

Der Aufbau des Atoms (Grundlagen)

Die in einem Atomkern vorhandenen Protonen müssten sich eigentlich aufgrund ihrer positiven Ladungen gegenseitig abstoßen und dadurch den Kern zum zerplatzen bringen.

Da aber stabile Atomkerne mit z.T. recht vielen Protonen existieren, kann daraus geschlossen werden, dass es andere Kräfte geben muss, die die Kernteilchen aneinander binden. Diese anziehenden Kräfte sind stärker als die im Kern wirkenden abstoßenden elektrischen Kräfte.

Ähnliches gilt für die Elektronen in der Atomhülle, die aufgrund der Coulombkräfte auf den Atomkern stürzen müssten. Auch hier müssen noch andere Kräfte wirken.

Grundsätzlicher Aufbau eines Atoms:

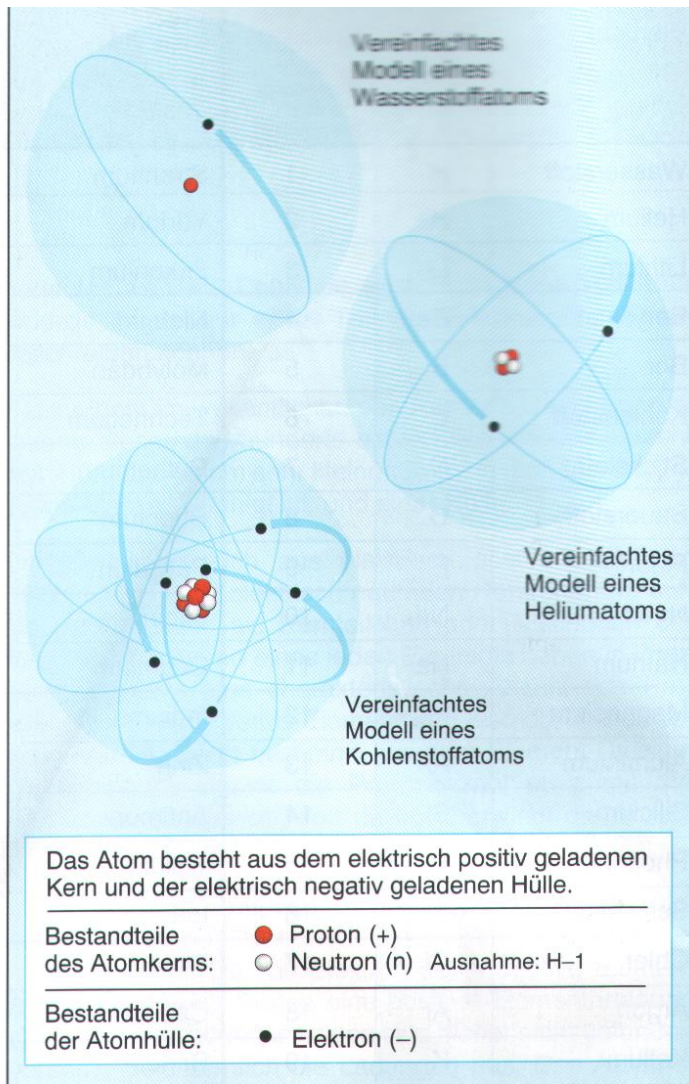


Abb. 1.2.1
Atome in vereinfachter Modelldarstellung
(Bei H und He: Elektronen auf der K-Schale; bei C: Elektronen auf der K- und der L-Schale.)

Dabei stellen sich folgende Größenverhältnisse dar:

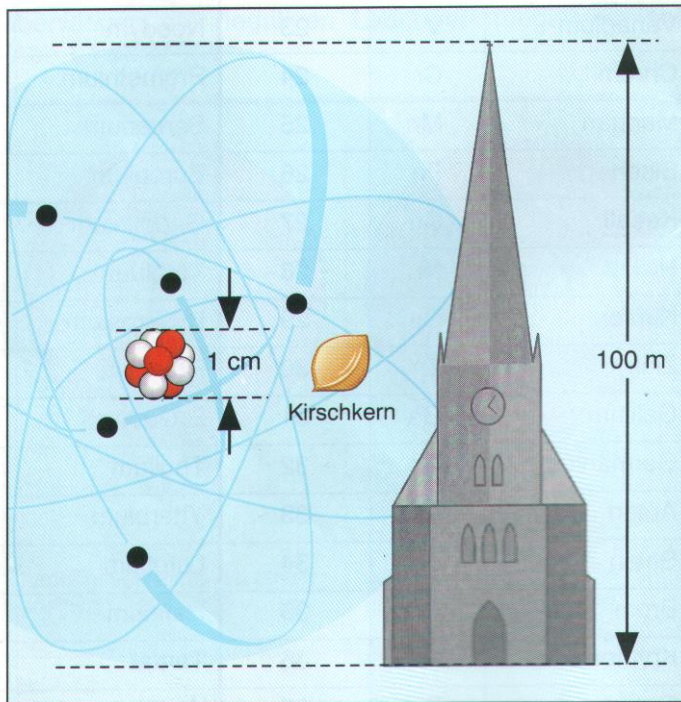


Abb. 1.2.2
Größenverhältnis in einem Atom
(Atomhülle zu Atomkern wie Kirchturm zu Kirschkern.)

Durchmesser des Atomkerns:

$$d_{\text{Kern}} \approx 10^{-15} \text{ m}$$

Durchmesser der Atomhülle:

$$d_{\text{Hülle}} \approx 10^{-10} \text{ m} = 1 \text{ \AA} \quad (1 \text{ \AA} \text{ ngström})$$

Der Atomkern hat die positive Ladung $Z \cdot e$.

Die **Kernladungszahl** Z stimmt mit der Ordnungszahl des entsprechenden chemischen Elementes im Periodensystem der Elemente überein. Die Elementarladung e ist gleich dem Betrag der Ladung des Elektrons. Der Atomkern besteht aus Protonen und Neutronen. Diese Kernbausteine nennt man **Nukleonen**. Atomkerne mit der **Massenzahl** A bestehen aus Z **Protonen** und aus N **Neutronen**.

Es gilt: $A = Z + N$.

Symbolschreibweise der entsprechenden Elemente:

$$\text{Symbol} = {}^A_Z \text{E} \quad \begin{matrix} \text{Massenzahl} \\ \text{Kernladungszahl} \end{matrix}$$

${}^4_2\text{He}$	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{235}_{92}\text{U}$
Kern eines Heliumatoms	Kern eines Kohlenstoffatoms	Kern eines Uranatoms
Massenzahl: 4 Kernladungszahl: 2	Massenzahl: 12 Kernladungszahl: 6	Massenzahl: 235 Kernladungszahl: 92

Tabelle 1.2.2
Kennzeichnung des Kernaufbaus

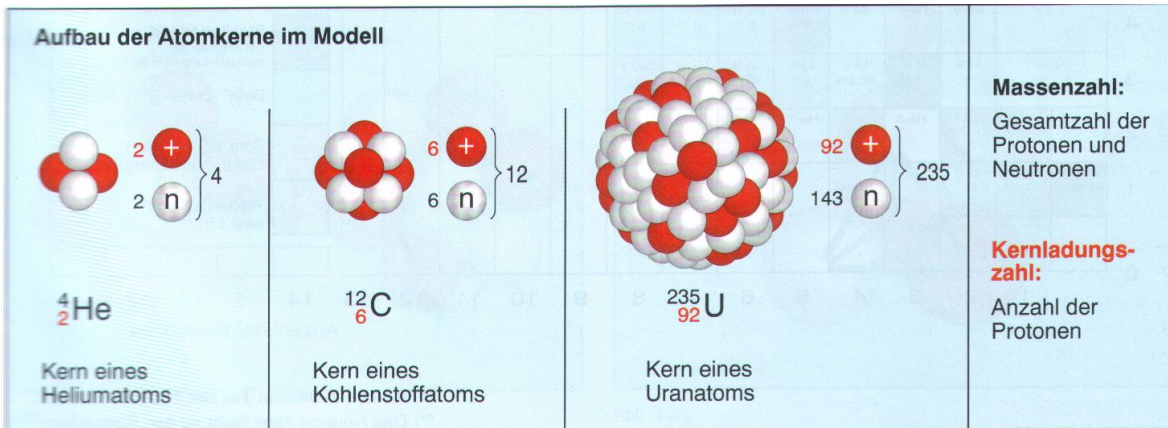
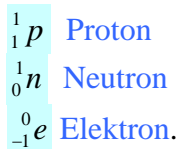


Abb. 1.2.3
Atomkerne im Modell

Für die Elementarteilchen gilt:



Diese Teilchen stellen grundlegende Elementarteilchen dar.

Elementarteilchen	Masse (Ruhmasse)		Ladung	
	in kg	in Elektronenmassen	in Coulomb*)	in Elementarladungen
Elektron	$9,1091 \cdot 10^{-31}$	1	$1,6021 \cdot 10^{-19}$	-1
Proton	$1,67265 \cdot 10^{-27}$	1836,10	$1,6021 \cdot 10^{-19}$	+1
Neutron	$1,67495 \cdot 10^{-27}$	1838,62	0	0

Tabelle 1.2.1
Masse und elektrische Ladung der drei wichtigsten Elementarteilchen [27, S. 48]

*) $1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$

Protonen, Neutronen und Elektronen gehören zu den Elementarteilchen, von denen man heute über 300 kennt. Es sind kleinste Teilchen, aus denen sich die Materie aufbaut oder die beim radioaktiven Zerfall entstehen, bei der kosmischen Strahlung auftreten bzw. durch Kernreaktionen künstlich erzeugt werden können.

Die Atome eines Elements können bei gleicher Protonenzahl eine unterschiedliche Neutronenzahl besitzen. Solche Atome gleicher Kernladungszahl, aber unterschiedlicher Massenzahl, bezeichnet man als **Isotop**. Sie unterscheiden sich nicht in ihren chemischen, wohl aber in ihren kernphysikalischen Eigenschaften.

Da es von jedem der 109 Elemente zahlreiche Isotope gibt, existieren ungefähr 2500 Nuklide. Davon sind 249 stabil, alle anderen zerfallen spontan, d.h. sie sind radioaktiv. Man nennt sie deshalb Radionuklide. Im natürlichen Wasserstoff treten drei Isotope auf:

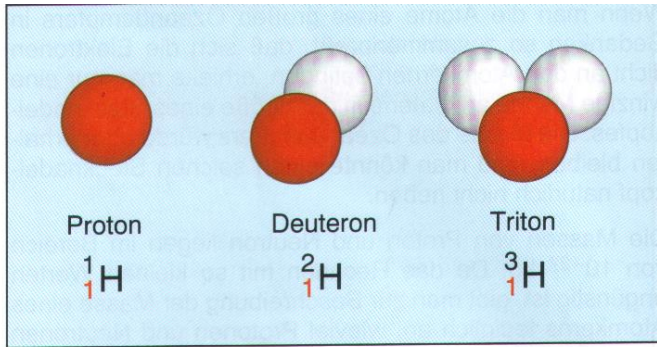


Abb. 1.2.4
Die Kerne der Wasserstoffisotope

Anzahl der Protonen	Anzahl der Neutronen																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17												
10																Ne-16	Ne-17 β^+	Ne-18 β^+	Ne-19 β^+	Ne-20 90,51%	Ne-21 0,27%	Ne-22 9,22%	Ne-23 β^-	Ne-24 β^-	Ne-25 β^-	Ne-26 β^-	Ne-27 β^-	Ne-28 β^-	
9																F-15	F-16	F-17 β^+	F-18 β^+	F-19 100%	F-20 β^-	F-21 β^-	F-22 β^-	F-23 β^-	F-24 β^-	F-25 β^-	F-26 β^-		
8				O-12	O-13 β^+	O-14 β^+	O-15 β^+	O-16 99,762%	O-17 0,038%	O-18 0,2%	O-19 β^-	O-20 β^-	O-21 β^-	O-22 β^-	O-23 β^-	O-24 β^-													
7					N-12 β^+	N-13 β^+	N-14 99,63%	N-15 0,37%	N-16 β^-	N-17 β^-	N-18 β^-	N-19 β^-	N-20 β^-	N-21 β^-	N-22 β^-														
6		C-8	C-9 β^+	C-10 β^+	C-11 β^+	C-12 98,90%	C-13 1,1%	C-14 β^-	C-15 β^-	C-16 β^-	C-17 β^-	C-18 β^-	C-19 β^-	C-20 β^-															
5		B-7	B-8 β^+	B-9	B-10 20%	B-11 80%	B-12 β^-	B-13 β^-	B-14 β^-	B-15 β^-												B-17 β^-							
4		Be-6	Be-7 ϵ	Be-8	Be-9 100%	Be-10 β^-	Be-11 β^-	Be-12 β^-	Be-14 β^-																				
3		Li-5	Li-6 7,5%	Li-7 92,5%	Li-8 β^-	Li-9 β^-	Li-10	Li-11 β^-																					
2		He-3 0,00138%	He-4 99,99862%	He-5	He-6 β^-	He-7	He-8 β^-	He-9																					
1	H-1 99,985%	H-2 0,015%	H-3 β^-																										
0		n-1 β^- **)																											

Erklärung der Farben:

- Stabiles Nuklid
(mit Angaben der Isotopenhäufigkeit in der Natur)
- Beta⁻-Zerfall (β^-)
- Beta⁺-Zerfall (β^+);
Elektroneneinfang (ϵ)
- Alpha-Zerfall *)
(vergl. 2.1)

*) Kommt in diesem Teil der Tabelle nicht vor.
**) Das Neutron zählt nicht zu den Elementen.

Tabelle 1.2.3
Die Isotope der Elemente mit den Kernladungszahlen 1 bis 10 (Radioaktive Isotope siehe 2.1) [61]