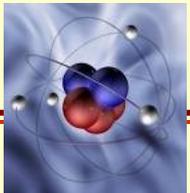

Kernphysik

Physik Klasse 9



Lehrplan

Einblick gewinnen in die Nutzung der Energie der Atomkerne

- Atomkern
 - Protonen, Neutronen
 - Kernbindungskräfte
 - isotope Kerne
- Kernreaktor
 - Kernspaltung
 - Kettenreaktion
 - Aufbau und Wirkungsweise

Sich positionieren zu den Vor- und Nachteilen verschiedener Kraftwerksarten

- Vergleich von Kraftwerksarten
- Chancen und Risiken der Kernenergie
- Energienutzung und Umweltbelastung

Einführung in die Geschichte der Kernenergie

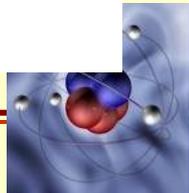
- CH, Kl. 7, LB 2
- CH, Kl. 8, LB 2

Entdeckung der Kernspaltung durch Otto Hahn, Fritz Strassmann, Lise Meitner

Reserven an fossilen Energieträgern
⇒ Reflexions- und Diskursfähigkeit

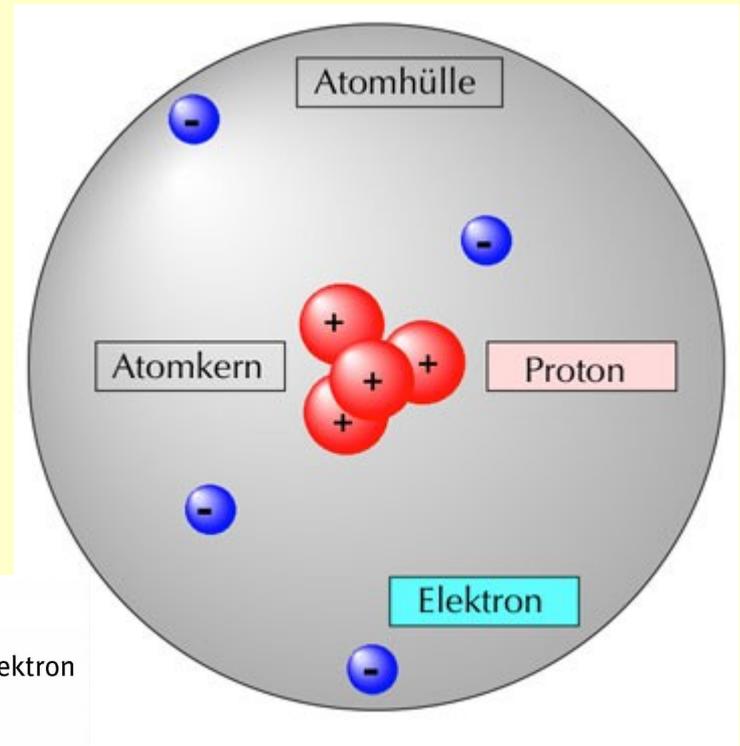
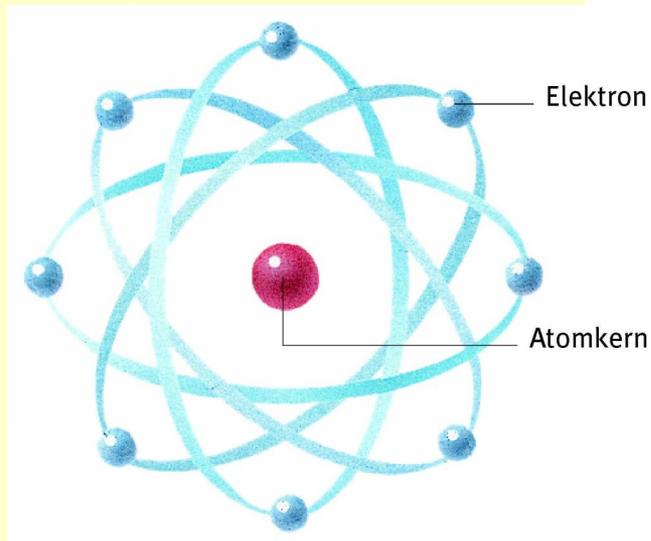
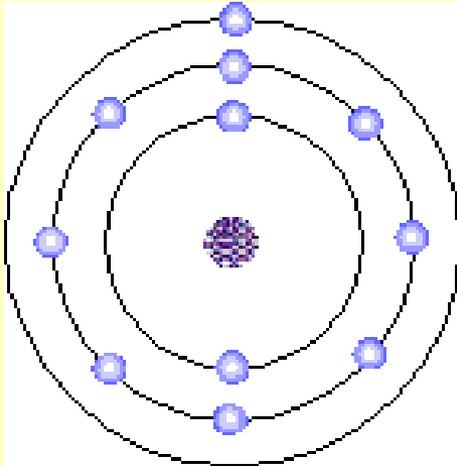
Erarbeiten eines komplexen Vorschlags zum Energiesparen oder zu Perspektiven der Energieversorgung

⇒ Werteorientierung

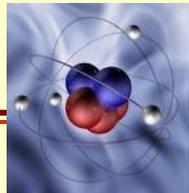


Atommodelle

Niels Bohr



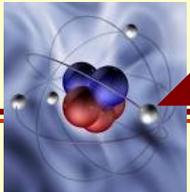
Rutherford



Begriff: Modell

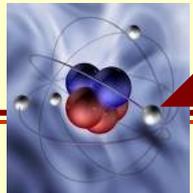
Ein Modell zeichnet sich durch die bewusste Vernachlässigung bestimmter Merkmale aus, um die für den Modellierer oder den Modellierungszweck wesentlichen Modelleigenschaften hervorzuheben.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Modell>

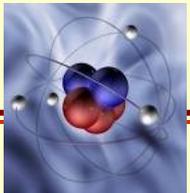


Schlussfolgerungen

1. Ein Modell ist nie „richtig“, also mit der Wirklichkeit identisch (Bsp.: Kochsalz, Strukturmodelle).
2. Ein Modell ist nie endgültig (Bsp.: Atommodell).
3. Ein Modell ist nie falsch, aber es kann für den Zweck ungeeignet sein.
4. Die Wissenschaft verwendet i.d.R. nur ein Modell („die exakteste Beschreibung der Wirklichkeit“), die Schule viele (z.B. historische Stufen).

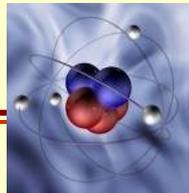
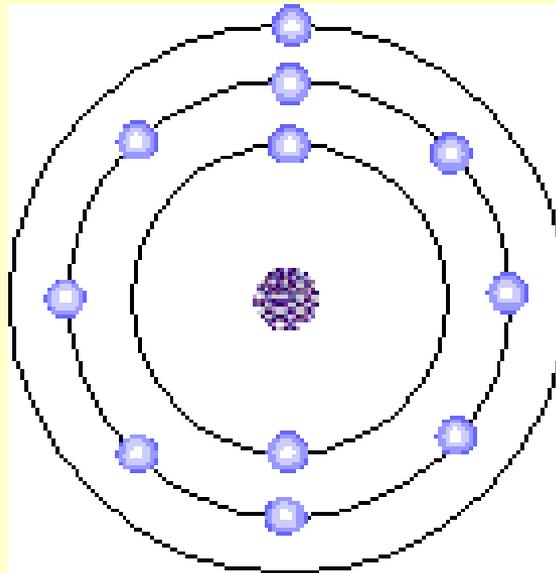


Atommodelle

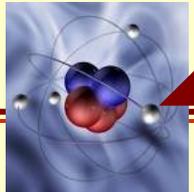
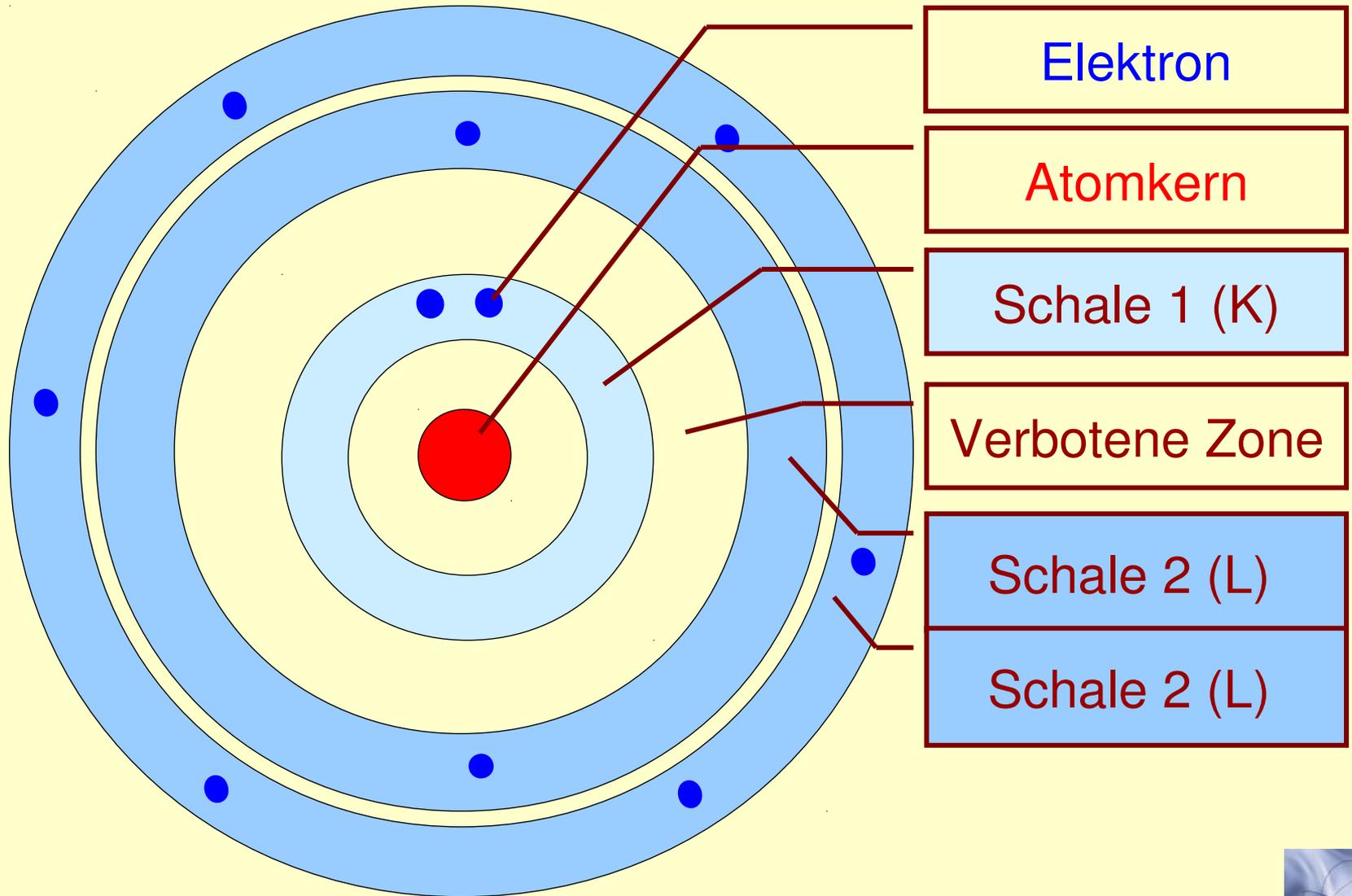


Atommodell nach Bohr

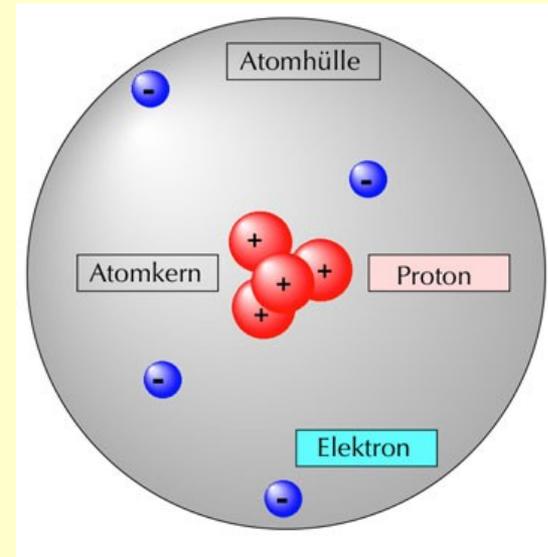
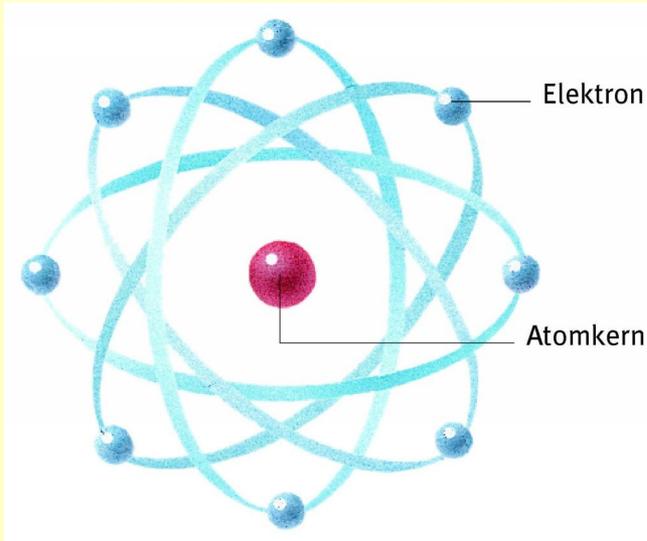
- "Atome sind aus einem Atomkern aus Protonen und Neutronen aufgebaut."
- "Um den Atomkern kreisen negativ geladene Elektronen in den ihnen zugewiesenen Schalen."



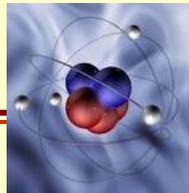
Das Bohr-Sommerfeld Modell



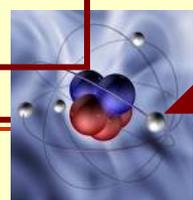
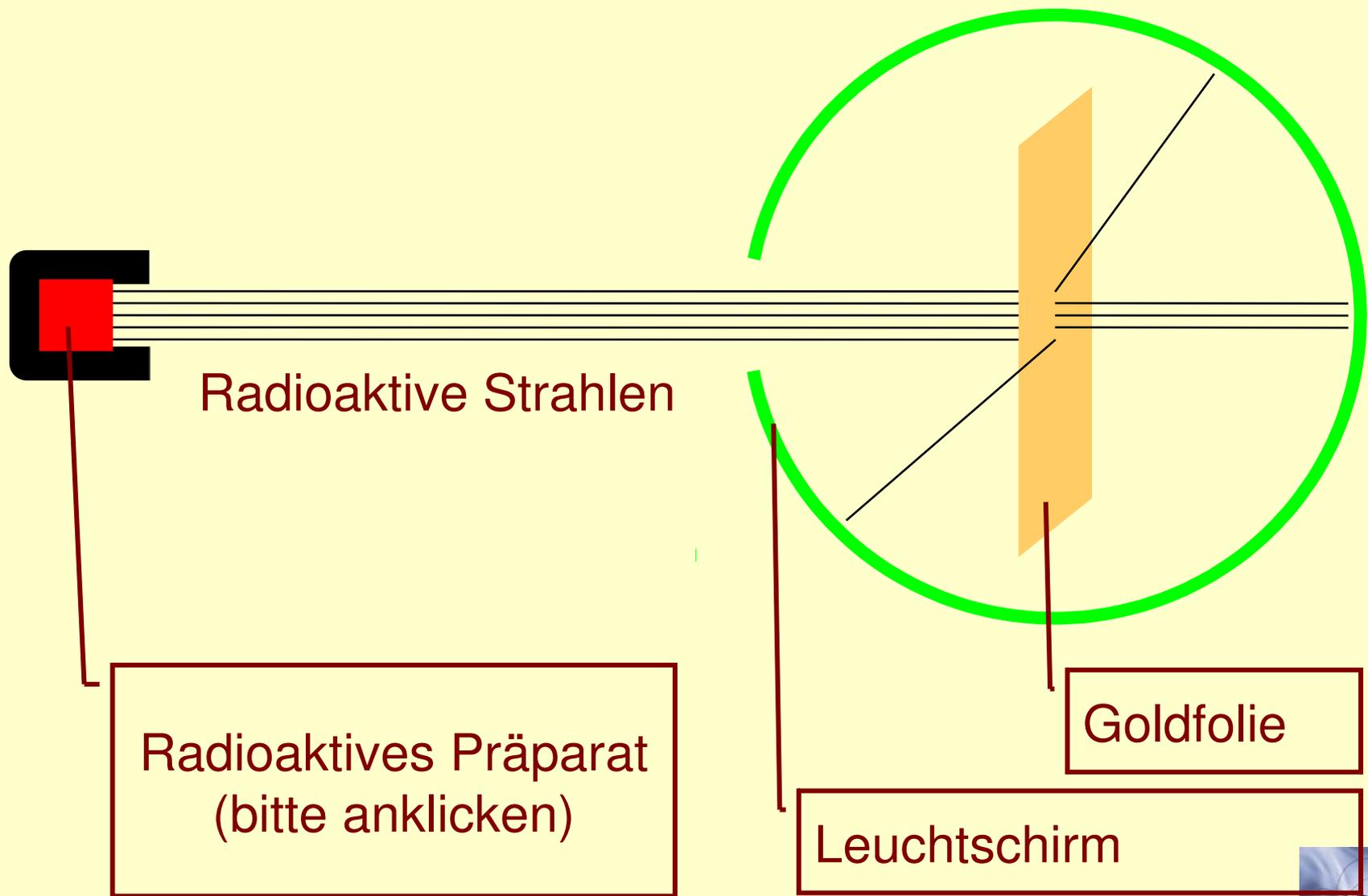
Atommodell nach Rutherford



Atome bestehen keineswegs aus einer undefinierbaren Masse, in die Protonen und Elektronen eingebettet sind, sondern die positiven Ladungen sind in einem extrem winzigen Atomkern konzentriert, während sich die Elektronen in der Atomhülle frei bewegen können.

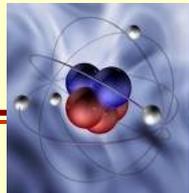
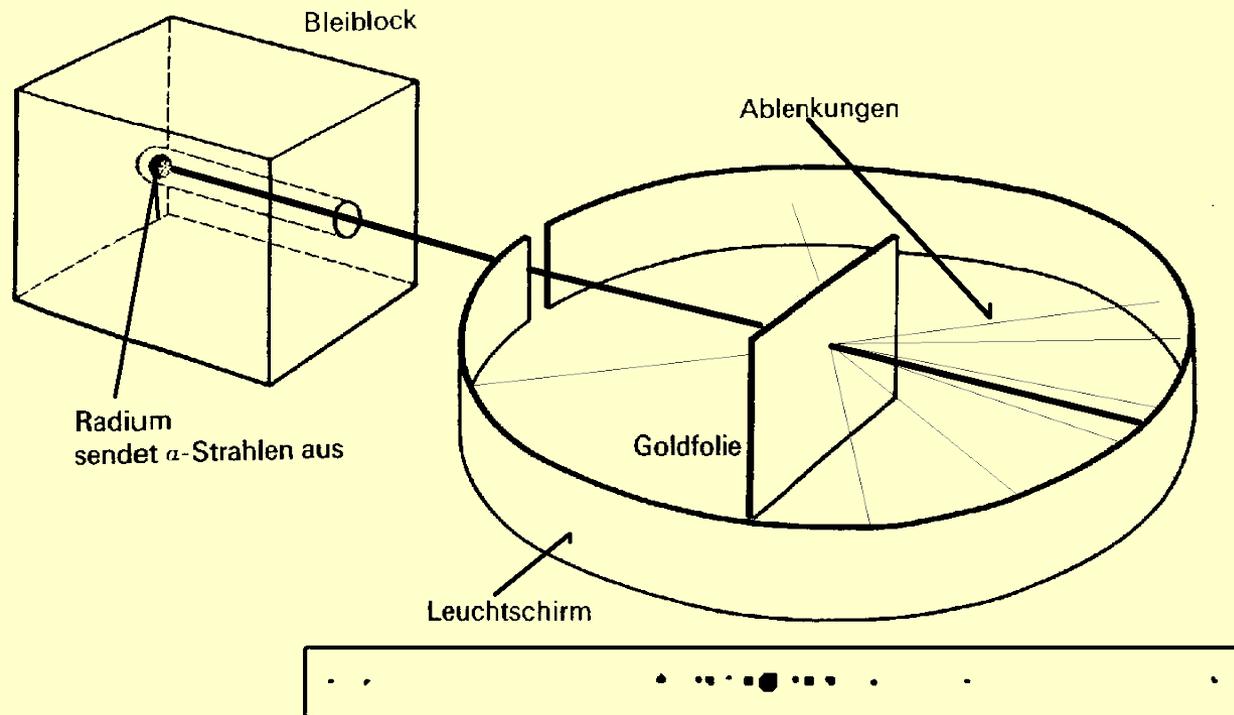


Rutherfords Versuch

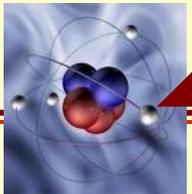
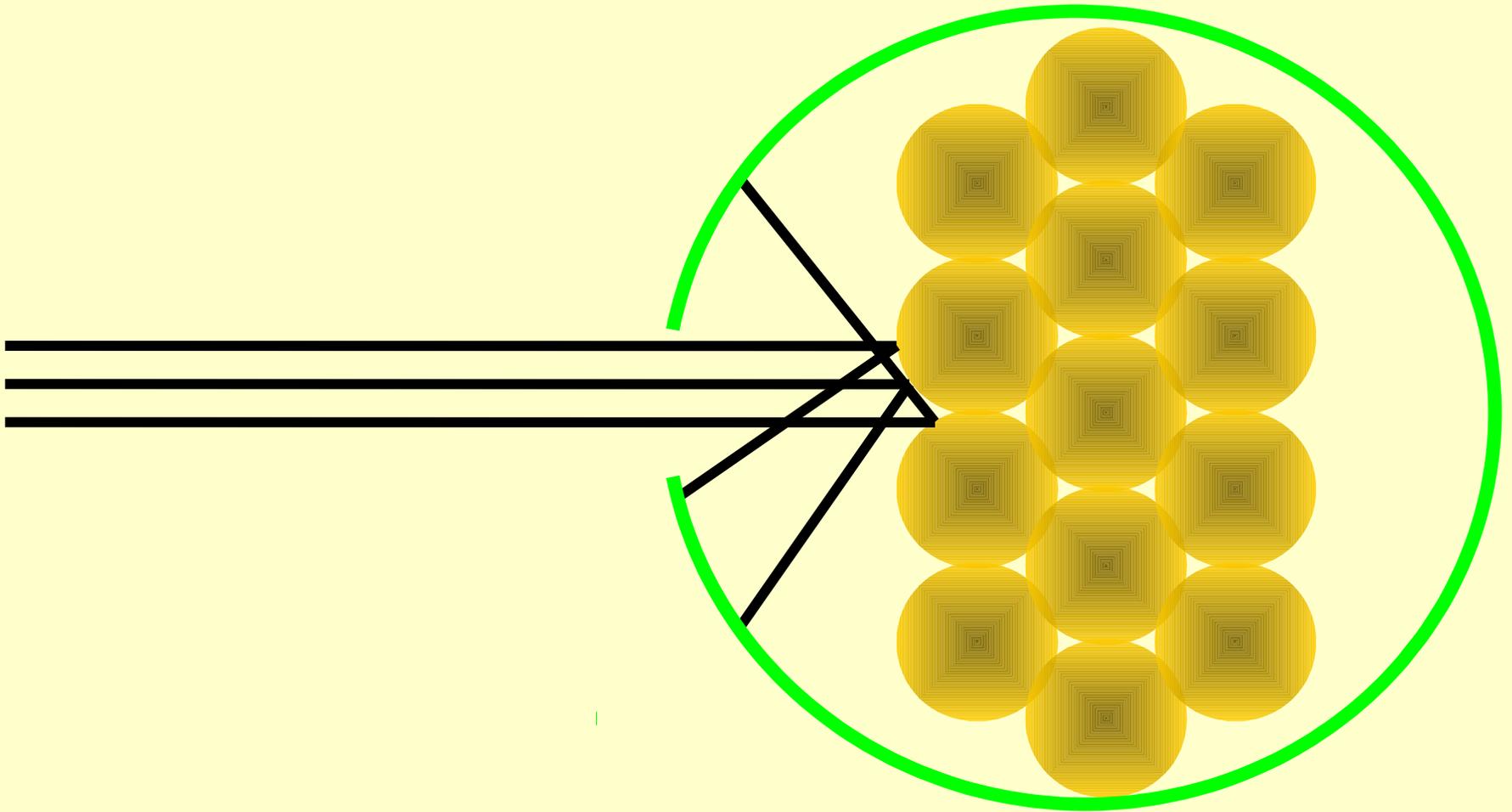


Rutherford beschloss

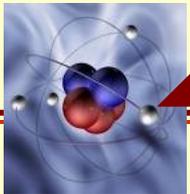
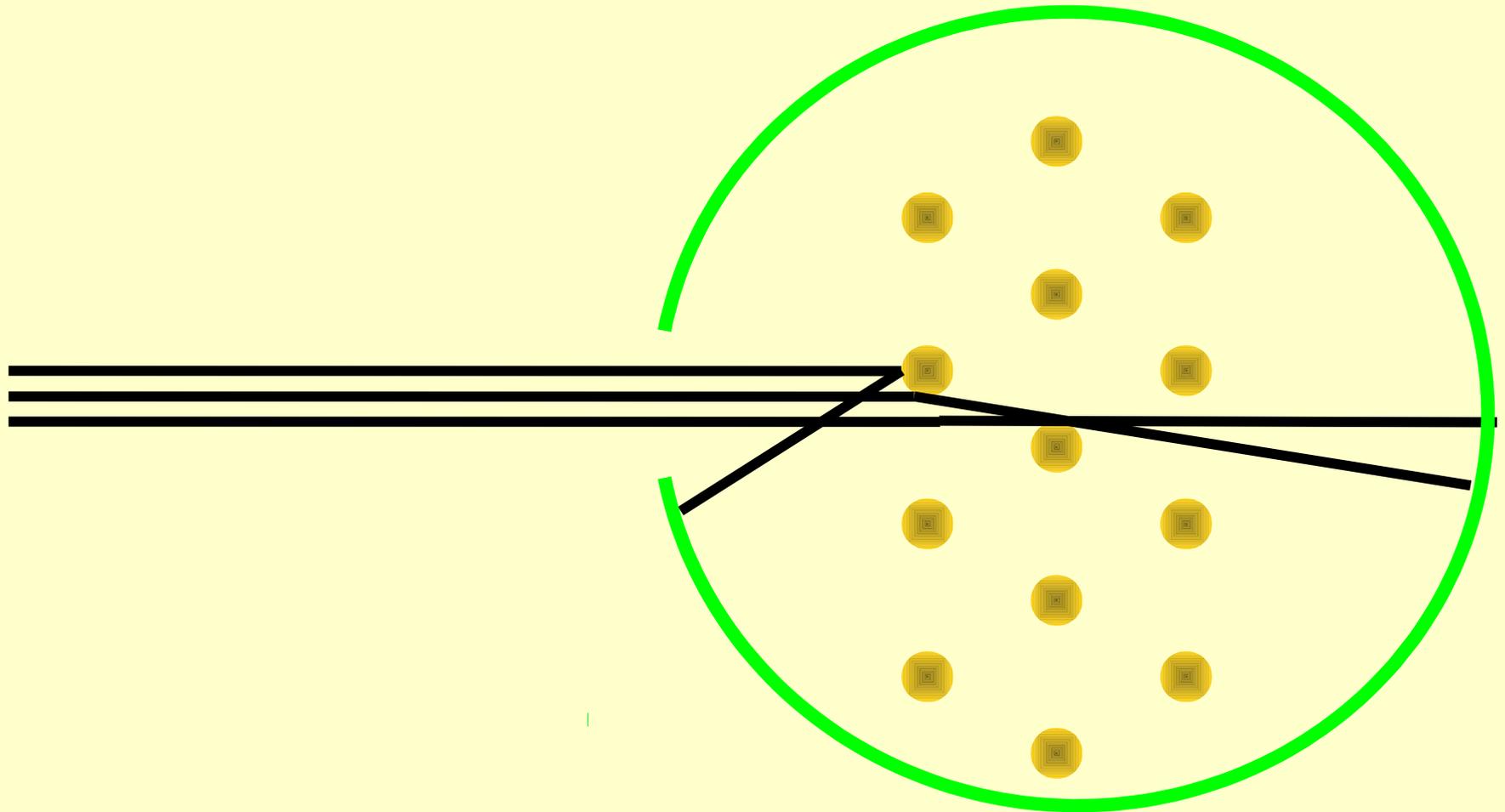
eine dünne Folie aus Gold-Atomen mit alpha-Strahlen. Diese Strahlen entstehen beim radioaktiven Zerfall bestimmter Elemente wie Uran und bestehen aus zweifach positiv geladenen Helium-Atomen



Was wäre wenn...

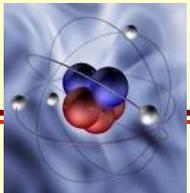


Was wäre wenn...



Streuversuch von Rutherford

RUTHERFORD machte die folgende Entdeckung: Die meisten, über 99%, der alpha-Teilchen gingen geradlinig durch die 4000 Schichten von Gold-Atomen durch, aus denen die dünne Folie bestand. Nur ganz wenige wurden abgelenkt, und noch weniger alpha-Teilchen wurden reflektiert.



Größenverhältnisse

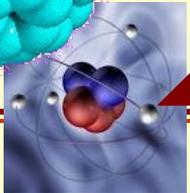
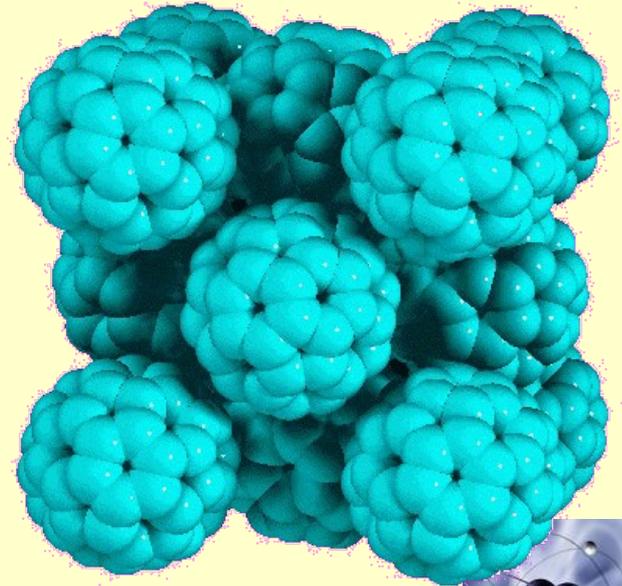
- Durchmesser eines **C-Atoms**: $150\text{pm} = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
- Größenunterschied zwischen Kirchturm (100m) und einem (sehr kleinen) Sandkorn (1mm) = 10^{-5}
- Das Kohlenstoffatom ist so viel mal kleiner als ein Sandkorn, wie ein Sandkorn kleiner ist als ein Kirchturm.
- $10^{-5} * 10^{-5} = 10^{-10}$

Moleküle sind 1(-100) nm = 10^{-9} m groß.

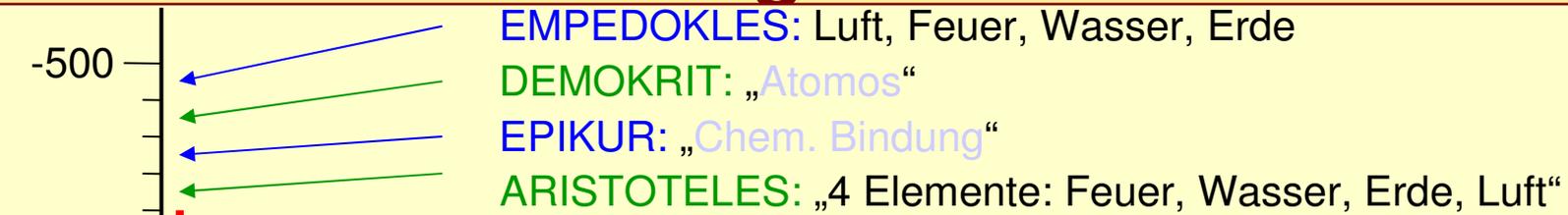
$C_{60} = 1,002 \text{ nm}$

Bakterien sind $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$ groß.

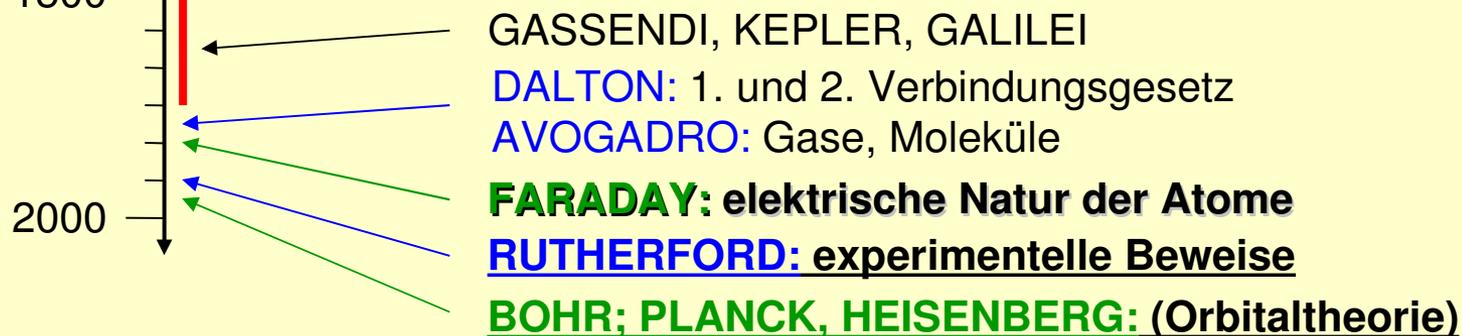
Zellen sind $0,1 \text{ mm} = 10^{-4} \text{ m}$ groß.



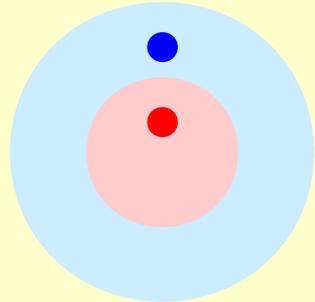
Ein wenig Geschichte



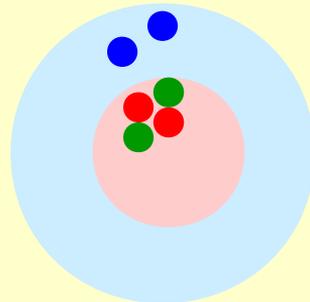
2000 Jahre „Vakuum“:
322 v. Chr. – 1632 n. Chr.
Aristotelisches Weltbild



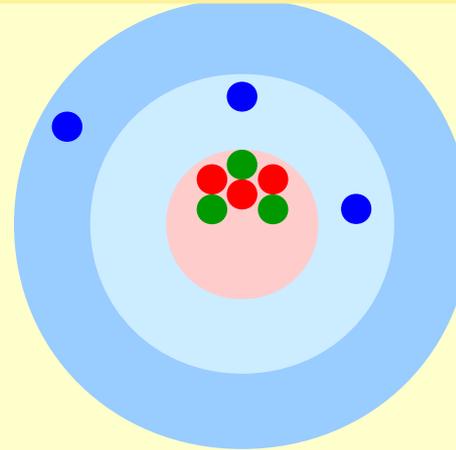
Die Atomhülle



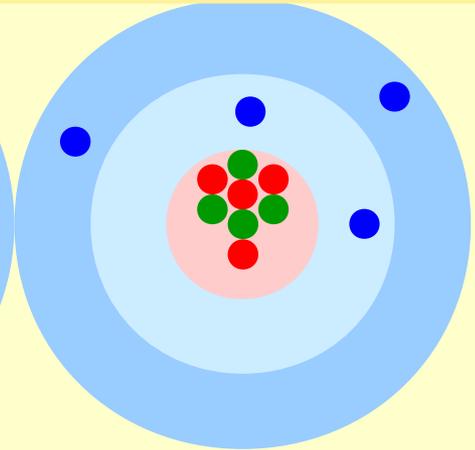
H



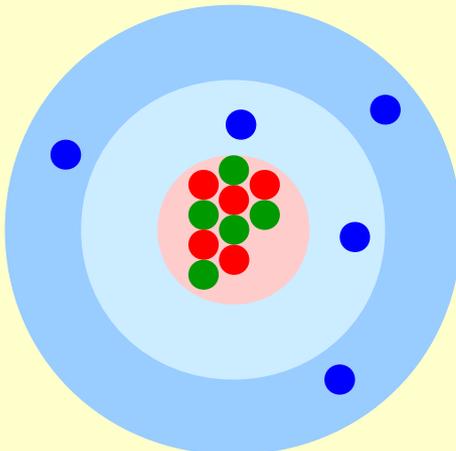
He



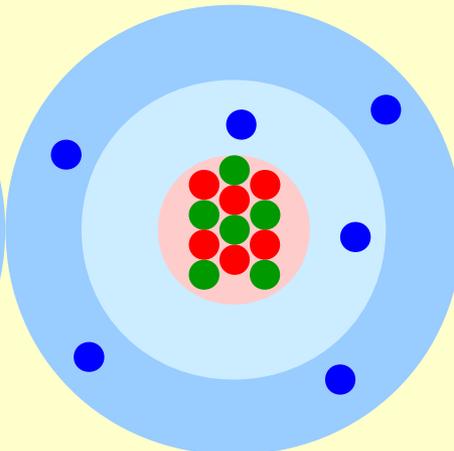
Li



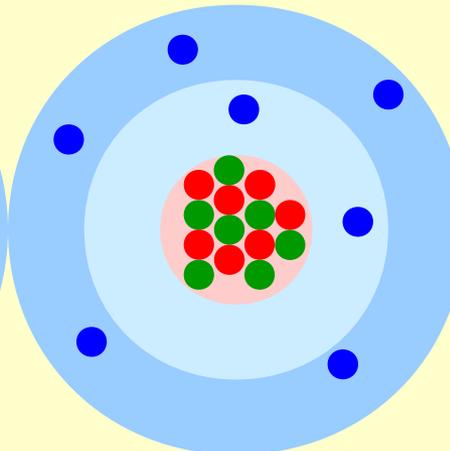
Be



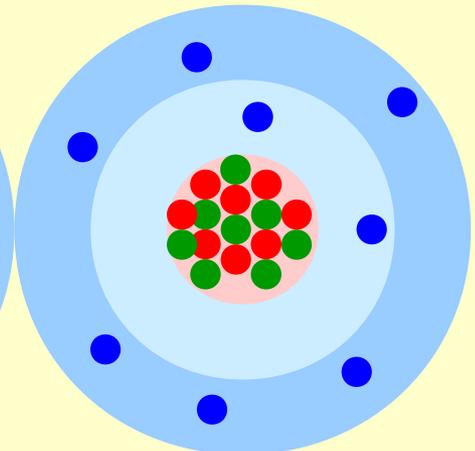
B



C

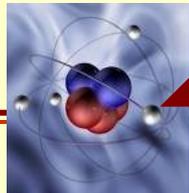


N



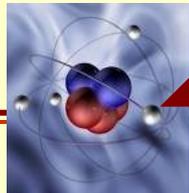
O

Aufgabe: zähle jeweils Protonen und Elektronen!

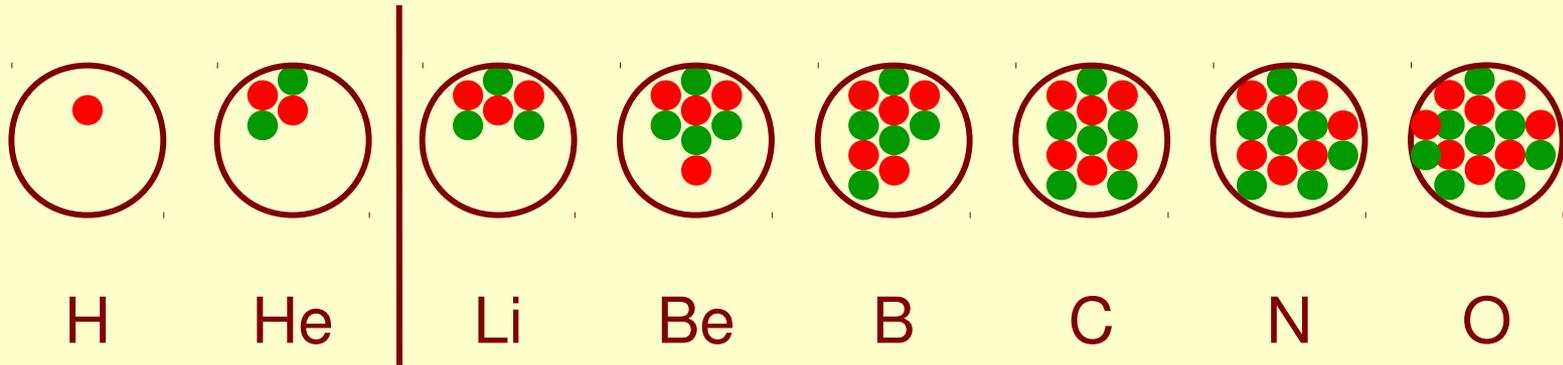


Aufbau der Elektronenhülle

1. **Elektronen** kommen in Schalen um den Kern vor.
2. In die erste Schale passen zwei Elektronen, in die zweite mehr.
3. Die Zahl der passenden Elektronen erhält man:
 $2n^2$, wobei n = Schalennummer
 $n=1$ 2 Elektronen
 $n=2$ 8 Elektronen
 $n=3$ 18 Elektronen
1. Die Zahl der **Protonen** und **Elektronen** ist immer gleich.
2. Deshalb sind Atome immer neutral.



Der Atomkern



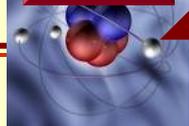
Aufgabe: entdecke die Gesetzmäßigkeit beim Aufbau von Kernen!

Legende:

Protonen
Neutronen

Wg

Wt

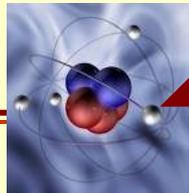


Die Bedeutung von Kernteilchen

Elemente unterscheiden sich durch die Zahl ihrer **Protonen**. Neutronen spielen hierbei keine Rolle.

Aufeinander folgende Elemente im PSE besitzen immer **genau ein Proton mehr**.

Zu jedem Proton muss in der Schale ein **Elektron** existieren. Elektronen bestimmen die chemischen Eigenschaften eines Elementes.



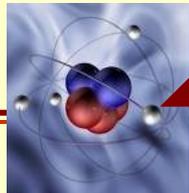
Die Bedeutung von Kernteilchen

Mit Ausnahme des Wasserstoffs besitzt jedes Element auch **Neutronen** im Kern.

Je Proton benötigt man **mindestens ein Neutron**, damit der Kern stabil ist.

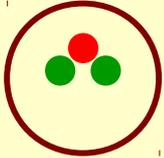
Bis zum Element ^{40}Ca gilt: Je Proton **genau ein Neutron**, danach werden es mehr.

$$\begin{array}{l} \text{Bsp.: } {}_{92}^{238}\text{U} \quad 238 \text{ Nu} - 92 \text{ p} = 146 \text{ n} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad 146 \text{ n} : 92 \text{ p} = 1,6 \end{array}$$



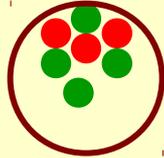
Isotope

Isotop 3



H

Isotop 2



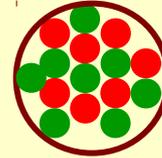
Li

Isotop 3



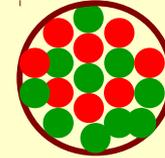
C

Isotop 2



N

Isotop 3



O

Aufgabe: entdecke die Definition, was Isotope sind!

%	^1H 99,9	^6Li 7,5	^{12}C 98,9	^{14}N 99,6	^{16}O 99,7
Nat. Vor- kom- men	^2H 0,015	^7Li 92,5	^{13}C 1,1	^{15}N 0,4	^{17}O 0,1
	^3H				^{18}O 0,2



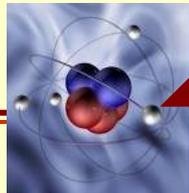
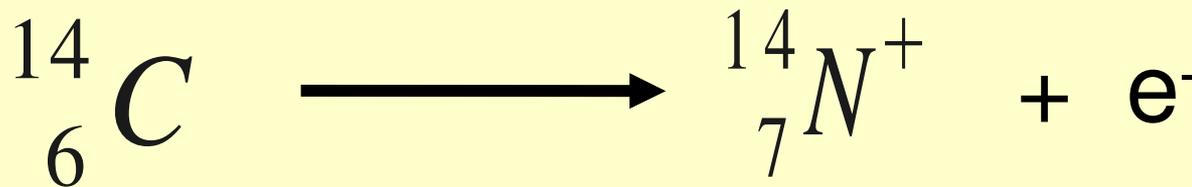
Die Bedeutung von Kernteilchen

Isotope unterscheiden sich durch die Zahl ihrer **Neutronen**.

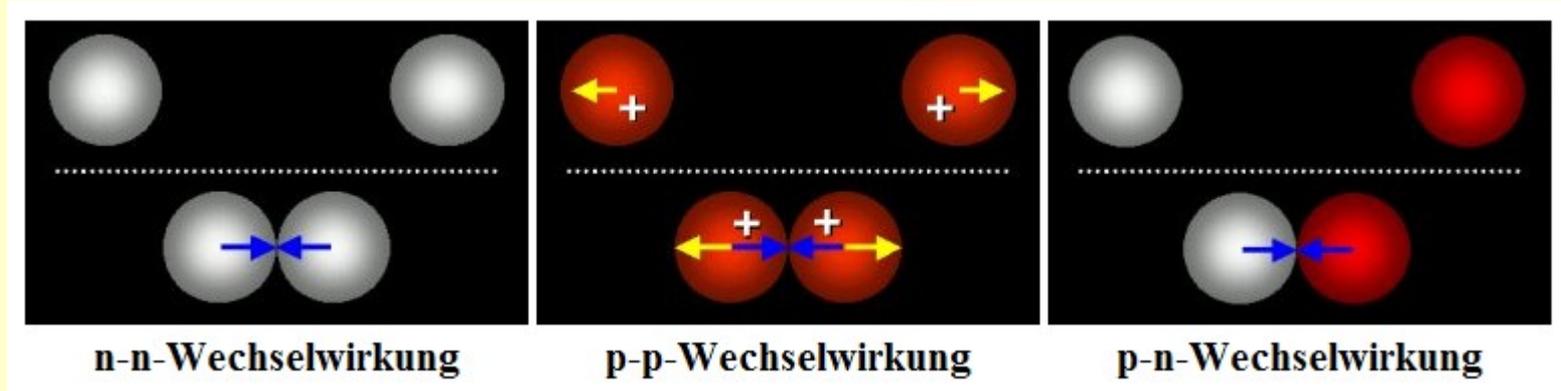
Es gibt unterschiedliche Zahlen von natürlichen stabilen Isotopen.

Viele Isotope sind instabil und zerfallen, indem sie radioaktive Strahlung abgeben.

Bsp.: Kohlenstoff-Atom-Zerfall

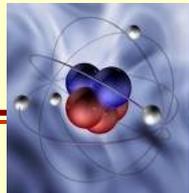


Kernbindungskräfte



Im Nuklid befinden sich Protonen und Neutronen auf kleinstem Raum. Sie werden durch Kernkräfte zusammengehalten. Die Kernkräfte haben eine extrem kurze Reichweite und wirken praktisch nur zwischen unmittelbar benachbarten Teilchen. (vergleiche Analogie mit klebrigen Bonbons, die auch erst aneinander haften, wenn sie sich berühren). Kernkräfte wirken zwischen Neutronen und Neutronen, Protonen und Protonen, sowie zwischen Protonen und Neutronen in gleichem Maße.

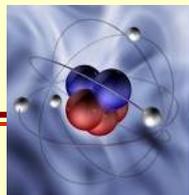
Da Protonen eine positive Ladung besitzen, wirken zwischen ihnen zusätzlich elektrostatische Kräfte, die wegen der Gleichnamigkeit der Ladung zwischen den Protonen abstoßend wirken.



Massendefekt

Als Massendefekt (auch Massenverlust) bezeichnet man in der Kernphysik den Unterschied zwischen der Summe der Massen aller Nukleonen (Protonen und Neutronen), aus denen ein Atomkern besteht, und der tatsächlich gemessenen (stets kleineren) Masse des Atomkerns. Auch die Summe von Kernmasse und der Massen der Elektronen in der Atomhülle in einem neutralen Atom ist größer als die gemessene Atommasse. Dieser Massendefekt ist jedoch wesentlich geringer als der Massendefekt beim Zusammenfügen von Protonen und Neutronen und wird meist vernachlässigt.

Der Massendefekt widerlegt die Unterstellung der klassischen Physik, die Masse bleibe bei allen Vorgängen erhalten.

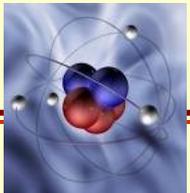


Massendefekt

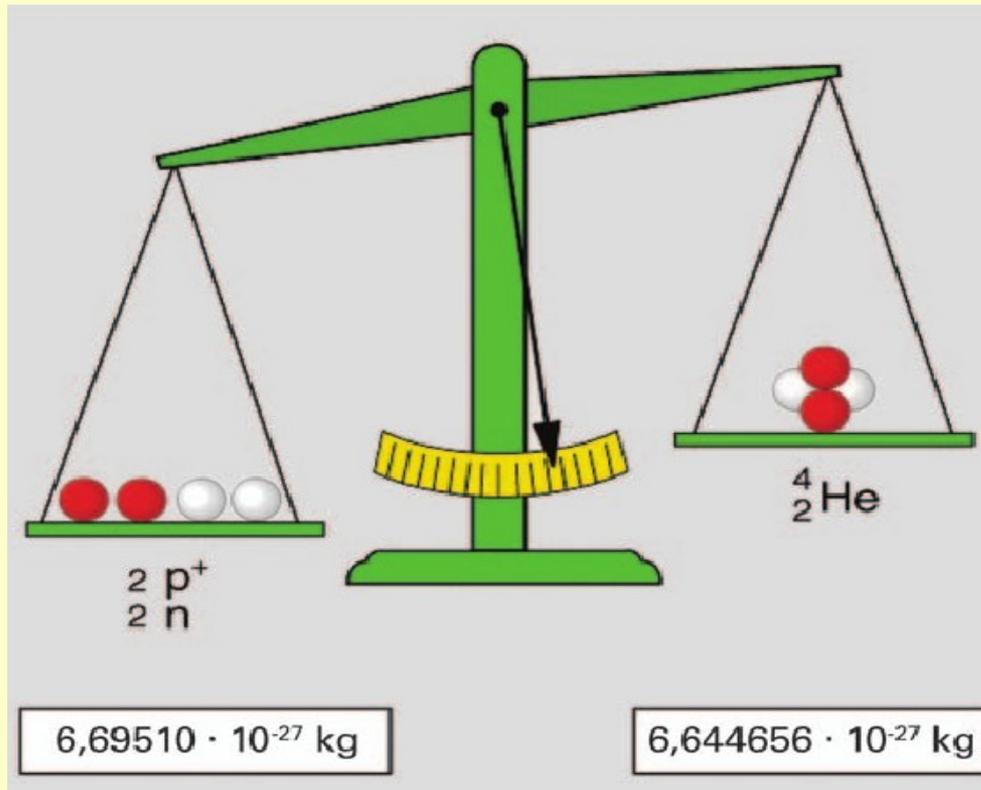
Der Massendefekt lässt sich mit der Erkenntnis der relativistischen Physik erklären, dass man an der Masse die Energie des ruhenden Teilchens ablesen kann: die Bindungsenergie der Nukleonen vermindert die Summe der Ruheenergien der einzelnen Kernbausteine. Somit ist die beim Bau eines Atoms freigesetzte Bindungsenergie der Nukleonen diejenige Energie, die dem Massendefekt nach der Beziehung

$E_B = \Delta mc^2$ äquivalent ist.

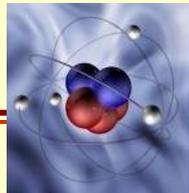
Je größer der Massendefekt ist, desto stabiler ist der Atomkern, da mehr Energie zu seiner Zerlegung aufgewendet werden muss.



Massendefekt



Bei der Entstehung eines Atomkerns aus Nukleonen tritt ein Massenverlust auf



Massendefekt Beispiel 1

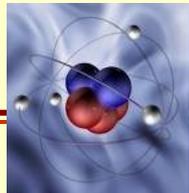


Die Masse eines Protons beträgt $m_p = 1,007276$ Atomare Masseneinheiten (u), die eines Neutrons $m_n = 1,008665$ u.

Der Kern von Helium He_4 besteht aus zwei Protonen und zwei Neutronen; die Summe aus deren Ruhemassen wäre $4,03188$ u,

→ die Ruhemasse des 4He -Kerns beträgt jedoch nur $4,00151$ u.

→ **Der Massendefekt beträgt hier also etwa 0,76 % der Ausgangsmasse.**



Massendefekt Beispiel 2

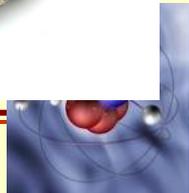
Der Kern von Uran²³⁸ besteht aus 92 Protonen und 146 Neutronen.

Diese besitzen zusammen die Masse 239,9344 u,

der ²³⁸Uran-Kern jedoch nur 238,0003 u,

dies entspricht einem Massendefekt von 0,806 % der Ausgangsmasse.

Dieser Massenunterschied lässt sich nicht komplett in Energie umwandeln, denn bei der Kernspaltung entstehen keine 92 Protonen und 146 Neutronen. Tatsächlich wird bei der Kernspaltung etwa ein Zehntel dieser Energie freigesetzt, sie entspricht der Differenz aus dem Massendefekt des ²³⁵Uran und der beiden Massendefekte der entstehenden Kerne.



Das Geiger-Müller-Zählrohr

