

Atomové číslo prvku je rovno počtu protonů v jádře

správné pořadí prvků v periodickém systému

Co 58.933

Ni 58.71

předpověděl prvky:

$Z = 43, 61, 75$

Vlastnosti prvku závisí na protonovém čísle a ne na atomové hmotnosti

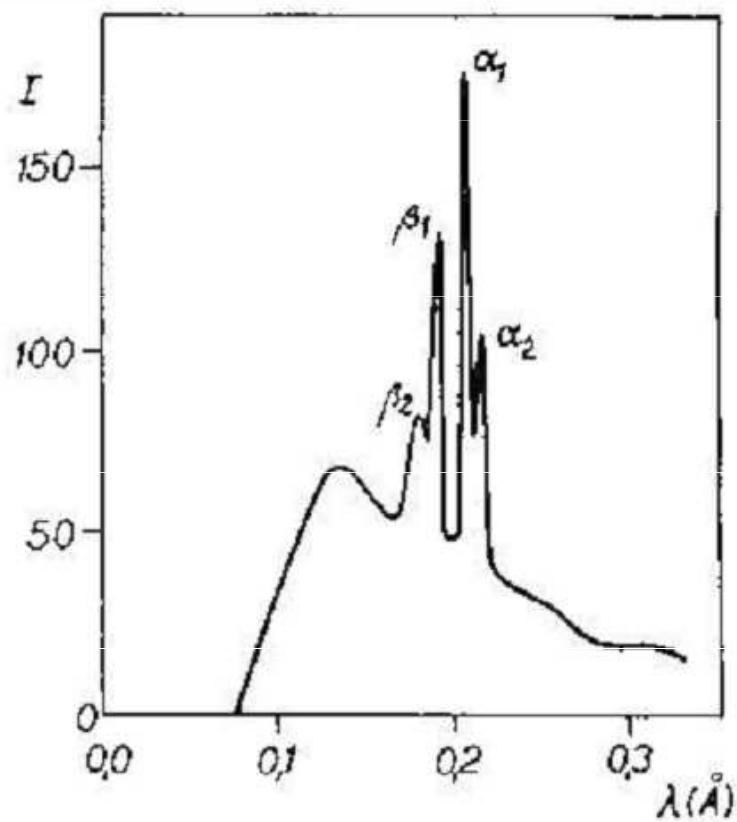
Moseleyho zákon

Lineární závislost mezi odmocninou z frekvence  $\sigma$  spektrální čáry charakteristického rtg. záření atomu a jeho at. číslem  $Z$

$$\sqrt{\nu} = K(Z - \sigma)$$

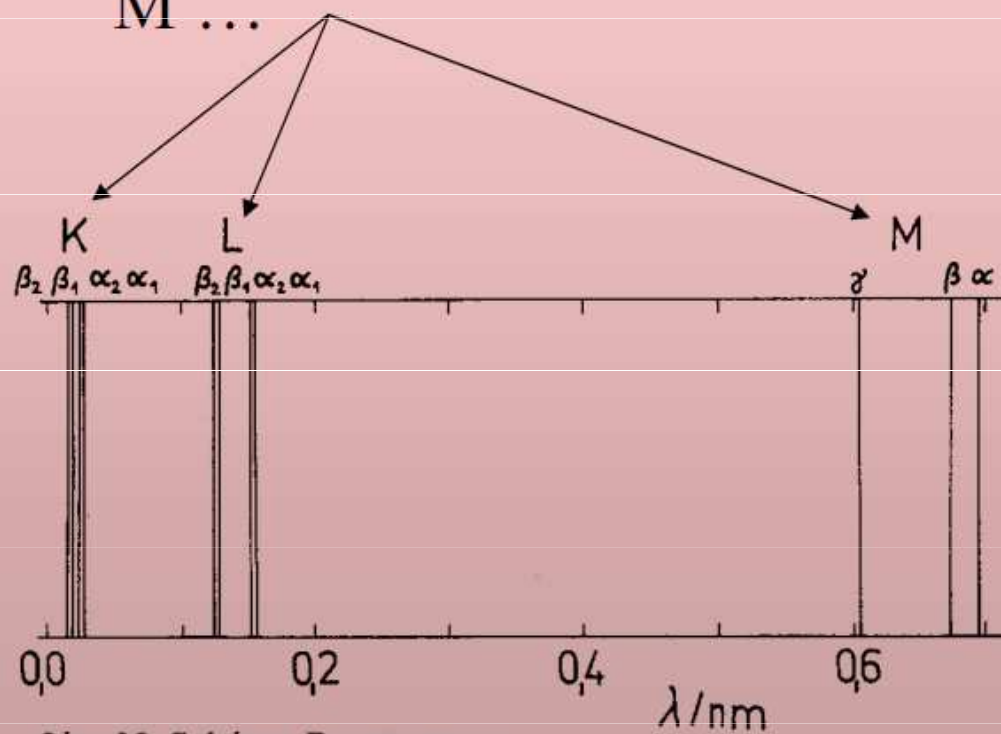


Henry Moseley  
(1887-1915)  
Zabit ostřelovačem

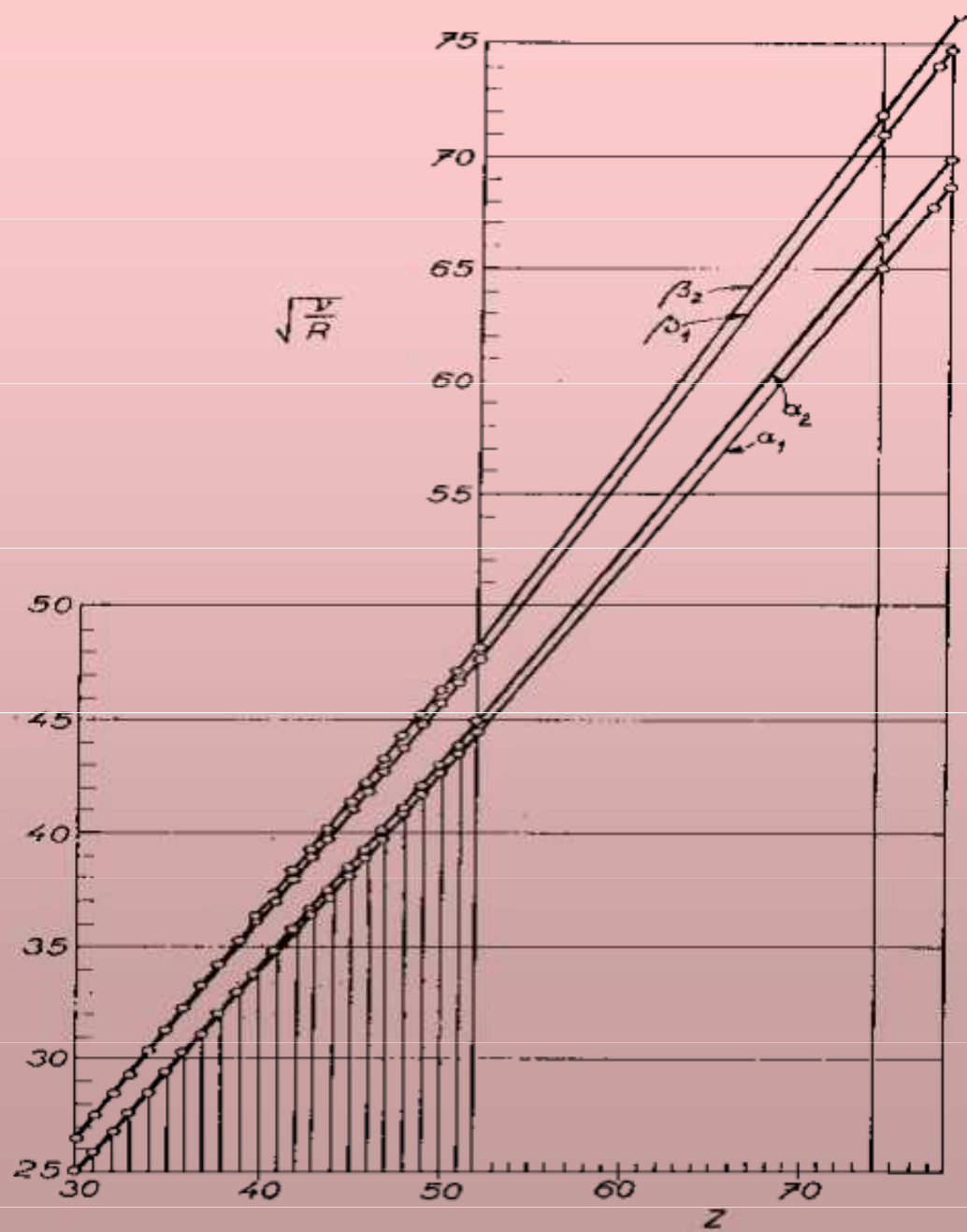


Obr. 7. Rozložení intenzity záření v rentgenovém spektru.

série a jejich další  
jemná struktura, K, L,  
M ...



Obr. 38. Schéma Roentgenova emisního spektra wolframu.



$$\sqrt{\nu} = a(Z - b)$$

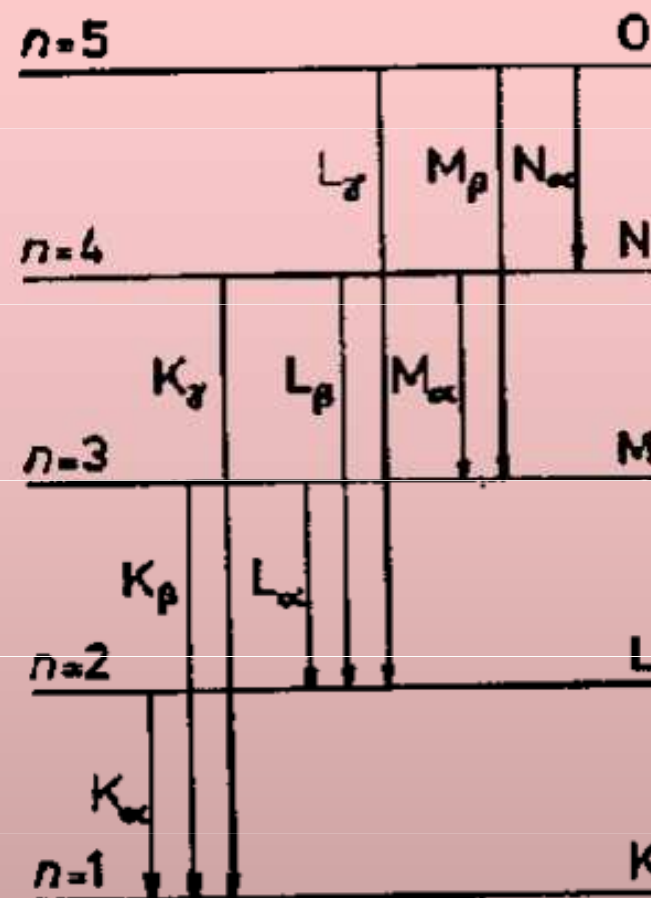
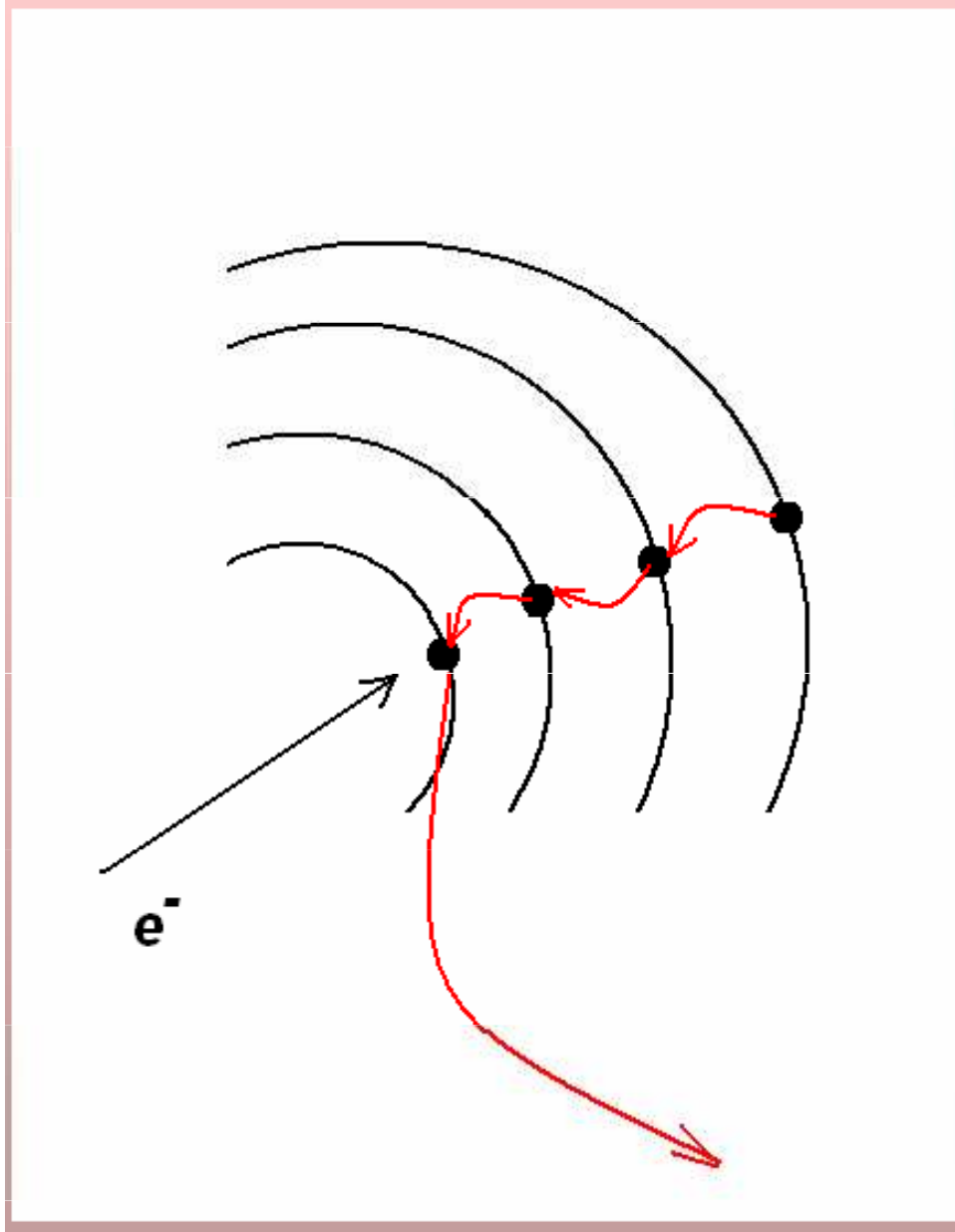
$a, b$  jsou charakteristické (materiálové) konstanty

$Z$  je atomové číslo prvku

Bezvýhradná platnost M. zákona ukazuje na hlubší význam atomového čísla – včetně jednotkového kroku  $Z$

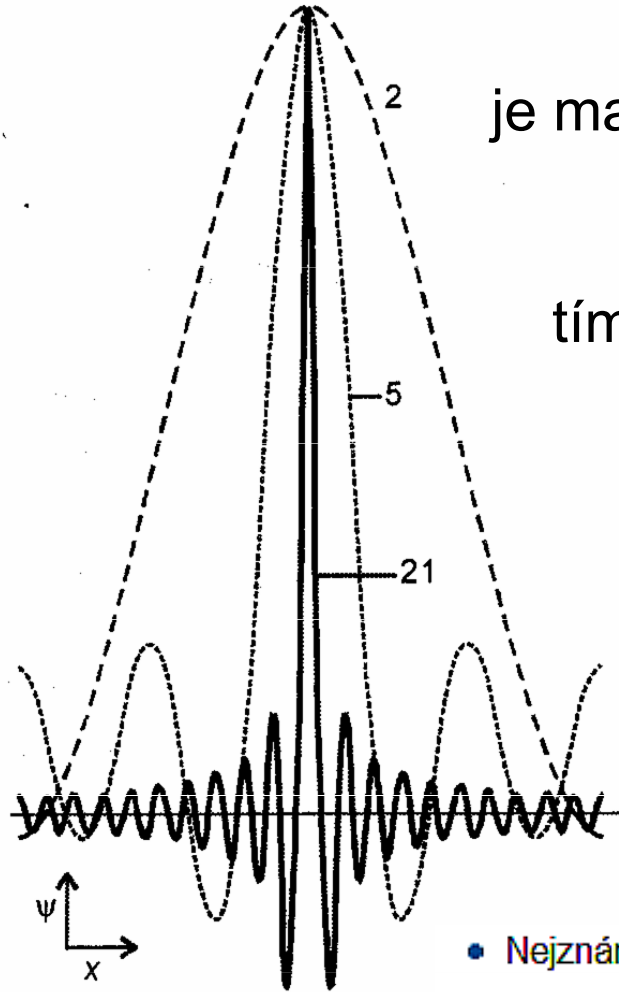
Obr. 8. Moseleyho zákon.

Atomové číslo prvku je rovno počtu protonů v jádře



Obr. 39. Zjednodušené schéma termů sodíku při vzniku Roentgenova spektra.

Heisenbergův princip neurčitosti (relace neurčitosti) je matematická vlastnost dvou kanonicky konjugovaných veličin. Říká, že čím přesněji určíme jednu z konjugovaných vlastností, tím méně přesně můžeme určit tu druhou - bez ohledu na to, jak dobré přístroje máme.



tvrzení o nesouměřitelnosti

$$\delta x_k \delta p_k \geq \frac{\hbar}{2}$$

- Nejznámějšími veličinami, pro které platí princip neurčitosti jsou poloha a hybnost objektu:

$$\Delta x_i \Delta p_i \geq \frac{\hbar}{2}$$

- dále platí pro: určení času a energie:

$$\Delta t \Delta E \geq \frac{\hbar}{2}$$



# Stern-Gerlachův experiment (1921)

$$\mu_{lZ} = -\mu_B m_l$$

$$\mu_{sZ} = -2\mu_B m_s = \pm\mu_B$$

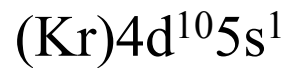
magnetický moment ve vnějším magn. poli:

$$U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$$

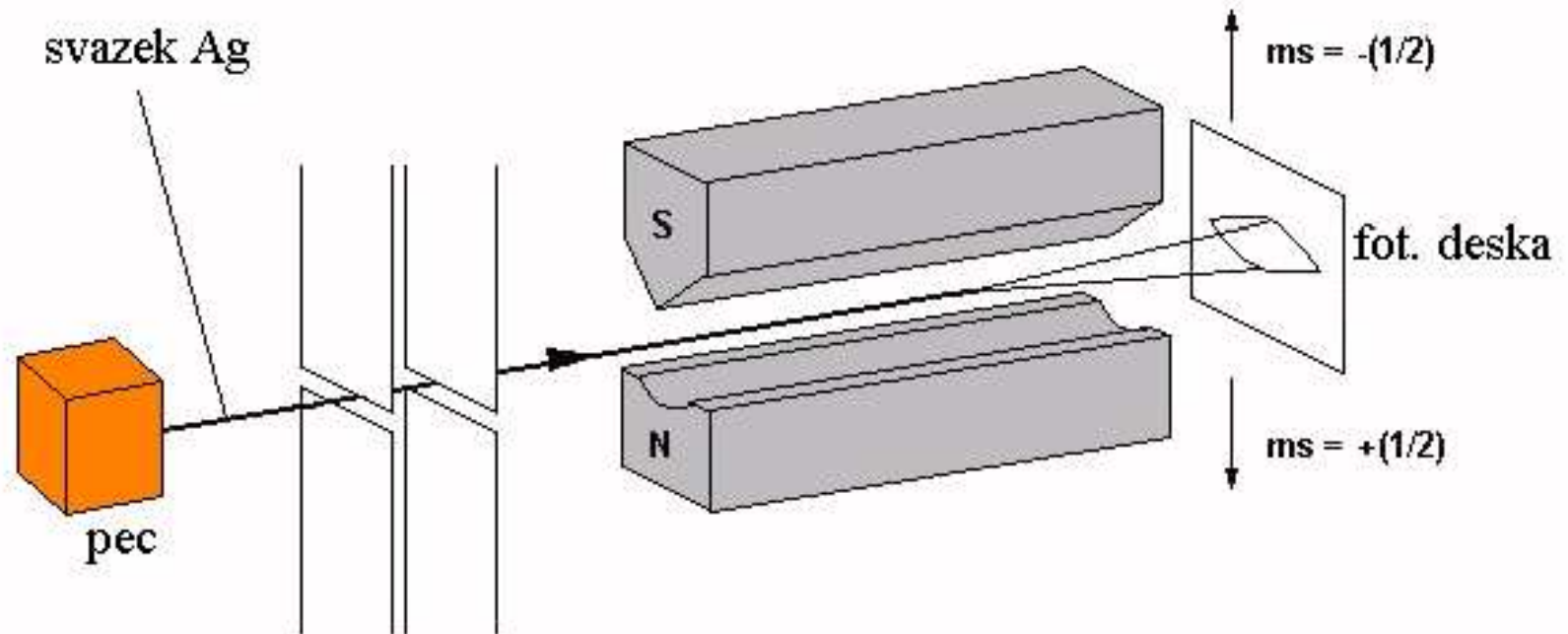
1dim: nehomogenní magnetické pole:

$$F_z = -\frac{\partial U}{\partial z} = \mu_z \frac{\partial B_z}{\partial z}$$

atomy Ag:



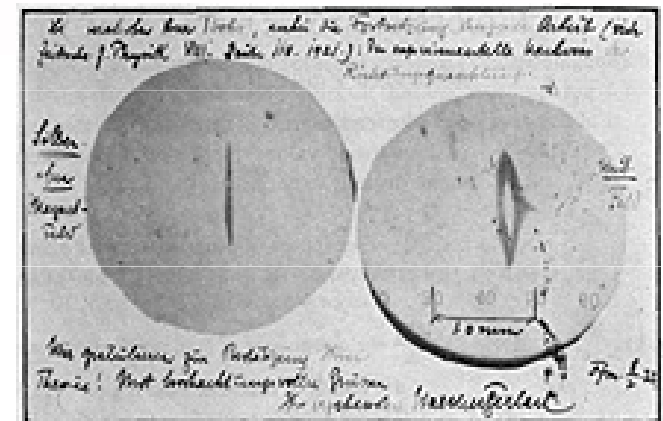
$$l = 0$$



odchylka:

$$z = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \frac{F}{m} \left( \frac{L}{v} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{\mu_z}{m} \frac{\partial B_z}{\partial z} \left( \frac{L}{v} \right)^2$$

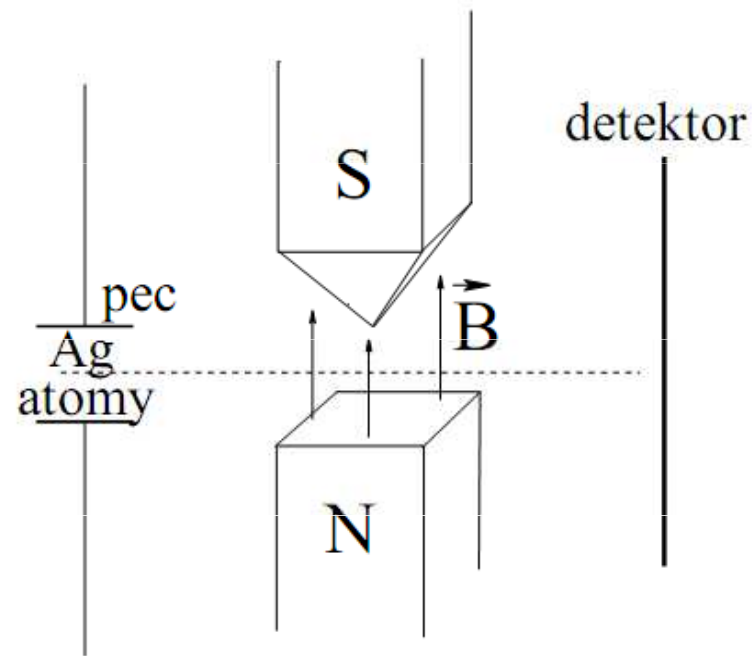
$$= \pm \frac{1}{2} \frac{\mu_B}{m} \frac{\partial B_z}{\partial z} \left( \frac{L}{v} \right)^2 \rightarrow m_l = \pm 1$$





# Stern - Gerlach

1922



$$\vec{F} = -grad(-\vec{\mu} \cdot \vec{B})$$

$$F_z = \mu \cdot \frac{\partial B}{\partial z}$$

(interakční energie)  $U = \frac{1}{2} \vec{H} \cdot \vec{B} ;$

$$B = \mu_0(\vec{H} + \vec{M})$$

měření spinu → klasické očekávání:  $S \in (-|\mu|, +|\mu|)$   
kvantový výsledek:  $\pm |\mu|$

---

Spin je vektorová veličina.

Vektorová veličina je určena třemi složkami.

Spin však dodržuje zákony kvantové mechaniky: všechny tři jeho složky nelze současně zjistit s neomezenou přesností. Je to tím, že mezi složkami momentu hybnosti v kvantové mechanice platí relace neurčitosti. To vede k tomu, že fyzici kvantovaný moment hybnosti popisují jeho velikostí (délka vektoru) a jednou složkou vektoru (konvenčně ve směru osy z).

---

Spin má tedy dvě charakteristiky, dvě kvantová čísla:

1.kvantové číslo velikosti spinu  $S$  a

2.kvantové číslo jedné složky  $m_z$ .

---

Pro elektron je vždy  $S = \frac{1}{2}$

Kvantové číslo složky spinu se liší znaménkem  $\pm 1/2$

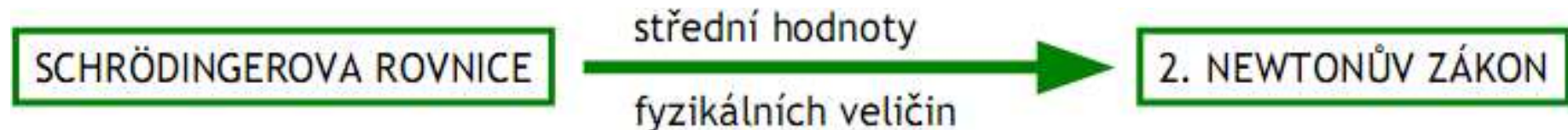
---



## OBLAST PLATNOSTI SCHRÖDINGEROVY ROVNICE

- uvedený tvar je pro nerelativistické problémy  
(není brána do úvahy závislost hmotnost na rychlosti)
- platí i v makrosvětě, ale kvantové efekty nejsou v makrosvětě pozorovatelné

Newtonovská mechanika platící pro tělesa složená z mnoha mikročástic  
je přibližnou verzí kvantové mechaniky



## Princip nerozlišitelnosti částic



Totožné částice je nutno v KM chápat odlišně.

Klasický popis předpokládá, že částice, jejichž vlastnosti jsou shodné, je možno v principu (\*) navzájem odlišit.

V kvantovém světě ovšem nic takového možné není!

Především částice už nejsou lokalizovány v prostoru, jejich vln-funkce se mohou překrývat a klasické trajektorie neexistují.

Proto je nemůže žádný pozorovatel „uhlídat“. \*\*

System nerozlišitelných částic lze popsat pouze vln-fcí (stavovým vektorem):  
symetrickým v případě bosonů, popř. antisymetrickým v případě fermionů

Systemy nerozlišitelných částic se přirozeně dělí na dvě velké skupiny:

ty, které popisujeme symetrickými vln-funkcemi – bosony celočíselný spin

ty, které popisujeme vln-funkcemi antisymetrickými – **fermiony** poločíselný spin.

# PAULIHO VYLUČOVACÍ PRINCIP

Dva fermiony se nemohou nacházet ve stejném jednočásticovém stavu

Proto jednotlivé elektrony v atomovém obalu obsazují různé kvantové stavy a takto vzniklé elektronové konfigurace hladin atomového obalu jsou příčinou veškeré různorodosti chemických vlastností prvků.

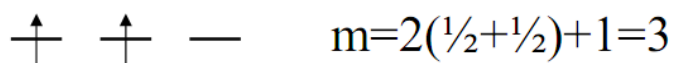
## Pauliho vylučovací princip

Daný orbital charakterizovaný čísly  $n, l, m_l$  může být obsazený maximálně dvěma elektrony s odlišným  $m_s$

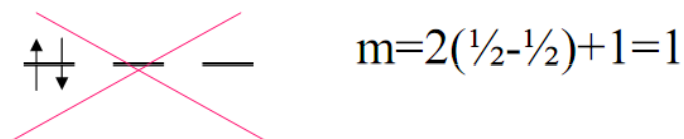


## Hundovo pravidlo

Pravidlo maximální multiplicity



Multiplicita  
 $m=2S+1$



Má-li se zaplnit hladina o stejné energii, zaplní se tak, že počet nepárových elektronů je největší a orientace jejich spinů je stejná (paralelní spiny).

Z popisu dovolených kombinací kvantových čísel vyplývá, kolik AO jakého typu může být v atomu přítomno.

Pro kterýkoliv atom dále platí i omezení dané **Pauliho principem výlučnosti:**

Žádné dva elektrony nemohou v atomu existovat ve stejném kvantovém stavu, tj. nemohou mít všechna kvantová čísla shodná.

### **Prostorové uspořádání AO**

Kvantovými čísly je určena nejen energie AO, také jejich tvar a orientace v prostoru. Pro jejich znázornění se používají modely rozložení elektronové hustoty ve formě hraničních ploch vymezujících prostor s 99 % pravděpodobností výskytu elektronu.

### **Orbitaly**

Pro vysvětlení stavby elektronových obalů atomů se vyslovují dva principy

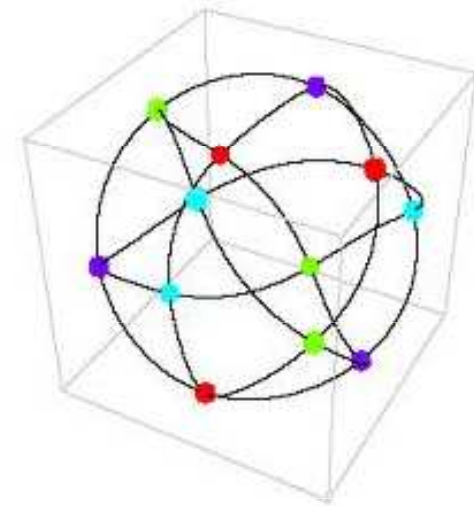
- princip nerozlišitelnosti částic
- Pauliho vylučovací princip

Princip nerozlišitelnosti částic:

Jednotlivé částice si nelze "očíslovat" nebo nějak označit a pak sledovat např. pohyb jedné z nich - je nutno sledovat celý statistický soubor částic

### **Heisenbergův princip**

**neurčitosti:** v kvantové mechanice nemůžeme současně přesně určit např. místo a hybnost částice anebo časový okamžik a energii – vždy tu z principu zůstane nějaká neurčitost.



Pauliho vylučovací princip je princip kvantové mechaniky, říká, že žádné dva nerozlišitelné fermiony nemohou být ve stejném kvantovém stavu.

Jde o jedno ze základních pravidel fyziky, protože mezi fermiony, pro které pravidlo platí, patří protony, neutrony a elektrony.

Aplikací

Pauliho vylučovacího principu je plnění obalu elektrony:

v elektronovém obalu daného atomu může být v konkrétním kvantovém stavu popsán kvantovými čísly **n**, **l**, **m**, **s** nejvýše jeden elektron. Každé dva elektrony v obalu se liší v hodnotě alespoň jednoho kvantového čísla).

# Pravidla obsazování energetických hladin atomu elektrony

## 1) Pauliho vylučovací princip

V atomu nemohou být současně dva elektrony, jejichž stav by byl charakterizován stejnou čtveřicí kvantových čísel

## 2) Výstavbový princip

S rostoucím počtem elektronů v atomovém obalu jsou energetické hladiny zaplňovány postupně podle rostoucí energie

Elektrony v atomech mají v rovnovážném stavu nejnižší možnou energii, tzv. základní stav (ostatní stavy - excitované)

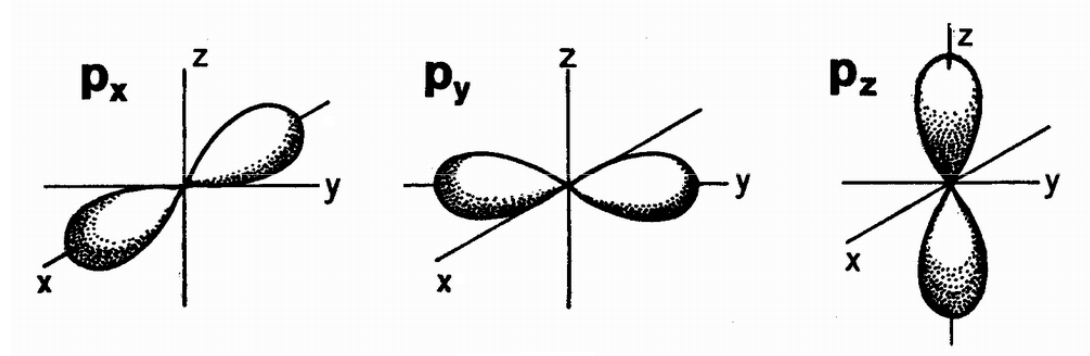
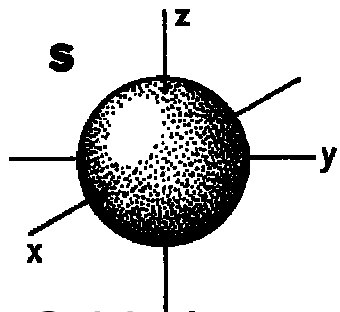
## 3) Hundovo pravidlo

Kdykoli je to energeticky možné, zůstávají elektrony v atomovém obalu nespárované, tj. mají rovnoběžné spiny (resp. stejné magnetické spinové číslo)

fyzikální důvod - vzájemné odpuzování elektronů

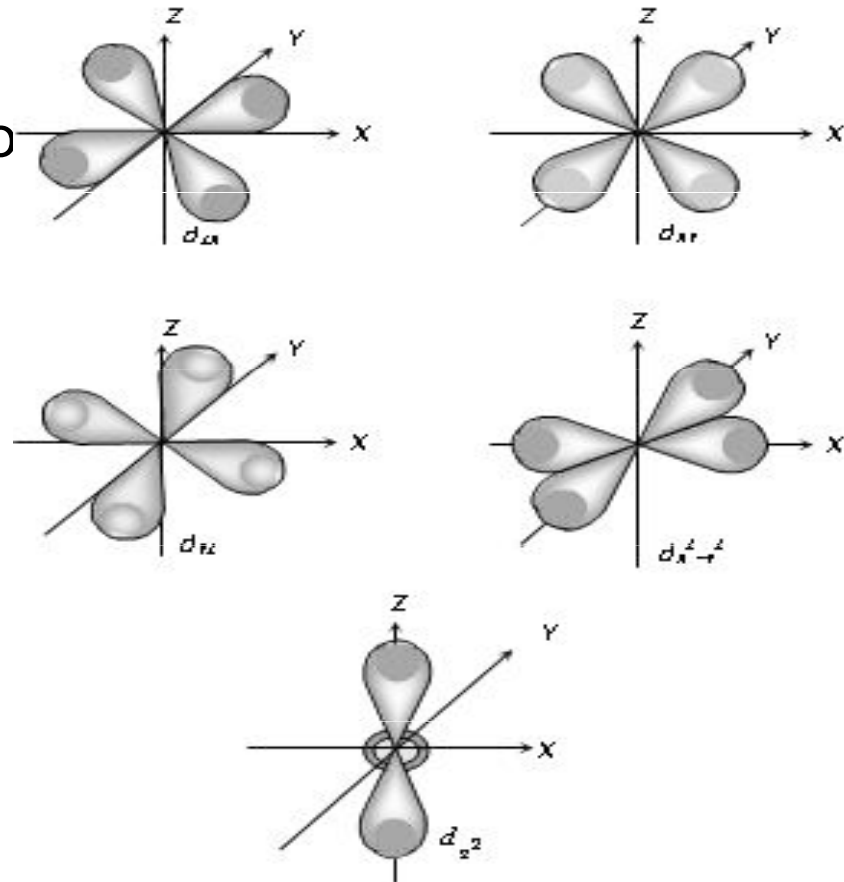


Orbitaly typu s jsou kulově symetrické

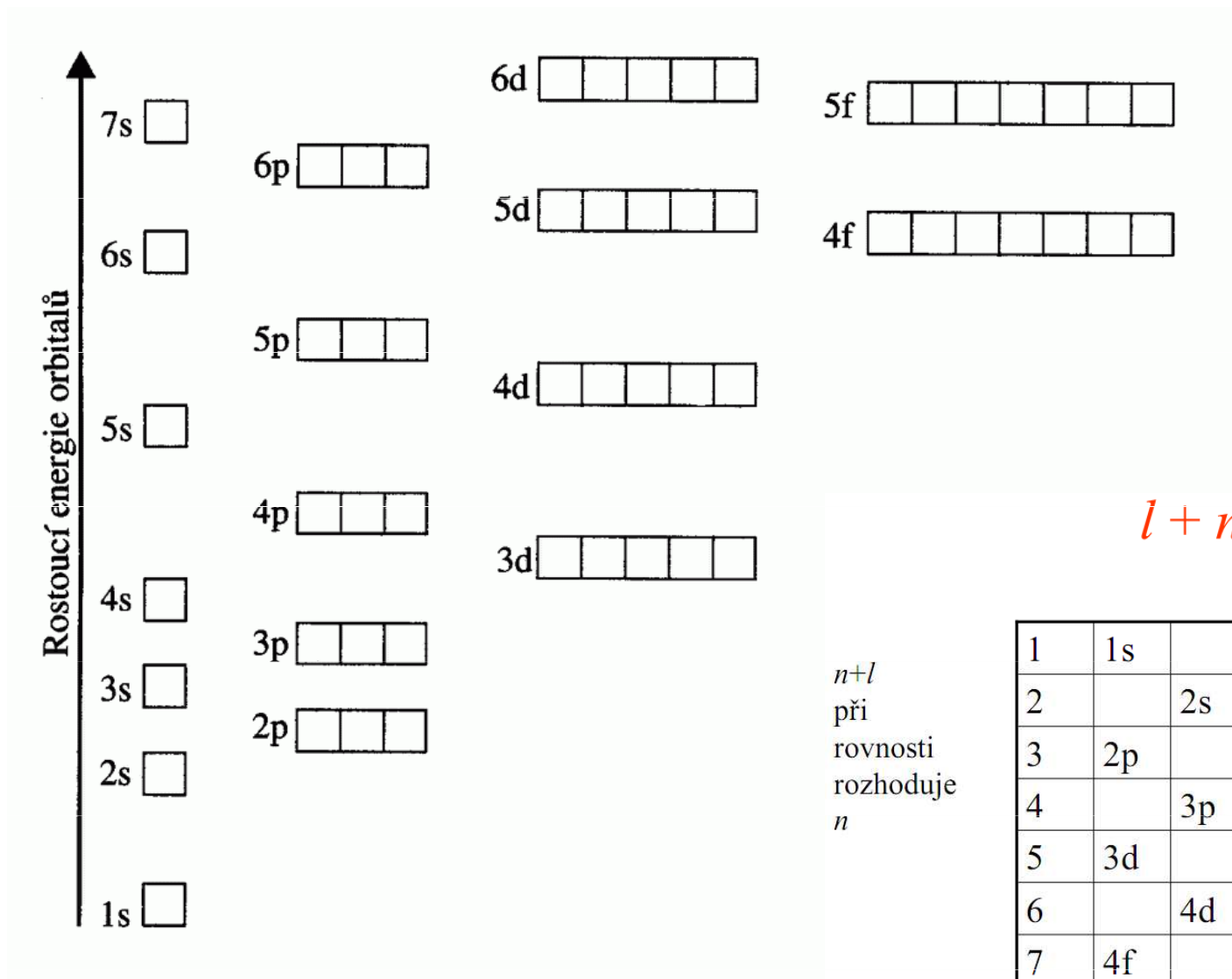


Orbitaly typu p jsou tvarově identické (dvojvřeteno), liší se orientací v prostoru

Další orbitaly (d a f) jsou tvarově složitější s větším počtem laloků.



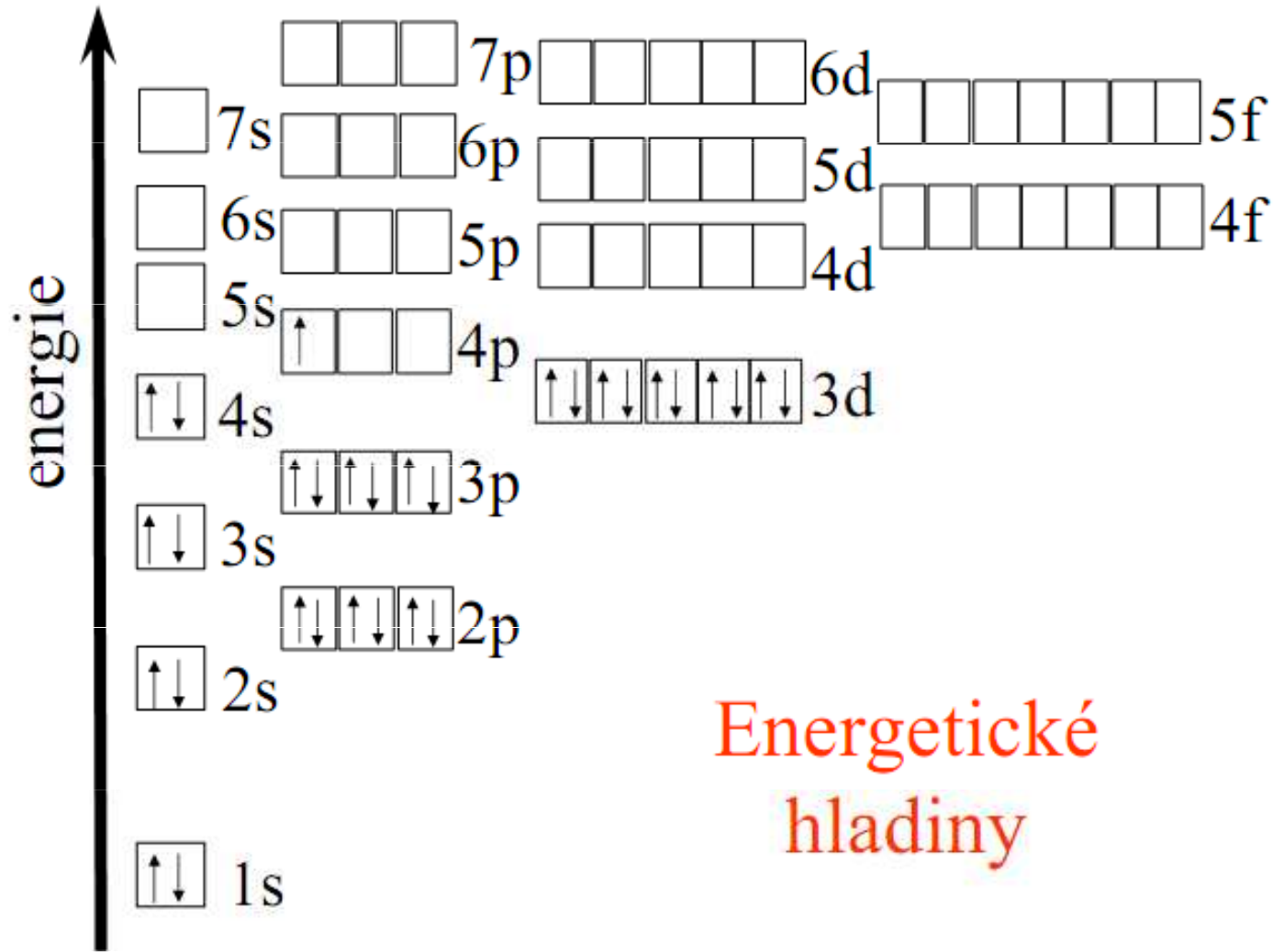
Obsazování AO v atomu postupuje od AO s nejnižší energií a do každého AO mohou vstoupit pouze dva elektrony (lišící se spinem).



*l + n* princip

*n+l*  
při  
rovnosti  
rozhoduje  
*n*

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



Energetické  
hladiny

Ze spodu nahoru, podle šipky

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

- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^{14} 6d^{10} 7p^6$
- 108 elektronů

## Elektronové konfigurace

H :  $1s^1$

He:  $1s^2$

Li:  $1s^2 2s^1$

Be:  $1s^2 2s^2$

B :  $1s^2 2s^2 2p^1$

C :  $1s^2 2s^2 2p^2$

N :  $1s^2 2s^2 2p^3$

O :  $1s^2 2s^2 2p^4$

Základní stavy

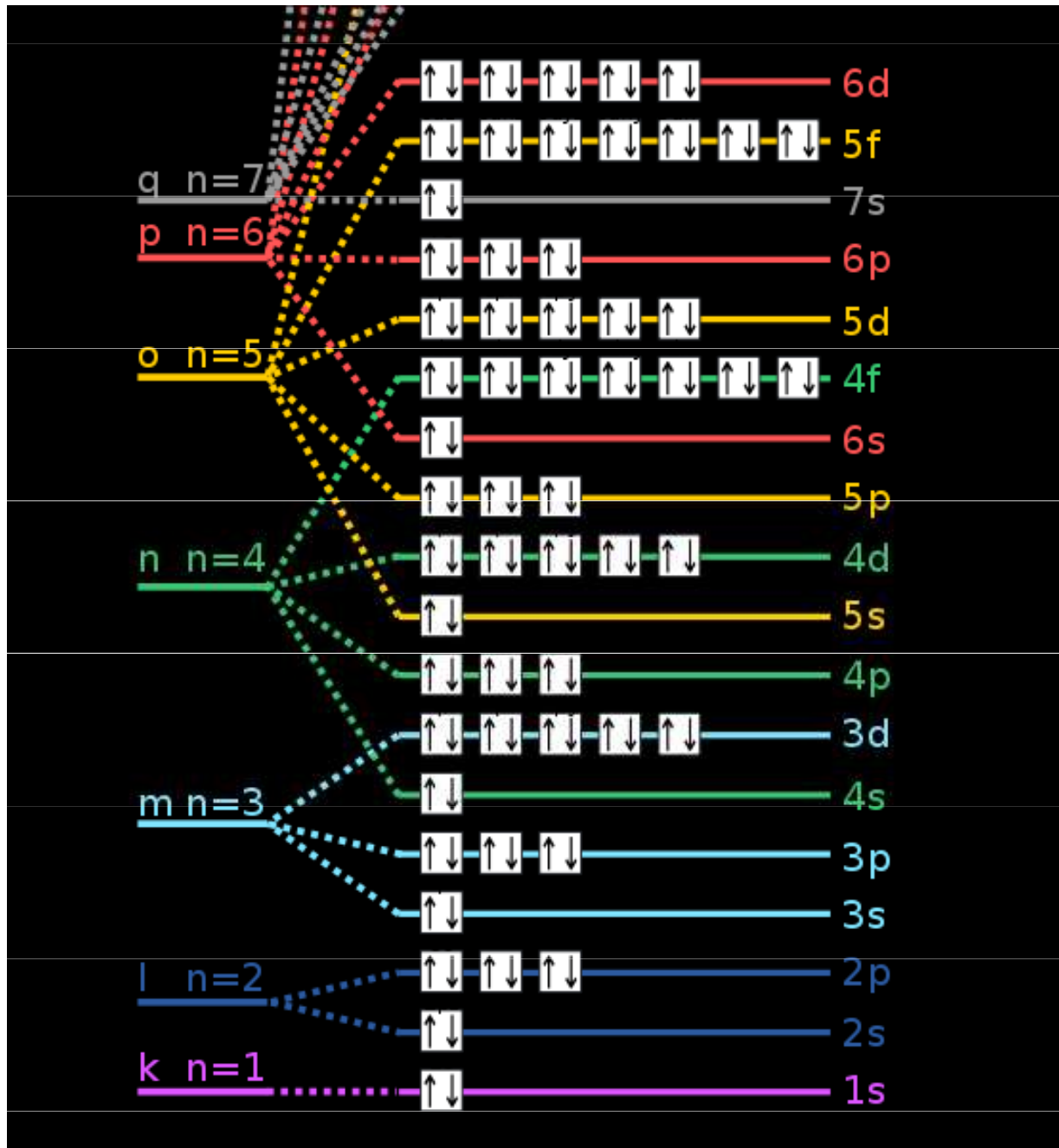
Excitované stavy

Výjimky

Cr -  $4s^1 3d^5$

Kationy - mění se pořadí hladin

Aniony - elektronová konfigurace izoelektronového neutrálního atomu



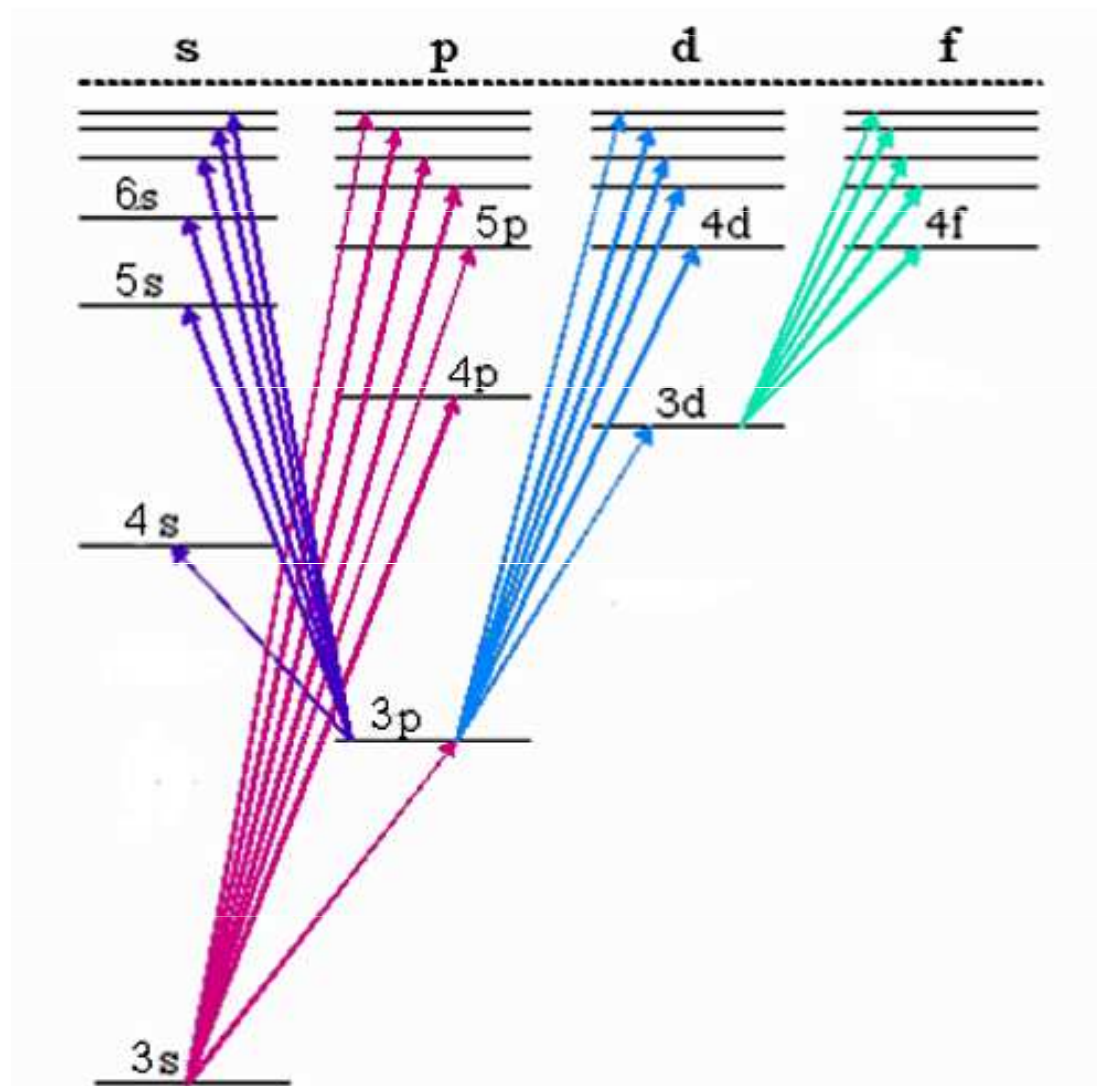
## přeskoky - optická spektra:

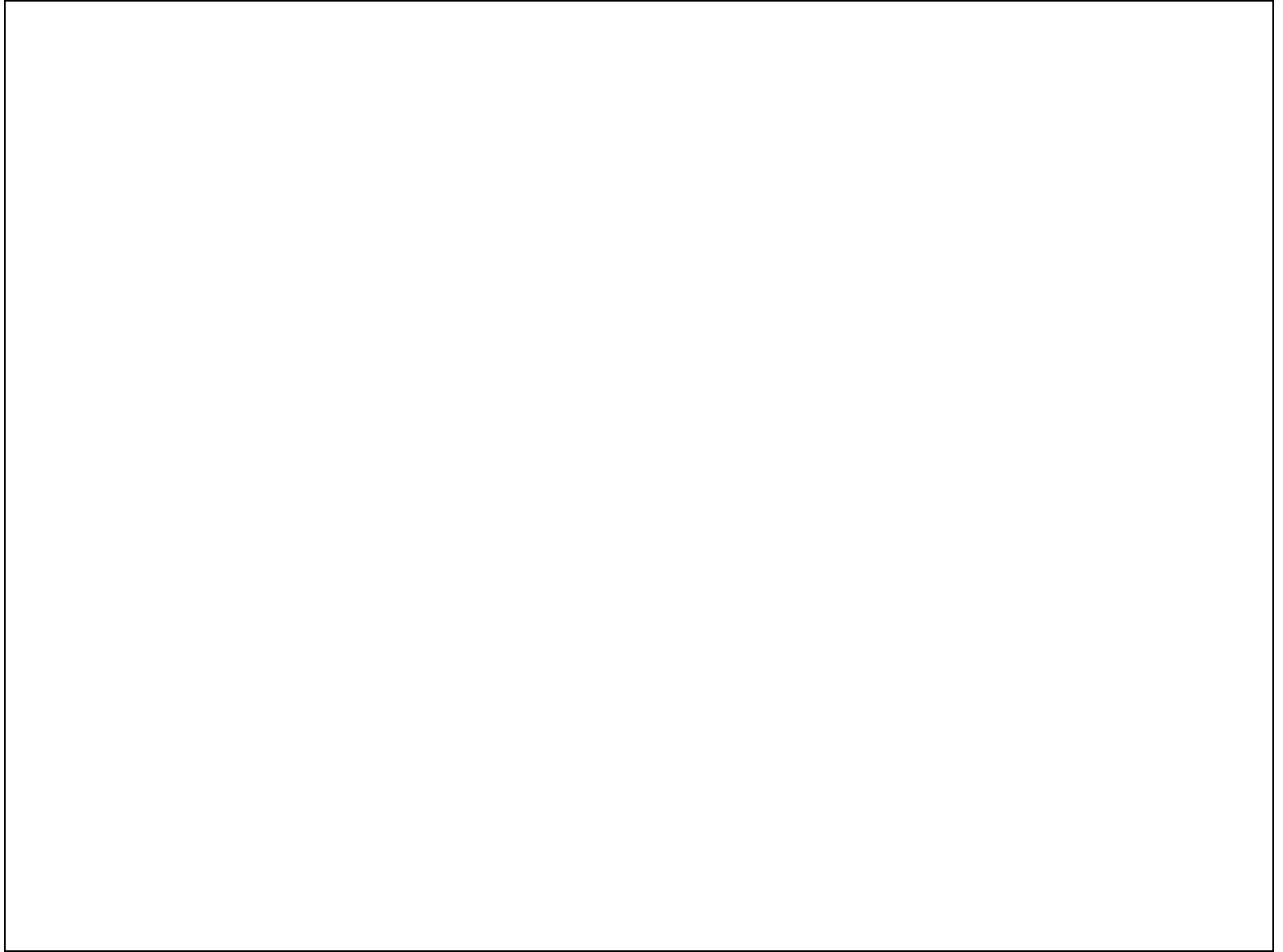
### výběrová pravidla:

$n \rightarrow n'$  libovolně

$l \rightarrow l'$   $\Delta l = \pm 1$

$m \rightarrow m'$   $\Delta m = 0, \pm 1$







# PERIODICKÁ TABULKA

- víceelektronové atomy
  - elektronová repulze (SCF)
  - stínění náboje jádra
  - Pauliho princip výlučnosti
  - Hundovo pravidlo
- (pro obsazení degenerovaných AO)
- výstavbový princip („Aufbau“)

1. součet  $n + l$

... vyšší se osazuje „později“

2. je-li  $n + l$  stejné pro dvě hladiny

(např. pro 3d a 4p  $n + l = 5$ ),

obsazuje se přednostně hladina s větším  $l$

(3d)

Historické snahy o tabulkové grafické vyjádření periodicit

## Periodický systém

Triády prvků

Uspořádání prvků podle atomových vah

Moseleyho zákon

Uspořádání prvků podle  $Z$



Mendělejev seřadil prvky podle stoupající atomové hmotnosti,  
analogické prvky  
zařadil do sousedství



1 <b>H</b> 1,01																	2 <b>He</b> 4,003						
3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01																	5 <b>B</b> 10,81	6 <b>C</b> 12,01	7 <b>N</b> 14,01	8 <b>O</b> 15,999	9 <b>F</b> 18,998	10 <b>Ne</b> 20,18
11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31																	13 <b>Al</b> 26,98	14 <b>Si</b> 28,09	15 <b>P</b> 30,97	16 <b>S</b> 32,06	17 <b>Cl</b> 35,45	18 <b>Ar</b> 39,95
19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96	22 <b>Ti</b> 47,90	23 <b>V</b> 50,94	24 <b>Cr</b> 51,996	25 <b>Mn</b> 54,94	26 <b>Fe</b> 55,85	27 <b>Co</b> 58,93	28 <b>Ni</b> 58,71	29 <b>Cu</b> 63,55	30 <b>Zn</b> 65,37	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,59	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,96	35 <b>Br</b> 79,90	36 <b>Kr</b> 83,80						
37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,94	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101,07	45 <b>Rh</b> 102,91	46 <b>Pd</b> 106,40	47 <b>Ag</b> 107,87	48 <b>Cd</b> 112,41	49 <b>In</b> 114,82	50 <b>Sn</b> 118,69	51 <b>Sb</b> 121,75	52 <b>Te</b> 127,60	53 <b>I</b> 126,90	54 <b>Xe</b> 131,30						
55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33	57 <b>La</b> ▶	72 <b>Hf</b> 178,49	73 <b>Ta</b> 180,95	74 <b>W</b> 183,85	75 <b>Re</b> 186,21	76 <b>Os</b> 190,20	77 <b>Ir</b> 192,22	78 <b>Pt</b> 195,09	79 <b>Au</b> 195,97	80 <b>Hg</b> 200,59	81 <b>Tl</b> 204,37	82 <b>Pb</b> 207,19	83 <b>Bi</b> 208,98	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)						
87 <b>Fr</b> 223	88 <b>Ra</b> 226,03	89 <b>Ac</b> ▶	104 <b>Rf</b> (251)	105 <b>Db</b> (252)	106 <b>Sg</b> (255)	107 <b>Bh</b> (262)	108 <b>Hs</b> (265)	109 <b>Mt</b> (266)	(110)	(111)	(112)	(113)	(114)	(115)	(116)	(117)	(118)						

atomové číslo

9 <b>F</b> 18,998
-------------------------

symbol prvku  
černý: pevná látka  
modrý: kapalina  
červený: plyn  
žlutý: uměle připravený

relativní  
atomová  
hmotnost

- alkalické kovy
- kovy alkalických zemin
- přechodné kovy
- ostatní kovy
- nekovy
- vzácné plyny

Lanthanoidy

58 <b>Ce</b> 140,12	59 <b>Pr</b> 140,91	60 <b>Nd</b> 144,24	61 <b>Pm</b> (146)	62 <b>Sm</b> 150,36	63 <b>Eu</b> 151,96	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,92	66 <b>Dy</b> 162,50	67 <b>Ho</b> 164,93	68 <b>Er</b> 167,26	69 <b>Tm</b> 168,93	70 <b>Yb</b> 173,04	71 <b>Lu</b> 174,07
---------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

Aktinoidy

90 <b>Th</b> 232,04	91 <b>Pa</b> (231)	92 <b>U</b> 238,03	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (242)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (254)	100 <b>Fm</b> (253)	101 <b>Md</b> (256)	102 <b>No</b> (254)	103 <b>Lr</b> (257)
---------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

- 104 rutherfordium **Rf**
- 105 dubnium **Db**
- 106 seaborgium **Sg**
- 107 bohrium **Bh**
- 108 hassium **Hs**
- 109 meitnerium **Mt**

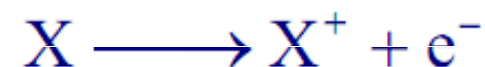


## periodicita vlastností

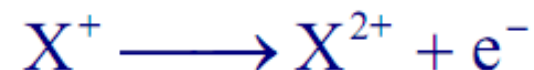
- ionizační energie (potenciály)
- elektronové afinity
- elektronegativity
- atomové poloměry

ionizační energie,

První ionizační energie je minimální energie potřebná k odtržení elektronu z neutrálního atomu nebo molekuly v základním stavu:



Druhá ionizační energie je minimální energie potřebná k odtržení druhého elektronu.



Třetí ...

příklady ionizačních energií (záporné hodnoty, v eV)

H 1s -13.6

He 1s -23.4

Li 2s -5.4

2p -3.5

C 2s -21.4

2p -11.4

O 2s -32.3

2p -14.8

F 2s -40.0

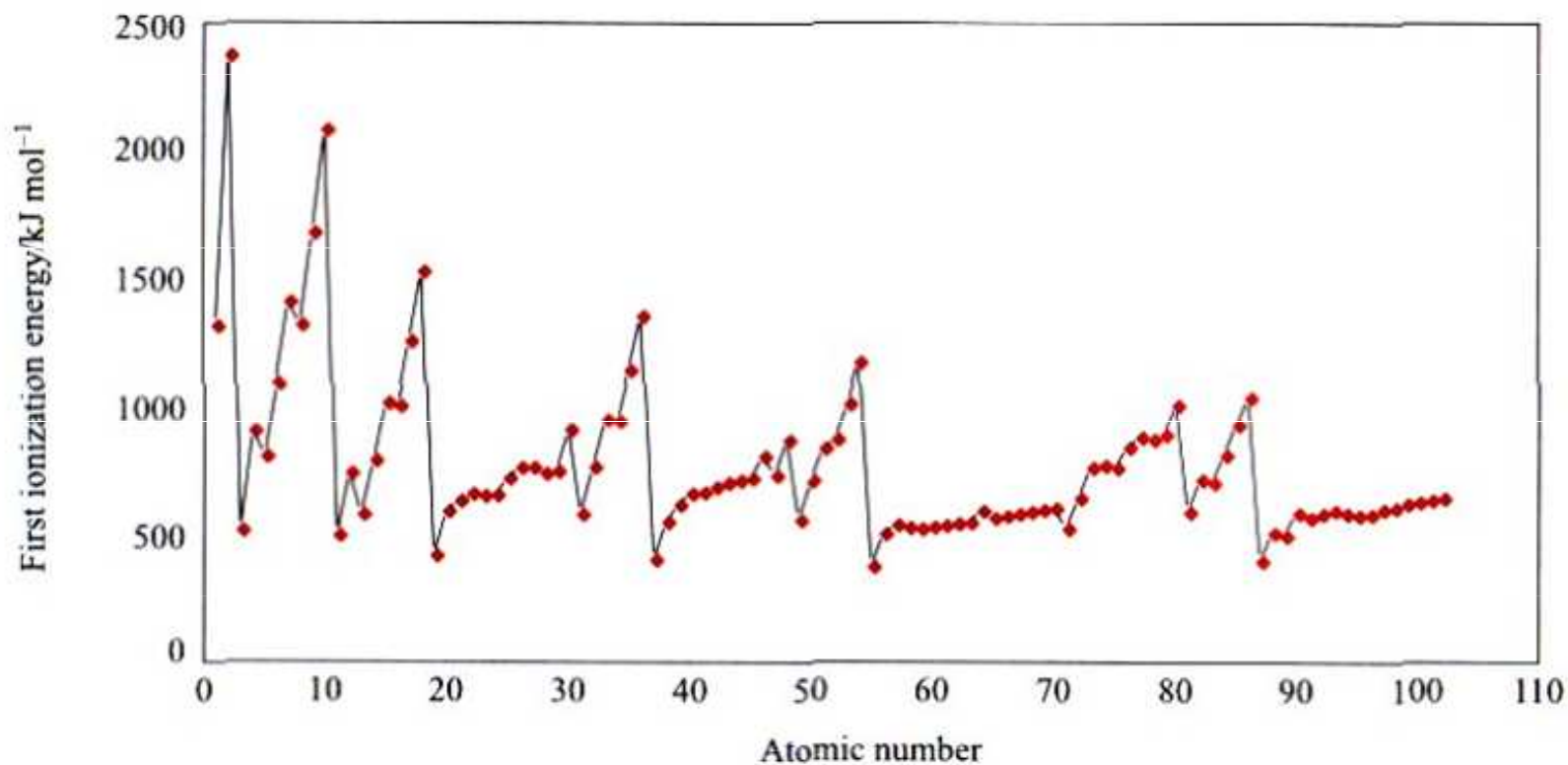
2p -18.1

Cr 4s -8.66

4p -5.24

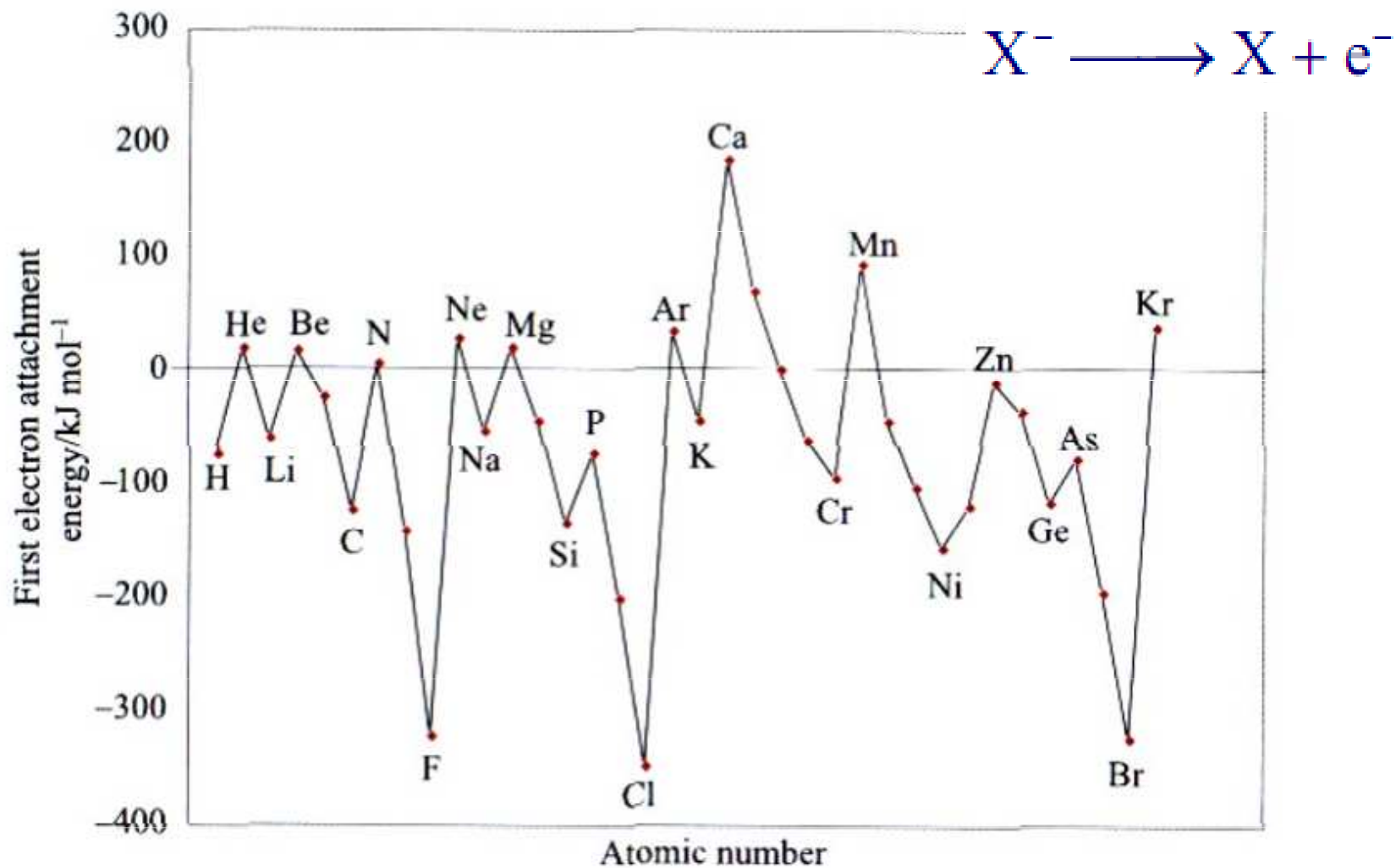
3d -11.22

periodicita první ionizační energie



elektronová afinita, je energie potřebná k odtržení elektronu z jedenkrát nabitého záporného iontu

nebo ekvivalentně lze říci, že je energie, která se uvolní při připojení dalšího elektronu k neutrálnímu atomu nebo molekule

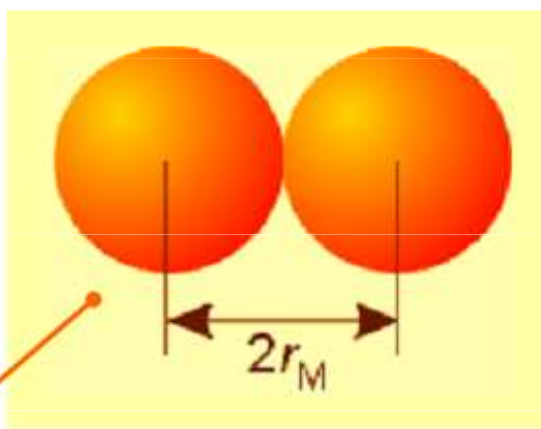




# Poloměry atomů a iontů

## VELIKOST

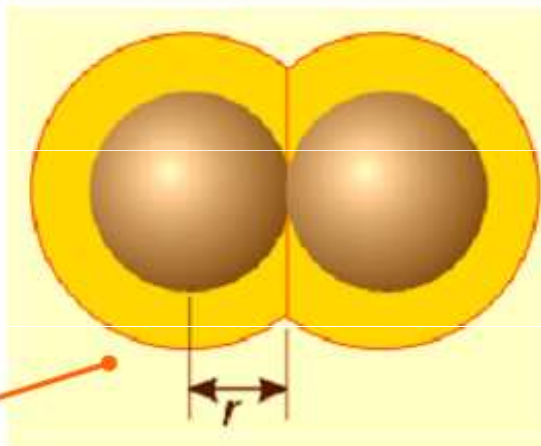
– velikost izolovaného atomu ???



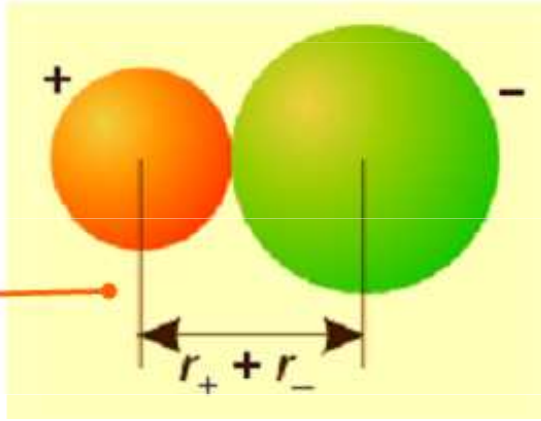
## POLOMĚR ATOMU

– z meziatomových vzdáleností

→ kovový poloměr  
(ze struktury kovů)



→ kovalentní poloměr  
(z biatomických molekul prvků  
a ze struktury krystalů)



→ iontové poloměry  
 $O^{2-} \rightarrow 1,40 \text{ \AA}$

# Kovalentní atomový poloměr



$Z_{ef}$  klesá

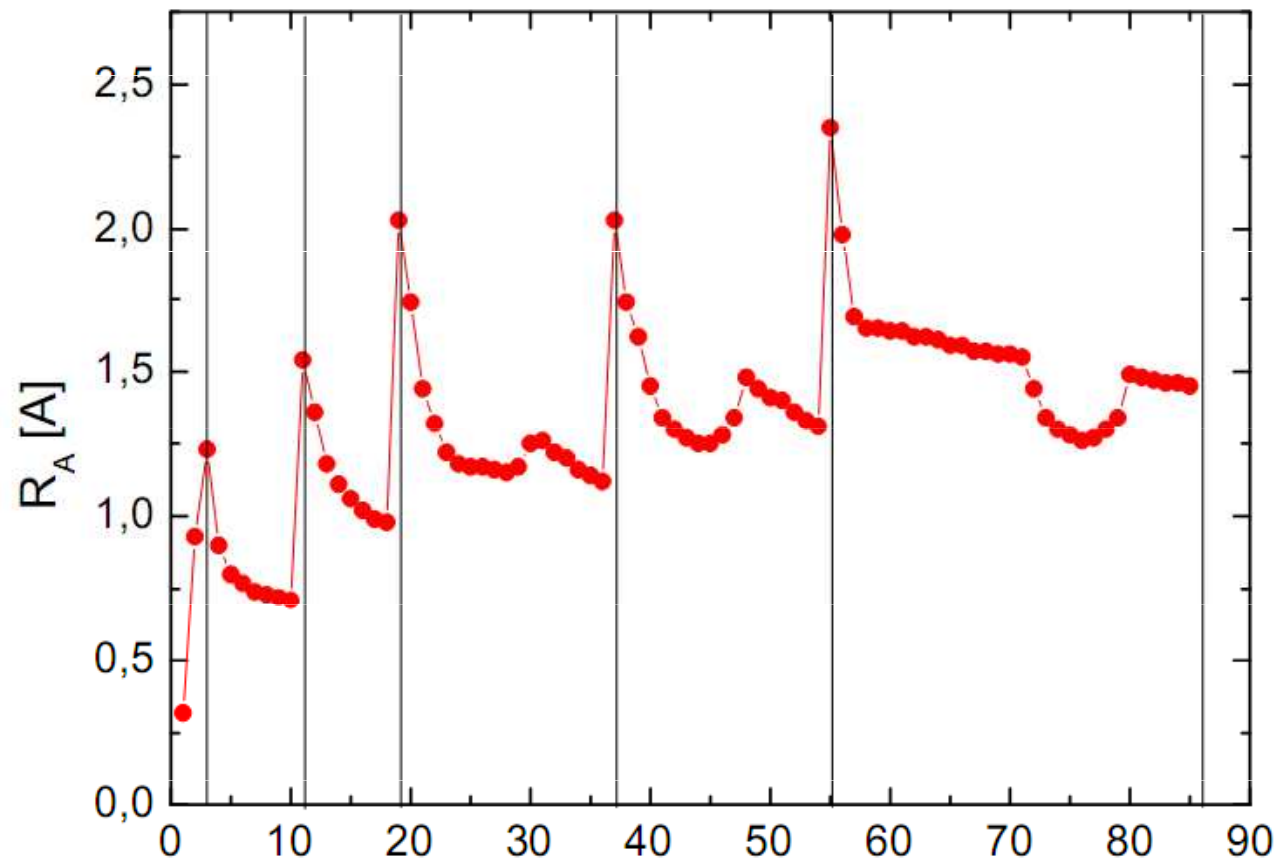
Velikost orbitalů roste

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
H 32							He 50
Li 152	Be 112	B 98	C 91	N 92	O 73	F 72	Ne 70
Na 186	Mg 160	Al 143	Si 132	P 128	S 127	Cl 99	Ar 98
K 227	Ca 197	Ga 135	Ge 137	As 139	Se 140	Br 114	Kr 112
Rb 248	Sr 215	In 166	Sn 162	Sb 159	Te 160	I 133	Xe 131
Cs 265	Ba 222	Tl 171	Pb 175	Bi 170	Po 164	At 142	Rn 140

atomové poloměry (kovalentní poloměry, iontové poloměry)

- průměrné hodnoty
- charakterizují typický příspěvek atomu k délce vazby
- pomocí poloměrů je možné přibližně spočítat mezijadernou vzdálenost

## Kovalentní atomový poloměr



# Iontové poloměry

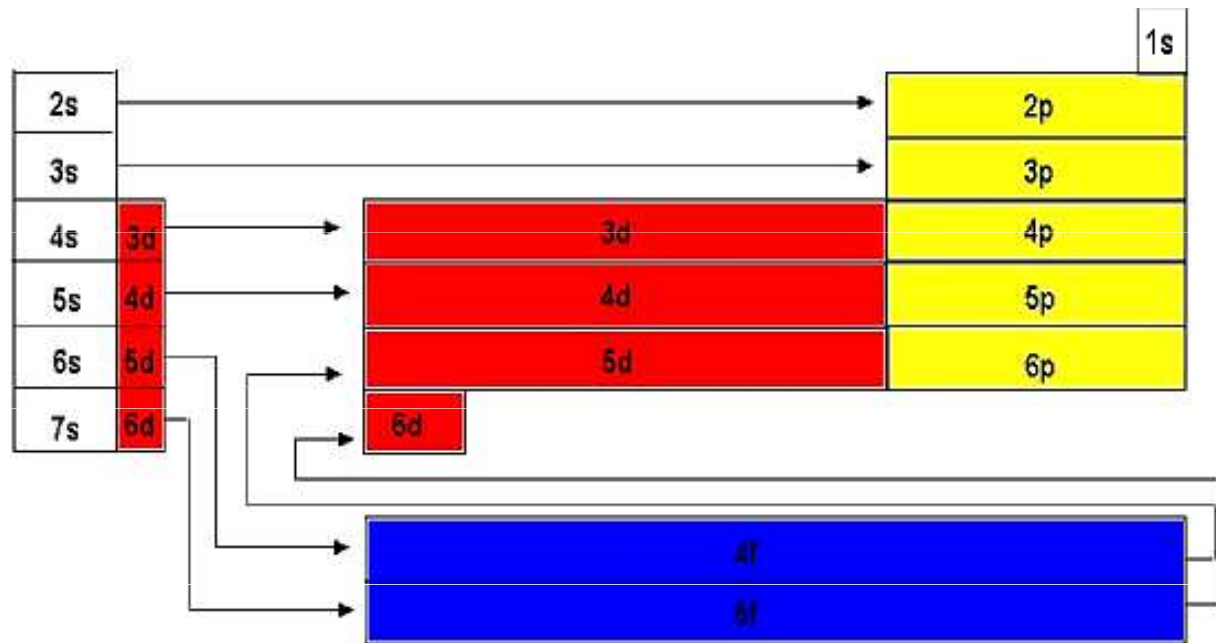


Kation – vždy menší než atom

Anion – vždy větší než atom

– trendy stejné

kationt má v elektronovém obalu méně elektronů než odpovídající atom  
aniont má v elektronovém obalu více elektronů než odpovídající atom



## PERIODY

- Sedm vodorovných řad
- Pořadové číslo periody totožné s hlavním kvantovým číslem poslední obsazované vrstvy => stejný počet částečně nebo úplně obsazených elektronových vrstev
- Každý prvek na začátku periody zahajuje tvorbu nové elektronové sféry
- Každá perioda ukončena vzácným plynem



1 I A	2 II A	3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 I B	12 II B	13 III A	14 IV A	15 V A	16 VI A	17 VII A	18 0																																																																												
Vodík 1 <b>H</b> 1,00794(7)																	Helium 2 <b>He</b> 4,002603(2)																																																																												
Lihtium 3 <b>Li</b> 6,941(2)	Beryllium 4 <b>Be</b> 9,012182(2)	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>Kyslík 8 <b>O</b> 15,9994(3)</p> <p>→ název prvku</p> <p>→ protonové číslo</p> <p>→ značka prvku</p> <p>→ relativní atomová hmotnost</p> </div> <div> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> nekovy</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FFDAB9; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> alkalické kovy</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> alkalické zemní kovy</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> vzácné plyny</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FF69B4; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> halogeny</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #9370DB; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> metalloidy</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> přechodné kovy</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #4682B4; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> jiné kovy</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FF4500; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> vzácné zemní prvky</li> </ul> </div> </div>										Bor 5 <b>B</b> 10,811(2)	Uhlík 6 <b>C</b> 12,0107(8)	Dusík 7 <b>N</b> 14,0064(7)	Kyslík 8 <b>O</b> 15,9994(3)	Fluor 9 <b>F</b> 18,998403(2)	Neon 10 <b>Ne</b> 20,1797(2)	Sodík 11 <b>Na</b> 22,989770(2)	Hořčík 12 <b>Mg</b> 24,305(6)	Hliník 13 <b>Al</b> 26,981538(2)	Křemík 14 <b>Si</b> 28,0855(3)	Fosfor 15 <b>P</b> 30,973761(2)	Síra 16 <b>S</b> 32,06(6)	Chlór 17 <b>Cl</b> 35,453(6)	Argon 18 <b>Ar</b> 39,948(1)	Dračík 19 <b>K</b> 39,0983(1)	Vápník 20 <b>Ca</b> 40,078(4)	Skandium 21 <b>Sc</b> 44,955910(8)	Titan 22 <b>Ti</b> 47,867(1)	Vanad 23 <b>V</b> 50,9415(1)	Chrom 24 <b>Cr</b> 51,9961(6)	Mangan 25 <b>Mn</b> 54,938045(9)	Železo 26 <b>Fe</b> 55,845(2)	Kobalt 27 <b>Co</b> 58,933200(9)	Nikl 28 <b>Ni</b> 58,6934(2)	Měď 29 <b>Cu</b> 63,546(3)	Zinek 30 <b>Zn</b> 65,39(2)	Gallium 31 <b>Ga</b> 69,723(1)	Germanium 32 <b>Ge</b> 72,61(2)	Arsen 33 <b>As</b> 74,92160(2)	Selen 34 <b>Se</b> 78,96(3)	Brom 35 <b>Br</b> 79,904(1)	Krypton 36 <b>Kr</b> 83,80(1)	Rubidium 37 <b>Rb</b> 85,4678(3)	Strontium 38 <b>Sr</b> 87,62(1)	Yttrium 39 <b>Y</b> 88,90585(2)	Zirkonium 40 <b>Zr</b> 91,224(2)	Niob 41 <b>Nb</b> 92,90638(2)	Molybden 42 <b>Mo</b> 95,94(1)	Technetium 43 <b>Tc</b> (98,9063)	Ruthenium 44 <b>Ru</b> 101,07(2)	Rhodium 45 <b>Rh</b> 102,90550(2)	Paládium 46 <b>Pd</b> 106,42(1)	Sřbrno 47 <b>Ag</b> 107,8682(2)	Kadmium 48 <b>Cd</b> 112,411(8)	Indium 49 <b>In</b> 114,818(3)	Cín 50 <b>Sn</b> 118,710(7)	Antimon 51 <b>Sb</b> 121,760(1)	Tellur 52 <b>Te</b> 127,60(3)	Jod 53 <b>I</b> 126,90447(3)	Xenon 54 <b>Xe</b> 131,29(2)	Ceáium 55 <b>Cs</b> 132,90545(2)	Baryum 56 <b>Ba</b> 137,327(7)	57-70 Lantha- noidy		Hafnium 72 <b>Hf</b> 178,49(2)	Tantal 73 <b>Ta</b> 180,9478(1)	Wolfram 74 <b>W</b> 183,84(1)	Rhenium 75 <b>Re</b> 186,207(1)	Osmium 76 <b>Os</b> 190,23(3)	Iridium 77 <b>Ir</b> 192,217(3)	Platina 78 <b>Pt</b> 196,078(2)	Zlato 79 <b>Au</b> 196,96656(2)	Hrtíř 80 <b>Hg</b> 200,59(2)	Thallium 81 <b>Tl</b> 204,3833(2)	Olovo 82 <b>Pb</b> 207,2(1)	Bismut 83 <b>Bi</b> 208,98038(2)	Polonium 84 <b>Po</b> (208,9824)	Astat 85 <b>At</b> (208,9871)	Radon 86 <b>Rn</b> (222,0176)	Francium 87 <b>Fr</b> (223,0187)	Rádium 88 <b>Ra</b> (226,0254)	89-102 Akti- noidy		Rutherfordium 104 <b>Rf</b> (261,110)	Dubnium 105 <b>Db</b> (262,1144)	Seeborgium 106 <b>Sg</b> (263,1186)	Bohrium 107 <b>Bh</b> (264,12)	Hassium 108 <b>Hs</b> (265,1306)	Mitlerium 109 <b>Mt</b> (266)	Ununnilium 110 <b>Uun</b> (269)	Ununnilium 111 <b>Uuu</b> (272)	Ununbium 112 <b>Uub</b> (277)

Lanthanoidy:

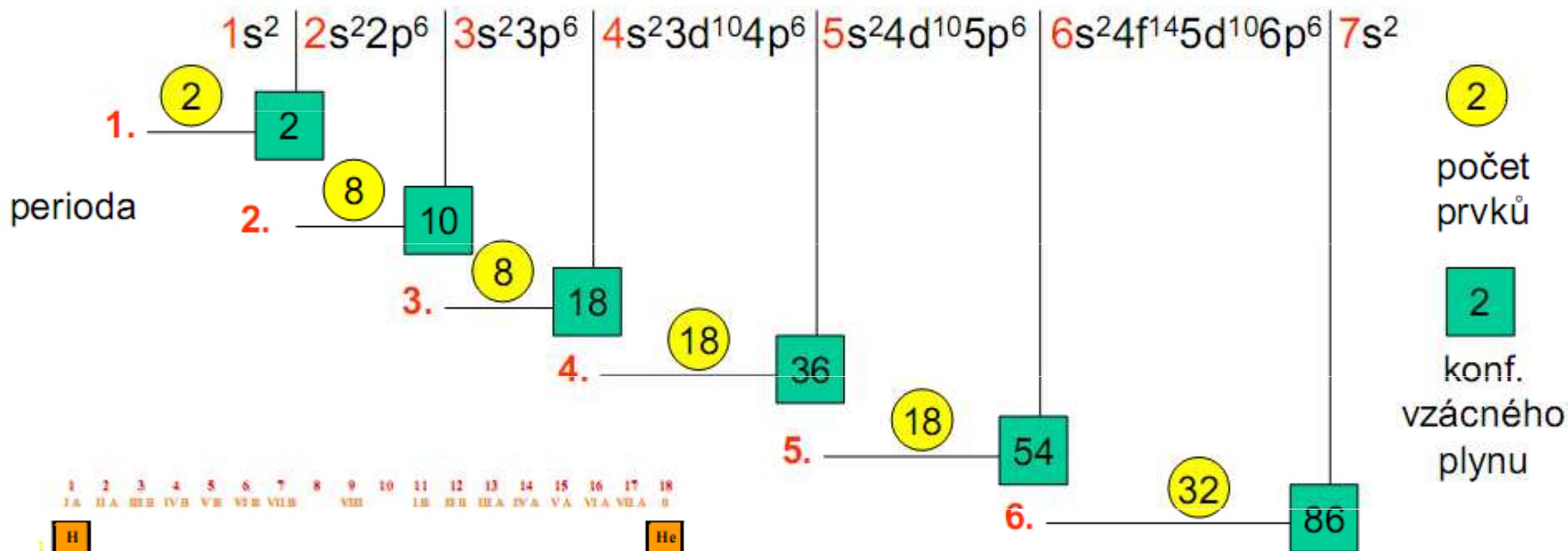
Lanthan 57	Cer 58	Praseodym 59	Neodym 60	Promethium 61	Samarium 62	Europium 63	Gadolinium 64	Terbium 65	Dysprochium 66	Hoáium 67	Erbium 68	Thulium 69	Ytterbium 70	Lutetium 71	
138,9055(2)	140,116(1)	140,90766(2)	144,24(2)	(144,9127)	150,36(3)	151,964(1)	157,25(3)	168,934(2)	162,50(3)	164,93032(2)	167,26(3)	168,93421(3)	173,04(2)	174,967(1)	
Aktinoidy:	Aktinium 89	Thorium 90	Protaktinium 91	Uran 92	Neptunium 93	Plutonium 94	Američium 95	Kurium 96	Berkelium 97	Kalifornium 98	Einsteinium 99	Fermium 100	Mendelevium 101	Nobelium 102	Lavrencium 103
(227,0277)	232,0381(1)	231,03688(2)	238,02891(1)	(237,0482)	(244,0642)	(243,0614)	(247,0716)	(247,0703)	(251,0796)	(252,0830)	(257,0851)	(259,0868)	(263,1011)	(262,110)	

Svislé rozdělení do 18 skupin

Označení arabskými číslicemi 1 až 18

Ve skupinách seřazeny prvky se stejným počtem elektronů v poslední vrstvě elektronového obalu => podobné chemické vlastnosti

SKUPINY



	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	IB	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Lr	Rf	Ha													

lanthanoidy   La   Ce   Pr   Nd   Pm   Sm   Eu   Gd   Tb   Dy   Ho   Er   Tm   Yb

aktinoidy   Ac   Th   Pa   U   Np   Pu   Am   Cm   Bk   Cf   Es   Fm   Md   No

2010 – 118 známých prvků včetně

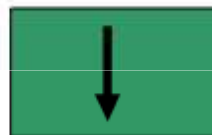




## Trendy v tabulce

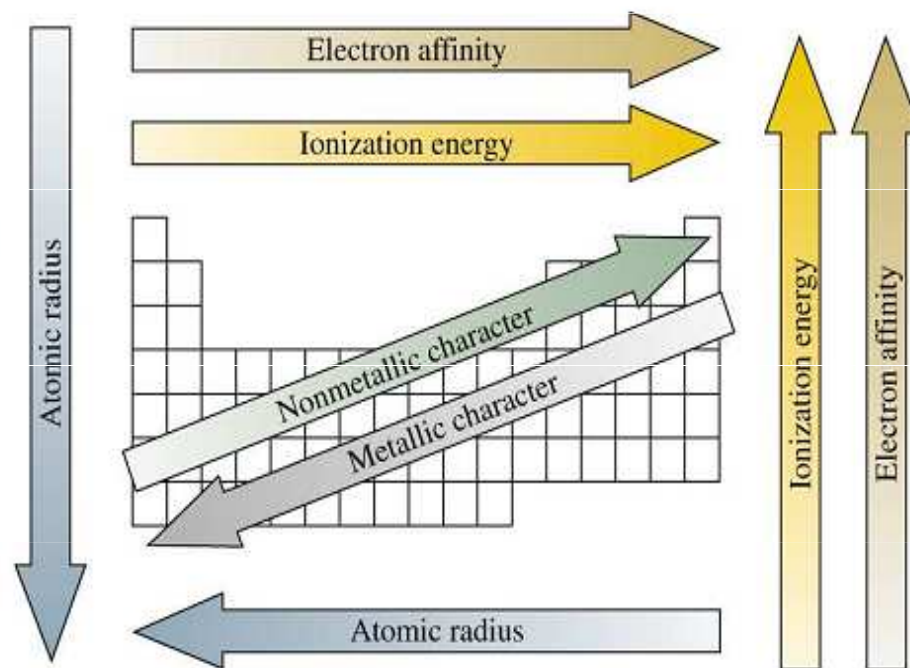
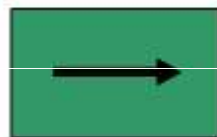
### Vertikální podobnost (dominující)

- klesá hodnota ionizační energie
- roste velikost atomů
- klesá elektronegativita
- postupně zesilují kovové vlastnosti
- klesá stálost vyšších ox. st.
- b.t. a b.v. klesají a pak mírně stoupají
- vzrůstá reaktivita



### Horizontální podobnost

- roste efektivní náboj jádra
- klesá velikost atomů
- roste hodnota ionizační energie
- roste elektronegativita



## KOVY

## NEKOVY

### Atomární vlastnosti

méně valenčních elektronů  
větší atomový poloměr  
nižší ionizační energie  
nižší elektronegativita

více valenčních elektronů  
menší atomový poloměr  
vyšší ionizační energie  
vyšší elektronegativita

### Fyzikální vlastnosti

dobrá elektrická, tepelná vodivost  
tažné, ohebné  
kujné, lesklé  
většinou: pevné (mimo Hg)  
vysoký bod tání

špatná elektrická, tepelná vodivost (mimo grafit)  
netažné  
nekujné  
pevné, kapalné (Br<sub>2</sub>), plynné  
nízký bod tání

### Chemické vlastnosti

reagují s kyselinami  
tvoří kationty  
reagují s nekovy  
navzájem nereagují  
tvoří bazické oxidy  
tvoří iontové halogenidy

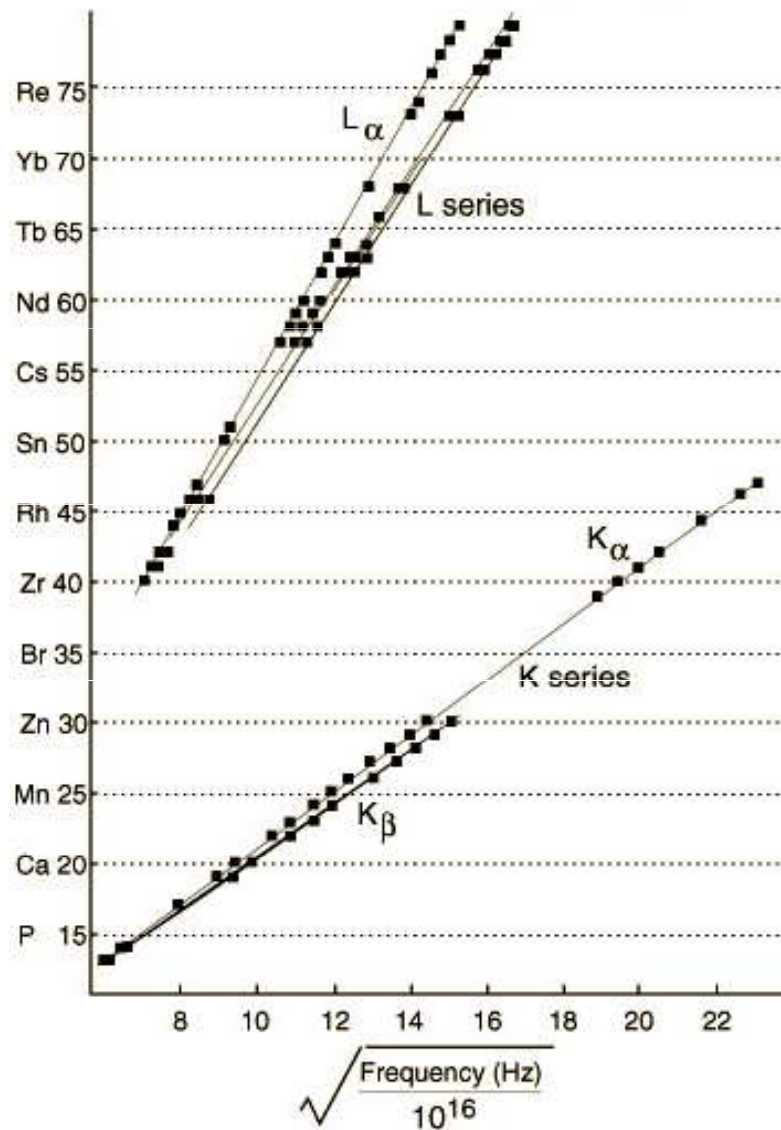
reagují s kyselinami  
tvoří anionty  
reagují s kovy  
navzájem tvoří kovalentní sloučeniny  
tvoří kyselé oxidy  
tvoří kovalentní halogenidy

relativní atomová hmotnost	55,85	2	elektronová konfigurace
značka (symbol)	Fe	14	
protonové číslo	26	8	
		2	
		1,6	elektronegativita
	ŽELEZO		český název
	Ferrum		latinský název

# Říkanky pro prvky skupiny A

- I.A: Helenku **Líbal Na Kolínko Robustní Cestář Frantík.**
- II.A: **Běžela Magda Caňonem, Srazila Balvan Ramenem.**
- III.A: **Byl Aljoša Gagarin Indická Tlama?**
- IV.A: **Co Si Gerto Snědla, žes Pobledlá?**
- V.A: **Náš Pan Asistent Sbalil Biletářku.**
- VI.A: **O Slečno, Sejměte Tež Podrprsenku!**
- VII.A: **Fluor, Chlor, Brom, Iod, Astat**
- VIII.A: **Herbert Nechce Armádní Krasavici Xenii Ranit.**

Moseley Plot of Characteristic X-Rays



Adapted from Moseley's original data (H. G. J. Moseley, Philos. Mag. (6) 27:703, 1914)

