



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



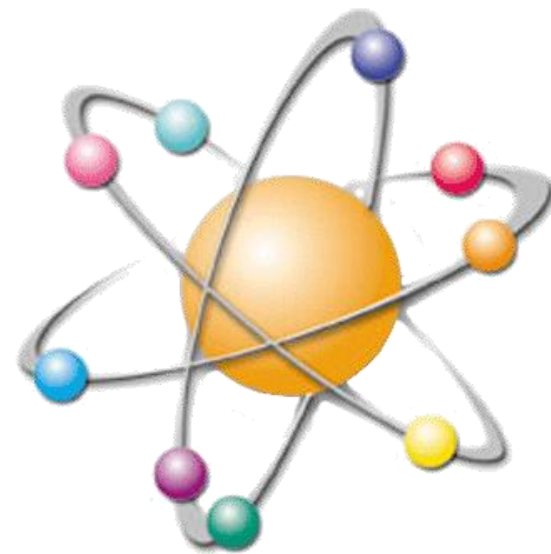
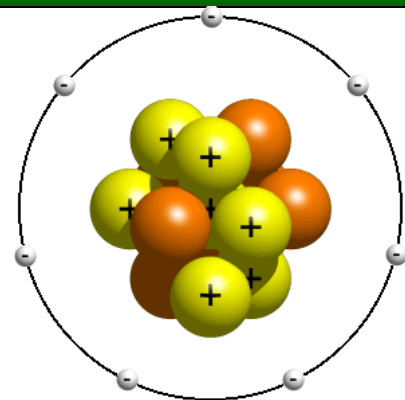
OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# CHEMIE OBECNÁ

## ÚVOD, STAVBA ATOMU

# Stavba atomu



# Stavba atomu

## Atom

Z chemického hlediska je atom základní stavební jednotkou látky.

Složen z:

- jádro: protony ( $p^+$ ) + neutrony ( $n^0$ )
- obal: elektrony ( $e^-$ )

## Molekula

je částice vzniklá sloučením dvou nebo více atomů (iontů).

## Ion

nabitá částice vzniklá odtržením (kation = kladně nabitý)  
nebo připojením (anion = záporně nabitý) elektronu z atomu.

# Základní pojmy

## ☐ Hmotnost atomu

$$m_u = \frac{m_{^{12}\text{C}}}{12} = 1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1 \text{ u} \quad \text{Atomová hmotnostní konstanta}$$

## ☐ Relativní atomová hmotnost

$$A_r(X) = \frac{m_X}{m_u}$$

$m_X$  hmotnost atomu X

## ☐ Relativní molekulová hmotnost

$$M_r(Y) = \frac{m_Y}{m_u}$$

$m_Y$  hmotnost molekuly Y

# Látkové množství

## DEFINICE:

- ❑ **Látkové množství**  $n$  je základní veličinou soustavy SI, jeho jednotkou je **mol**.
- ❑ Mol je takové látkové množství, které obsahuje tolik základních částic (atomů, molekul, iontů, apod.) kolik atomů obsahuje 12 g uhlíku  $^{12}\text{C}$ .
- ❑ Příklad základní částice:  $\text{H}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{e}^-$
- ❑ **Avogadrova konstanta**  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  udává počet částic připadající na jeden mol látky.
- ❑ **Molární hmotnost**

$$M(B) = \frac{m_B}{n(B)} \quad [\text{g mol}^{-1}]$$

# Obecný tvar chemické rovnice



Kde:

- A, B jsou výchozí látky; Y, Z produkty; dohromady složky reakce
- A, B, Y, Z značí nejen jaká látka reaguje, ale i jeden mol látky
- $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\eta$ ,  $\omega$  stechiometrické koeficienty

Zákon zachování hmotnosti

$$\sum_i m_i = 0$$

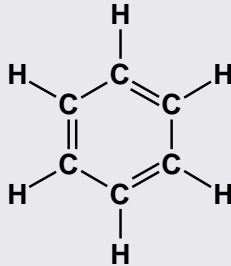
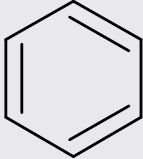
Podmínka elektroneutality

$$\sum_i Q_i = 0$$

# Chemické vzorce

- ❑ stechiometrické: uvádí pouze, které prvky látku tvoří a jaký je poměr těchto prvků; někdy jsou zcela nepoužitelné.
  - ❑ molekulové: stechiometrický vzorec je doplněn údajem o velikosti molekuly.
  - ❑ funkční: pokud jsou v látce funkční skupiny, sdružují se, čímž se zlepšuje čitelnost
  - ❑ strukturní: uvádí všechny atomy látku tvořící a všechny vazby mezi nimi, mohou uvádět i geometrii molekul či konfiguraci u isomerů.
  - ❑ strukturní elektronové vzorce: ve strukturním vzorci jsou uvedeny i nevazebné valenční elektrony.
- 
- ❑ poznámka 1: ve směru šipky se zvyšuje množství informace o dané látce.
  - ❑ poznámka 2: často se používají vzorce zcela nebo zčásti schematické, pravidla pro tvorbu a čtení těchto vzorců se mohou lišit dle typů látek.
  - ❑ poznámka 3: některé schematické vzorce jsou velmi běžné, typicky např. benzen.
  - ❑ poznámka 4: existují i další typy, např. konformační vzorce, o nich bude diskuse dále

# Chemické vzorce

stechiometrický	molekulový	funkční	strukturní	elektronový	schematický
H	H <sub>2</sub>		H-H		
H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{O}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{O}^- \\   \\ \text{H} \end{array}$	
H <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>			
CH <sub>2</sub> O	CH <sub>2</sub> O		$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{C}=\text{O}^- \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagdown \end{array}$
CH <sub>2</sub> O	(CH <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>		dále viz sacharidy		
CH	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>				

# Základní složení atomu

- ❑ **Tři klasické částice:**
- ❑ proton  ${}^1_1\text{p}$ ; neutron  ${}^0_1\text{n}$ ; elektron  ${}^{-1}_0\text{e}$
- ❑ V atomu v základním stavu je počet protonů roven počtu elektronů
- ❑ Protóny a neutrony tvoří jádro atomu
- ❑ Elektrony tvoří elektronový obal
- ❑ Elektrony jsou mikročástice

# Mikročástice

## ☐ Korpuskulární charakter

- ☐ Možnost přesné lokalizace v prostoru
- ☐ Existence definované dráhy při pohybu
- ☐ Ostré vymezení povrchu

## ☐ Vlnový charakter

- ☐ Vlnění je šíření vzruchu v hmotném prostředí. Je pro něj charakteristický např. ohyb, interference

## ☐ Dualistický charakter

- ☐ Mikročástice se v někdy chovají jako částice, jindy jako vlnění
- ☐ Energie mikročástic je kvantována

# Atomový orbital

## DEFINICE

- ❑ Atomový orbital (AO) je prostor v okolí jádra atomu, ve kterém se elektron vyskytuje s nejvyšší pravděpodobností.
- ❑ Pro znázornění AO se uvažuje pravděpodobnost výskytu elektronu  $> 0,90$

# Kvantová čísla

## ☐ Hlavní kvantové číslo ( $n$ )

- ☐ charakterizuje energii AO
- ☐ nabývá hodnot:  $n = 1, 2, 3, \dots$

## ☐ Vedlejší kvantové číslo ( $l$ )

- ☐ určuje tvar AO
- ☐ nabývá hodnot:  $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$

## ☐ Magnetické kvantové číslo ( $m_l$ )

- ☐ určuje orientaci AO k souřadnému systému
- ☐ nabývá hodnot  $<-l, +l>$  (včetně 0)

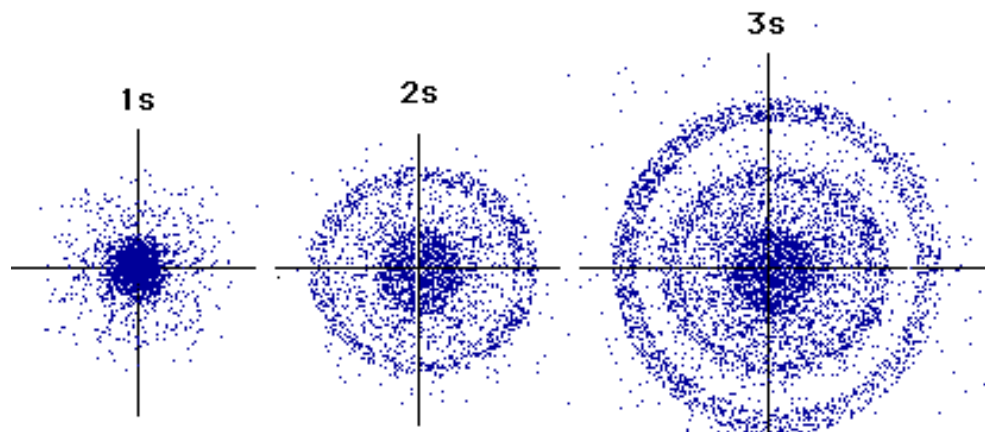
## ☐ Spin ( $m_s$ )

- ☐ odpovídá vnitřnímu momentu hybnosti elektronu
- ☐ nabývá hodnot  $-1/2, +1/2$

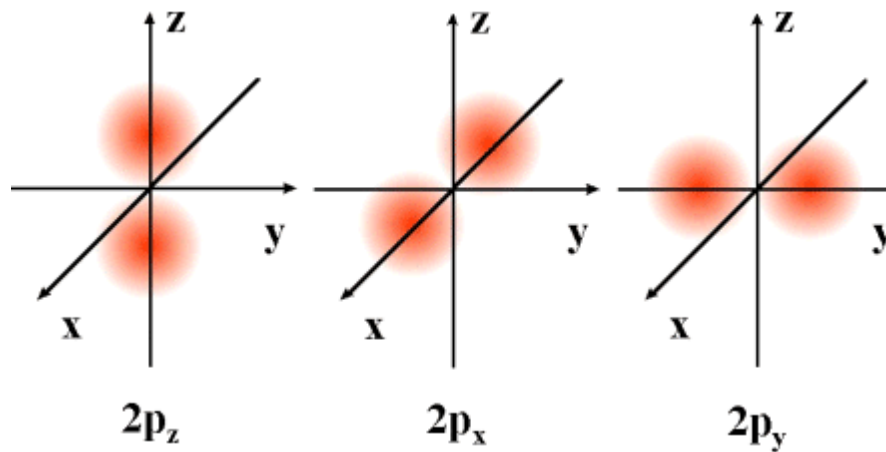
# Atomové orbitaly

## ORBITALY s,p

Orbitaly typu s  
( $n = 1, \dots; l = m_l = 0$ )



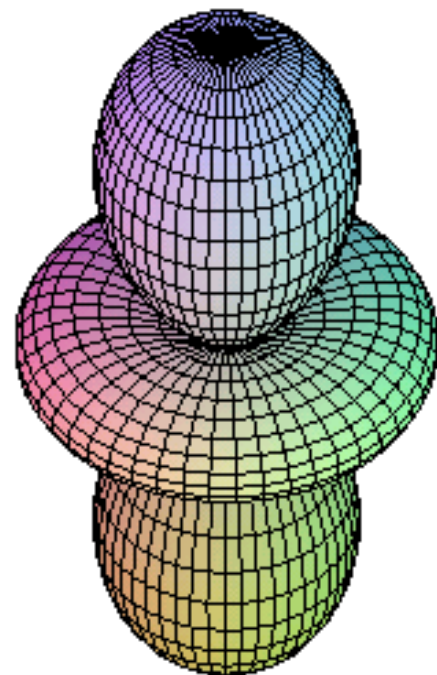
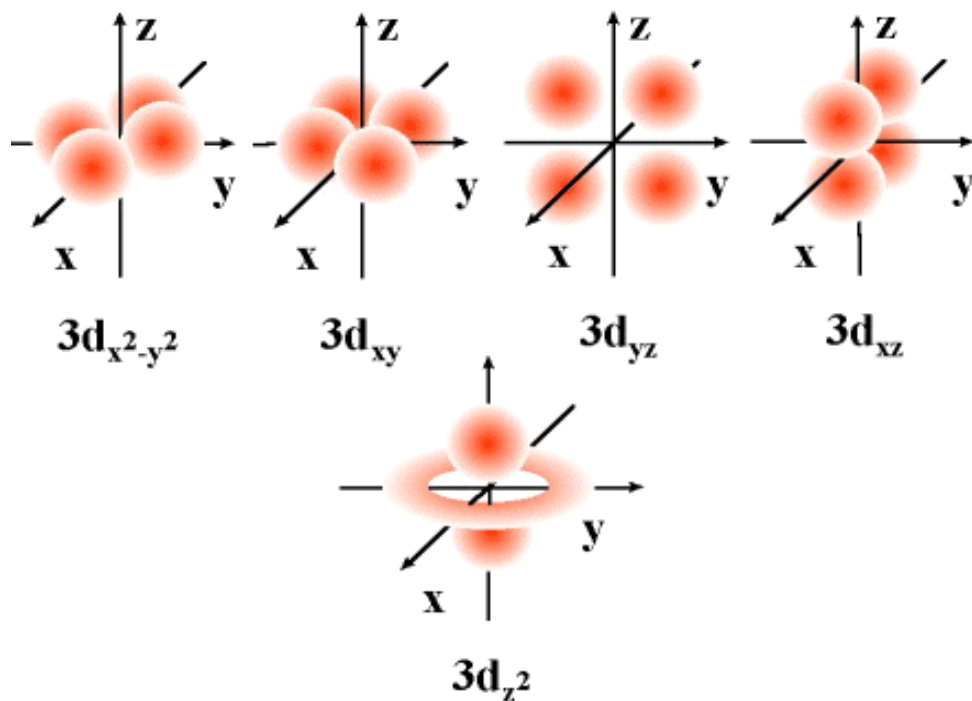
Orbitaly typu p  
( $n=2, \dots; l=1; m_l=-1, 0, +1$ )



# Atomové orbitaly

## ORBITALY TYPU d

Orbitaly typu d ( $n = 3, \dots; l = 2; m_l = -2, -1, 0, +1, +2$ )

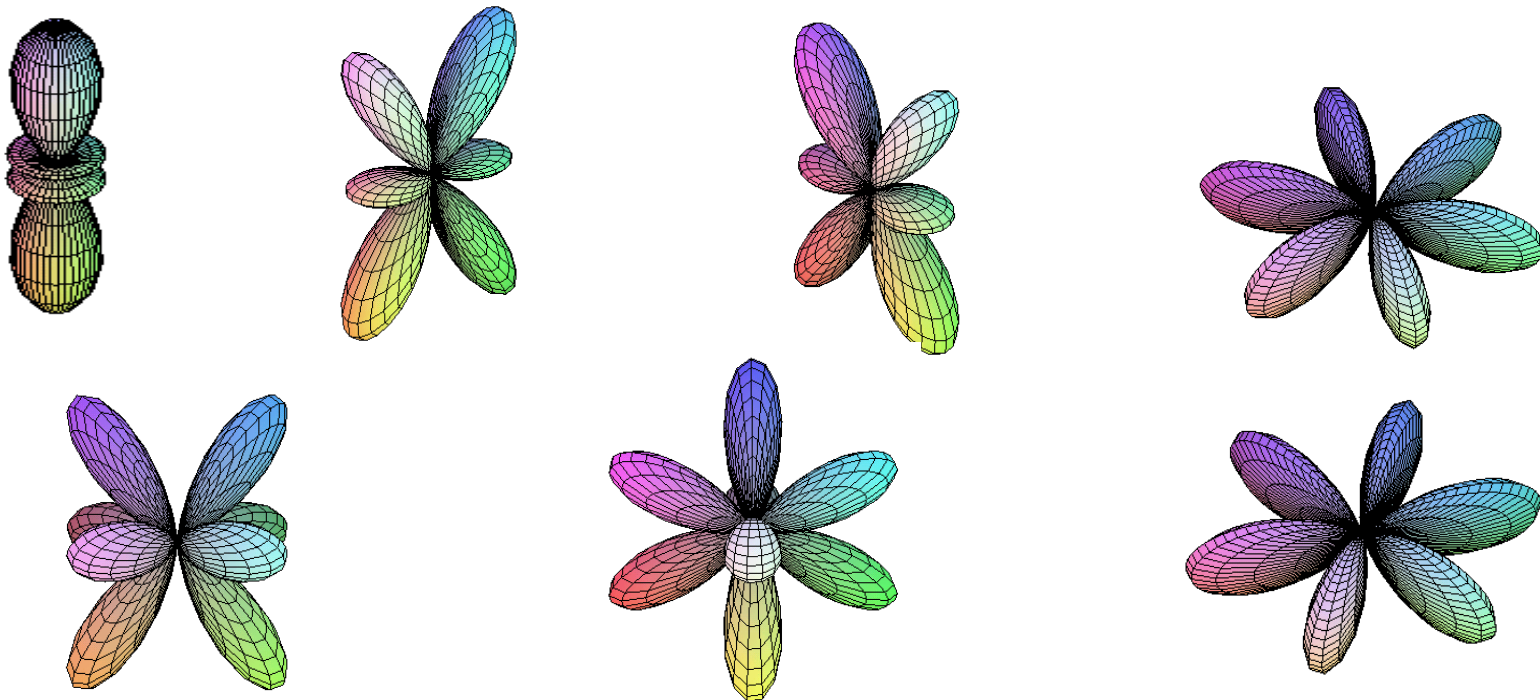


$3d_{z^2}$

# Atomové orbitaly

## ORBITALY TYPU f

Orbitaly typu f ( $n = 4, \dots; l = 3; m_l = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$ )



# Výstavba elektronového obalu

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

Elektrony obsazují jednotlivé AO v pořadí rostoucí aktuální energie.

**Pořadí určuje výstavbový trojúhelník.**

## Pauliho princip výlučnosti

V atomu neexistují dva elektrony, jejichž všechna kvantová čísla jsou shodná.

## Hundovo pravidlo

Elektrony jsou v atomu rozděleny tak, aby v degenerovaných orbitalech byl maximálně možný počet elektronů se stejným spinem.

# Výstavba elektronového obalu

	1s		2s		2p <sub>x</sub>	2p <sub>y</sub>	2p <sub>z</sub>
${}^1_1\text{H}$	↑						
${}^3_3\text{Li}$	↑ ↓		↑				
${}^6_6\text{C}$	↑ ↓		↑ ↓		↑	↑	
${}^7_7\text{N}$	↑ ↓		↑ ↓		↑	↑	↑
${}^8_8\text{O}$	↑ ↓		↑ ↓		↑ ↓	↑	↑

# Výstavba elektronového obalu

1	H	vodík	$1s^1$
2	He	helium	$1s^2$
3	Li	lithium	$[\text{He}] 2s^1$
4	Be	beryllium	$[\text{He}] 2s^2$
5	B	bor	$[\text{He}] 2s^2 2p^1$
6	C	uhlík	$[\text{He}] 2s^2 2p^2$
7	N	dusík	$[\text{He}] 2s^2 2p^3$
8	O	kyslík	$[\text{He}] 2s^2 2p^4$
9	F	fluor	$[\text{He}] 2s^2 2p^5$
10	Ne	neon	$[\text{He}] 2s^2 2p^6$
11	Na	sodík	$[\text{Ne}] 3s^1$
12	Mg	hořčík	$[\text{Ne}] 3s^2$
13	Al	hliník	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$
14	Si	křemík	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^2$
15	P	fosfor	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$
16	S	síra	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$
17	Cl	chlor	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$
18	Ar	argon	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$
19	K	draslík	$[\text{Ar}] 4s^1$
20	Ca	vápník	$[\text{Ar}] 4s^2$

# Ionizační energie

- ❑ Ionizační energie je energie potřebná k odtržení jednoho elektronu z volného nesloučeného atomu nebo iontu v základním stavu.
- ❑ Rozlišujeme první až n-tou energii.
- ❑ Je to tedy energie potřebná pro některý tento děj:



...



# Elektronová afinita

- ☐ Energie, která se uvolní, jestliže neutrální atom přijme jeden elektron.



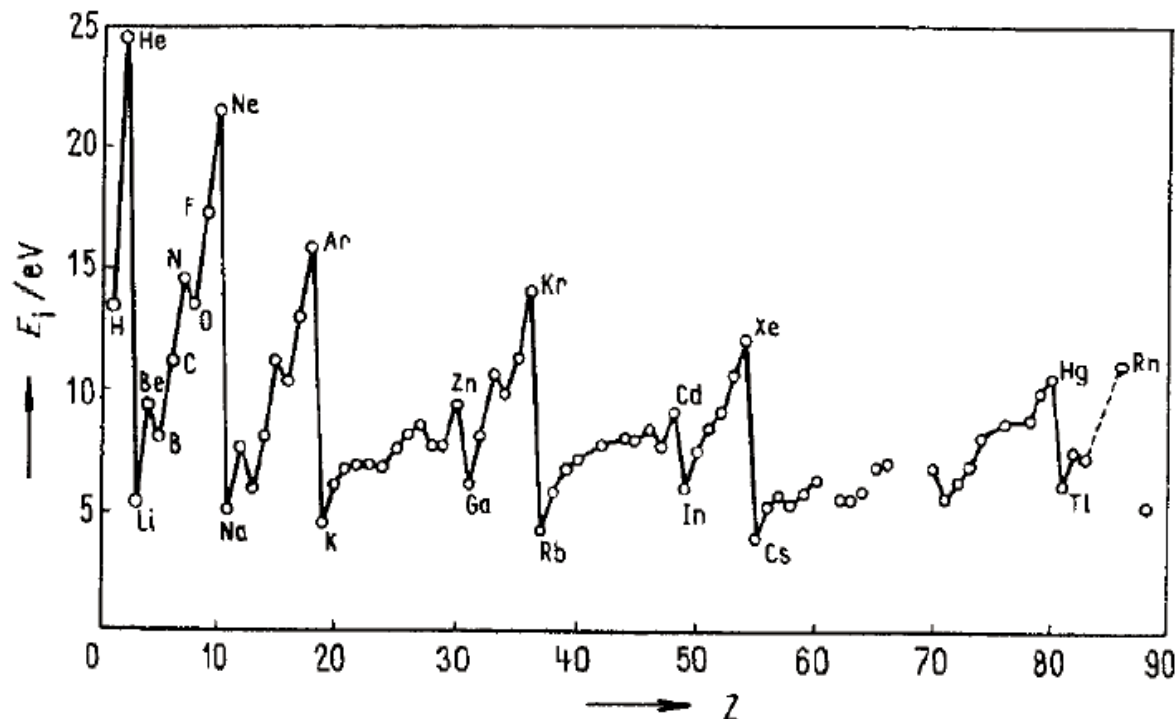
- ☐ Příklady hodnot ( $eV = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ )

H 0,75; C 1,25; O 1,47; S 2,07

F 3,45; Cl 3,61; Br 3,36; I 3,06

# Periodický zákon

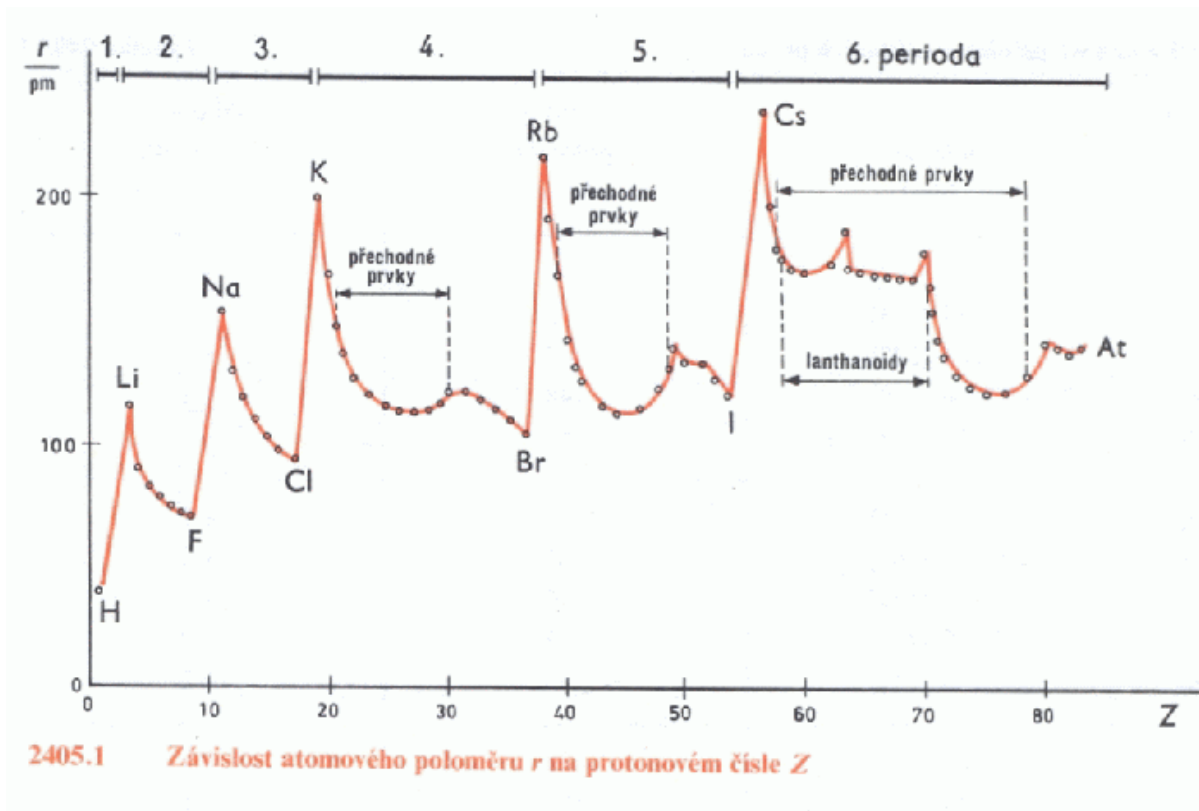
Chemické a některé fyzikální vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonových čísel



Závislost první ionizační energie prvků na protonovém čísle

# Periodický zákon

Chemické a některé fyzikální vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonových čísel



# Periodický systém prvků

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII	VIII	VIII	I B	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
<b>Vodík</b> 1 <b>H</b> 1,00794(7)	<div> <div></div> <div>nekovy</div> <div></div> <div>alkalické kovy</div> <div></div> <div>alkalické zemní kovy</div> <div></div> <div>vzácné plyny</div> <div></div> <div>halogeny</div> <div></div> <div>metalloidy</div> <div></div> <div>přechodné kovy</div> <div></div> <div>jiné kovy</div> <div></div> <div>vzácné zemní prvky</div> </div> <div> <div>název prvku</div> <div>protonové číslo</div> <div>značka prvku</div> <div>relativní atomová hmotnost</div> </div>																<b>Helium</b> 2 <b>He</b> 4,002603(2)
<b>Lithium</b> 3 <b>Li</b> 6,941(2)	<b>Beryllium</b> 4 <b>Be</b> 9,012182(3)											<b>Bor</b> 5 <b>B</b> 10,811(7)	<b>Uhlík</b> 6 <b>C</b> 12,0107(8)	<b>Dusík</b> 7 <b>N</b> 14,00674(7)	<b>Kyslík</b> 8 <b>O</b> 15,9994(3)	<b>Fluor</b> 9 <b>F</b> 18,9984032(5)	<b>Neon</b> 10 <b>Ne</b> 20,1797(6)
<b>Sodík</b> 11 <b>Na</b> 22,989770(2)	<b>Mg</b> 12 <b>Mg</b> 24,3050(6)											<b>Al</b> 13 <b>Al</b> 26,981538(2)	<b>Si</b> 14 <b>Si</b> 28,0855(3)	<b>P</b> 15 <b>P</b> 30,973761(2)	<b>S</b> 16 <b>S</b> 32,06(6)	<b>Cl</b> 17 <b>Cl</b> 35,4527(8)	<b>Ar</b> 18 <b>Ar</b> 39,948(1)
<b>Dračík</b> 19 <b>K</b> 39,0983(1)	<b>Vápník</b> 20 <b>Ca</b> 40,078(4)	<b>Skandium</b> 21 <b>Sc</b> 44,955910(8)	<b>Titan</b> 22 <b>Ti</b> 47,867(1)	<b>Vanad</b> 23 <b>V</b> 50,9415(1)	<b>Chrom</b> 24 <b>Cr</b> 51,9961(6)	<b>Mangan</b> 25 <b>Mn</b> 54,938049(3)	<b>Železo</b> 26 <b>Fe</b> 55,845(2)	<b>Kobalt</b> 27 <b>Co</b> 58,933200(8)	<b>Nikl</b> 28 <b>Ni</b> 58,6934(2)	<b>Měď</b> 29 <b>Cu</b> 63,546(3)	<b>Zinek</b> 30 <b>Zn</b> 65,39(2)	<b>Gallium</b> 31 <b>Ga</b> 69,723(1)	<b>Germanium</b> 32 <b>Ge</b> 72,61(2)	<b>Arzen</b> 33 <b>As</b> 74,92160(2)	<b>Selen</b> 34 <b>Se</b> 78,96(3)	<b>Brom</b> 35 <b>Br</b> 79,904(1)	<b>Krypton</b> 36 <b>Kr</b> 83,80(1)
<b>Rubidium</b> 37 <b>Rb</b> 85,4678(3)	<b>Stroncium</b> 38 <b>Sr</b> 87,62(1)	<b>Yttrium</b> 39 <b>Y</b> 88,90585(2)	<b>Zirkon</b> 40 <b>Zr</b> 91,224(2)	<b>Niob</b> 41 <b>Nb</b> 92,90638(2)	<b>Molybden</b> 42 <b>Mo</b> 95,94(1)	<b>Technetium</b> 43 <b>Tc</b> (98,9063)	<b>Ruthenium</b> 44 <b>Ru</b> 101,07(2)	<b>Rhodium</b> 45 <b>Rh</b> 102,90550(2)	<b>Palladium</b> 46 <b>Pd</b> 106,42(1)	<b>Stříbro</b> 47 <b>Ag</b> 107,8682(2)	<b>Kadmium</b> 48 <b>Cd</b> 112,411(8)	<b>Indium</b> 49 <b>In</b> 114,818(3)	<b>Cín</b> 50 <b>Sn</b> 118,710(7)	<b>Antimon</b> 51 <b>Sb</b> 121,760(1)	<b>Tellur</b> 52 <b>Te</b> 127,60(3)	<b>Jod</b> 53 <b>I</b> 126,90447(3)	<b>Xenon</b> 54 <b>Xe</b> 131,29(2)
<b>Cesium</b> 55 <b>Cs</b> 132,90545(2)	<b>Baryum</b> 56 <b>Ba</b> 137,327(7)	<b>57-70 Lanthanoidy</b>	<b>Hafnium</b> 72 <b>Hf</b> 178,49(2)	<b>Tantal</b> 73 <b>Ta</b> 180,9479(1)	<b>Wolfram</b> 74 <b>W</b> 183,84(1)	<b>Rhenium</b> 75 <b>Re</b> 186,207(1)	<b>Osmium</b> 76 <b>Os</b> 190,23(3)	<b>Iridium</b> 77 <b>Ir</b> 192,217(3)	<b>Ptina</b> 78 <b>Pt</b> 195,078(2)	<b>Zlato</b> 79 <b>Au</b> 196,96655(2)	<b>Hlut</b> 80 <b>Hg</b> 200,59(2)	<b>Thallium</b> 81 <b>Tl</b> 204,3833(2)	<b>Olovo</b> 82 <b>Pb</b> 207,2(1)	<b>Bismut</b> 83 <b>Bi</b> 208,98038(2)	<b>Polonium</b> 84 <b>Po</b> (209,9824)	<b>Astat</b> 85 <b>At</b> (209,9871)	<b>Radon</b> 86 <b>Rn</b> (222,0176)
<b>Francium</b> 87 <b>Fr</b> (223,0197)	<b>Radium</b> 88 <b>Ra</b> (226,0254)	<b>89-102 Aktinoidy</b>	<b>Rutherfordium</b> 104 <b>Rf</b> (261,110)	<b>Dubnium</b> 105 <b>Db</b> (262,1144)	<b>Seaborgium</b> 106 <b>Sg</b> (263,1166)	<b>Bohrium</b> 107 <b>Bh</b> (264,12)	<b>Hassium</b> 108 <b>Hs</b> (265,1306)	<b>Mitlerium</b> 109 <b>Mt</b> (268)	<b>Ununilium</b> 110 <b>Uun</b> (269)	<b>Ununilium</b> 111 <b>Uuu</b> (272)	<b>Ununilium</b> 112 <b>Uub</b> (277)						

Lanthanoidy:	<b>Lanthan</b> 57 <b>La</b> 138,9055(2)	<b>Cer</b> 58 <b>Ce</b> 140,116(1)	<b>Praseodym</b> 59 <b>Pr</b> 140,90765(2)	<b>Neodym</b> 60 <b>Nd</b> 144,24(3)	<b>Promethium</b> 61 <b>Pm</b> (144,9127)	<b>Samarium</b> 62 <b>Sm</b> 150,36(3)	<b>Europium</b> 63 <b>Eu</b> 151,964(1)	<b>Gadolinium</b> 64 <b>Gd</b> 157,25(3)	<b>Terbium</b> 65 <b>Tb</b> 158,92534(2)	<b>Dysprosium</b> 66 <b>Dy</b> 162,50(3)	<b>Holmium</b> 67 <b>Ho</b> 164,93032(2)	<b>Erbium</b> 68 <b>Er</b> 167,26(3)	<b>Thulium</b> 69 <b>Tm</b> 168,93421(2)	<b>Ytterbium</b> 70 <b>Yb</b> 173,04(3)	<b>Lutetium</b> 71 <b>Lu</b> 174,967(1)
Aktinoidy:	<b>Aktinium</b> 89 <b>Ac</b> (227,0277)	<b>Thorium</b> 90 <b>Th</b> 232,0381(1)	<b>Protaktinium</b> 91 <b>Pa</b> 231,03688(2)	<b>Uran</b> 92 <b>U</b> 238,02891(1)	<b>Neptunium</b> 93 <b>Np</b> (237,0469)	<b>Plutonium</b> 94 <b>Pu</b> (244,0642)	<b>Amerikium</b> 95 <b>Am</b> (243,0614)	<b>Kurium</b> 96 <b>Cm</b> (247,0703)	<b>Berkelium</b> 97 <b>Bk</b> (247,0703)	<b>Kalifornium</b> 98 <b>Cf</b> (251,0796)	<b>Einsteinium</b> 99 <b>Es</b> (252,0830)	<b>Fermium</b> 100 <b>Fm</b> (257,0951)	<b>Mendelevium</b> 101 <b>Md</b> (268,0954)	<b>Nobelium</b> 102 <b>No</b> (259,1011)	<b>Lawrencium</b> 103 <b>Lr</b> (262,110)

# Elektronegativita

- ❑ Elektronegativita je empiricky nalezené číslo vyjadřující schopnost **vázaného** atomu přitahovat elektrony vazby.

## Electronegativity Values for the Elements

1 H 2.1																	5 B 2.0	6 C 2.5	7 N 3.0	8 O 3.5	9 F 4.0													
3 Li 1.0	4 Be 1.5																	13 Al 1.5	14 Si 1.8	15 P 2.1	16 S 2.5	17 Cl 3.0												
11 Na 1.0	12 Mg 1.2																	19 K 0.9	20 Ca 1.0	21 Sc 1.3	22 Ti 1.4	23 V 1.5	24 Cr 1.6	25 Mn 1.6	26 Fe 1.7	27 Co 1.7	28 Ni 1.8	29 Cu 1.8	30 Zn 1.6	31 Ga 1.7	32 Ge 1.9	33 As 2.1	34 Se 2.4	35 Br 2.8
37 Rb 0.9	38 Sr 1.0	39 Y 1.2	40 Zr 1.3	41 Nb 1.5	42 Mo 1.6	43 Tc 1.7	44 Ru 1.8	45 Rh 1.8	46 Pd 1.8	47 Ag 1.6	48 Cd 1.6	49 In 1.6	50 Sn 1.8	51 Sb 1.9	52 Te 2.1	53 I 2.5																		
55 Cs 0.8	56 Ba 1.0	57 La 1.1	72 Hf 1.3	73 Ta 1.4	74 W 1.5	75 Re 1.7	76 Os 1.9	77 Ir 1.9	78 Pt 1.8	79 Au 1.9	80 Hg 1.7	81 Tl 1.6	82 Pb 1.7	83 Bi 1.8	84 Po 1.9	85 At 2.1																		
87 Fr 0.8	88 Ra 1.0	89 Ac 1.1																																

<1.0

1.0 – 1.4

1.5 – 1.9

2.0 – 2.4

2.5 – 2.9

3.0 – 4.0

# Periodický systém prvků

**Periodic Table**  
1998 Dr. Michael Blaber

1 1 H 1.008																	2 2 He 4.003
3 3 Li 6.941	4 4 Be 9.012											5 5 B 10.81	6 6 C 12.01	7 7 N 14.01	8 8 O 16.00	9 9 F 19.00	10 10 Ne 20.18
11 11 Na 22.99	12 12 Mg 24.30											13 13 Al 26.98	14 14 Si 28.09	15 15 P 30.97	16 16 S 32.07	17 17 Cl 35.05	18 18 Ar 39.95
19 19 K 39.10	20 20 Ca 40.08	21 21 Sc 44.96	22 22 Ti 47.87	23 23 V 50.94	24 24 Cr 52.00	25 25 Mn 54.94	26 26 Fe 55.85	27 27 Co 58.93	28 28 Ni 58.69	29 29 Cu 63.55	30 30 Zn 65.39	31 31 Ga 69.72	32 32 Ge 72.61	33 33 As 74.92	34 34 Se 78.96	35 35 Br 79.90	36 36 Kr 83.80
37 37 Rb 85.47	38 38 Sr 87.62	39 39 Y 88.91	40 40 Zr 91.22	41 41 Nb 92.91	42 42 Mo 95.94	43 43 Tc 98.91	44 44 Ru 101.1	45 45 Rh 102.9	46 46 Pd 106.4	47 47 Ag 107.9	48 48 Cd 112.4	49 49 In 114.8	50 50 Sn 118.7	51 51 Sb 121.8	52 52 Te 127.6	53 53 I 126.9	54 54 Xe 131.3
55 55 Cs 132.9	56 56 Ba 137.3	La-Lu	72 72 Hf 178.5	73 73 Ta 180.9	74 74 W 183.8	75 75 Re 186.2	76 76 Os 190.2	77 77 Ir 192.2	78 78 Pt 195.1	79 79 Au 197.0	80 80 Hg 200.6	81 81 Tl 204.4	82 82 Pb 207.2	83 83 Bi 209.0	84 84 Po 210.0	85 85 At 210.0	86 86 Rn 222.0
87 87 Fr 223.0	88 88 Ra 226.0	Ac-Lr	104 104 Db	105 105 Jt	106 106 Rf	107 107 Bh	108 108 Hn	109 109 Mt	110 110 Uun	111 111 Uuu							

← s →      ← d →      ← p →

57 57 La 138.9	58 58 Ce 140.1	59 59 Pr 140.9	60 60 Nd 144.2	61 61 Pm 146.9	62 62 Sm 150.4	63 63 Eu 152.0	64 64 Gd 157.2	65 65 Tb 158.9	66 66 Dy 162.5	67 67 Ho 164.9	68 68 Er 167.3	69 69 Tm 168.9	70 70 Yb 173.0	71 71 Lu 175.0
89 89 Ac 227.0	90 90 Th 232.0	91 91 Pa 231.0	92 92 U 238.0	93 93 Np 237.0	94 94 Pu 239.1	95 95 Am 241.1	96 96 Cm 244.1	97 97 Bk 249.1	98 98 Cf 252.1	99 99 Es 252.1	100 100 Fm 257.1	101 101 Md 258.1	102 102 No 259.1	103 103 Lr 262.1

← f →

# Periodický systém prvků

# THE PERIODIC TABLE OF ELEMENTS

[illegible]

by Annika Tean