

# Chemische Grundlagen I



# Atome, Elemente, Periodensystem

1. Elemente, Verbindungen, Atome
2. Atome und Elemente: Ordnungszahl und Massenzahl
3. Periodensystem, Elektronenkonfiguration
4. Edelgasregel
5. Isotope und Nuklide
6. Nomenklatur anorganischer Verbindungen

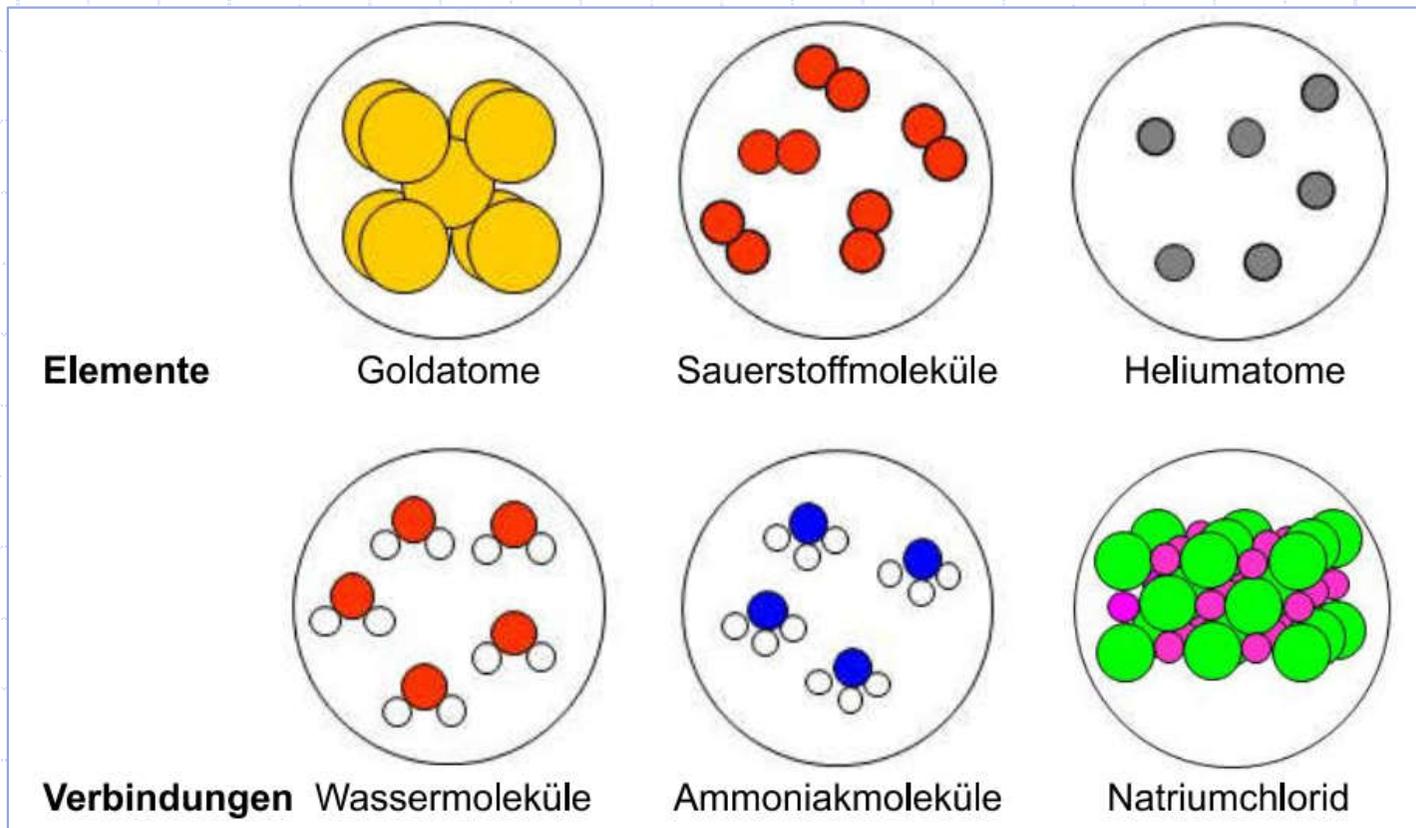
# Atome, Elemente, Periodensystem

1. Elemente, Verbindungen, Atome
2. Atome und Elemente: Ordnungszahl und Massenzahl
3. Periodensystem, Elektronenkonfiguration
4. Edelgasregel
5. Isotope und Nuklide
6. Nomenklatur anorganischer Verbindungen

# Elemente und Verbindungen

- Stoffe, Substanzen: Entweder *chemische Elemente* oder *chemische Verbindungen*
- Element: chemisch nicht weiter zerlegbar, besteht aus Teilchen einer einzigen Art von *Atomen*
- Verbindung: chemisch zerlegbar, besteht aus *Molekülen*

# Elemente und Verbindungen



Eine Verbindung ist immer ein Molekül, aber ein Molekül ist nicht immer eine Verbindung! ( $O_2$ )

# Natrium: ein metallisches Element



# Das Element Natrium

Natrium reagiert sehr heftig mit Wasser

Im PDF leider nichts  
zu sehen 😞



# Chlor: ein gasförmiges Element



# Das Element Chlor

Irreparable Zerstörung der Lungenschleimhäute, Verkrampfung der Atemwegsmuskulatur, toxisches Lungenödem.

- 1 mL/m<sup>3</sup> deutliche Reizung
- 20 mL/m<sup>3</sup> lebensgefährlich
- ca. 700 mL/m<sup>3</sup> Tod innerhalb weniger Minuten

Die meisten Chlorvergiftungen passieren mit Haushaltsreinigern (meist reversibel)

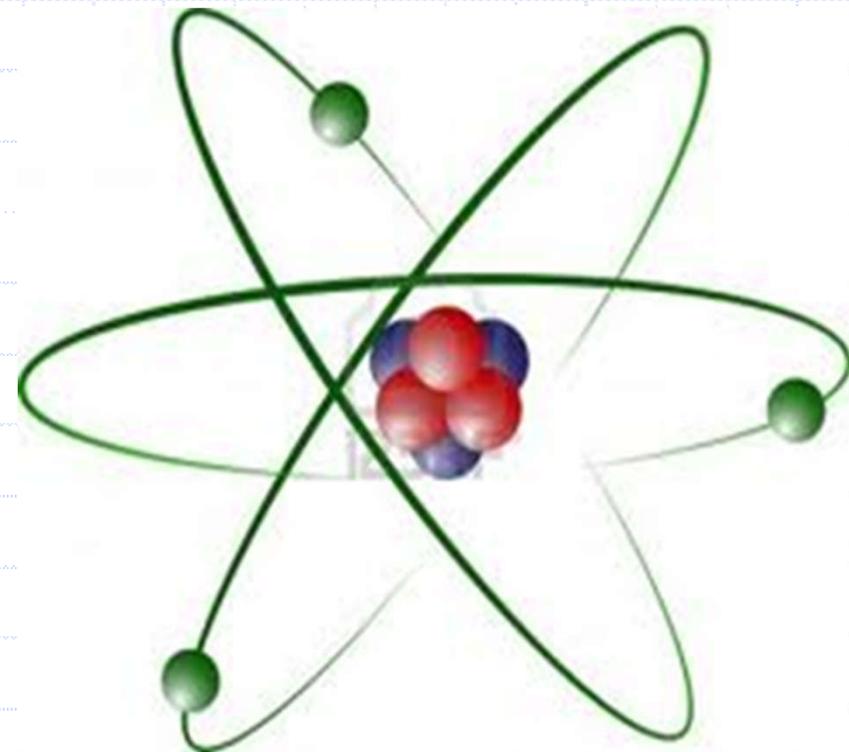
# Die Verbindung Natriumchlorid



Eine Verbindung hat andere chemische Eigenschaften als ihre Elemente!

# Das Atom: Kern und Hülle

- Atomkern: Protonen und Neutronen
- Hülle: Elektronen



# Protonen, Neutronen, Elektronen

- Protonen ( $p$  oder  $p^+$ ): Elektrisch positiv geladen
- Neutronen ( $n$ ): Neutral, keine Ladung
- Elektronen ( $e^-$  oder  $\beta^-$ ):
  - Elektrisch negativ geladen
  - ca. 2000 mal leichter als die Kernbausteine

# Protonen, Neutronen, Elektronen

Proton



"I'm positive!"

Electron



"I'm negative"

Neutron



"I don't give a fuck"



# Kurzer Exkurs: Die Atomhypothese

# Demokrit, 4./5. Jh. v. Chr.

Kann man ein Stück Materie immer weiter in immer kleinere Stücke zerteilen oder gibt es etwas Kleinstes, das nicht weiter teilbar ist?

ἄ-τομος (a-tomos)

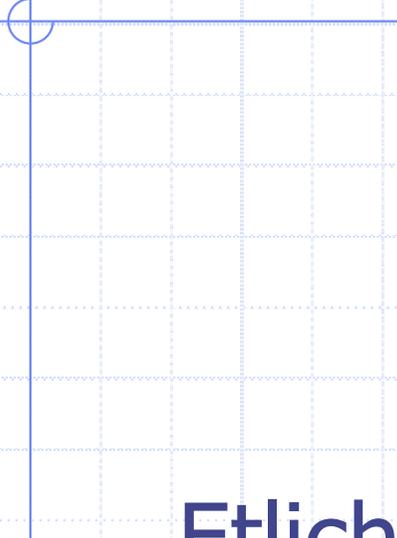
(Mikrotom, Tomographie)

# Empedokles, 5. Jh. V. Chr

Jegliche Materie besteht aus unveränderlichen Grundstoffen, den *Elementen*.

Dies sind

- Feuer
- Wasser
- Erde
- Luft.



# Etliche Jahrhunderte Wissenschaft und Forschung...

# John Dalton, 1808

Der entscheidende Schritt:

Die Zusammenführung des Element- und des  
Atombegriffs: Daltons Atomtheorie

# John Dalton, 1808

„Alle materiellen Stoffe sind aus unzerstörbaren Atomen aufgebaut. Diese sind für jedes Element verschieden schwer. Alle Atome eines Elements aber sind von der gleichen Art, Größe und Schwere. Durch eine chemische Reaktion ändert sich nichts am Zustand der Atome, nur ihre Gruppierung ist eine andere geworden.“

# Antoine Lavoisier

Lavoisier, 1789: Bei chemischen Umwandlungen in einem geschlossenen System bleibt die Gesamtmasse der beteiligten Stoffe stets erhalten.

Dies folgt aus der Atomtheorie: Bei chemischen Reaktionen erfolgt nur eine Umgruppierung von Atomen, bei der keine Masse verloren gehen kann.

- **Gesetz der Erhaltung der Masse**

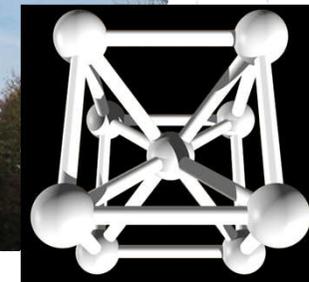
# Joseph Louis Proust

Proust, 1797: Die Massen der an einer chemischen Umwandlung beteiligten Elemente stehen immer im selben Verhältnis zueinander.

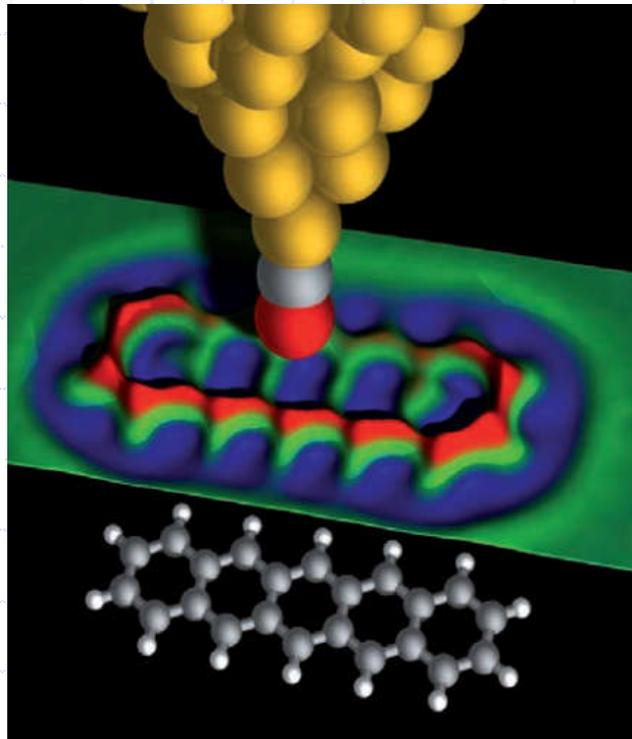
Beispiel: 1 g Natrium verbindet sich immer mit 1,542 g Chlor zu Natriumchlorid. Anders formuliert: Natriumchlorid besteht *immer* zu 39 % aus Natrium zu 61 % aus Chlor.

- **Gesetz der konstanten Proportionen**

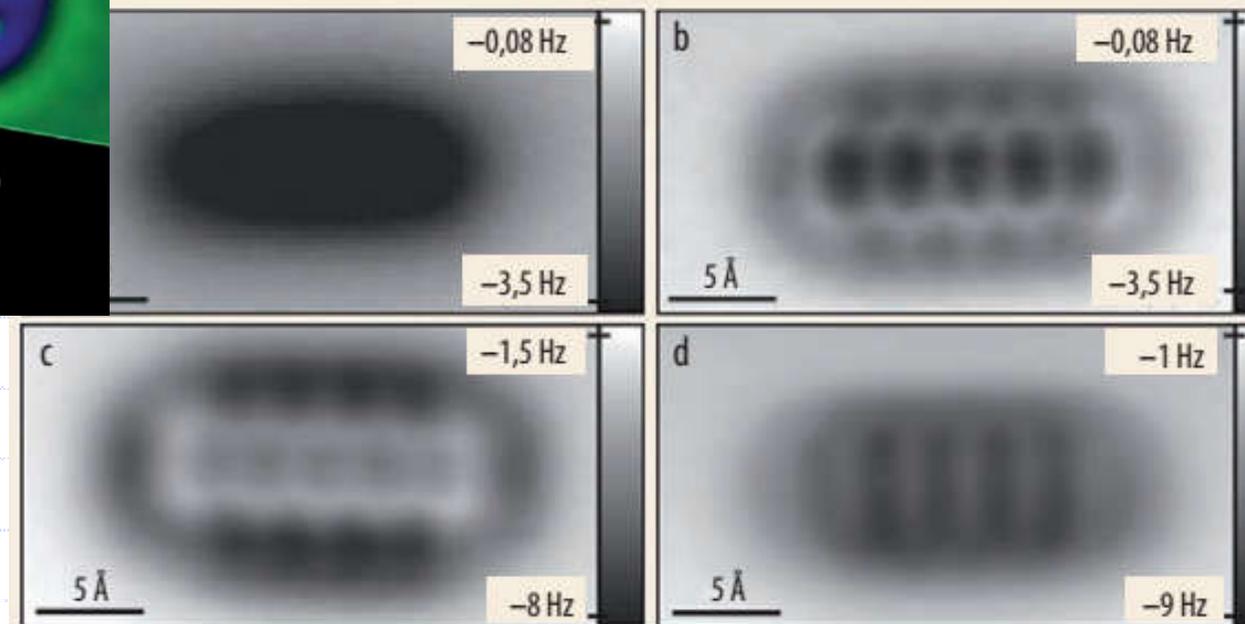
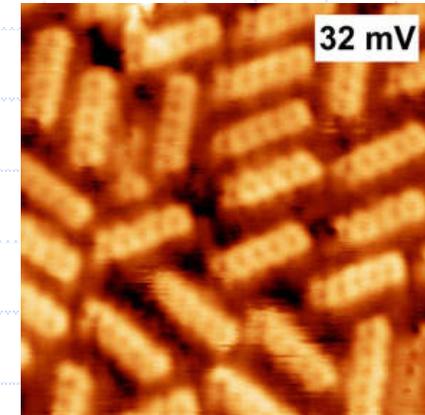
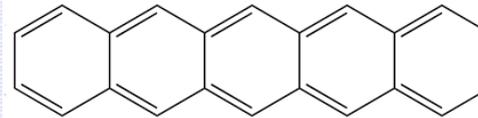
# Das „Atomium“ in Brüssel



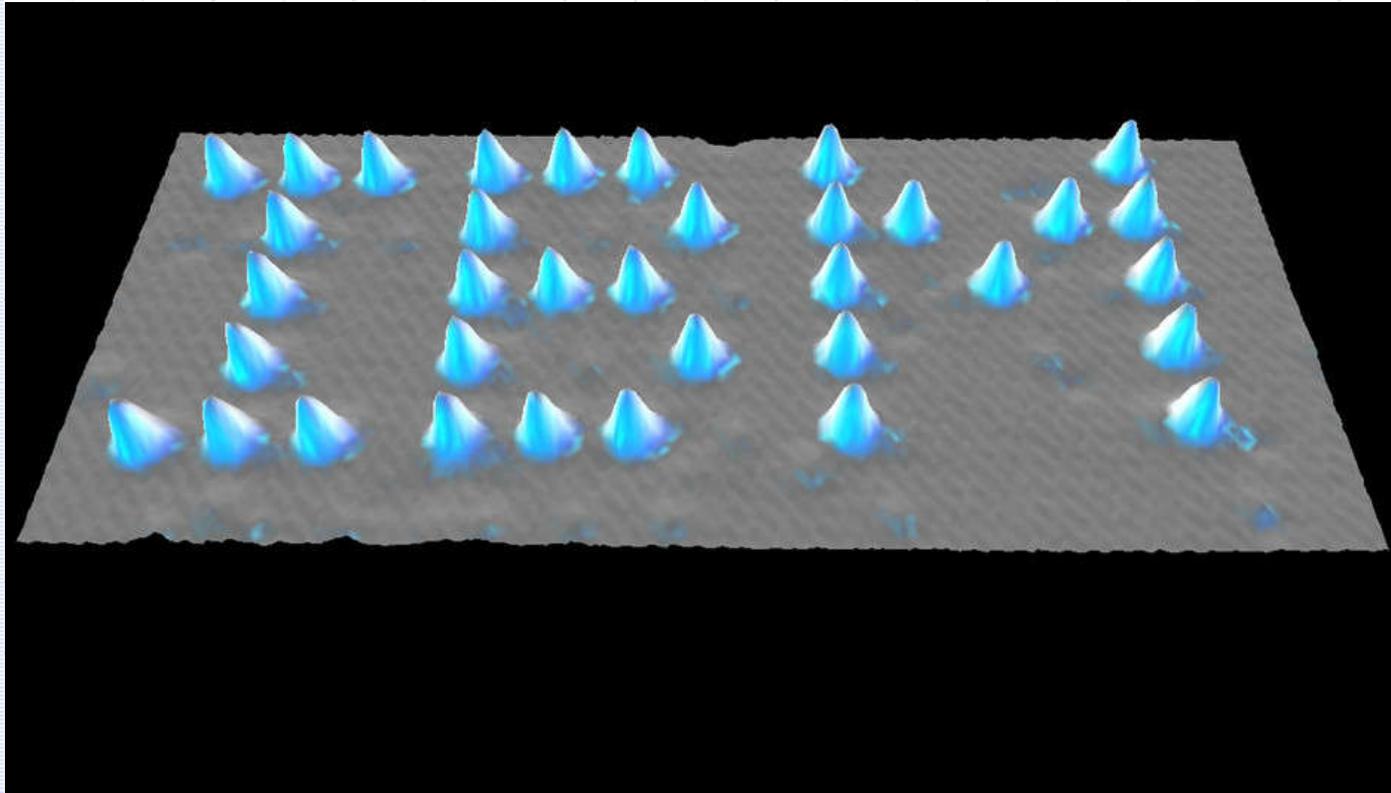
# Kann man Atome sehen?



Pentacen



# Don Eigler, E. Schweizer, 1989



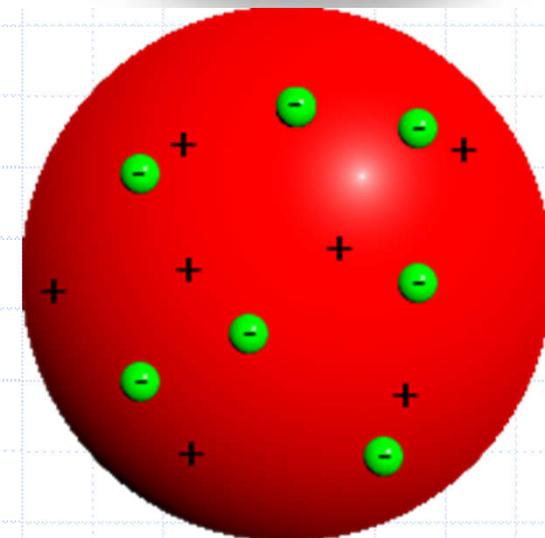
35 Xenon-Atome bilden auf einer Schicht aus Nickel den Schriftzug »IBM«.

# Richard Feynman

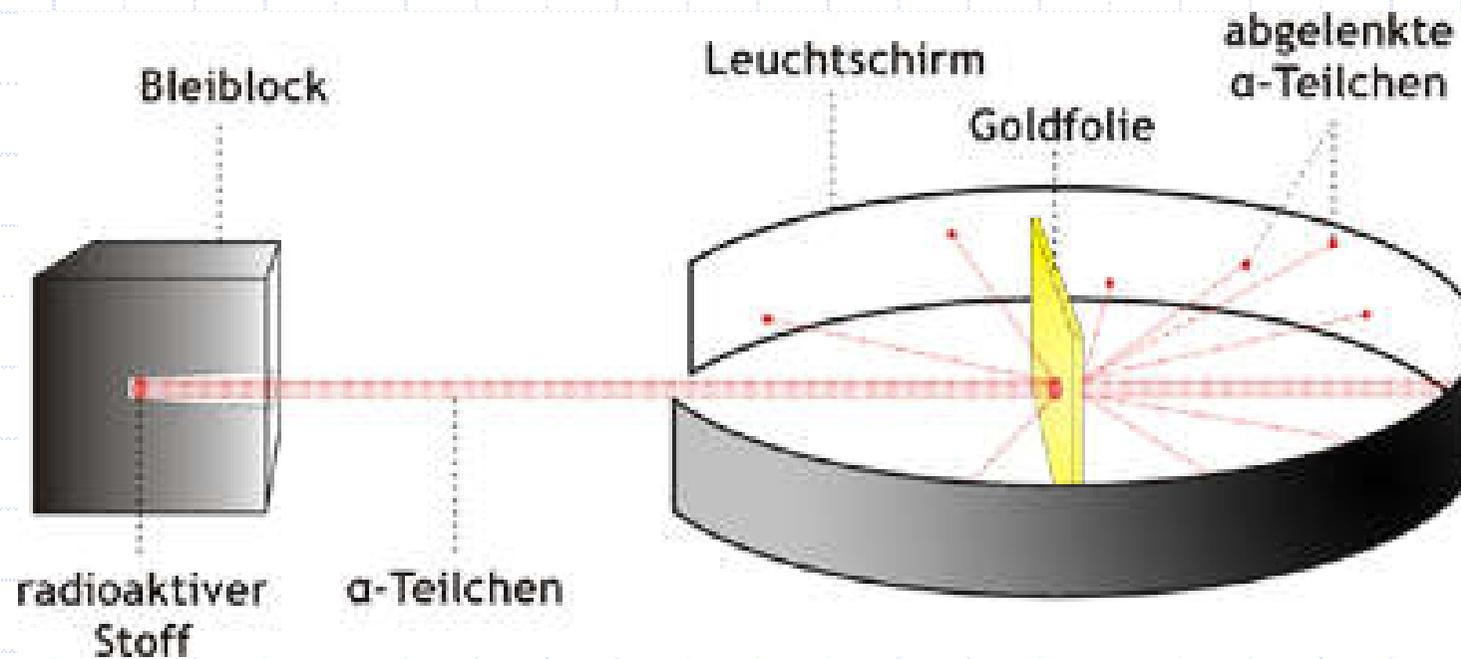
„Wenn in einer Sintflut alle wissenschaftlichen Kenntnisse zerstört würden und nur ein Satz an die nächste Generation von Lebewesen weitergereicht werden könnte, welche Aussage würde die größte Information in den wenigsten Worten enthalten? Ich bin davon überzeugt, dass dies die *Atomhypothese* (oder welchen Namen sie auch immer hat) wäre, die besagt, dass alle Dinge aus Atomen aufgebaut sind...“

# J. J. Thomson, 1903

Das »Rosinenkuchenmodell«  
des Atoms: Eine positiv  
geladene Kugel mit  
eingebetteten Elektronen

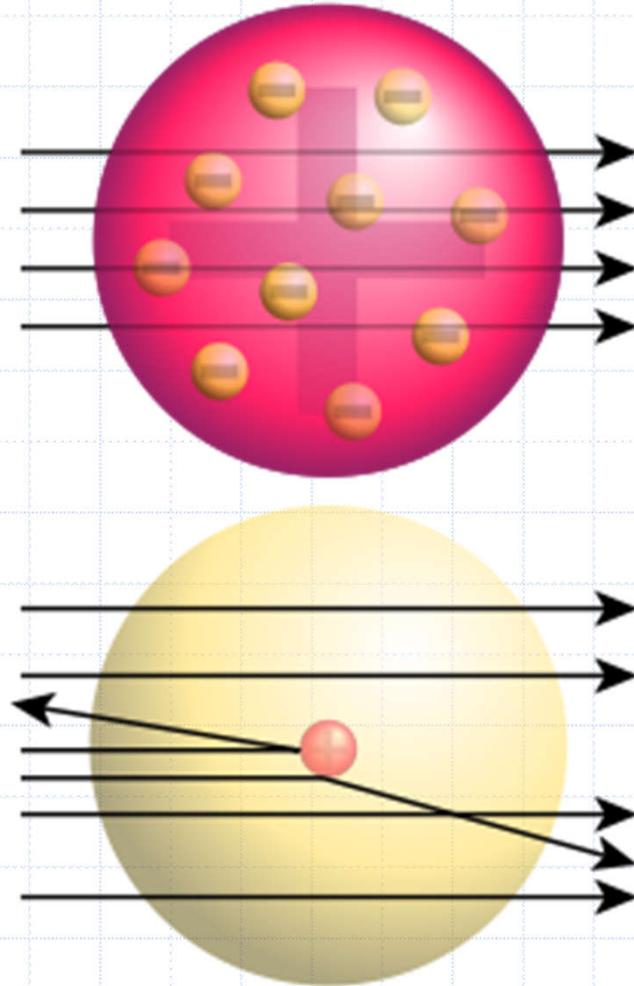


# Ernest Rutherford, 1909



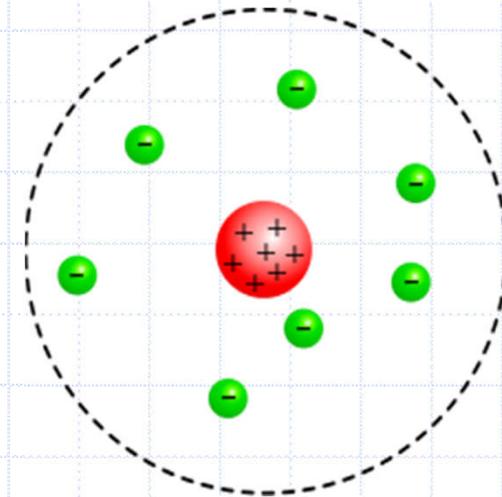
# Thomson vs. Rutherford

- Nach Thomson hätten Rutherfords Geschosse das Atom ungehindert durchqueren müssen, da die Elektronen viel kleiner als das Atom sind.
- Rutherfords Folgerung: Fast die gesamte Masse des Atoms ist in der Mitte konzentriert.



# Rutherfords Atommodell

Im Kern konzentriert sich die positive Ladung. Aber über die Elektronen lieferte sein Experiment keine Information.



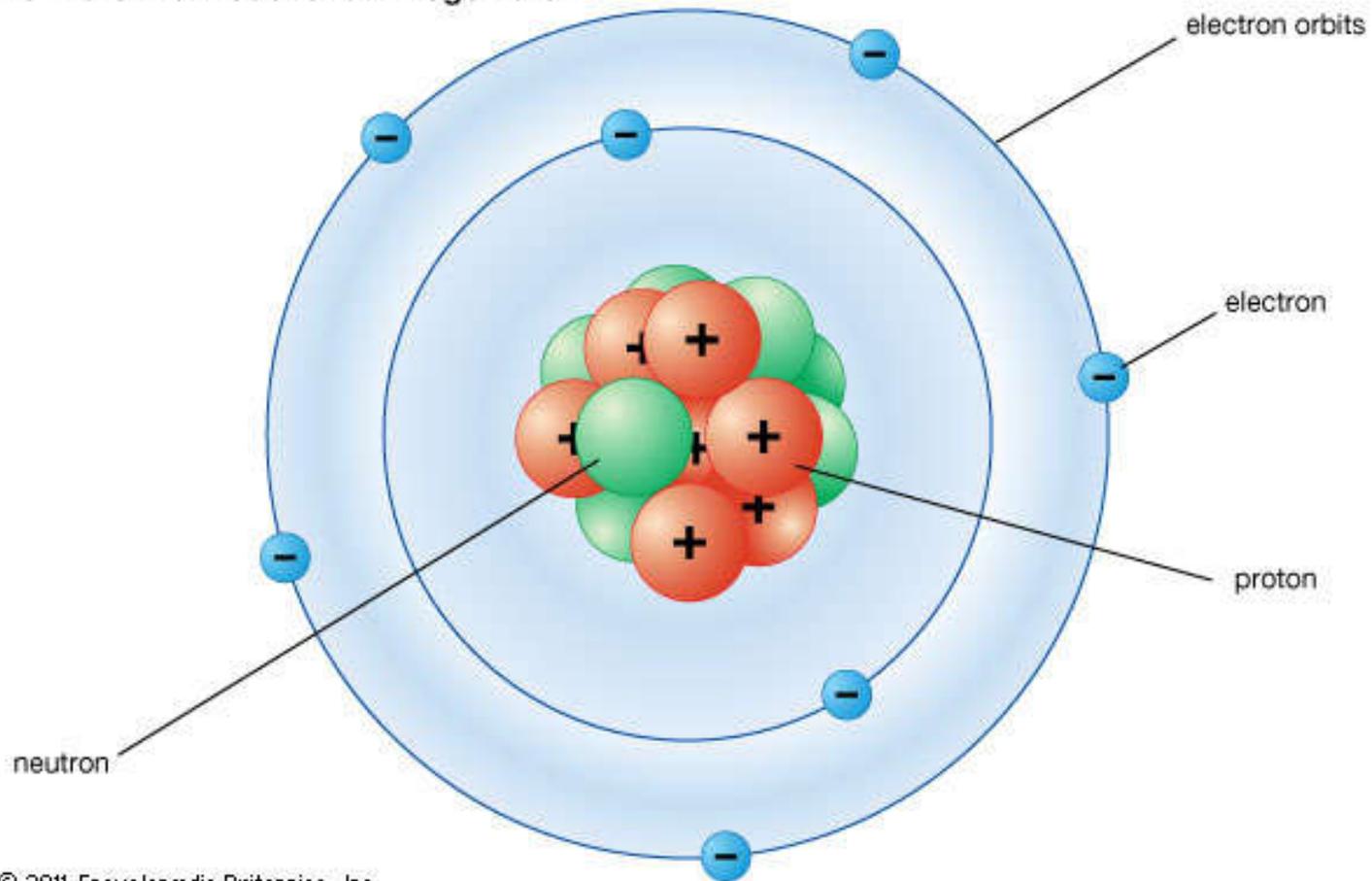
Dann kam Niels Bohr...

# Niels Bohr



# Bohr ey!

Bohr atomic model of a nitrogen atom

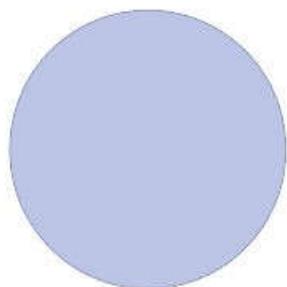


© 2011 Encyclopædia Britannica, Inc.

# A HISTORY OF THE ATOM: THEORIES AND MODELS

How have our ideas about atoms changed over the years? This graphic looks at atomic models and how they developed.

## SOLID SPHERE MODEL



### JOHN DALTON



1803

Dalton drew upon the Ancient Greek idea of atoms (the word 'atom' comes from the Greek 'atomos' meaning indivisible). His theory stated that atoms are indivisible, those of a given element are identical, and compounds are combinations of different types of atoms.

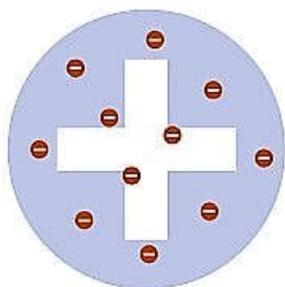


RECOGNISED ATOMS OF A PARTICULAR ELEMENT DIFFER FROM OTHER ELEMENTS



ATOMS AREN'T INDIVISIBLE - THEY'RE COMPOSED FROM SUBATOMIC PARTICLES

## PLUM PUDDING MODEL



### J.J. THOMSON



1904

Thomson discovered electrons (which he called 'corpuscles') in atoms in 1897, for which he won a Nobel Prize. He subsequently produced the 'plum pudding' model of the atom. It shows the atom as composed of electrons scattered throughout a spherical cloud of positive charge.

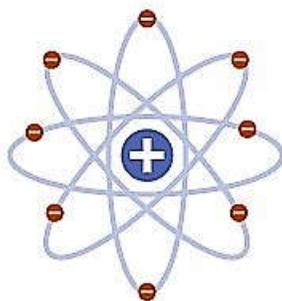


RECOGNISED ELECTRONS AS COMPONENTS OF ATOMS



NO NUCLEUS; DIDN'T EXPLAIN LATER EXPERIMENTAL OBSERVATIONS

## NUCLEAR MODEL



### ERNEST RUTHERFORD



1911

Rutherford fired positively charged alpha particles at a thin sheet of gold foil. Most passed through with little deflection, but some deflected at large angles. This was only possible if the atom was mostly empty space, with the positive charge concentrated in the centre: the nucleus.

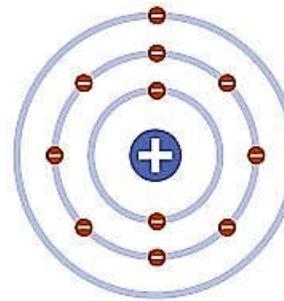


REALISED POSITIVE CHARGE WAS LOCALISED IN THE NUCLEUS OF AN ATOM



DID NOT EXPLAIN WHY ELECTRONS REMAIN IN ORBIT AROUND THE NUCLEUS

## PLANETARY MODEL



### NIELS BOHR



1913

Bohr modified Rutherford's model of the atom by stating that electrons moved around the nucleus in orbits of fixed sizes and energies. Electron energy in this model was quantised; electrons could not occupy values of energy between the fixed energy levels.

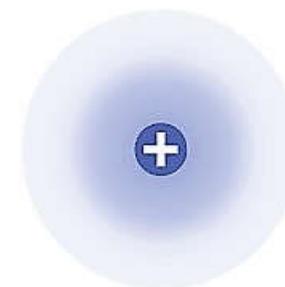


PROPOSED STABLE ELECTRON ORBITS; EXPLAINED THE EMISSION SPECTRA OF SOME ELEMENTS



MOVING ELECTRONS SHOULD EMIT ENERGY AND COLLAPSE INTO THE NUCLEUS; MODEL DID NOT WORK WELL FOR HEAVIER ATOMS

## QUANTUM MODEL



### ERWIN SCHRÖDINGER



1926

Schrödinger stated that electrons do not move in set paths around the nucleus, but in waves. It is impossible to know the exact location of the electrons; instead, we have 'clouds of probability' called orbitals, in which we are more likely to find an electron.



SHOWS ELECTRONS DON'T MOVE AROUND THE NUCLEUS IN ORBITS, BUT IN CLOUDS WHERE THEIR POSITION IS UNCERTAIN



STILL WIDELY ACCEPTED AS THE MOST ACCURATE MODEL OF THE ATOM



# Größenverhältnisse

Billionenfache Vergrößerung:

Das Atom wäre eine Kugel von ca. 300 m Durchmesser. Der Kern aus Protonen und Neutronen wäre 3 cm groß, die Elektronen wären so groß wie Stecknadelköpfe.



# Atome, Elemente, Periodensystem

1. Elemente, Verbindungen, Atome
2. Atome und Elemente: Ordnungszahl und Massenzahl
3. Periodensystem, Elektronenkonfiguration
4. Edelgasregel
5. Isotope und Nuklide
6. Nomenklatur anorganischer Verbindungen

# John Dalton

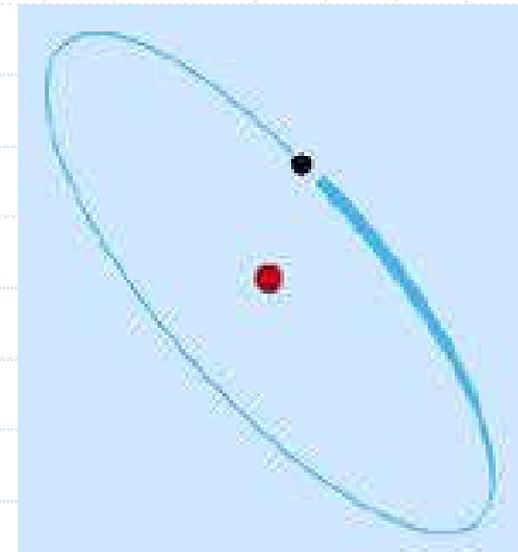
- Alle materiellen Stoffe sind aus unzerstörbaren Atomen aufgebaut.
- Diese sind für jedes Element verschieden schwer.
- Alle Atome eines Elements aber sind von der gleichen Art, Größe und Schwere.

# Atome und Elemente

Elemente unterscheiden sich durch den Aufbau ihrer Atome.

Beispiel Wasserstoff:

1 Proton und 1 Elektron



# Atome und Elemente

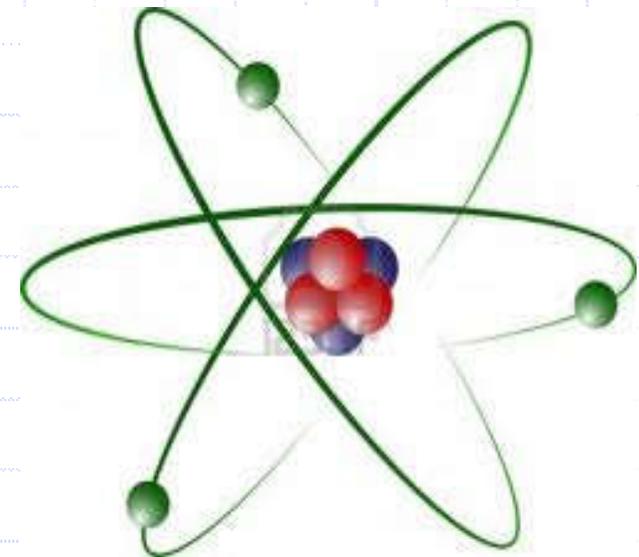
Elemente unterscheiden sich durch den Aufbau ihrer Atome.

Beispiel Lithium:

Kern aus 3 Protonen und

4 Neutronen

Hülle aus 3 Elektronen



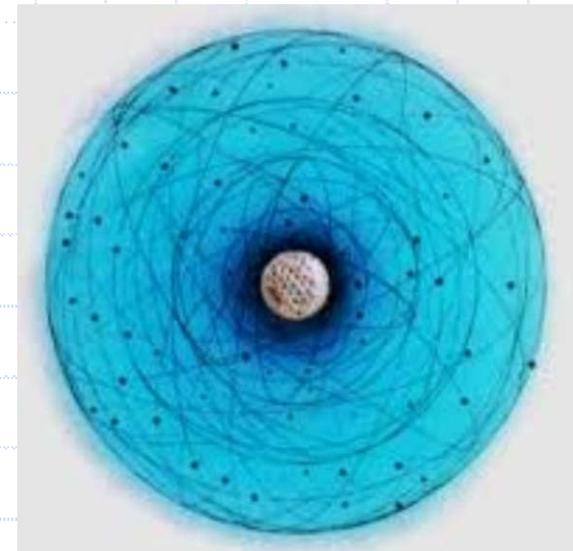
# Atome und Elemente

Elemente unterscheiden sich durch den Aufbau ihrer Atome.

Beispiel Uran:

Kern aus 92 Protonen und  
über 140 Neutronen

Hülle aus 92 Elektronen



# Ordnungszahl (Kernladungszahl)

Die Anzahl der Protonen im Kern, die *Ordnungszahl*, bestimmt, um welches Element es sich handelt.

Beispiele:

1 Proton: Wasserstoff

3 Protonen: Lithium

92 Protonen: Uran

# Die Ordnungszahl

1 Proton: Wasserstoff

3 Protonen: Lithium

92 Protonen: Uran

Remember **John Dalton**: Alle Atome eines Elements sind von der gleichen Art, Größe und Schwere.

# Die Massenzahl

- Protonen und Neutronen, „Nukleonen“: fast gleiche Masse, willkürlich gleich 1 gesetzt (au, atomic unit, atomare Masseneinheit)
- Summe aus Protonen- und Neutronenzahl eines Kerns: *Massenzahl*
- Masse des Elektrons relativ klein ( $1/1840$  der Masse von Proton oder Neutron): spielt für die Massenzahl keine Rolle

# Massenzahlen

Beispiele:

Wasserstoff: 1 Proton, kein Neutron

→ Massenzahl 1

Helium: 2 Protonen, 2 Neutronen

→ Massenzahl 4

Uran 235: 92 Protonen, 143 Neutronen

→ Massenzahl 235

# Die Massenzahl

Wasserstoff: Massenzahl 1

Helium: Massenzahl 4

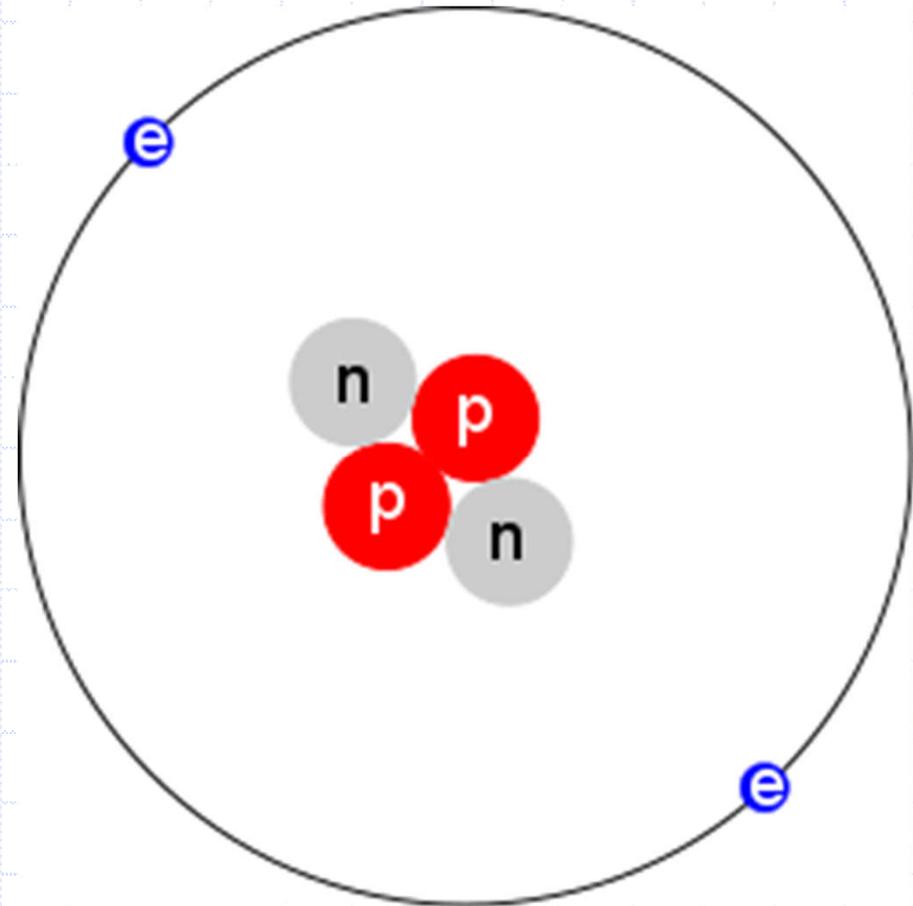
Uran 235: Massenzahl 235

Remember **John Dalton**: „Die Atome sind für jedes Element verschieden schwer.“

# Was ist das?

Anzahl der Protonen  
im Kern: **Ordnungs-  
zahl**. Sie bestimmt,  
um welches Element  
es sich handelt.

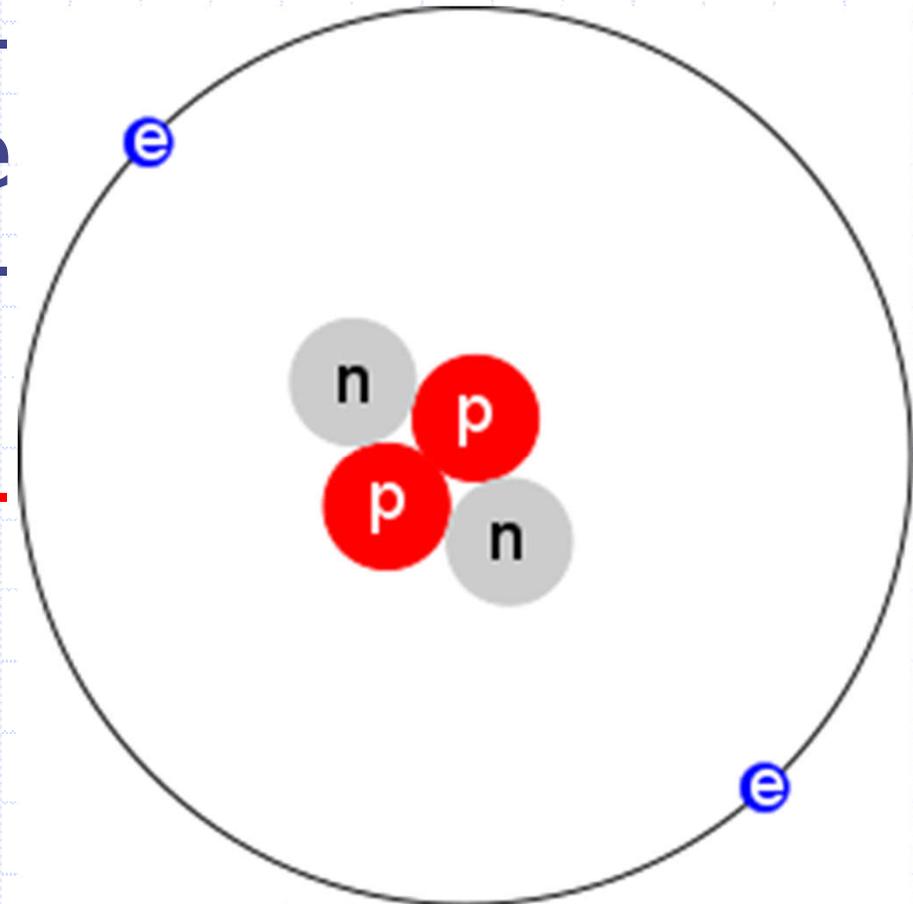
2 Protonen:  
Ordnungszahl 2  
**Helium**



# Was ist das?

Anzahl der Kernbausteine, d. h. die Summe der Protonen und Neutronen: **Massenzahl** oder **relative Atommasse**.

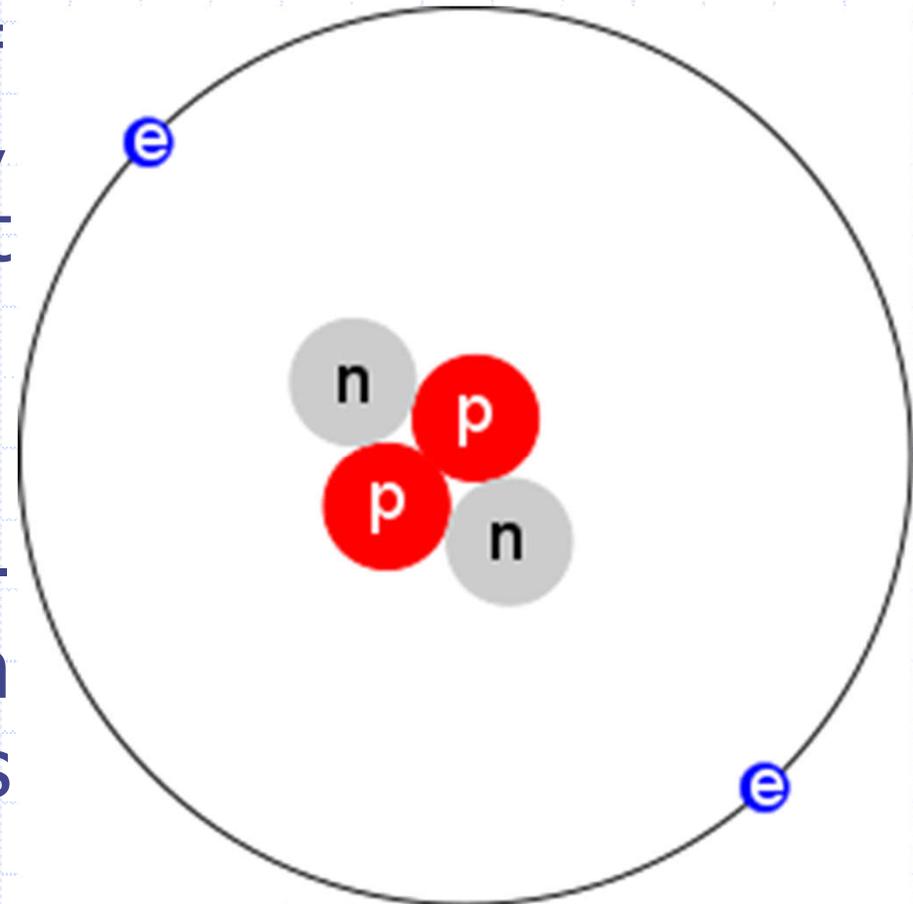
2 p, 2 n:  
Massenzahl 4



# Was ist das?

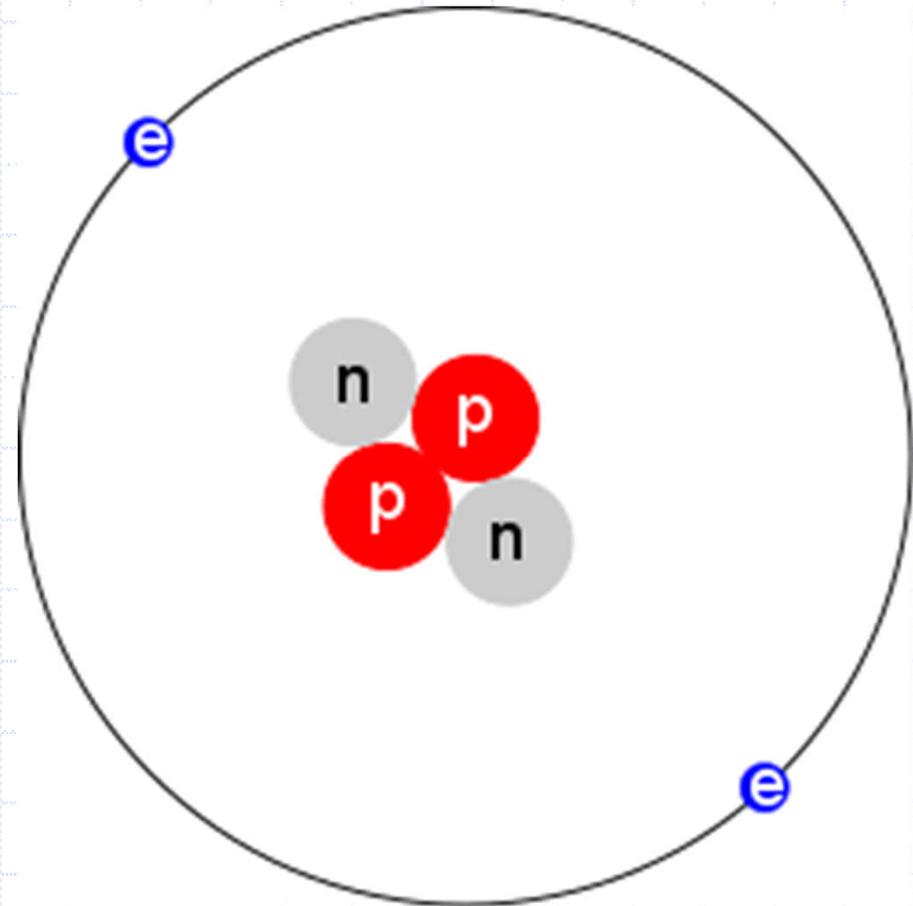
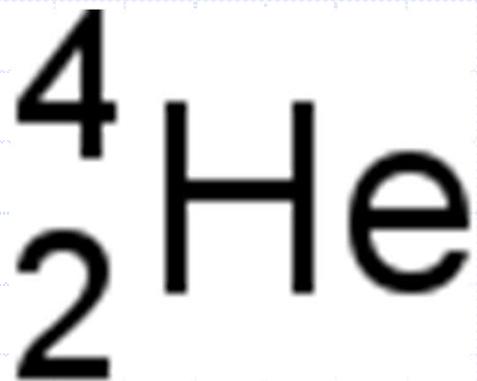
Anzahl der Elektronen =  
Anzahl der Protonen,  
sonst ist das Atom nicht  
neutral.

Masse der Elektronen:  
1/1840 der Nukleonen-  
masse, d. h. sie tragen  
zur Massenzahl nichts  
bei.



# Was ist das?

- ❖ Ordnungszahl 2
- ❖ Massenzahl 4
- ❖ Helium



# ... und was ist dies?

- ◆ Ordnungszahl: 6  
Welches Element?
- ◆ Anzahl der Neutronen: 6  
Massenzahl: ?

# ... und was ist dies?

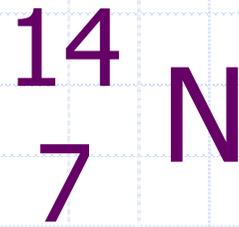
◆ Ordnungszahl: 6

Welches Element? Kohlenstoff!

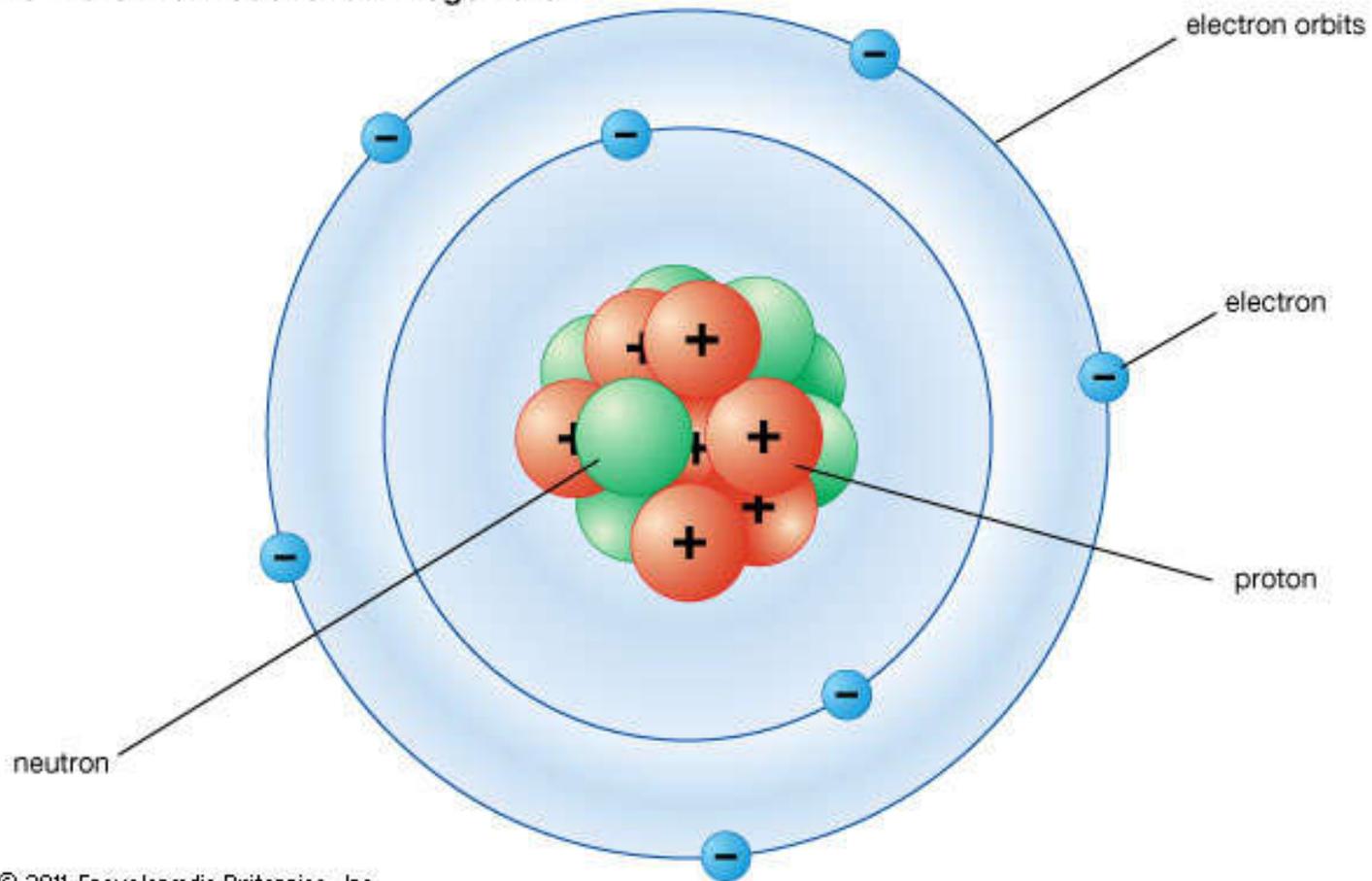
◆ Anzahl der Neutronen: 6

Massenzahl:  $6 + 6 = 12$

(Genauer:  $^{12}\text{C}$ )



Bohr atomic model of a nitrogen atom



© 2011 Encyclopædia Britannica, Inc.

# Atome, Elemente, Periodensystem

1. Elemente, Verbindungen, Atome
2. Atome und Elemente: Ordnungszahl und Massenzahl
3. Periodensystem, Elektronenkonfiguration
4. Edelgasregel
5. Isotope und Nuklide
6. Nomenklatur anorganischer Verbindungen

# Wie kann man die Elemente sinnvoll sortieren?

**Ye olde periodic table**

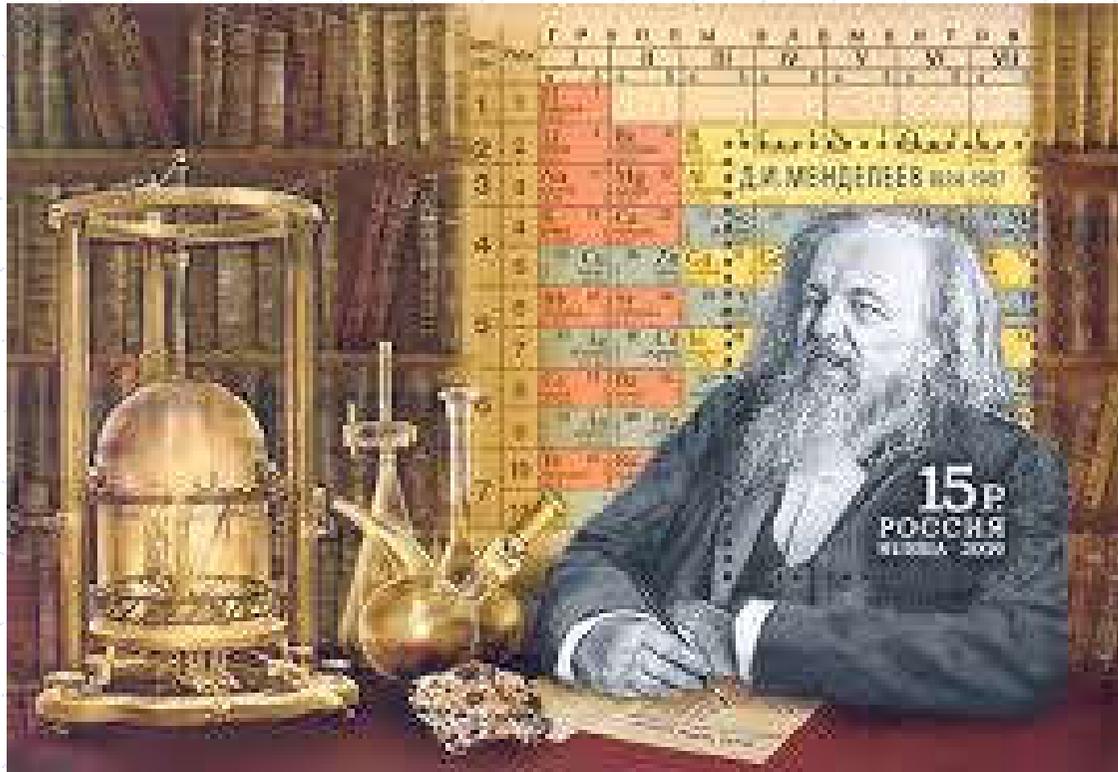
I <b>Er</b> Earth	Here be not solid	
II <b>Wa</b> Water	III <b>Ai</b> Air	IV <b>Fi</b> Fire
Here be transition		

# Eine Idee. Nicht die erste, aber...

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
		Ni = 59	Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	J = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Co = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

Nach Massenzahl sortierte Elemente, veröffentlicht 1869 in der *Zeitschrift für Chemie*

# Dmitri Iwanowitsch Mendelejew



# Nach Ordnungszahl sortiert:

1	Wasserstoff	24	Chrom	47	Silber	70	Ytterbium
2	Helium	25	Mangan	48	Cadmium	71	Lutetium
3	Lithium	26	Eisen	49	Indium	72	Hafnium
4	Beryllium	27	Cobalt	50	Zinn	73	Tantal
5	Bor	28	Nickel	51	Antimon	74	Wolfram
6	Kohlenstoff	29	Kupfer	52	Tellur	75	Rhenium
7	Stickstoff	30	Zink	53	Iod	76	Osmium
8	Sauerstoff	31	Gallium	54	Xenon	77	Iridium
9	Fluor	32	Germanium	55	Caesium	78	Platin
10	Neon	33	Arsen	56	Barium	79	Gold
11	Natrium	34	Selen	57	Lanthan	80	Quecksilber
12	Magnesium	35	Brom	58	Cer	81	Thallium
13	Aluminium	36	Krypton	59	Praseodym	82	Blei
14	Silicium	37	Rubidium	60	Neodym	83	Bismut
15	Phosphor	38	Strontium	61	Promethium	84	Polonium
16	Schwefel	39	Yttrium	62	Samarium	85	Astat
17	Chlor	40	Zirconium	63	Europium	86	Radon
18	Argon	41	Niob	64	Gadolinium	87	Francium
19	Kalium	42	Molybdän	65	Terbium	88	Radium
20	Calcium	43	Technetium	66	Dysprosium	89	Actinium
21	Scandium	44	Ruthenium	67	Holmium	90	Thorium
22	Titan	45	Rhodium	68	Erbium	91	Protactinium
23	Vanadium	46	Palladium	69	Thulium	92	Uran

# Besonders reaktionsträge Gase

Die chemischen Eigenschaften der Elemente wiederholen sich periodisch

1	Wasserstoff	24	Chrom	47	Silber	70	Ytterbium
2	Helium	25	Mangan	48	Cadmium	71	Lutetium
3	Lithium	26	Eisen	49	Indium	72	Hafnium
4	Beryllium	27	Cobalt	50	Zinn	73	Tantal
5	Bor	28	Nickel	51	Antimon	74	Wolfram
6	Kohlenstoff	29	Kupfer	52	Tellur	75	Rhenium
7	Stickstoff	30	Zink	53	Iod	76	Osmium
8	Sauerstoff	31	Gallium	54	Xenon	77	Iridium
9	Fluor	32	Germanium	55	Caesium	78	Platin
10	Neon	33	Arsen	56	Barium	79	Gold
11	Natrium	34	Selen	57	Lanthan	80	Quecksilber
12	Magnesium	35	Brom	58	Cer	81	Thallium
13	Aluminium	36	Krypton	59	Praseodym	82	Blei
14	Silicium	37	Rubidium	60	Neodym	83	Bismut
15	Phosphor	38	Strontium	61	Promethium	84	Polonium
16	Schwefel	39	Yttrium	62	Samarium	85	Astat
17	Chlor	40	Zirconium	63	Europium	86	Radon
18	Argon	41	Niob	64	Gadolinium	87	Francium
19	Kalium	42	Molybdän	65	Terbium	88	Radium
20	Calcium	43	Technetium	66	Dysprosium	89	Actinium
21	Scandium	44	Ruthenium	67	Holmium	90	Thorium
22	Titan	45	Rhodium	68	Erbium	91	Protactinium
23	Vanadium	46	Palladium	69	Thulium	92	Uran

# Sehr reaktionsfreudige Metalle

1	Wasserstoff	24	Chrom	47	Silber	70	Ytterbium
2	Helium	25	Mangan	48	Cadmium	71	Lutetium
3	Lithium	26	Eisen	49	Indium	72	Hafnium
4	Beryllium	27	Cobalt	50	Zinn	73	Tantal
5	Bor	28	Nickel	51	Antimon	74	Wolfram
6	Kohlenstoff	29	Kupfer	52	Tellur	75	Rhenium
7	Stickstoff	30	Zink	53	Iod	76	Osmium
8	Sauerstoff	31	Gallium	54	Xenon	77	Iridium
9	Fluor	32	Germanium	55	Caesium	78	Platin
10	Neon	33	Arsen	56	Barium	79	Gold
11	Natrium	34	Selen	57	Lanthan	80	Quecksilber
12	Magnesium	35	Brom	58	Cer	81	Thallium
13	Aluminium	36	Krypton	59	Praseodym	82	Blei
14	Silicium	37	Rubidium	60	Neodym	83	Bismut
15	Phosphor	38	Strontium	61	Promethium	84	Polonium
16	Schwefel	39	Yttrium	62	Samarium	85	Astat
17	Chlor	40	Zirconium	63	Europium	86	Radon
18	Argon	41	Niob	64	Gadolinium	87	Francium
19	Kalium	42	Molybdän	65	Terbium	88	Radium
20	Calcium	43	Technetium	66	Dysprosium	89	Actinium
21	Scandium	44	Ruthenium	67	Holmium	90	Thorium
22	Titan	45	Rhodium	68	Erbium	91	Protactinium
23	Vanadium	46	Palladium	69	Thulium	92	Uran

# Chemische Ähnlichkeit

Lithium (3), Natrium (11), Kalium (19),  
Rubidium (37), Cäsium (55), Francium (87)

Alle bilden farblose Salze mit Chlor:  
LiCl, NaCl, KCl, RbCl, CsCl und FrCl

# Periodizität

$1\text{H}$							$2\text{He}$
$3\text{Li}$	$4\text{Be}$	$5\text{B}$	$6\text{C}$	$7\text{N}$	$8\text{O}$	$9\text{F}$	$10\text{Ne}$
$11\text{Na}$	$12\text{Mg}$	$13\text{Al}$	$14\text{Si}$	$15\text{P}$	$16\text{S}$	$17\text{Cl}$	$18\text{Ar}$
$19\text{K}$	$20\text{Ca}$	$31\text{Ga}$	$32\text{Ge}$	$33\text{As}$	$34\text{Se}$	$35\text{Br}$	$36\text{Kr}$
$37\text{Rb}$	$38\text{Sr}$	.	.	.	.	$53\text{I}$	$54\text{Xe}$
$55\text{Cs}$	$56\text{Ba}$	.	.	.	.	$85\text{At}$	$86\text{Rn}$

# Noch mehr Periodizität

Alkali- metalle	Erdalkali- metalle	Erd- metalle			Chalkogene	Halogene	Edelgase
$1\text{H}$							$2\text{He}$
$3\text{Li}$	$4\text{Be}$	$5\text{B}$	$6\text{C}$	$7\text{N}$	$8\text{O}$	$9\text{F}$	$10\text{Ne}$
$11\text{Na}$	$12\text{Mg}$	$13\text{Al}$	$14\text{Si}$	$15\text{P}$	$16\text{S}$	$17\text{Cl}$	$18\text{Ar}$
$19\text{K}$	$20\text{Ca}$	$31\text{Ga}$	$32\text{Ge}$	$33\text{As}$	$34\text{Se}$	$35\text{Br}$	$36\text{Kr}$
$37\text{Rb}$	$38\text{Sr}$	.	.	.	.	$53\text{I}$	$54\text{Xe}$
$55\text{Cs}$	$56\text{Ba}$	.	.	.	.	$85\text{At}$	$86\text{Rn}$

!?

Man nennt es das Periodensystem der Elemente (PSE).

Wie kommt es zustande?

# Anzahl der Elektronen

Neutrales Atom: Anzahl der Protonen = Anzahl der Elektronen

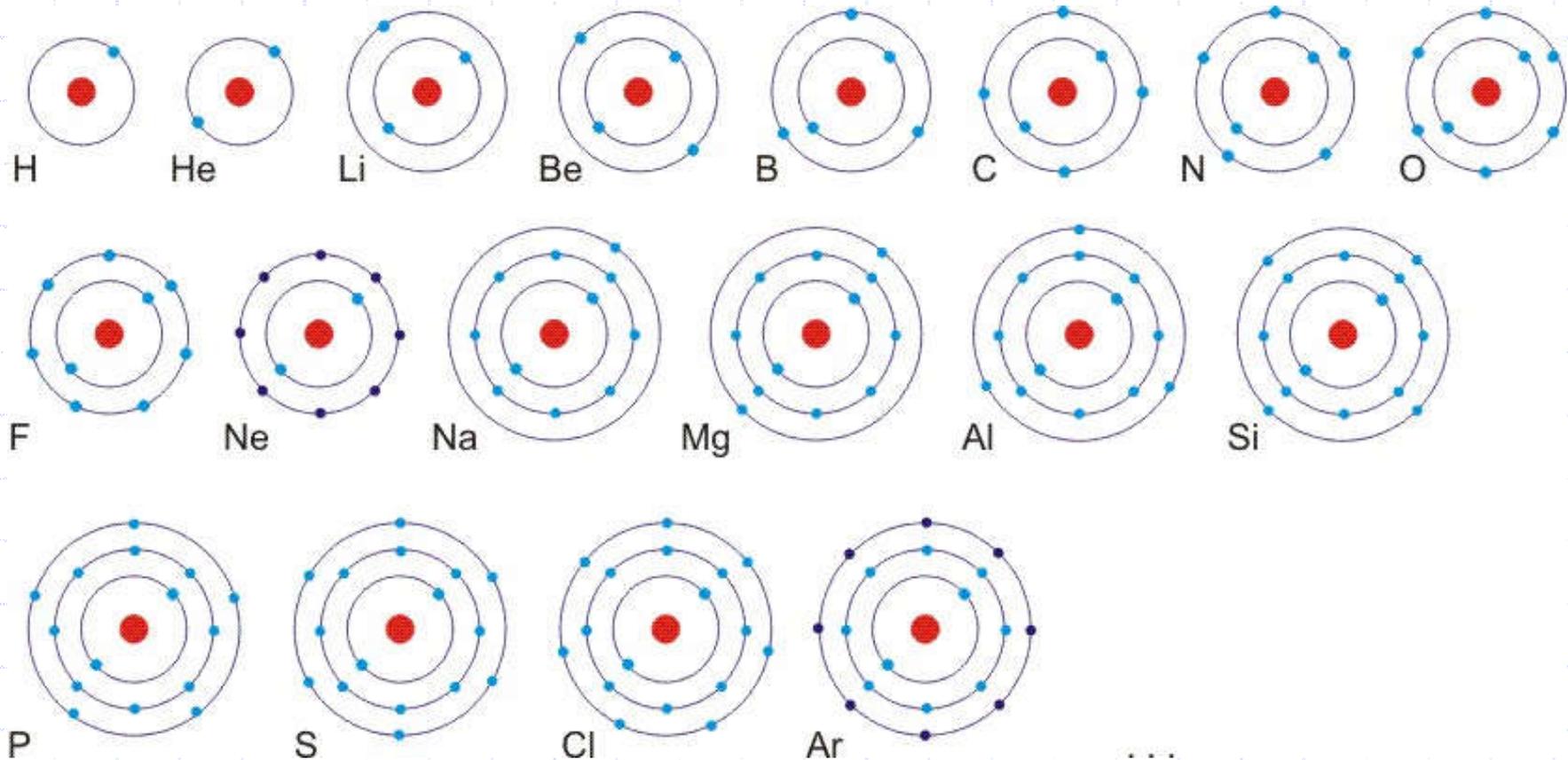
Jedes Element im PSE hat 1 Proton mehr als das vorhergehende

=> Jedes Element im PSE hat 1 Elektron mehr als das vorhergehende

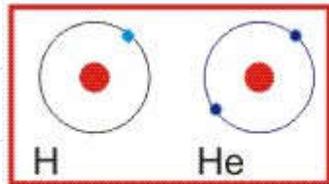
# Wachsen mit System

Die Elektronen kommen nacheinander systematisch in Schalen um den Kern hinzu...

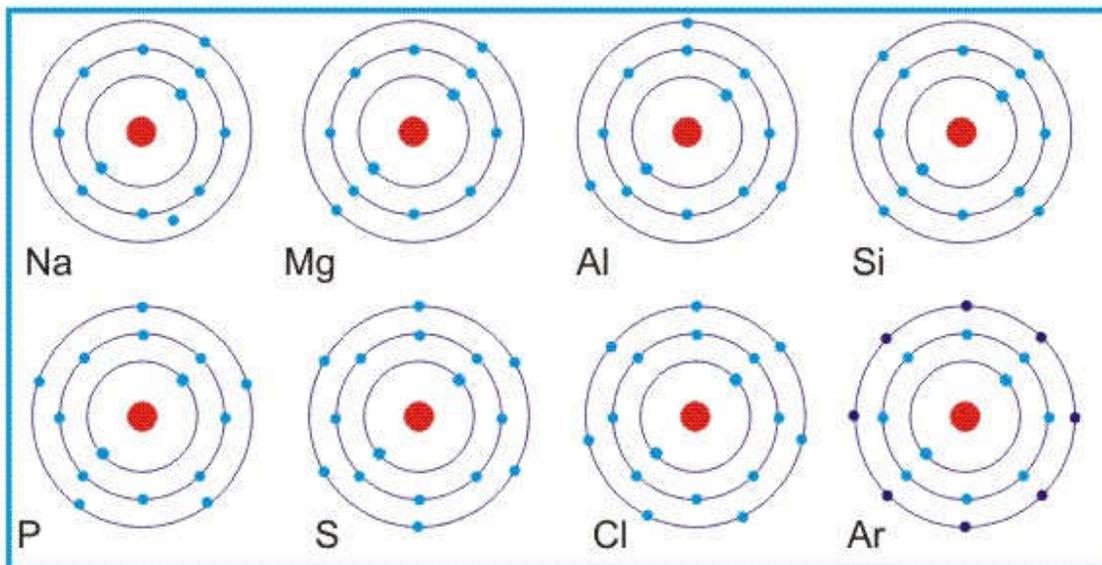
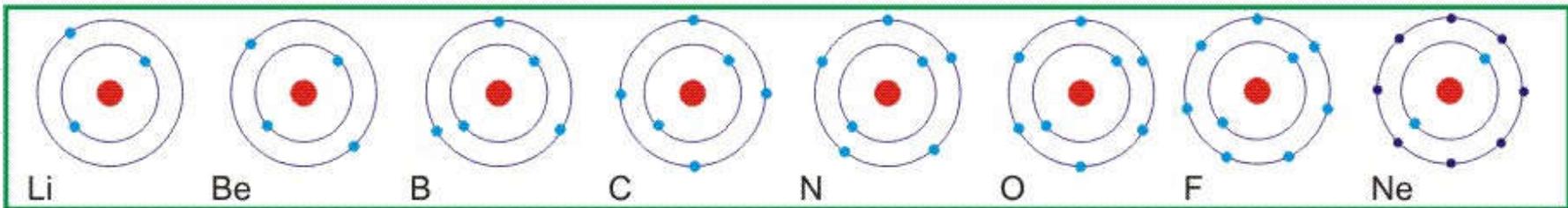
# So läuft es:



# Volle Schale = 1 Periode:



3Li	4Be	5B	6C	7N	8O	9F	10Ne
11Na	12Mg	13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar
19K	20Ca	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr
37Rb	38Sr	.	.	.	.	53I	54Xe
55Cs	56Ba	.	.	.	.	85At	86Rn



1H							2He
11Na	12Mg	13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar
19K	20Ca	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr
37Rb	38Sr	.	.	.	.	53I	54Xe
55Cs	56Ba	.	.	.	.	85At	86Rn

1H							2He
3Li	4Be	5B	6C	7N	8O	9F	10Ne
11Na	12Mg	13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar
19K	20Ca	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr
37Rb	38Sr	.	.	.	.	53I	54Xe
55Cs	56Ba	.	.	.	.	85At	86Rn

<http://www.ptable.com/?lang=de#>

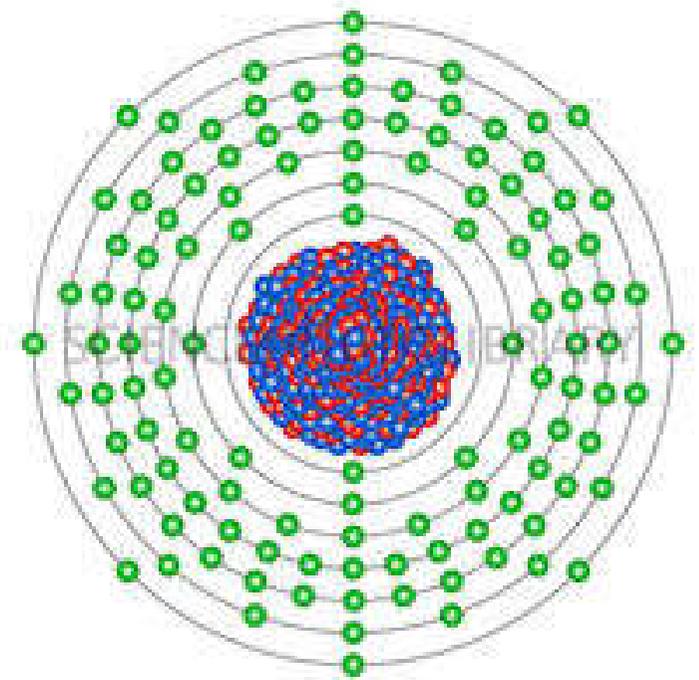
# Zwischenbemerkung

Können mehr als acht Elektronen in einer Schale sein?

Ja!

Ab der dritten Schale werden nach und nach die inneren Bahnen aufgefüllt.

Nur auf der Außenschale sind maximal acht Elektronen.



Element 118  
Oganesson (Og)



# Ein Ende des PSE?

Das bisher schwerste Element: Oganesson (Og). Ordnungszahl 118, Massenzahl 294, benannt nach seinem Mitentdecker Juri Oganjesjan (2006).

Je größer ein Atomkern, desto instabiler wird er; mit 118 könnte das Og vielleicht schon in der Nähe der maximalen Größe liegen, aber ...

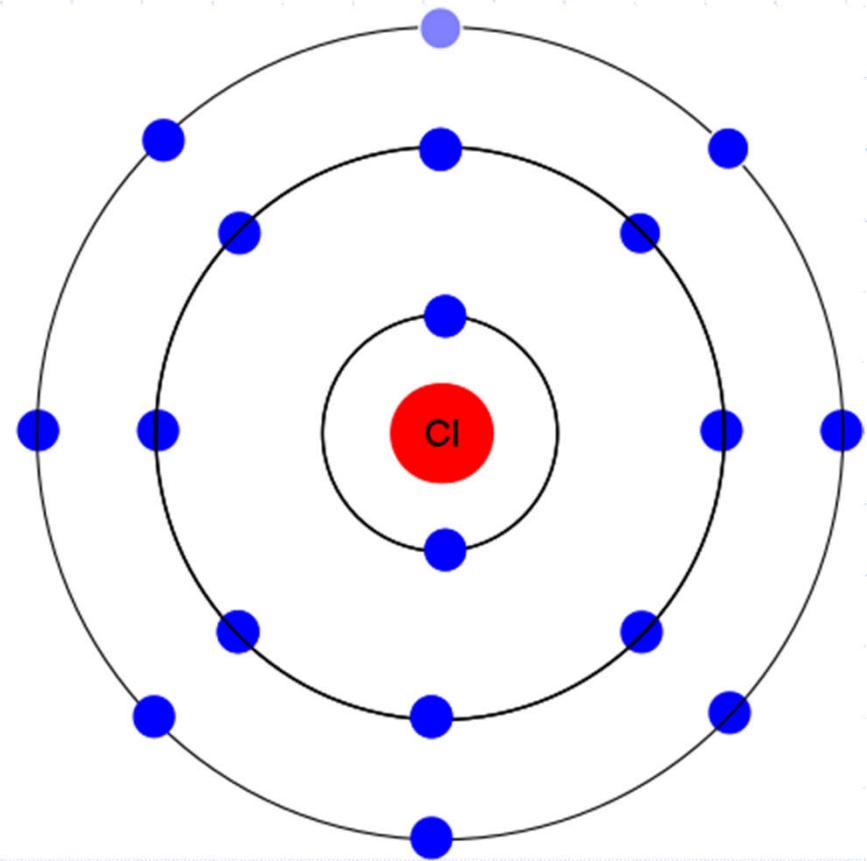
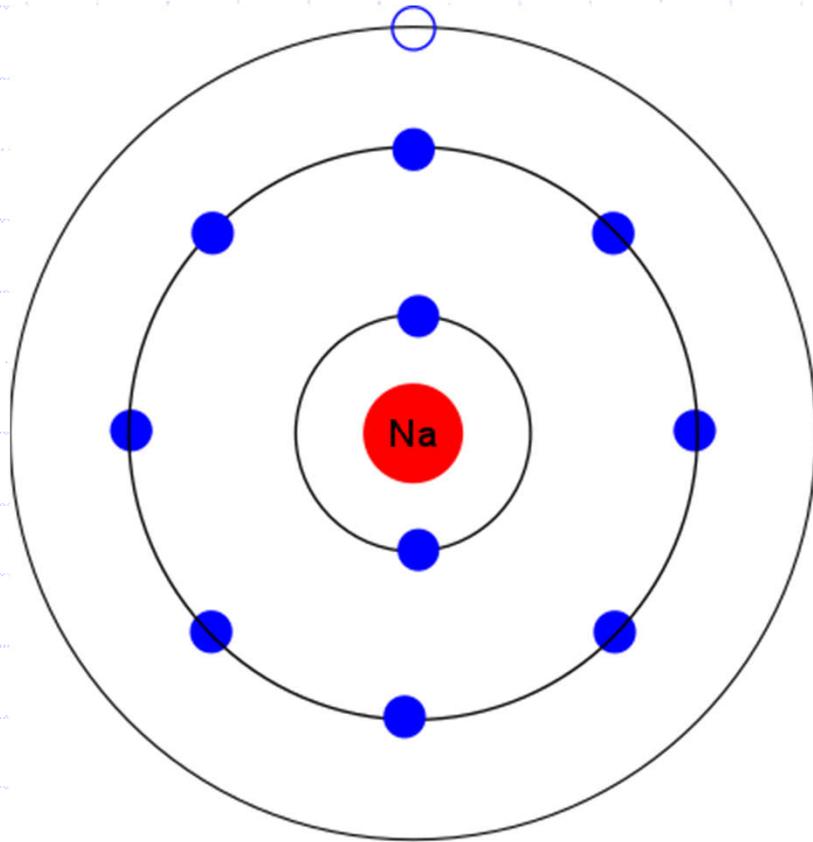


# Ionen

Atome, die mehr oder weniger Elektronen in ihrer Hülle haben, als sie laut ihrer Kernladungszahl haben müssten: **Ionen**

Auch Moleküle können Elektronen aufnehmen oder abgeben und so Molekül-Ionen bilden.

# Ionen



# Atome, Elemente, Periodensystem

1. Elemente, Verbindungen, Atome
2. Atome und Elemente: Ordnungszahl und Massenzahl
3. Periodensystem, Elektronenkonfiguration
4. Edelgasregel
5. Isotope und Nuklide
6. Nomenklatur anorganischer Verbindungen

# 8 Außenelektronen

- Wichtig für chemische Prozesse sind nur die Elektronen auf der äußeren Schale, die *Valenzelektronen!*
- *Oktettregel:* Jedes Atom strebt eine Edelgaskonfiguration an! **Atome verbinden sich vorzugsweise so miteinander zu Molekülen, dass sie in ihrer äußeren Schale acht Elektronen besitzen.**

# Wie kommt das Atom zur Edelgaskonfiguration?

- **Fall 1: Das Atom hat viele (aber weniger als acht) Elektronen in der Außenschale:**  
Vorzugsweise Elektronenaufnahme, um den angestrebten Zustand zu erreichen.
- **Fall 2: Das Atom hat wenige Elektronen in der Außenschale:**  
Leichte Elektronenabgabe =>  
Nächstniedrigere Schale mit acht Elektronen wird zur Außenschale.

# Nochmal: Elektronen und PSE

Wenige Elektronen								Viele Elektronen	
$1\text{H}$									$2\text{He}$
$3\text{Li}$	$4\text{Be}$	$5\text{B}$	$6\text{C}$	$7\text{N}$	$8\text{O}$	$9\text{F}$	$10\text{Ne}$		
$11\text{Na}$	$12\text{Mg}$	$13\text{Al}$	$14\text{Si}$	$15\text{P}$	$16\text{S}$	$17\text{Cl}$	$18\text{Ar}$		
$19\text{K}$	$20\text{Ca}$	$31\text{Ga}$	$32\text{Ge}$	$33\text{As}$	$34\text{Se}$	$35\text{Br}$	$36\text{Kr}$		
$37\text{Rb}$	$38\text{Sr}$	.	.	.	.	$53\text{I}$	$54\text{Xe}$		
$55\text{Cs}$	$56\text{Ba}$	.	.	.	.	$85\text{At}$	$86\text{Rn}$		

# Beispiel: Natrium und Chlor

- Natrium: Links im PSE, 1 Außenelektron
- Chlor: Rechts im PSE, 7 Außenelektronen

Na gibt ein  $e^-$  ab  $\rightarrow$  Achterschale

Chlor nimmt ein  $e^-$  auf  $\rightarrow$  Achterschale

Ergebnis:  $\text{Na}^+$  und  $\text{Cl}^-$

# Beispiel: Natrium und Sauerstoff

- Natrium: Links im PSE, 1 Außenelektron
- Sauerstoff: Rechts im PSE, 6 Außenelektronen

2 Na geben je ein  $e^-$  ab  $\rightarrow$  Achterschale

1 O nimmt zwei  $e^-$  auf  $\rightarrow$  Achterschale

Ergebnis:  $\text{Na}_2\text{O}$

# Edelgasregel

"Das eine gibt, was es gern loswerden möchte,  
dem andern, das es gern haben möchte."

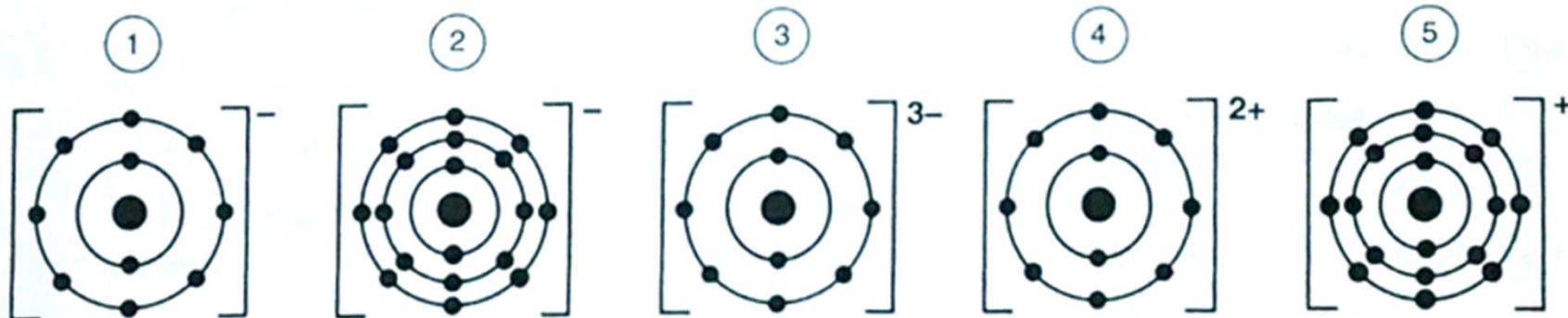


Die Edelgasregel ist eine Regel, aber kein Naturgesetz. Streng genommen trifft sie nur für die ersten beiden Perioden des PSE zu.

# Beispielaufgabe Nr. 1

Atome des Elements mit der Ordnungszahl 11 reagieren mit Atomen des Elements mit der Ordnungszahl 17.

Welche Abbildung stellt ein Ion dar, das bei der genannten Reaktion entsteht?



# Überlegung zur Lösung

- Element mit 11 Elektronen: 1 Elektron auf der Außenschale, das Oktett wird durch Abgabe eines Elektrons erreicht →  $[11]^+$

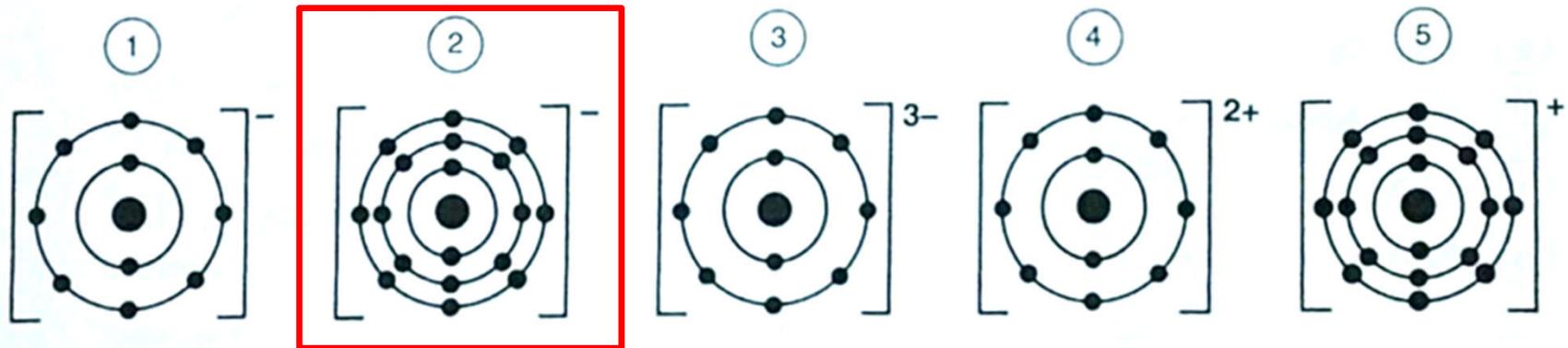
Insgesamt nur noch 10 Elektronen

- Element mit 17 Elektronen: 7 Elektronen auf der Außenschale, das Oktett wird durch Aufnahme eines Elektrons erreicht →  $[17]^-$

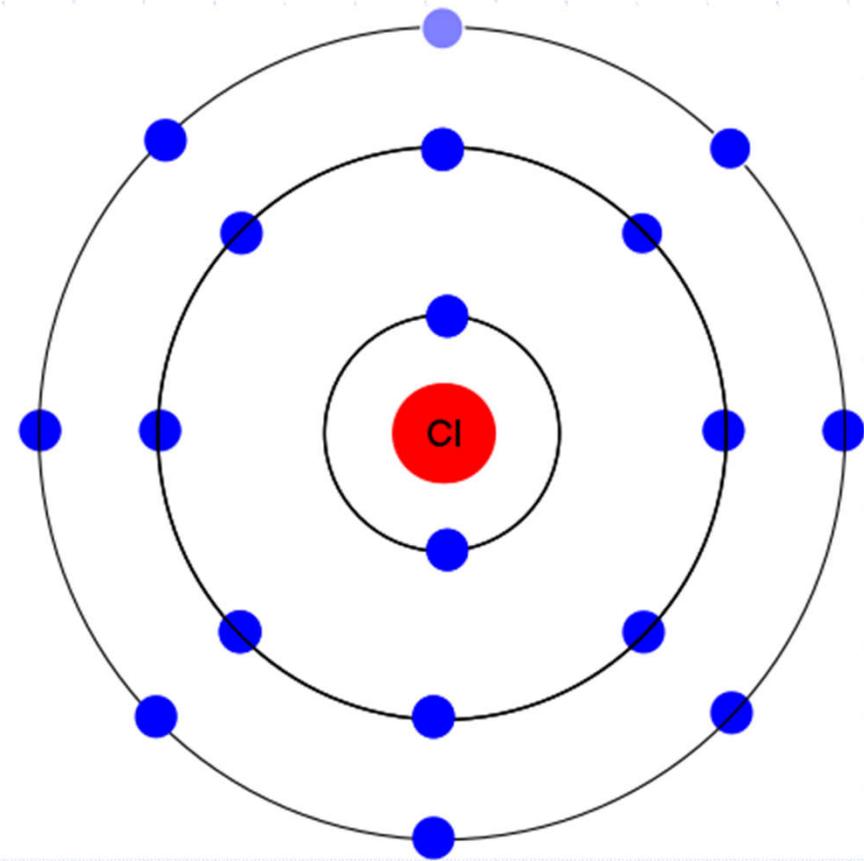
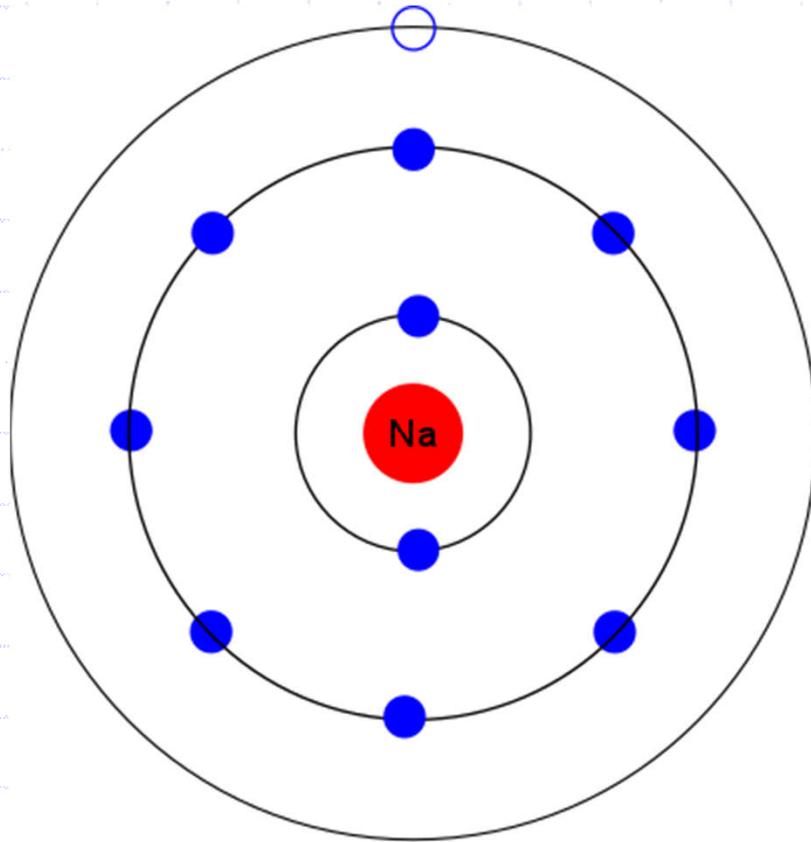
Insgesamt jetzt 18 Elektronen

# Lösung

- $[11]^+$ : 10 Elektronen, alle auf den ersten beiden Schalen
- $[17]^-$ : 18 Elektronen, davon 8 auf der äußeren Schale



# Nochmal: Ionen



# Atome, Elemente, Periodensystem

1. Elemente, Verbindungen, Atome
2. Atome und Elemente: Ordnungszahl und Massenzahl
3. Periodensystem, Elektronenkonfiguration
4. Edelgasregel
5. Isotope und Nuklide
6. Nomenklatur anorganischer Verbindungen

# Isotope

- Atomkerne des gleichen Elements, also gleicher Ordnungszahl, können verschieden viele Neutronen enthalten.
- Die Isotope eines Elements unterscheiden sich in der Anzahl der *Neutronen* im Kern, die Anzahl der Protonen hingegen ist gleich. Sonst wäre es ein anderes Element!

# Beispiele für Isotope

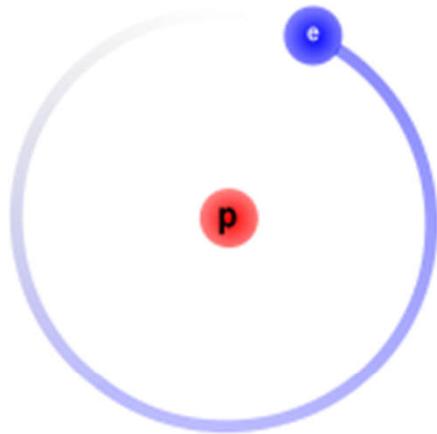
◆ Kohlenstoffatome (Kernladungszahl 6) mit 6 oder 8 Neutronen:  $^{12}_6\text{C}$ ,  $^{14}_6\text{C}$

◆ Uranatome (92 Protonen) mit 143 oder 146 Neutronen:  $^{235}_{92}\text{U}$  und  $^{238}_{92}\text{U}$

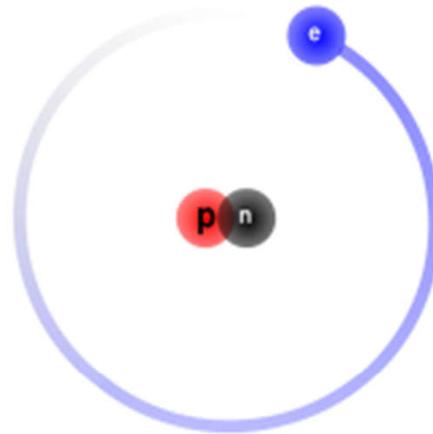
# Beispiel Wasserstoffkern

- ${}^1_1\text{H}$  Wasserstoff: 1 Proton
- ${}^2_1\text{D}$  Deuterium: 1 Proton, 1 Neutron
- ${}^3_1\text{T}$  Tritium: 1 Proton, 2 Neutronen

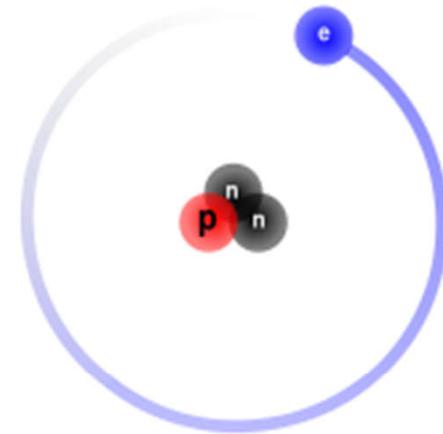
Das einzige Element, dessen Isotope eigene Namen haben



**Wasserstoff**



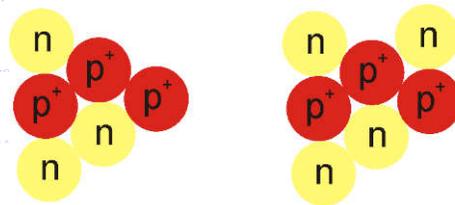
**Deuterium**



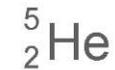
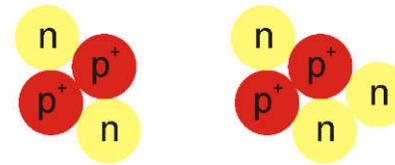
**Tritium**

# Auf einen Blick:

2 Isotope des Elements Lithium



2 Isotope des Elements Helium



Li, Ordnungszahl 3, steht *immer* hier im PSE!

He, Ordnungszahl 2, steht *immer* hier im PSE!

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

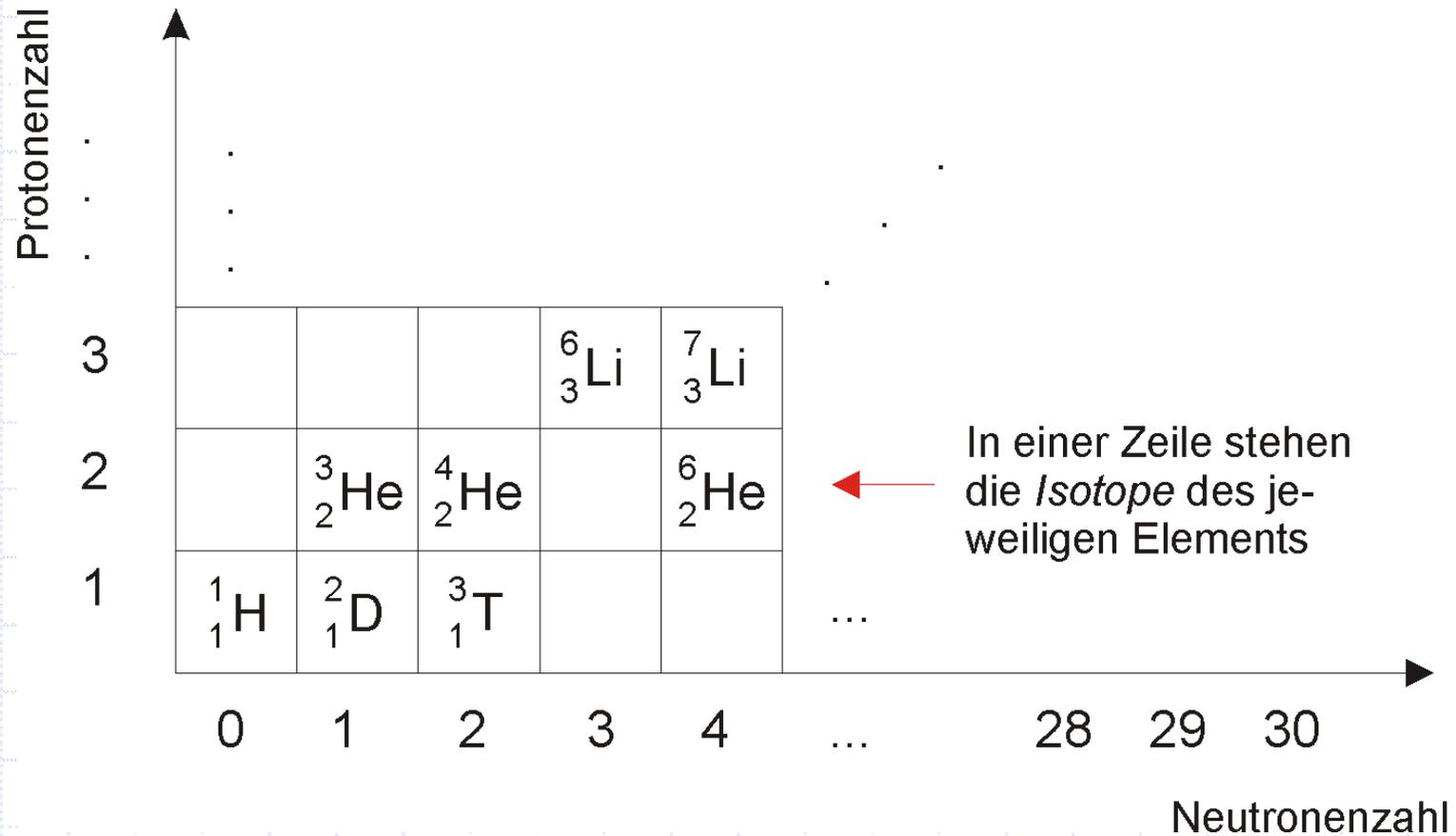
...

iso } Isotope stehen am gleichen Ort im Periodensystem  
topos }  
Ort }

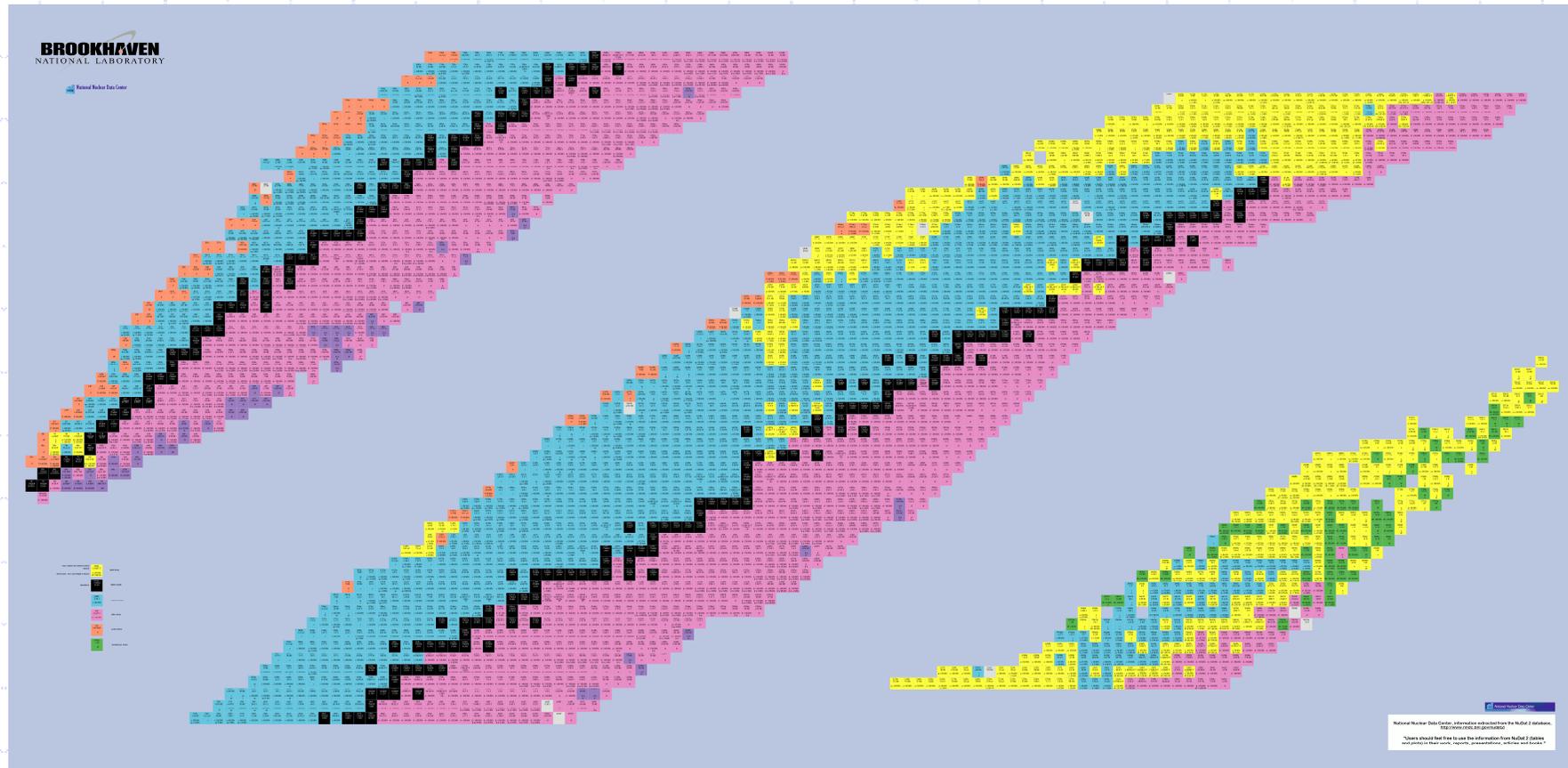
# Isotope und Nuklide

- Von **Isotopen** spricht man nur im Zusammenhang mit einem bestimmten Element.
- Die verschiedenen Atomsorten, unabhängig vom jeweiligen Element, heißen **Nuklide**.

# Nuklidkarte

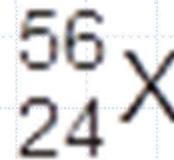
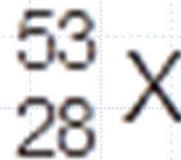
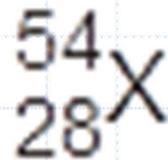
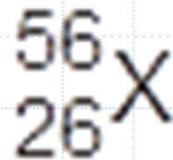
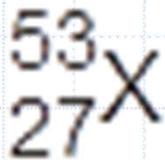


# Nuklidkarte



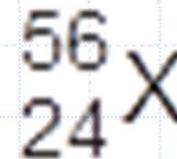
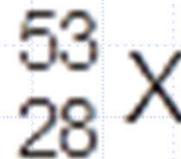
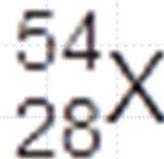
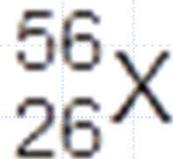
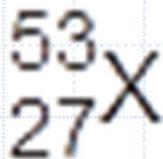
# Beispielaufgabe Nr. 2

Welches Nuklid steht im Periodensystem der Elemente an der gleichen Stelle wie das Nuklid  ${}_{26}^{54}\text{X}$  ?



# Lösung

„An der gleichen Stelle im Periodensystem“:  
Die Stelle im Periodensystem kennen wir durch die Ordnungszahl. Dies ist die untere der beiden Zahlen vor dem Elementsymbol.



# Atome, Elemente, Periodensystem

1. Elemente, Verbindungen, Atome
2. Atome und Elemente: Ordnungszahl und Massenzahl
3. Periodensystem, Elektronenkonfiguration
4. Edelgasregel
5. Isotope und Nuklide
6. Nomenklatur anorganischer Verbindungen

# Nomenklatur anorganischer Verbindungen

Fachausdruck für die Benennung chemischer Verbindungen: *Nomenklatur*

Von der IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) festgelegt

# Das muss man kennen:

Fast immer enthalten die Namen chemischer Verbindungen die griechischen Zahlwörter als Vorsilben:

**1 mono**

Monoton

**2 di**

Dipol

**3 tri**

Triathlon

**4 tetra**

Tetrapack

**5 penta**

Pentagon

**6 hexa**

Hexan

**7 hepta**

**8 octa**

Oktagon

**9 nona**

**10 deka**

Dekade

# Beispiele

Den Vorsilben entsprechen die Indizes in den Formeln

- Kohlendioxid,  $\text{CO}_2$
- Siliciumtetrachlorid,  $\text{SiCl}_4$
- Distickstoffpentaoxid,  $\text{N}_2\text{O}_5$

# Wie findet man den richtigen Namen?

In sehr vielen (anorganischen) Verbindungen kommen die beteiligten Elemente als Kationen und Anionen vor, z. B. NaCl , CaCO<sub>3</sub>.

- Im Namen der Verbindung steht zuerst das Kation, dann das Anion
- Das Anion endet stets auf „-id“
- Vor dem Namen des Elements steht die Anzahl der Atome

# Beispiele

	Index des Kations	Name des Kations	Index des Anions	Name des Anions
$\text{Al}_2\text{O}_3$	Di	aluminium	tri	oxid
$\text{MgCl}_2$	(Mono)	Magnesium	di	chlorid

"Mono" kann man weglassen, wenn dadurch keine Unklarheiten entstehen. Entsprechendes gilt für andere Vorsilben; z. B. weil es kein  $\text{MgCl}$  gibt, kann man  $\text{MgCl}_2$  auch Magnesiumchlorid nennen. Ebenso spricht man normalerweise von Aluminiumoxid.

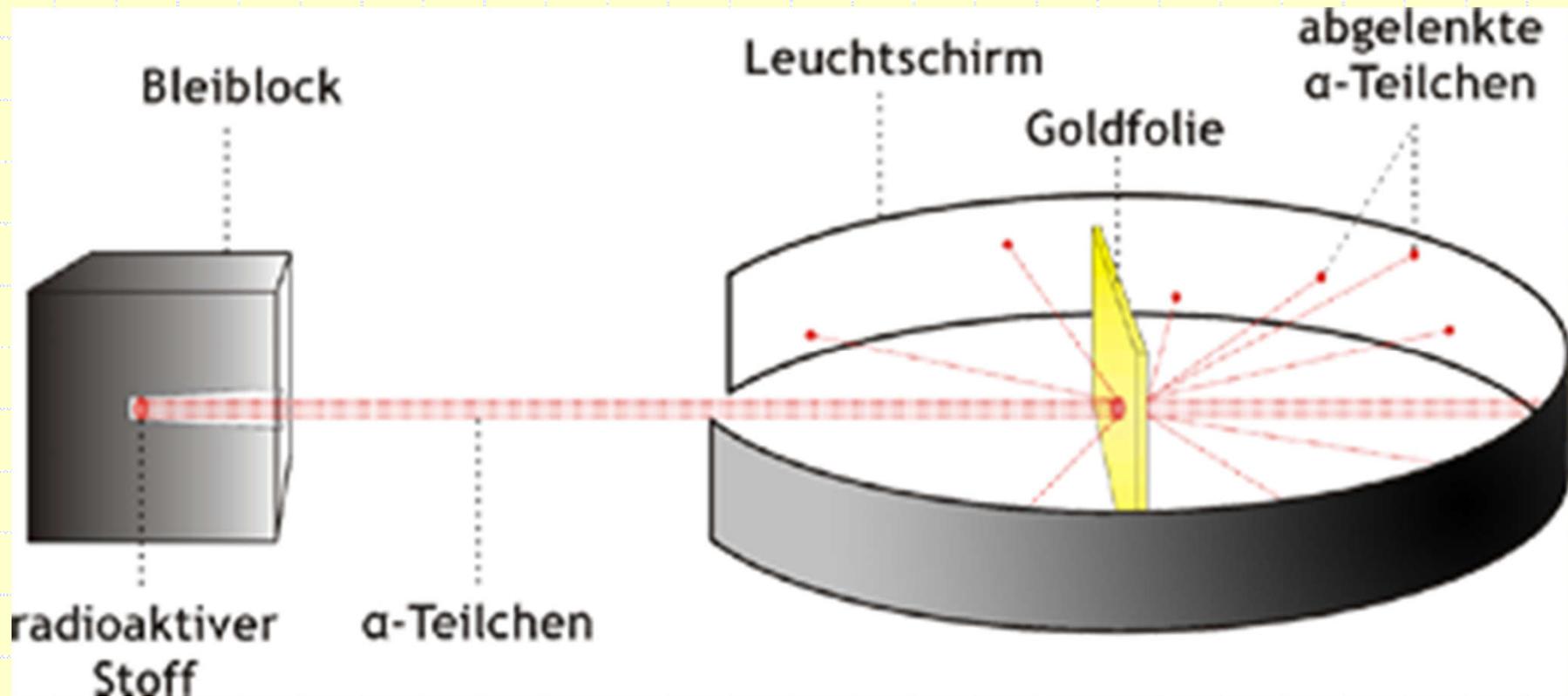
# Vorsicht Falle!



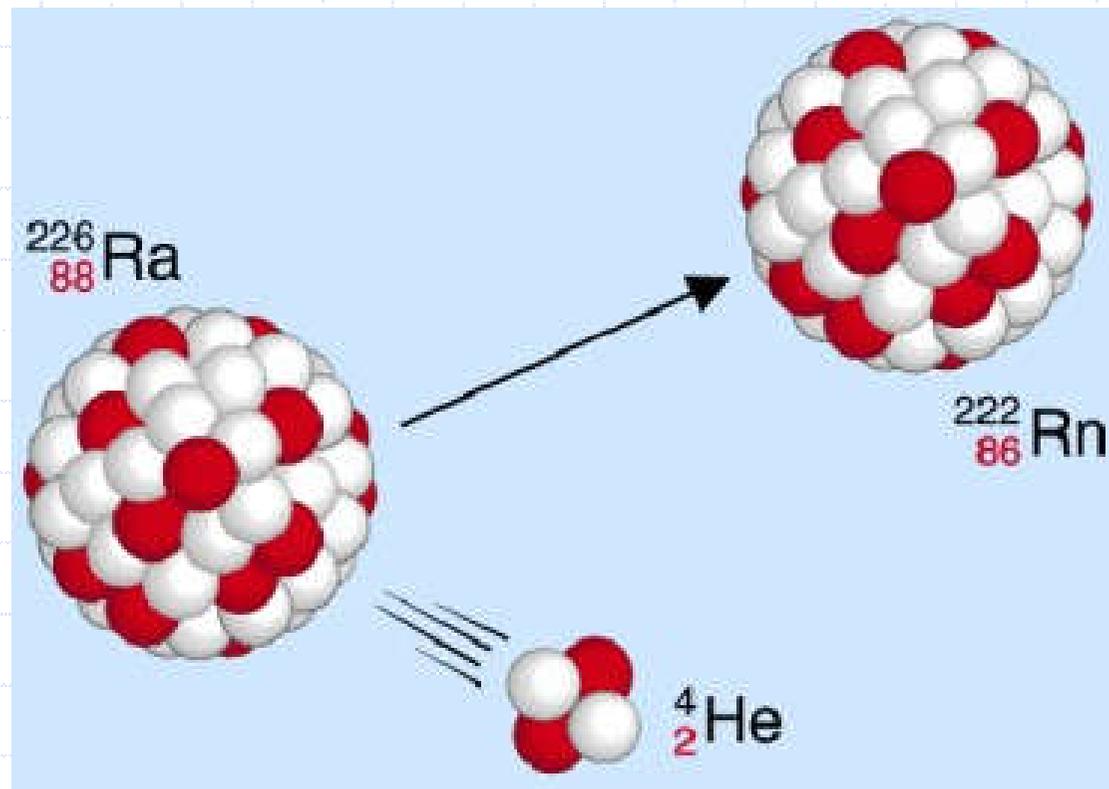
Ammoniumcalciumphosphat.

- Die 4 beim Ammonium könnte zu "Tetraammonium" verleiten. Aber  $\text{NH}_4^+$  ist das Ammonium-Ion!
- Ebenso beim Phosphat-Ion  $\text{PO}_4^-$ : Es ist nicht "Tetraphosphat"!

# Exkurs: Radioaktivität



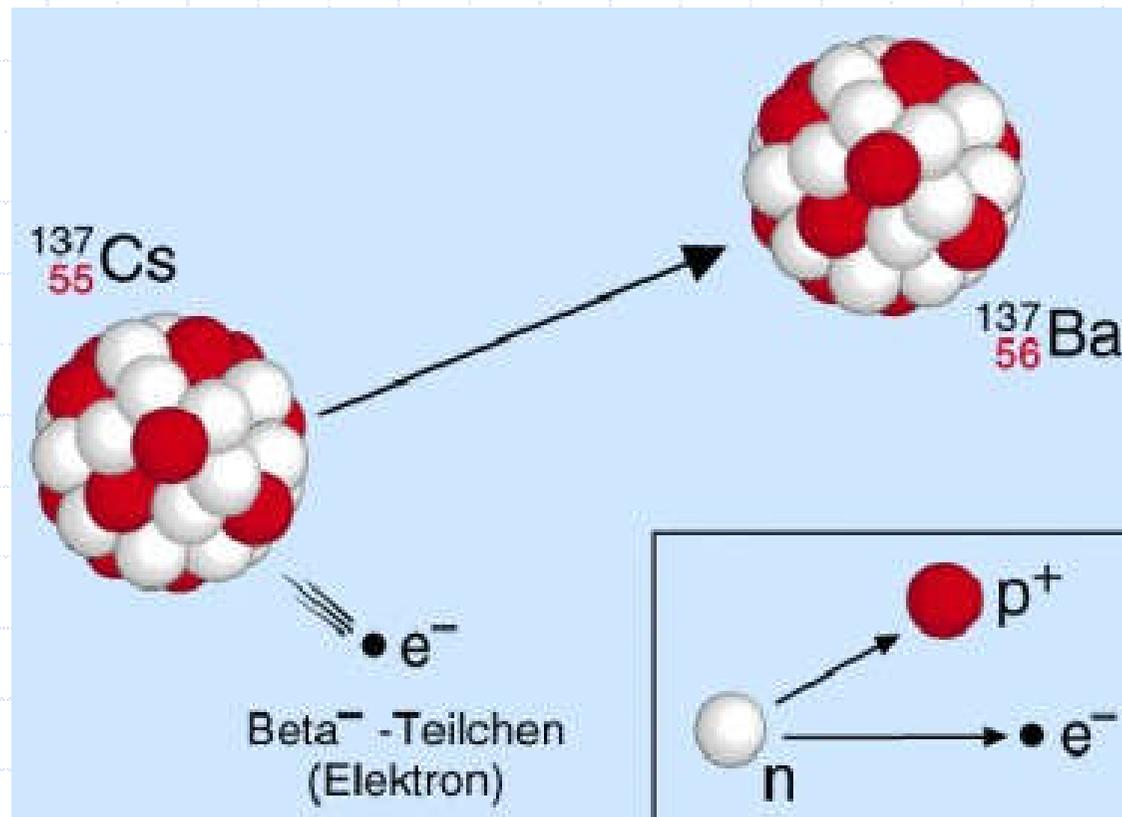
# $\alpha$ -Strahlung: Heliumkerne



# Wirkung der $\alpha$ -Strahlung

- $\alpha$ -Strahlung dringt nur in die oberen, toten Hautschichten ein und ist unbedenklich.
- Inkorporation durch Einatmen oder Aufnahme mit der Nahrung: Schädigung lebender Zellen im Gewebe.
- Anreicherung eines mit  $\alpha$ -Strahlung zerfallenden Nuklids in einem Organ: hohe Strahlendosis auf kleinem Raum

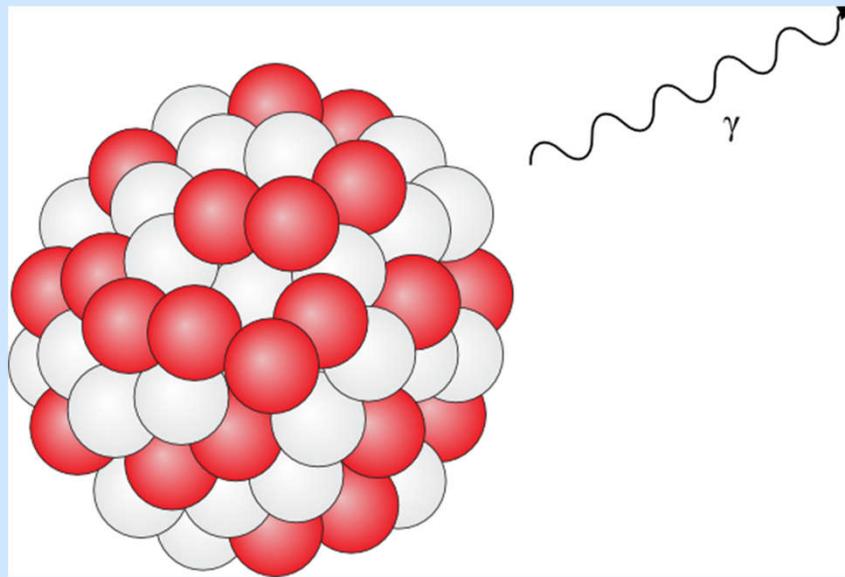
# $\beta$ -Strahlung: Elektronen



# Wirkung der $\beta$ -Strahlung

- $\beta$ -Strahlung schädigt nur die Haut. Aber: Intensive Verbrennungen mit Spätfolgen wie Hautkrebs.
- Inkorporation: Schädigung lebender Zellen im Gewebe durch hohe Strahlenbelastung des einzelnen Organs. (Schilddrüsenkrebs)

# $\gamma$ -Strahlung: Photonen



# Wirkung von $\gamma$ -Strahlung

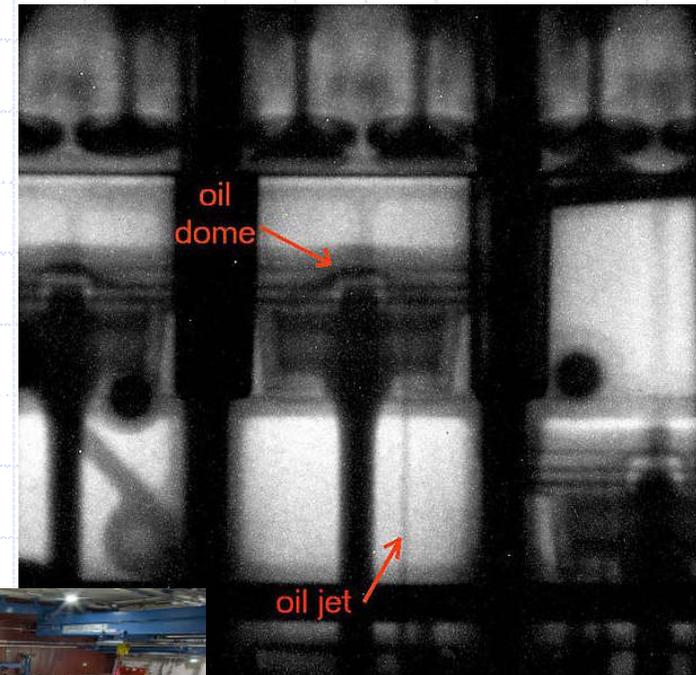
- Somatische Schäden: Absorption der sehr hohen Energie der  $\gamma$ -Strahlung im Organismus führt zur Ionisation, zum Aufbrechen chemischer Bindungen usw. (Bestrahlungssyndrom)
- Genetische Schäden: Veränderung des Erbguts (DNA-Strangbrüche) mit Schädigung der Nachkommen (Mutationen).



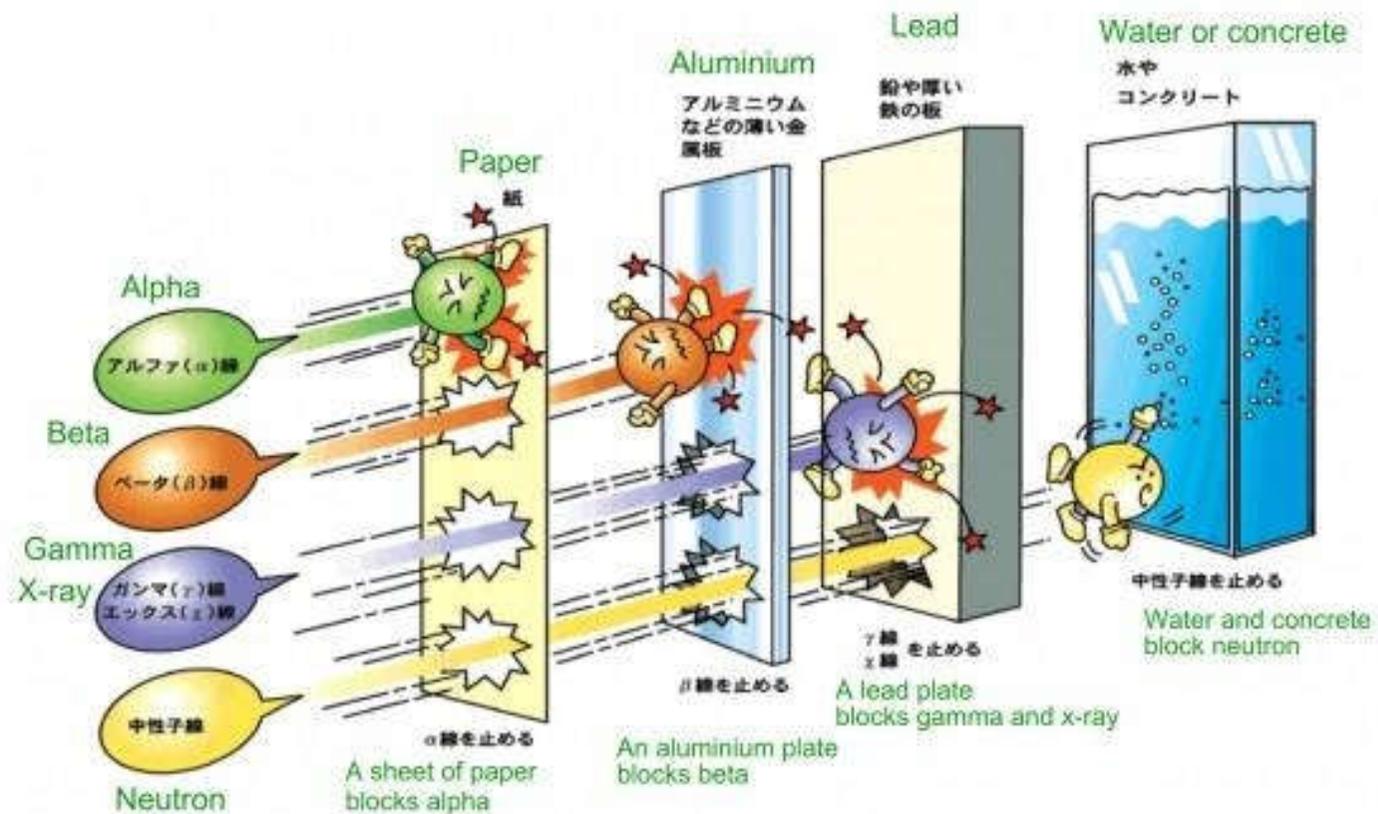
# Neutronenstrahlung

Neutronenstrahlen werden bei Kernprozessen in Kernreaktoren abgegeben.

FRM 2: Forschungsreaktor  
München 2



# REMEMBER KIDS, KNOWLEDGE IS POWER!



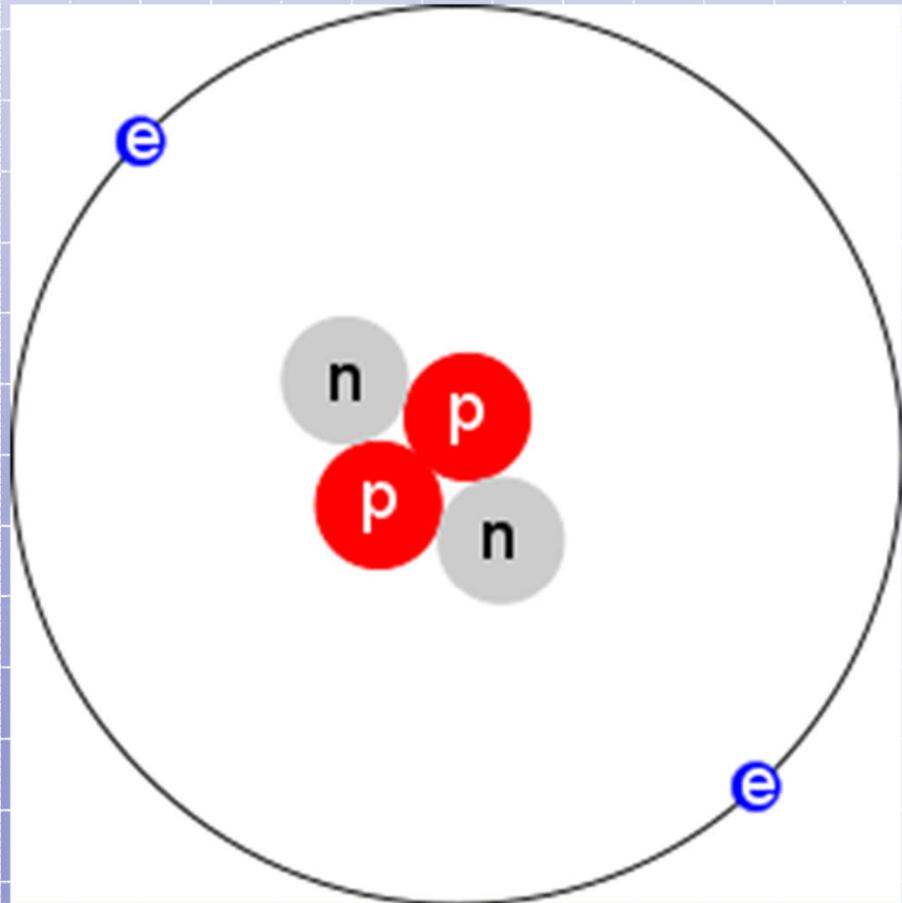
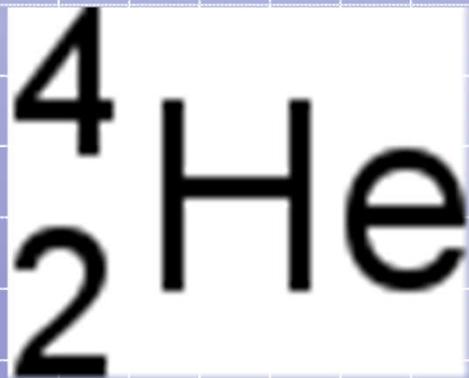
# Take-Home-Message 1



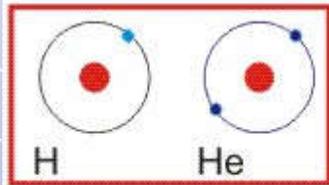
Eine Verbindung hat andere  
chemische Eigenschaften als ihre  
Elemente!

# Take-Home-Message 2

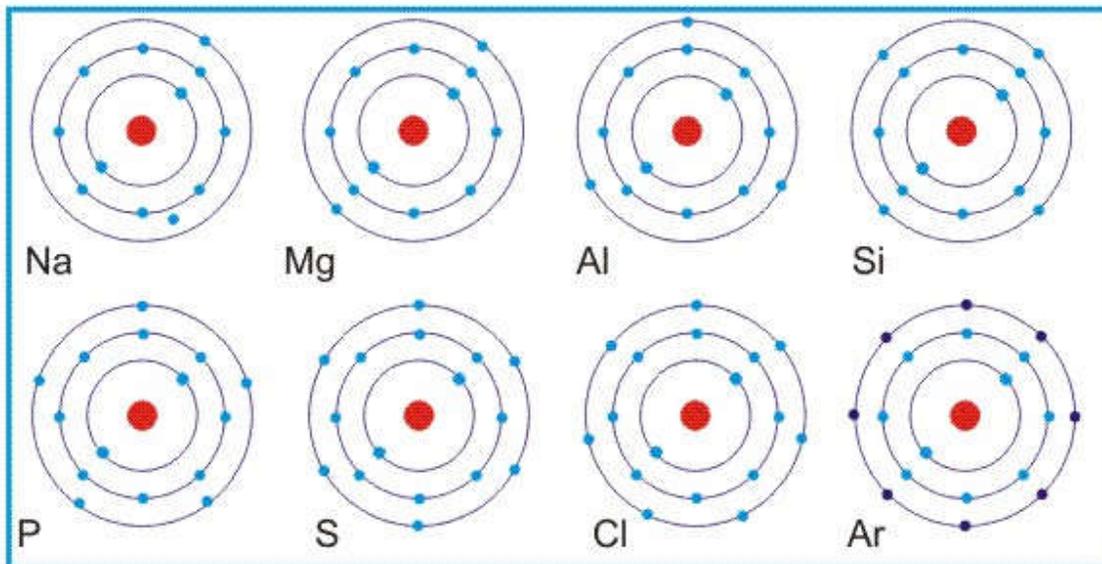
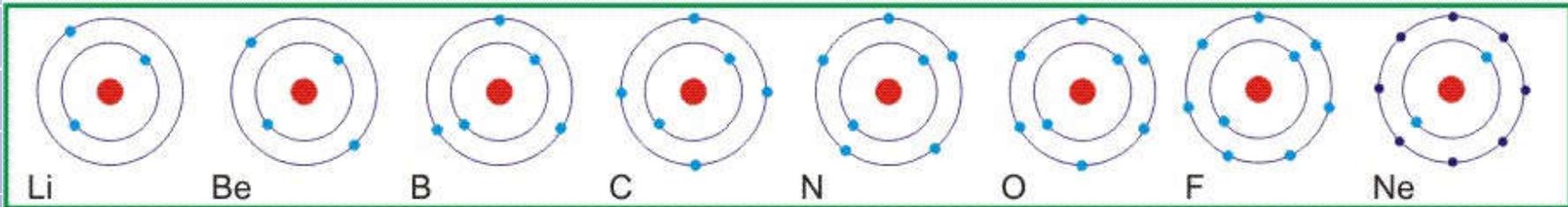
- ❖ Ordnungszahl 2
- ❖ Massenzahl 4
- ❖ Helium



# Take-Home-Message 3



3Li	4Be	5B	6C	7N	8O	9F	10Ne
11Na	12Mg	13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar
19K	20Ca	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr
37Rb	38Sr	.	.	.	.	53I	54Xe
55Cs	56Ba	.	.	.	.	85At	86Rn

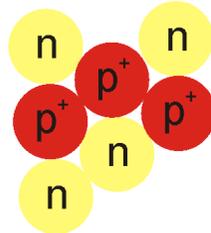
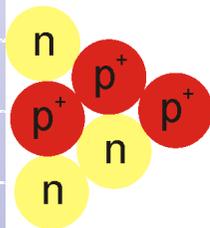


1H							2He
11Na	12Mg	13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar
19K	20Ca	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr
37Rb	38Sr	.	.	.	.	53I	54Xe
55Cs	56Ba	.	.	.	.	85At	86Rn

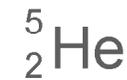
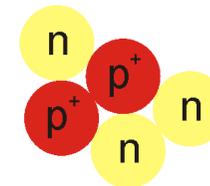
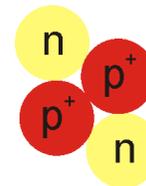
1H							2He
3Li	4Be	5B	6C	7N	8O	9F	10Ne
11Na	12Mg	13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar
19K	20Ca	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr
37Rb	38Sr	.	.	.	.	53I	54Xe
55Cs	56Ba	.	.	.	.	85At	86Rn

# Take-Home-Message 4

2 Isotope des Elements Lithium



2 Isotope des Elements Helium



Li, Ordnungszahl 3, steht *immer* hier im PSE!

He, Ordnungszahl 2, steht *immer* hier im PSE!

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

...

iso  
topos }  
gleich  
Ort }

Isotope stehen am gleichen Ort im Periodensystem