eingangsklassen
Chemie

Klausurskript (Reader) zu den Themen: Chemische Reaktion :: Atombau & PSE

Seite 24 von 29

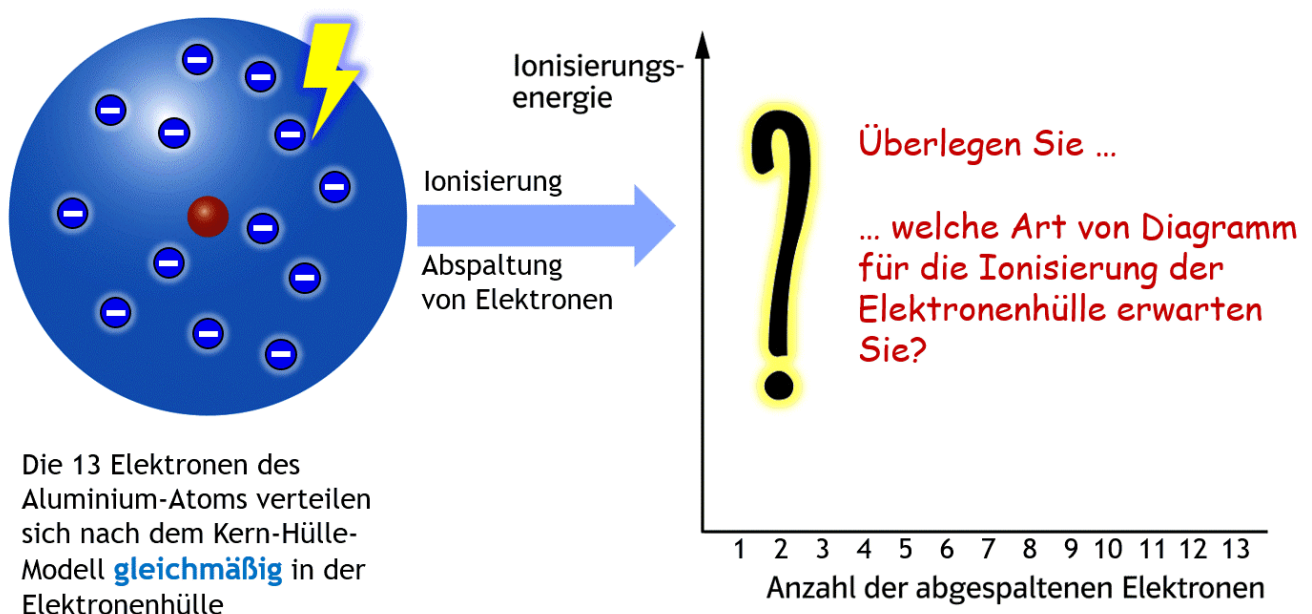
Elektronen lassen sich auf der Kernhülle entfernen

Mithilfe des einfachen Kern-Hülle-Modells von RUTHERFORD lässt sich eine modellhafte Vorstellung der **Reibungselektrizität** bzw. der **Elektrostatik** entwickeln.



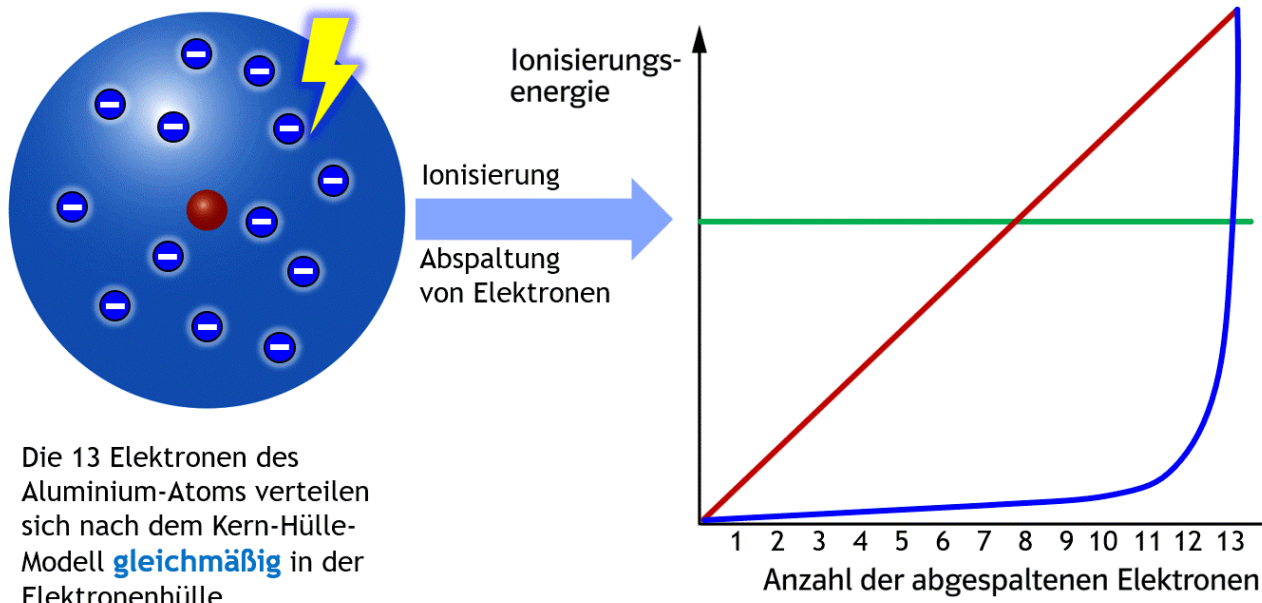
Ionisierung von Atomen mit diskreten Energiebeträgen (1)

Nach dem Kern-Hülle-Modell von Rutherford verteilen sich die Elektronen in der Atomhülle bzw. **Elektronenhülle gleichmäßig**. Um Genaueres über den Aufbau der Elektronenhülle in Erfahrung zu bringen, versuchten Wissenschaftler gegen 1930 **Elektronen aus der Hülle abzuspalten**.



Ionisierung von Atomen mit diskreten Energiebeträgen (1)

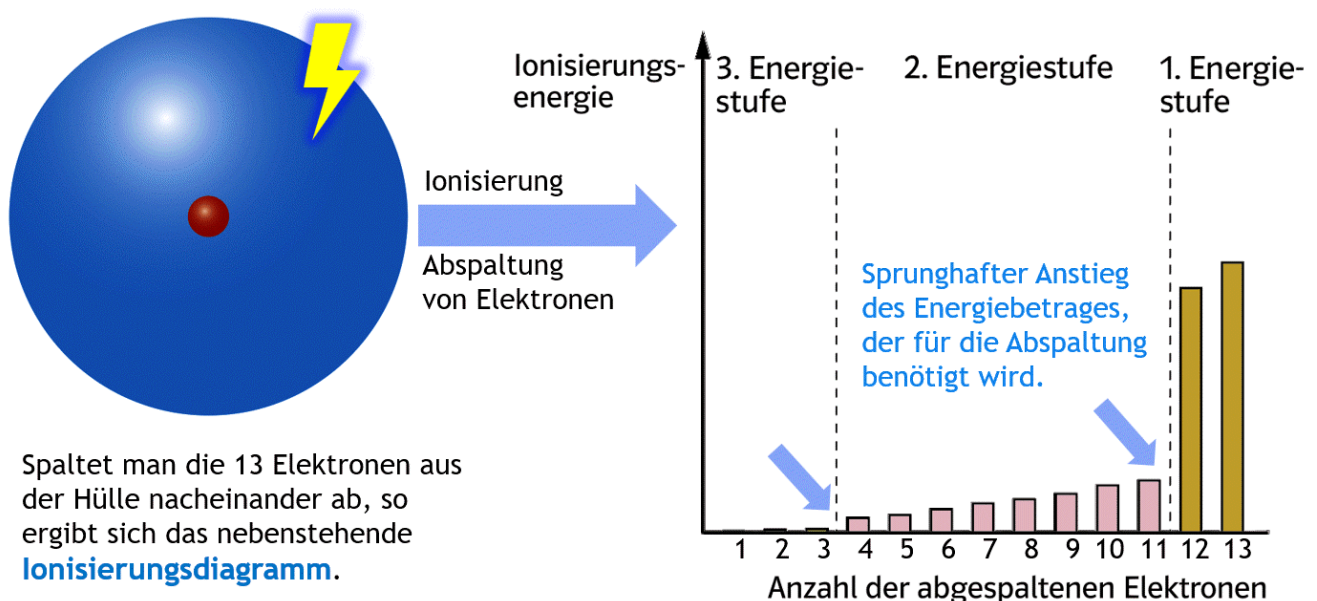
Nach dem Kern-Hülle-Modell von Rutherford verteilen sich die Elektronen in der Atomhülle bzw. **Elektronenhülle gleichmäßig**. Um Genaueres über den Aufbau der Elektronenhülle in Erfahrung zu bringen, versuchten Wissenschaftler gegen 1930 **Elektronen aus der Hülle abzuspalten**.



Hinweis: Sie müssen die verschiedenen denkbaren Energiediagramme im Hinblick auf die Energie und den Abstand der Elektronen vom Atomkern erläutern können!

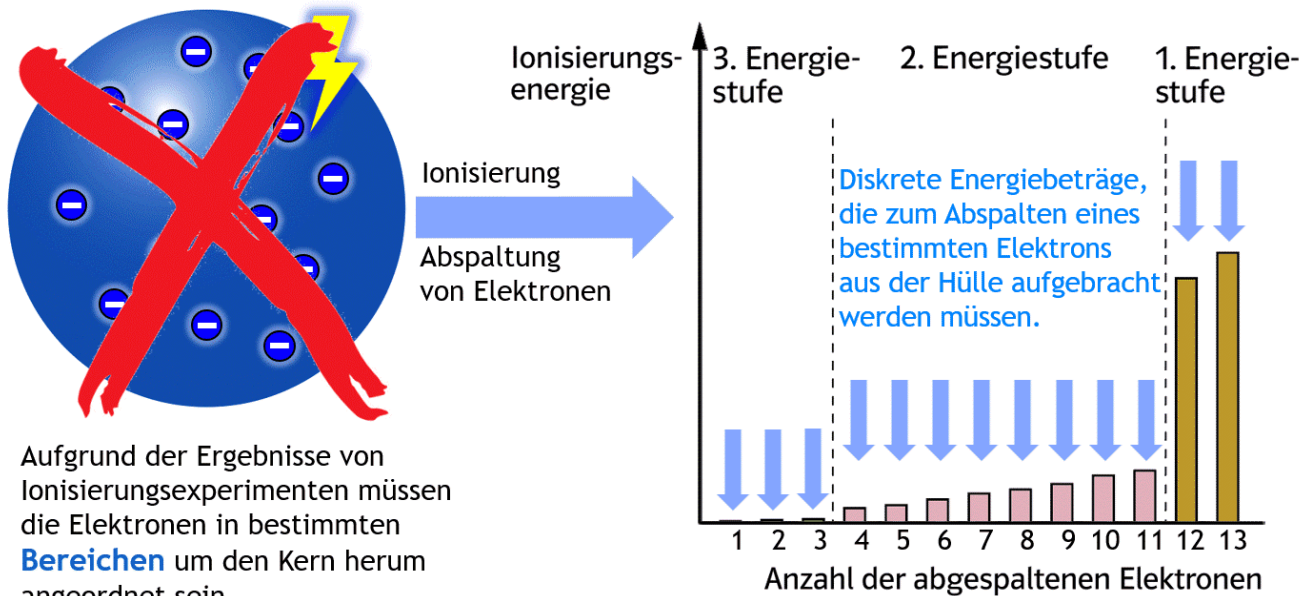
Ionisierung von Atomen mit diskreten Energiebeträgen (2)

Gleichgültig, **welches Atom** untersucht wurde und egal, **wie oft** das Ionisierungsexperiment durchgeführt wurde, das Diagramm ergab **weder** eine durchgehende Gerade noch andere durchgehende Kurve. Stattdessen muss die für die Abspaltung von Elektronen nötige **Ionisierungsenergie** immer in bestimmten, also **diskreten Energiebeträgen** aufgebracht werden.



Ionisierung von Atomen mit diskreten Energiebeträgen (3)

Durch die Ionisierungsexperimente wurde klar, das einfache Kern-Hülle-Modell kann die **diskreten Energiebeträge**, die für das Abspalten von Elektronen aufgebracht werden müssen, nicht erklären. Aber, wie muss dann die Elektronenhülle beschaffen sein, damit sie zum **Ionisierungsdiagramm** passt?

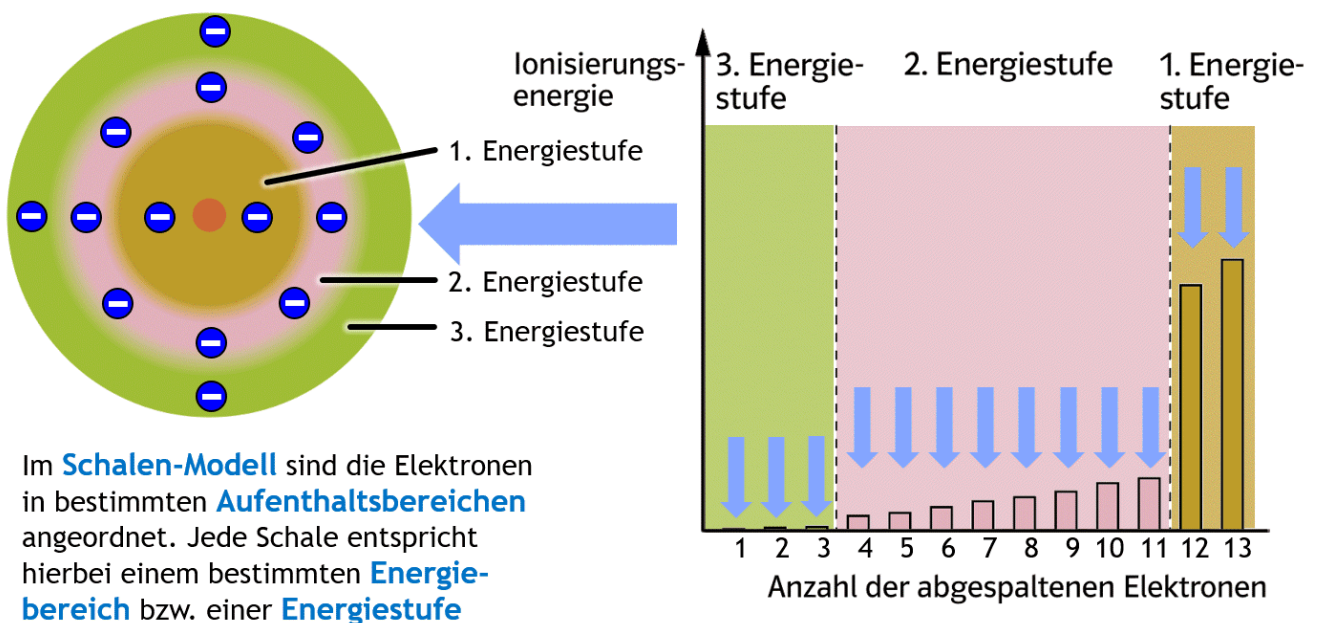


Aufgrund der Ergebnisse von Ionisierungsexperimenten müssen die Elektronen in bestimmten **Bereichen** um den Kern herum angeordnet sein.

Häkchen-Grafik von: sofind auf freepik, 2023

Ionisierung von Atomen mit diskreten Energiebeträgen (4)

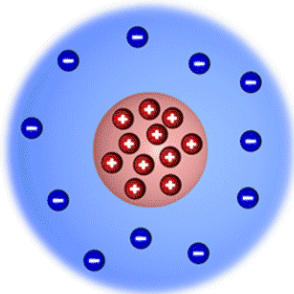
Die Ergebnisse der Ionisierungsexperimente belegen, dass sich Elektronen in **bestimmten Bereichen** rund um den Atomkern aufhalten. Diese **Aufenthaltsbereiche** wurden von **BOHR** und **SOMMERFELD** als **Elektronenschalen** bezeichnet. Jede Schale entspricht dabei einer der **Energiestufen** des Ionisierungsdiagramms.



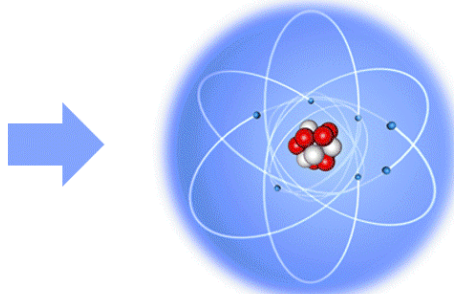
Im **Schalen-Modell** sind die Elektronen in bestimmten **Aufenthaltsbereichen** angeordnet. Jede Schale entspricht hierbei einem bestimmten **Energiebereich** bzw. einer **Energiestufe**

Elektronenhülle - von gleichmäßig über Bahnen zu Schalen

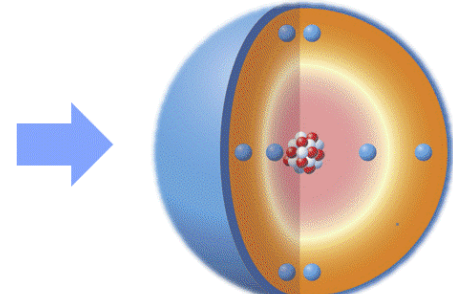
RUTHERFORD zeigte in seinem Streuversuch, dass das Atom aus einem **Atomkern** und einer **Atomhülle** aufgebaut ist. Wie aber sind die Elektronen in der Atomhülle verteilt? Überall **gleichmäßig** oder gibt es **strukturierte Bereiche**? Erkenntnisse dazu erbrachte die **Ionisierung von Atomen**.



RUTHERFORD nahm in seinem **Kern-Hülle-Modell** noch an, dass die positiven Ladungen im Atomkern und die negativen Ladungen in der Kernhülle **gleichmäßig** verteilt sind. Mit diesem Modell lassen sich elektrostatische Phänomene erklären.



Die **Ionisierung von Atomen** zeigte, dass stets **diskrete Energiebeträge** aufgebracht werden müssen, um Elektronen aus der Hülle zu entfernen. **BOHR** nahm daher in seinem **Planeten-Modell** an, dass Elektronen auf **bestimmten Bahnen** um den Kern kreisen.



Weitere Untersuchungen ergaben, dass Elektronen in **Aufenthaltsbereichen** angeordnet sind. **BOHR** und **SOMMERFELD** entwickelten dazu das **Schalenmodell**. Mit diesem Modell lassen sich diskrete **Ionisierungsenergien** gut erklären.

Ihr Arbeitsauftrag ...

... machen Sie sich mit dem Schalen-Modell vertraut

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!
Etwas nach unten scrollen.

Elemente Chemie

Kohlenstoff-Atom und Schalen-Modell

Medieninfo

Die Abbildung zeigt das Schalen-Modell des Kohlenstoff-Atoms. Beim Schalen-Modell ist die Elektronenhülle in schalenförmige Aufenthaltsbereiche unterteilt. Diese Vorstellung geht auf NIELS BOHR und ARNOLD SOMMERFELD zurück. NIELS BOHR erhielt für seine Forschungsarbeiten 1922 den Nobelpreis für Physik.

Wenn man sich ausgehend vom Kern-Hülle-Modell die Aufenthaltsräume der Elektronen in der Atomhülle als verschieden große, konzentrisch um den Kern angeordnete Kugeln vorstellt, so sind die Schalen die Räume zwischen den Oberflächen dieser Kugeln.

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlags, Stuttgart

Das Kohlenstoff-Atom

Das **Schalen-Modell** geht auf Forschungsarbeiten von **NIELS BOHR** und **ARNOLD SOMMERFELD** zurück und wird daher auch als **Bohr-Sommerfeld-Modell** bezeichnet.

Die Elektronen befinden sich in schalenförmig um den Atomkern angeordneten **Aufenthaltsbereichen**. Jede Schale entspricht dabei einem **Energiebereich** bzw. einer **Energienstufe**.

Machen Sie sich mit den Besonderheiten des Schalen-Modells vertraut und erkunden Sie das Medienmodul „Kohlenstoff-Atom und Schalen-Modell“.



MICROTONIC

Verantwortlich im Sinne des Presserechtes für diese PowerPoint-Präsentation ist **Toni Cramer**.

Obwohl die Datei den Kurs „Chemie“ am **Wirtschaftsgymnasium** begleitet, handelt es sich um eine rein **private, nicht kommerzielle** für Schulungs- und Bildungszwecke eingerichtete Präsentation.

Meine Adressdaten sind:



Toni Cramer
Irisweg 36
71672 Marbach
Fon: 07144-861177
Fax: 07144-858350
Mail: Softonic@aol.com
Web: www.projectonic.de
www.sciencetonic.de

Medienquellen

Alle Quellenhinweise zu grafischen Darstellungen und Texten werden auf den jeweiligen Folien selbst wiedergegeben.

Vielfach werden mit freundlicher Genehmigung des Verlages Grafiken aus den Lehrwerken des Ernst Klett Verlages verwendet.

Andere grafische Darstellungen entstammen der Sammlung Hemera Photoobjects 50.000 oder Serif Image Collection

Schutzrechtsverletzungen

Falls Sie vermuten, dass von dieser Website bzw. PowerPoint-Folie aus eines Ihrer Schutzrechte verletzt wird, teilen Sie mir das bitte umgehend per Post, Mail oder Telefon mit. Es wird sofort Abhilfe geschaffen.

Copyright: MicroTonic, 2024 :: Alle Rechte vorbehalten

Die PowerPoint-Datei und ihre Teile (Folien und grafische Darstellungen) sind urheberrechtlich geschützt. Das gleiche gilt für alle Texte der Folien. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des jeweiligen Rechthebers bzw. Autors.

Hinweis zu §52 a UrhG: Weder die PowerPoint-Dateien noch ihre Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung überspielt, gespeichert und in ein Netzwerk eingestellt werden.

Dies gilt auch für Intranets von Firmen, Schulen, Bildungseinrichtungen und anderen Institutionen.