



# Übungen: Quantenzahlen; Elektronenkonfigurationen

**1. Semester Gk**  
 Unterrichtsreihe: **Aufbau der Materie**  
 Seite im Hefter: .....  
 Datum: .....

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:  $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^5 \ \cong [Ne] 3s^2 3p^5$

Kästchen-schreibweise  $^{17}Cl$      $\uparrow\downarrow$   $\uparrow\downarrow$      $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$      $\uparrow\downarrow$      $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$

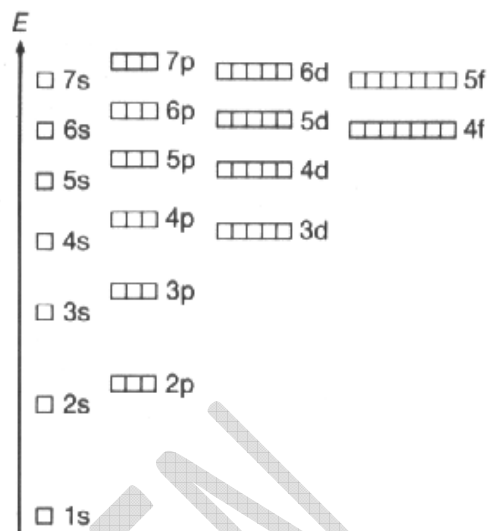
Hauptquantenzahl	$n$	1	2	2			3	3			$s = +\frac{1}{2} : \uparrow$
Nebenquantenzahl	$l$	0	0	1			0	1			$s = -\frac{1}{2} : \downarrow$
Magnetquantenzahl	$m$	0	0	-1	0	+1	0	-1	0	+1	
Sprinquantenzahl	$s$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$	$\pm\frac{1}{2}$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

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.

	5f		6d		7p		8s
4f		5d		6p		7s	
	4d		5p		6s		
3d		4p		5s			
	3p		4s				
2p		3s					
	2s						
1s							

**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

Ac 227(22y) $\beta^-$ , $\alpha$	Cd 115(43d) $\beta^-$ , $\gamma$	Fe 55(2.6y)K	La 140(40.2h) $\beta^-$ , $\gamma$	Po 210(138.4d) $\alpha$ , $\gamma$
Ag 110(24s) $\beta^-$ , $\gamma$	Ce 141(32d) $\beta^-$ , $\gamma$	59(45d) $\beta^-$ , $\gamma$	Lu 176(10 <sup>10</sup> y) $\beta^-$ , $\gamma$	209(103y) $\alpha$ ,K, $\gamma$
111(7.5d) $\beta^-$ , $\gamma$	143(33h) $\beta^-$ , $\gamma$	Fm 255(20h) $\alpha$	177(6.8d) $\beta^-$ , $\gamma$	Pr 143(13.8d) $\beta^-$
Am 241(458y) $\alpha$ , $\gamma$ ,e <sup>-</sup>	144(265d) $\beta^-$ , $\gamma$	Fr 223(22m) $\beta^-$ , $\gamma$ , $\alpha$	Md 256(90m)K,SF	Pt 197(18h) $\beta^-$ , $\gamma$
242(16.0h) $\beta^-$ ,K, $\alpha$ , $\gamma$	Cf 246(35h) $\alpha$ , $\gamma$ ,SF	Ga 72(14.1h) $\beta^-$ , $\gamma$	Mo 99(67h) $\beta^-$ , $\gamma$	Pu 242(3.8h) $\alpha$ , $\gamma$ ,SF
243(8000y) $\alpha$ , $\gamma$	249(360y) $\alpha$ , $\gamma$ ,SF	249(360y) $\alpha$ , $\gamma$ ,SF	251(800y) $\gamma$	241(13y) $\beta^-$ , $\alpha$ , $\gamma$
243(8000y) $\alpha$ , $\gamma$	251(800y) $\gamma$	Gd 153(236d)K, $\gamma$ ,e <sup>-</sup>	Na 22(2.6y) $\beta^-$ ,K, $\gamma$	239(24300y) $\alpha$ , $\gamma$ ,SF
Ae 76(26.7h) $\beta^-$ , $\gamma$	77(39h) $\beta^-$ , $\gamma$	159(18h) $\beta^-$ , $\gamma$	24(15h) $\beta^-$ , $\gamma$	Ra 226(1620y) $\alpha$ , $\gamma$
210(8.3h)K, $\alpha$ , $\gamma$	211(7.2h)K, $\alpha$ , $\gamma$	Ge 71(11d)K	Nd 147(11.1d) $\beta^-$ , $\gamma$	Rb 86(18.6d) $\beta^-$ , $\gamma$
211(7.2h)K, $\alpha$ , $\gamma$	Au 198(2.69d) $\beta^-$ , $\gamma$	243(35y) $\alpha$ , $\gamma$	Ni 63(125y) $\beta^-$	Re 188(16.7h) $\beta^-$ , $\gamma$
131(12d)K, $\gamma$	132(7.0y)K, $\alpha$ , $\gamma$	245(9300y) $\alpha$ , $\gamma$	59(8x10 <sup>4</sup> y)K	186(3.7d) $\beta^-$ , $\gamma$
133(2.0y)K, $\alpha$ , $\gamma$	135(3x10 <sup>4</sup> y) $\beta$	247(10 <sup>7</sup> y)	239(2.33d) $\beta^-$ , $\gamma$	Rn 222(3.82d) $\alpha$
137(30y) $\beta^-$ , $\gamma$	137(30y) $\beta^-$ , $\gamma$	Co 58(7.1d)K, $\beta^-$ , $\gamma$	Os 191(15d) $\beta^-$ , $\gamma$ ,e <sup>-</sup>	Ru 103(40d) $\beta^-$ , $\gamma$
82(36h) $\beta^-$ , $\gamma$	141(5700y) $\beta^-$	60(5.27y) $\beta^-$ , $\gamma$	P 32(14.2d) $\beta^-$	S 35(88d) $\beta^-$
141(5700y) $\beta^-$	Ca 41(8x10 <sup>4</sup> y)K	45(1.65d) $\beta^-$	42(12.4h) $\beta^-$ , $\gamma$	Sb 122(2.8d) $\beta^-$ ,K, $\beta^-$ , $\gamma$
47(4.5d) $\beta^-$ , $\gamma$	45(1.65d) $\beta^-$	47(4.5d) $\beta^-$ , $\gamma$	Es 253(20d) $\alpha$ , $\gamma$ ,SF	124(60d) $\beta^-$ , $\gamma$
			254(1y) $\alpha$ ,SF	Sc 46(84d) $\beta^-$ , $\gamma$
			155(1.8y) $\beta^-$ , $\gamma$	Se 75(120 d)K, $\gamma$
				Sm 153(47h) $\beta^-$ , $\gamma$
				145(340d)K, $\gamma$
				Sn 113(119d)K,L, $\gamma$ ,e <sup>-</sup>

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:

- $\alpha$  alpha particle
- $\beta^-$  beta particle
- $\beta^+$  positron
- K K-electron capture
- L L-electron capture
- SF spontaneous fission
- $\gamma$  gamma ray
- e<sup>-</sup> internal electron conversion

### GROUP IA

1	1.00797
-252.7	1
-259.2	1
0.071	<b>H</b>
1s <sup>1</sup>	Hydrogen

### IIA

3	6.939	4	9.0122
1330	1	2770	2
180.5	1	1277	2
0.53	<b>Li</b>	1.85	<b>Be</b>
1s <sup>2</sup> 2s <sup>1</sup>	Lithium	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup>	Beryllium

11	22.9898	12	24.312
892	1	1107	2
97.8	1	650	2
0.97	<b>Na</b>	1.74	<b>Mg</b>
[Ne]3s <sup>1</sup>	Sodium	[Ne]3s <sup>2</sup>	Magnesium

19	39.102	20	40.08
760	1	1440	2
63.7	1	838	2
0.86	<b>K</b>	1.55	<b>Ca</b>
[Ar]4s <sup>1</sup>	Potassium	[Ar]4s <sup>2</sup>	Calcium

37	85.47	38	87.62
688	1	1380	2
38.9	1	768	2
1.53	<b>Rb</b>	2.6	<b>Sr</b>
[Kr]5s <sup>1</sup>	Rubidium	[Kr]5s <sup>2</sup>	Strontium

55	132.905	56	137.34
690	1	1460	2
28.7	1	714	2
1.90	<b>Cs</b>	3.5	<b>Ba</b>
[Xe]6s <sup>1</sup>	Cesium	[Xe]6s <sup>2</sup>	Barium

87	(223)	88	(226)
(27)	1	700	1
	<b>Fr</b>	5.0	<b>Ra</b>
[Rn]7s <sup>1</sup>	Francium	[Rn]7s <sup>2</sup>	Radium

### IIIB

21	44.956
2730	3
1539	3
3.0	<b>Sc</b>
[Ar]3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>	Scandium

22	47.90
3260	4,3
1668	4,3
4.51	<b>Ti</b>
[Ar]3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>	Titanium

23	50.942
3450	7,6,4,2,3
1900	7,6,4,2,3
6.1	<b>V</b>
[Ar]3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>	Vanadium

24	51.996
2665	6,3,2
1875	6,3,2
7.19	<b>Cr</b>
[Ar]3d <sup>4</sup> 4s <sup>1</sup>	Chromium

25	54.938
2150	7,6,4,2,3
1536	7,6,4,2,3
7.86	<b>Mn</b>
[Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>	Manganese

26	55.847
3000	2,3
1536	2,3
8.9	<b>Fe</b>
[Ar]3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	Iron

27	58.933
2900	2,3
1495	2,3
8.9	<b>Co</b>
[Ar]3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>	Cobalt

28	58.71
2730	2,3
1453	2,3
8.9	<b>Ni</b>
[Ar]3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>	Nickel

29	63.54
2595	2,1
1083	2,1
8.96	<b>Cu</b>
[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>	Copper

30	65.37
906	2
419.5	2
7.14	<b>Zn</b>
[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>	Zinc

31	69.72
2237	3
29.8	3
5.91	<b>Ga</b>
[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup>	Gallium

32	72.59
2830	4
937.4	4
5.32	<b>Ge</b>
[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>	Germanium

33	74.922
613 <sup>+</sup>	$\pm 3.5$
187	$\pm 3.5$
5.72	<b>As</b>
[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>	Arsenic

34	78.96
685	$\pm 2.6$
217	$\pm 2.6$
4.79	<b>Se</b>
[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup>	Selenium

35	79.909
58	$\pm 1.5$
152	$\pm 1.5$
3.12	<b>Br</b>
[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup>	Bromine

36	83.80
187	$\pm 1.5$
157	$\pm 1.5$
2.6	<b>Kr</b>
[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup>	Krypton

37	85.47
688	1
38.9	1
1.53	<b>Rb</b>
[Kr]5s <sup>1</sup>	Rubidium

38	87.62
1380	2
768	2
2.6	<b>Sr</b>
[Kr]5s <sup>2</sup>	Strontium

39	88.905
2927	3
1509	3
4.47	<b>Y</b>
[Kr]4d <sup>1</sup> 5s <sup>2</sup>	Yttrium

40	91.22
3580	4
1852	4
6.49	<b>Zr</b>
[Kr]4d <sup>2</sup> 5s <sup>2</sup>	Zirconium

41	92.906
3300	5,3
2468	5,3
8.4	<b>Nb</b>
[Kr]4d <sup>4</sup> 5s <sup>1</sup>	Niobium

42	95.94
5560	6,5,4,3,2
2610	6,5,4,3,2
10.2	<b>Mo</b>
[Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup>	Molybdenum

43	(98)
2140	7
11.5	<b>Tc</b>
[Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup>	Technetium

44	101.07
4900	2,3,4,6,8
2500	2,3,4
12.2	<b>Ru</b>
[Kr]4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup>	Ruthenium

45	102.905
4500	2,3,4
1966	2,3,4
12.4	<b>Rh</b>
[Kr]4d <sup>8</sup> 5s <sup>1</sup>	Rhodium

46	106.4
3960	2,4
1552	2,4
12.0	<b>Pd</b>
[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>0</sup>	Palladium

47	107.870
2210	1
960.8	1
10.5	<b>Ag</b>
[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup>	Silver

48	112.40
765	2
320.9	2
8.65	<b>Cd</b>
[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup>	Cadmium

49	114.82
2000	3
156.2	3
7.31	<b>In</b>
[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup>	Indium

50	118.69
2270	4,2
231.9	4,2
7.30	<b>Sn</b>
[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>	Tin

51	121.75
1380	$\pm 3.5$
630.5	$\pm 3.5$
6.62	<b>Sb</b>
[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>	Antimony

52	127.60
989.8	$\pm 2.6$
449.5	$\pm 2.6$
6.24	<b>Te</b>
[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup>	Tellurium

53	126.904
183	$\pm 1.57$
113.7	$\pm 1.57$
4.94	<b>I</b>
[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup>	Iodine

54	131.30
108.0	$\pm 1.5$
111.9	$\pm 1.5$
3.06	<b>Xe</b>
[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>	Xenon

55	132.905
690	1
28.7	1
1.90	<b>Cs</b>
[Xe]6s <sup>1</sup>	Cesium

56	137.34
1460	2
714	2
3.5	<b>Ba</b>
[Xe]6s <sup>2</sup>	Barium

57	138.91
3470	3
920	3
6.17	<b>La</b>
[Xe]5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	Lanthanum

72	178.49
5400	4
2222	4
13.1	<b>Hf</b>
[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup>	Hafnium

73	180.948
5425	5
2996	5
16.6	<b>Ta</b>
[Xe	