

Jedes Elektron eines Atoms kann durch einen Satz von vier Quantenzahlen in der Schrödingergleichung eindeutig beschrieben werden. Das Quadrat der Lösung gibt die Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Elektrons an, sein Orbital. Zur Beschreibung der Elektronenstruktur eines Elementes reichen jedoch die Angaben für das zuletzt eingebaute Elektron, da der Aufbau nach festen Regeln erfolgt:

Beispiel

Elektronenkonfiguration: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 \cong [\text{Ne}] 3s^2 3p^5$

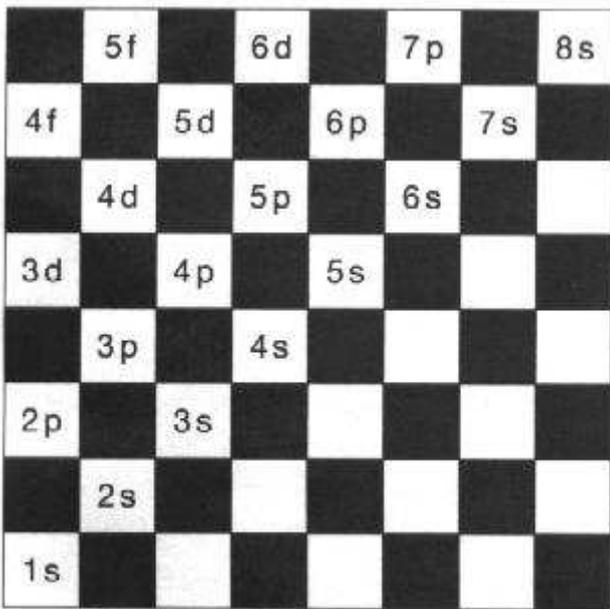
Kästchen-
schreibweise ^{17}Cl



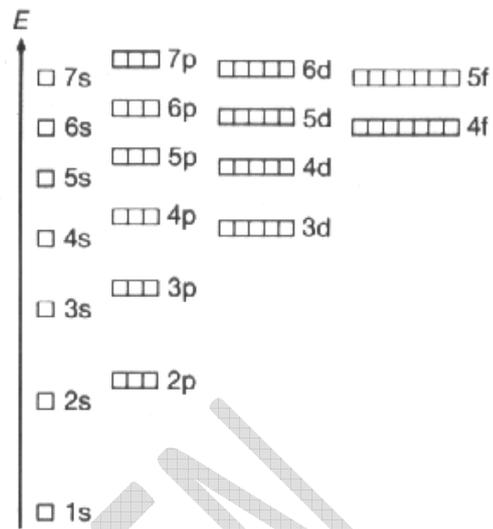
Hauptquantenzahl	n	1	2	2			3	3			$s = +\frac{1}{2} : \uparrow$ $s = -\frac{1}{2} : \downarrow$
Nebenquantenzahl	l	0	0	1			0	1			
Magnetquantenzahl	m	0	0	-1	0	+1	0	-1	0	+1	
Spinquantenzahl	s	$\pm\frac{1}{2}$									

Quantenzahlen des zuletzt eingebauten Elektrons: $n = 3, l = 1, m = 0, s = -\frac{1}{2}$

1. **Energieprinzip:** Energieärmere Zustände werden zuerst besetzt.
Beispiel: Bei den Alkalimetallen Kalium, Rubidium, Caesium und Francium werden jeweils s-Niveaus einfach besetzt, obwohl die p- und d-Niveaus der niedrigeren Hauptquantenzahl noch nicht aufgefüllt sind.
2. **HUNDSche Regel:** Orbitale gleicher Energie, also mit gleicher Nebenquantenzahl l , werden zuerst einfach besetzt. Erst danach erfolgt die Besetzung mit einem zweiten Elektron.
Beispiel: Die drei Elektronen des Vanadiums im 3d-Niveau besetzen drei Orbitale einfach.
3. **PAULI-Prinzip:** Jedes Orbital kann maximal zwei Elektronen mit unterschiedlicher Spinquantenzahl aufnehmen.



Merkhilfe zum Aufbauprinzip



Abstufung der Orbitalenergien

Aufgaben:

1. Ergänzen Sie die Tabelle auf Seite drei und vier in den grauen Kästchen und beschreiben Sie anschließend anhand der Elektronenkonfiguration den Aufbau des Periodensystems der Elemente.
2. Malen Sie im beigefügten PSE den Bereich der s-Elemente hellblau, den Bereich der d-Elemente hellgrün und den Bereich der p-Elemente hellrot aus.
3. Geben Sie von folgenden Elementen die vollständige Elektronenkonfiguration an: ${}_{9}\text{F}$, ${}_{19}\text{K}$, ${}_{34}\text{Se}$. Notieren Sie auch die Quantenzahlen.
4. Abweichend von den Aufbauregeln werden bei einigen Atomarten die Orbitale in einer anderen Reihenfolge besetzt. Diese Ausnahmen treten erstmals bei ${}_{24}\text{Cr}$ und ${}_{29}\text{Cu}$ auf. Suchen Sie eine Begründung für diese Ausnahmen und finden Sie weitere Elemente, bei denen die Orbitale entgegen den Besetzungsregeln halb bzw. voll besetzt sind. Geben Sie deren Elektronenkonfiguration an.
5. Zu welchen Elementen gehört die folgende Elektronenkonfiguration:
 - a) ... $4p^6 5s^2 4d^2$
 - b) ... $4d^{10} 5p^4$
 - c) ... $6s^2 5d^1 4f^7$

Nr.	Sym.	K-	L-	M-	N-	O-	P-Schale
1	H						
2	He						
3	Li						
4	Be						
5	B						
9	F						
10	Ne						
11	Na						
12	Mg						
13	Al						
17	Cl						
18	Ar						
19	K						
20	Ca						

Nr.	Sym.	K-	L-	M-	N-	O-	P-Schale
21	Sc						
22	Ti						
23	V						
24	Cr						
25	Mn						
26	Fe						
27	Co						
28	Ni						
29	Cu						
30	Zn						
31	Ga						
35	Br						
36	Kr						
56	Ba						

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

Table of Radioactive Isotopes

Naturally occurring radioactive isotopes are indicated by a blue mass number. Half lives are in parentheses where s, m, h, d and y stand for seconds, minutes, hours, days and years respectively. The symbols describing the mode of decay and resulting radiation are defined as follows:

α alpha particle L L-electron capture
 β- beta particle SF spontaneous fission
 β+ positron γ gamma ray
 K K-electron capture e- internal electron conversion

GROUP IA

1	1.00797	1	1
-252.7			
-259.2			
0.071			
1s ¹			
Hydrogen			
3	6.939	4	9.0122
1330		2770	
180.5		1277	
0.53		1.85	
1s ² 2s ¹		1s ² 2s ²	
Lithium		Beryllium	
11	22.9898	12	24.312
892		1107	
97.8		650	
0.97		1.74	
[Ne]3s ¹		[Ne]3s ²	
Sodium		Magnesium	

Ac 227(22y)β ⁻ ,α	Cd 115(43d)β ⁻ ,γ	Fe 55(2.6y)K	La 140(40.2h)β ⁻ ,γ	Po 210(138.4d)α,γ	Sr 90(28y)β ⁻
Ag 110(24s)β ⁻ ,γ	Ce 141(32d)β ⁻ ,γ	59(45d)β ⁻ ,γ	Lu 176(101y)α,K,γ	209(103y)α,K,γ	89(51d)β ⁻ ,γ
111(7.5d)β ⁻ ,γ	143(33h)β ⁻ ,γ	Fm 255(20h)α	177(6.8d)β ⁻ ,γ	143(13.8d)β ⁻	85(64d)K,γ
Am 241(458y)α,γ,e ⁻	144(285d)β ⁻ ,γ	Fr 223(22m)β ⁻ ,γ,α	Md 256(90m)K,SF	197(18h)β ⁻ ,γ	Ta 182(115d)β ⁻ ,γ
242(16.0h)β ⁻ ,K,α,γ	Cf 246(35h)α,γ,SF	Ga 72(14.1h)β ⁻ ,γ	Mo 99(67h)β ⁻ ,γ	Pu 242(3.8h)α,SF	Tb 160(73d)β ⁻ ,γ
243(8000y)α,γ	249(360y)α,γ,SF	241(10.8m)β ⁻ ,γ	Na 22(2.6y)β ⁻ ,K,γ	241(13y)α,γ	Tc 99(2×10 ⁵ y)β ⁻
As 76(26.7h)β ⁻ ,γ	251(800y)γ	251(800y)γ	24(15h)β ⁻ ,γ	239(24300y)α,γ,SF	97(106y)K
77(39h)β ⁻ ,γ	Cl 36(3×10 ⁵ y)β ⁻	Ge 71(11d)K	Nd 147(11.1d)β ⁻ ,γ	Ra 226(1620y)α,γ	Te 127(9.3h)β ⁻
At 210(8.3h)K,α,γ	211(7.2h)K,α,γ	H 3(12.3y)β ⁻	Ni 63(125y)β ⁻	Rb 86(18.6d)β ⁻ ,γ	Th 232(1.4×10 ¹⁰ y)α,γ,SF
Au 198(2.69d)β ⁻ ,γ	217(10 ⁷ y)β ⁻	Hf 181(45d)β ⁻ ,γ,e ⁻	59(8×10 ⁴ y)K	Re 188(16.7h)β ⁻ ,γ	228(1.91y)β ⁻
Ba 131(12d)K,γ	Co 58(71d)K,β ⁻ ,γ	Hg 197(65h)K,γ,e ⁻	203(47d)β ⁻ ,γ,e ⁻	186(3.7d)β ⁻ ,γ	Tl 204(3.81y)β ⁻ ,K
133(7.2y)K,γ,e ⁻	60(5.27y)β ⁻ ,γ	Ho 166(27.3h)β ⁻ ,γ	In 114(50d)γ	237(2.2×10 ⁴ y)α,γ	Tm 170(134d)β ⁻ ,γ,e ⁻
Bi 210(5d)β ⁻ ,α	Cr 51(27d)K,γ	245(4.9d)β ⁻ ,γ	Os 191(15d)β ⁻ ,γ,e ⁻	239(2.33d)β ⁻ ,γ	Ru 103(40d)β ⁻ ,γ
Bk 245(4.9d)β ⁻ ,γ	Kr 84(18.3m)β ⁻ ,γ	249(314d)β ⁻ ,α,SF	P 32(14.2d)β ⁻	235(88d)β ⁻	97(2.9d)K,γ,e ⁻
249(314d)β ⁻ ,α,SF	Cu 64(12.8h)K,β ⁻ ,β ⁺ ,γ	137(30y)β ⁻ ,γ	Pa 231(34000y)α,γ	S 35(88d)β ⁻	Sb 122(2.8d)β ⁻ ,K,β ⁺ ,γ
Br 82(36h)β ⁻ ,γ	141(5700y)β ⁻	137(30y)β ⁻ ,γ	Pb 210(19.4y)β ⁻ ,γ,e ⁻	124(60d)β ⁻ ,γ	124(60d)β ⁻ ,γ
C 14(5700y)β ⁻	Es 253(20d)α,γ,SF	Ca 41(8×10 ⁴ y)K	202(10 ⁵ y)β ⁻	Sc 46(84d)β ⁻ ,γ	Se 75(120d)K,γ
14(5700y)β ⁻	254(1y)α,SF	45(165d)β ⁻	K 40(10 ⁴ y)β ⁻ ,K,γ	Sm 153(47h)β ⁻ ,γ	145(340d)K,γ
47(4.5d)β ⁻ ,γ	Eu 154(16y)β ⁻ ,γ	47(4.5d)β ⁻ ,γ	42(12.4h)β ⁻ ,γ	145(340d)K,γ	Sn 113(119d)K,L,γ,e ⁻
	155(1.8y)β ⁻ ,γ				

VIIIA

2	4.0026
-268.9	
-269.7	
0.126	
1s ¹	
Helium	
10	20.183
-246	
-248.6	
1.20	
1s ² 2s ² 2p ⁶	
Neon	
18	39.948
-185.8	
-189.4	
1.40	
[Ne]3s ² 3p ⁶	
Argon	

5	10.811	6	12.01115	7	14.0067	8	15.9994	9	18.9984	10	20.183
-	3	4.2	-195.8	-183	-2	-188.2	-246	-248.6	-268.9	-269.7	
(2030)	2.34	2.26	0.81	1.14	1.505	1.505	1.20	1.20	1.20	1.20	
1s ² 2s ² 2p ¹	1s ² 2s ² 2p ²	1s ² 2s ² 2p ³	1s ² 2s ² 2p ⁴	1s ² 2s ² 2p ⁵	1s ² 2s ² 2p ⁶						
Boron	Carbon	Nitrogen	Oxygen	Fluorine	Neon	Neon	Neon	Neon	Neon	Neon	
13	26.9815	14	28.086	15	30.9738	16	32.064	17	35.453	18	39.948
2450	3	2680	4	280w ±3,5,4	444.6 ±2,6	44.2w	44.2w	34.7 ±1,3,5,7	-185.8	-189.4	
660	2.70	1410	2.33	1.82w	2.07	1.82w	1.82w	1.56	1.56	1.40	
[Ne]3s ² 3p ¹	[Ne]3s ² 3p ²	[Ne]3s ² 3p ³	[Ne]3s ² 3p ⁴	[Ne]3s ² 3p ⁵	[Ne]3s ² 3p ⁶						
Aluminum	Silicon	Phosphorus	Sulfur	Chlorine	Argon	Argon	Argon	Argon	Argon	Argon	

19	39.102	20	40.08	21	44.956	22	47.90	23	50.942	24	51.996	25	54.938	26	55.847	27	58.933	28	58.71	29	63.54	30	65.37	31	69.72	32	72.59	33	74.922	34	78.96	35	79.909	36	83.80
760	1	1440	2	2730	3	3260	4,3	3450	5,4,3,2	2665	6,3,2	2150	7,6,4,2,3	3000	2,3	2900	2,3	2730	2,3	2595	2,1	906	2	2237	3	2830	4	613 [±]	±3.5	685	±1.5	58	±1.5	-152	
838	0.86	838	1.55	1539	3.0	1668	4.51	1900	6.1	1875	7.19	1245	7.43	1536	7.86	1495	8.9	1453	8.9	1083	8.96	419.5	7.14	5.91	5.32	5.72	4.79	817	3.12	817	2.6	157			
[Ar]4s ¹	[Ar]4s ²	[Ar]3d ¹ 4s ²	[Ar]3d ² 4s ²	[Ar]3d ³ 4s ²	[Ar]3d ⁴ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ¹			
Potassium	Calcium	Scandium	Titanium	Vanadium	Chromium	Manganese	Iron	Cobalt	Nickel	Copper	Zinc	Gallium	Germanium	Arsenic	Selenium	Bromine	Krypton	Krypton	Krypton																

87	(223)	88	(226)	89	(227)	104
-	(27)	700	5.0	1050	3*	
[Rn]7s ¹	[Rn]7s ²					
Francium	Radium	Actinium				

58	140.12	59	140.907	60	144.24	61	(147)	62	150.35	63	151.96	64	157.25	65	158.924	66	162.50	67	164.930	68	167.26	69	168.934	70	173.04	71	174.97
3468	3,4	3127	3,4	3027	3	(1027)	3	1900	3,2	1439	3,2	3000	3	2800	3,4	2600	3	2600	3	2900	3,2	1727	3,2	1427	3	3327	
795	6.67	935	6.77	700	7.00	(1027)	7.54	1072	7.54	826	5.26	7.89	8.27	8.54	8.80	8.80	8.80	9.05	9.05	9.33	9.33	9.33	9.33	9.33	9.84		
[Xe]4f ¹⁵ 6s ²	[Xe]4f ¹⁵ 6s ²	[Xe]4f ¹⁴ 6s ²																									
Cerium	Praseodymium	Neodymium	Promethium	Samarium	Europium	Gadolinium	Terbium	Dysprosium	Holmium	Erbium	Thulium	Ytterbium	Lutetium	Lutetium													

ATOMIC NUMBER

ATOMIC WEIGHT (2)

OXIDATION STATES (Bold most stable)

BOILING POINT, °C

MELTING POINT, °C

DENSITY (g/ml) (3)

SYMBOL (1)

ELECTRON STRUCTURE

NAME

30 65.37

906 419.5

7.14

[Ar]3d¹⁰ 4s¹

Zinc

- NOTES:
- (1) Black — solid. Red — gas. Blue — liquid. Outline — synthetically prepared.
 - (2) Based upon carbon - 12. () indicates most stable or best known isotope.
 - (3) Values for gaseous elements are for liquids at the boiling point.