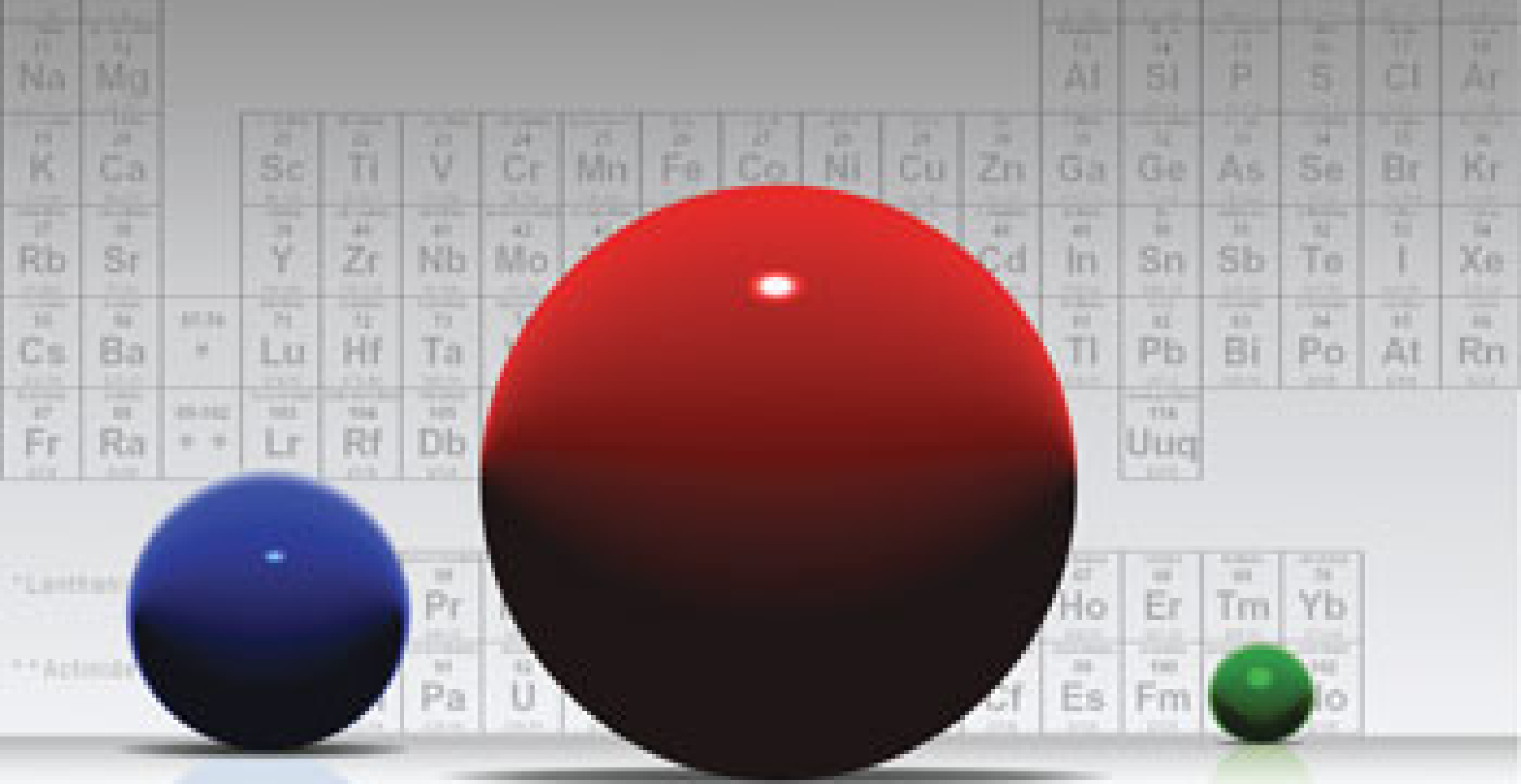




PERIODNI SISTEM ELEMENATA (PSE)

Dmitri Mendeljejev (1869)



- 1869. Mendeljejev i Majer uobličili su PSE.
- Osnovu za klasifikaciju predstavljale su relativne atomske mase i hemijske osobine elemenata i jedinjenja.

Row	Group I — R ₂ O	Group II — RO	Group III — R ₂ O ₃	Group IV RH ₄ RO ₂	Group V RH ₃ R ₂ O ₅	Group VI RH ₂ RO ₃	Group VII RH R ₂ O ₇	Group VIII — RO ₄
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9.4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27.3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35.5	
4	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63
5	(Cu = 63)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	I = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140				
9								
10			?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184		Os = 195, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208			
12				Th = 231		U = 240		

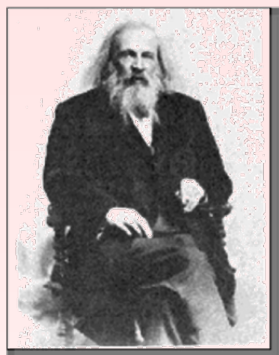
ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

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

Д. Менделѣевъ

PERIODNI SISTEM ELEMENATA

[illegible]



©TMF

Tri forme PSE:

- kratka (8 kolona)
- duga (18 kolona)
- superduga (32 kolone)

<http://www.ptable.com>

Key

1	Atomic number
H	Name
H	Symbol
1.0079	Atomic weight

Color Key

Metal
Nonmetal
Noble Gases

Transition Elements

	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B	VIII B	VIII B	IB	II B
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	21 Scandium Sc 44.956	22 Titanium Ti 47.90	23 Vanadium V 50.942	24 Chromium Cr 51.996	25 Manganese Mn 54.938	26 Iron Fe 55.847	27 Cobalt Co 58.933	28 Nickel Ni 58.71	29 Copper Cu 63.546	30 Zinc Zn 65.38
5	39 Yttrium Y 88.905	40 Zirconium Zr 91.22	41 Niobium Nb 92.906	42 Molybdenum Mo 95.94	43 Technetium Tc 99**	44 Ruthenium Ru 101.07	45 Rhodium Rh 102.905	46 Palladium Pd 106.4	47 Silver Ag 107.868	48 Cadmium Cd 112.40
6	57 Lanthanum La 138.91	72 Hafnium Hf 178.49	73 Tantalum Ta 180.948	74 Tungsten W 183.85	75 Rhenium Re 186.2	76 Osmium Os 190.2	77 Iridium Ir 192.2	78 Platinum Pt 195.09	79 Gold Au 196.967	80 Mercury Hg 200.59
7	89 Actinium Ac 227*	104 Rutherfordium Rf 261*	105 Dubnium Db 262*	106 Seaborgium Sg (263)	107 Bohrium Bh 262*	108 Hassium Hs 265*	109 Meitnerium Mt 266*			

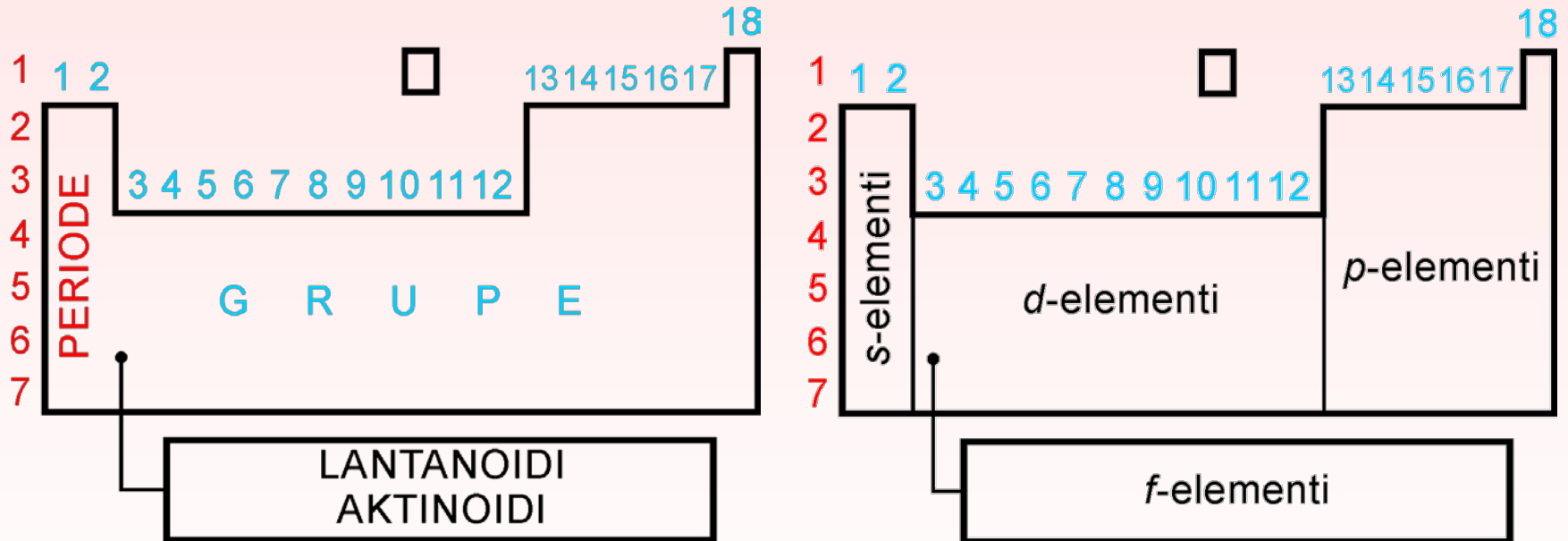
Inner Transition Elements

	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
6	Ce 140.12	Pr 140.907	Nd 144.24	Pm 147**	Sm 150.35	Eu 151.96	Gd 157.25	Tb 158.925	Dy 162.50	Ho 164.930	Er 167.26	Tm 168.934	Yb 173.04	Lu 174.97
7	Th 232.038	Pa 231.04	U 238.03	Np 237*	Pu 242**	Am 243.06	Cm 247*	Bk 249**	Cf 251*	Es 254*	Fm 257.095	Md 258.10	No 259.10	Lr 260.105

©TMF

Elementi su poredani po atomskom broju, Z .

Periodni zakon: fizička i hemijska svojstva elemenata, kao i njihovih jedinjenja, predstavljaju periodičnu funkciju atomskog broja.



Grupe sa s- i p -elementima su **glavne** ili **reprezentativne** grupe. Grupe sa d -elementima su **sporedne** grupe. Deo njih, grupe 3-11, naziva se i **prelazni elementi** (metali).

f -elementi se nazivaju i **unutrašnjeprelazni** elementi i dele se na dva horizontalna niza, na **lantanoide** i **aktinoide**.

PERIODE (1-7) →

- označavaju se brojevima od **1 do 7** ili slovima **K, L, M, N, O, P, Q**
(isto kao i ljuske u elektronskom omotaču)

Elementi iste periode imaju isti najviši glavni kvantni broj
(najviši energetski nivo u kome se nalaze elektroni)

	1																18
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	

2. perioda

6. perioda

©TMF

GRUPE (1-18) ↓

- nazivaju se po broju ili po prvom elementu u grupi

Elementi iste grupe imaju isti broj valentnih elektrona - ns , np , $(n-1)d$ i $(n-2)f$ - imaju i slična hemijska svojstva

Plemeniti gasovi (18)

Halogeni (17)

Halkogeni (16)

Alkalni metali (1)

Zemnoalkalni metali (2)

d-elementi (3-12)

Prelazni elementi, metali (3-11)

	1	2											13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be														O	F	Ne
3	Na	Mg														S	Cl	Ar
4	K	Ca														Se	Br	Kr
5	Rb	Sr														Te	I	Xe
6	Cs	Ba														Po	At	Rn
7	Fr	Ra																

► skoro 80 % hemijskih elemenata: **METALI** (nalaze se levo u PSE) - dobri provodnici elektriciteta

► **NEMETALI** se nalaze u desnom gornjem delu PSE - izolatori

	1	2															13	14	15	16	17	18
1																						
2																						
3			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12										
4																						
5																						
6																						
7																						

► granica **METALI-NEMETALI** prolazi između B i Al, Si i Ge, As i Sb, Te i Po (**SEMIMETALI** ili **METALOIDI** - poluprovodnici)

PSE: METALI, METALOIDI, NEMETALI, PLEMENITI GASOVI

Nonmetals Metals Metalloids Noble gases																	
IA												VIII A					
1 H																	2 He
IIA												III A	IV A	VA	VIA	VII A	
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B			IB	II B	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub		114		116		118
Rare earth elements																	
Lanthanides		58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
Actinides		90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		

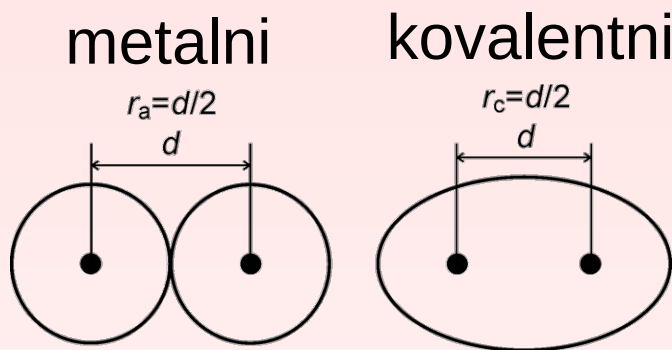
PERIODIČNA PROMENA FORMULA JEDINJENJA

Atom	Elektronska konfiguracija	Formula oksida
Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	Na_2O
Mg	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	MgO
Al	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	Al_2O_3
Si	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	SiO_2
P	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	P_2O_5 (P_4O_{10})
S	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	SO_3
Cl	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	Cl_2O_7
Ar	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	-

(Prikazani su primeri oksida elemenata 3. periode glavnih grupa
PSE – maksimalni oksidacioni brojevi rastu u periodama)

ATOMSKI (METALNI I KOVALENTNI) RADIJUSI

- polovina rastojanja između atoma iste vrste povezanih kovalentnom vezom



- U **periodi** se popunjavaju orbitale sa konstantnim n dok Z raste, elektroni se međusobno slabo zasenjuju, stoga Z^* više raste, pa rastu i privlačne sile između jezgra i elektrona.

- U **grupi** se popunjavaju orbitale koje su sve dalje od jezgra (Z i Z^* takođe rastu, ali to nije dovoljno da kompenzuje porast radijusa orbite).

Pitanje veličine atoma ...

↓

r_a

r

a

s

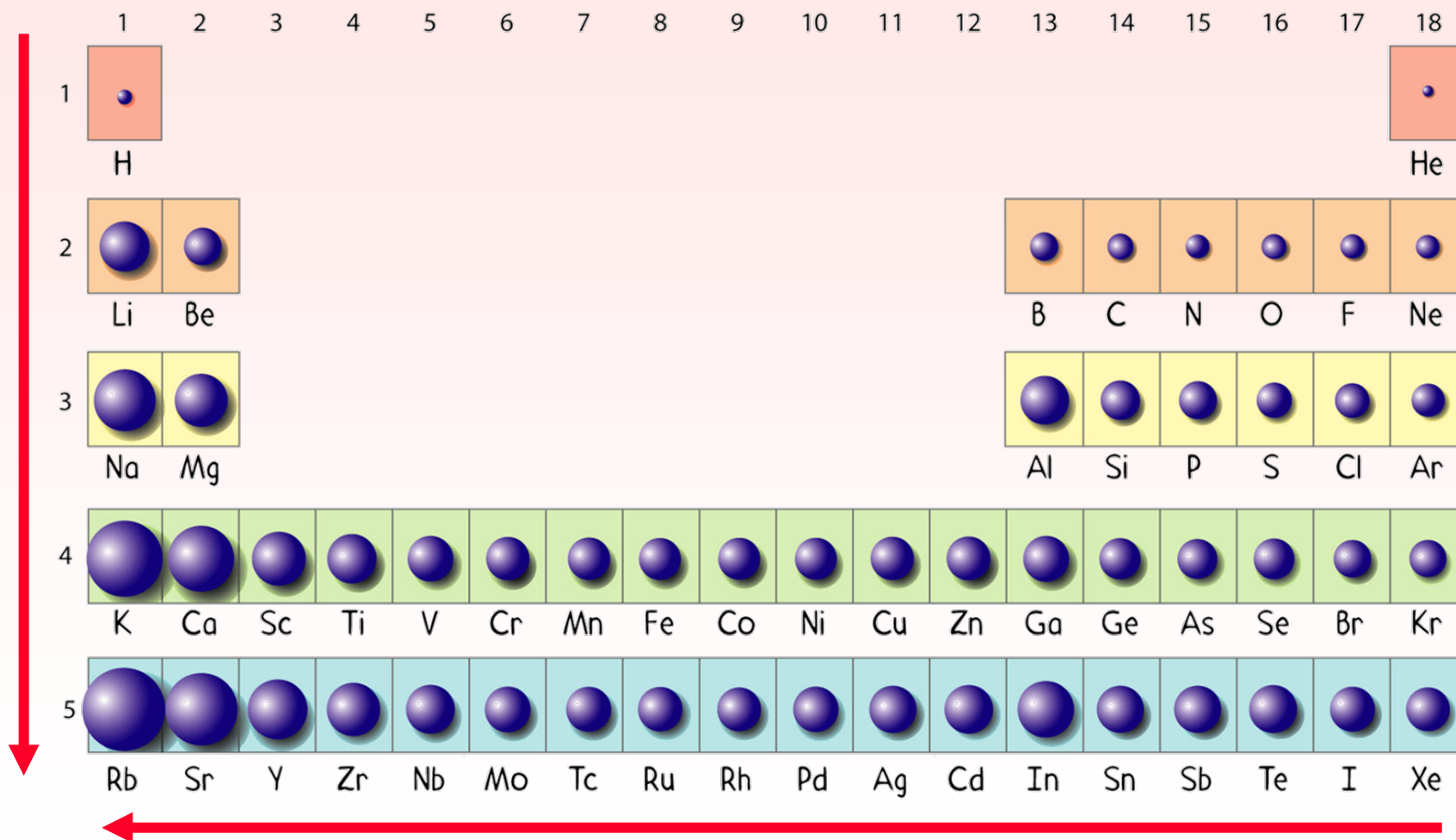
t

u

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

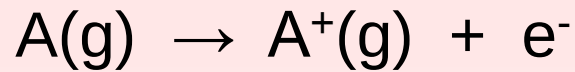
⇒ r_a opadaju

PERIODIČNE PROMENE ATOMSKIH RADIJUSA



ENERGIJA (PRVE) JONIZACIJE

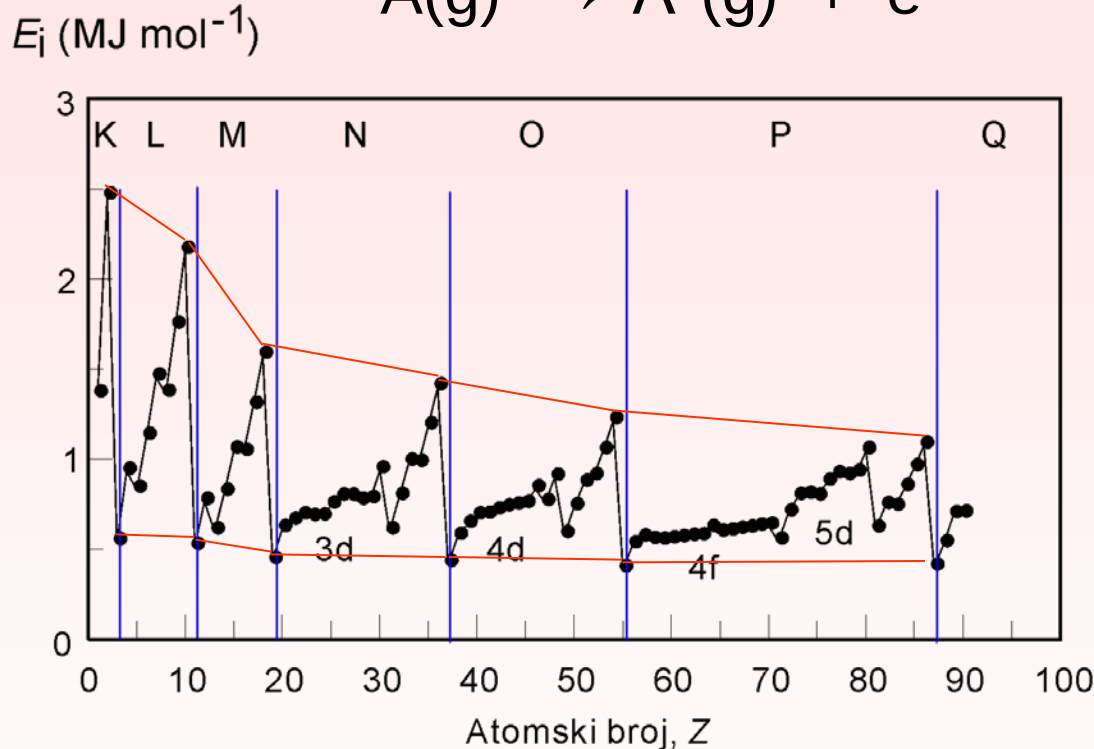
- energija potrebna da se ukloni e^- iz atoma nekog elementa u gasovitom stanju



$E_{i,1} > 0$ **UVEK endo!**

Opšta svojstva:

- periodična funkcija sa promenljivom periodom
- „testerasta” zavisnost
- maksimumi i minimumi (plemeniti gasovi i alkalni metali)
- postoje delovi gde su promene male (f -, d -elementi)

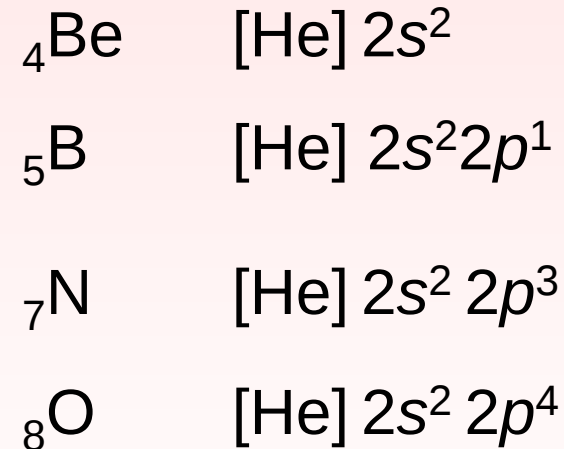
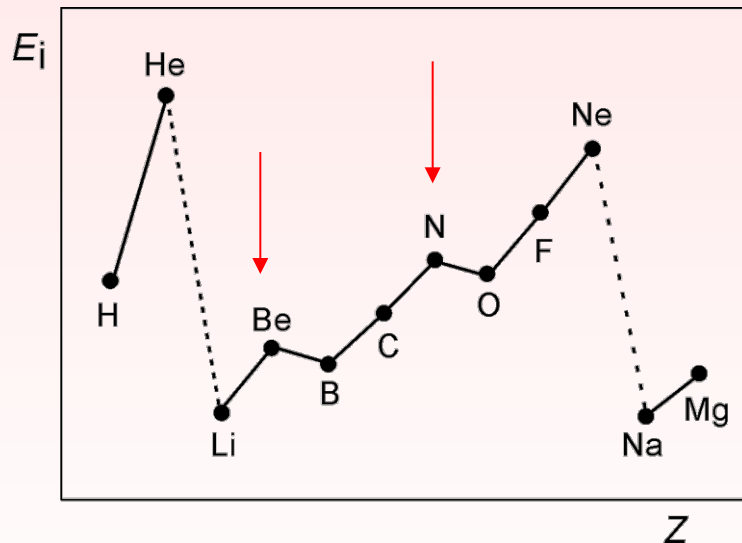


Kod energije jonizacije plemeniti gasovi su na maksimumima, a alkalni metali na minimumima.

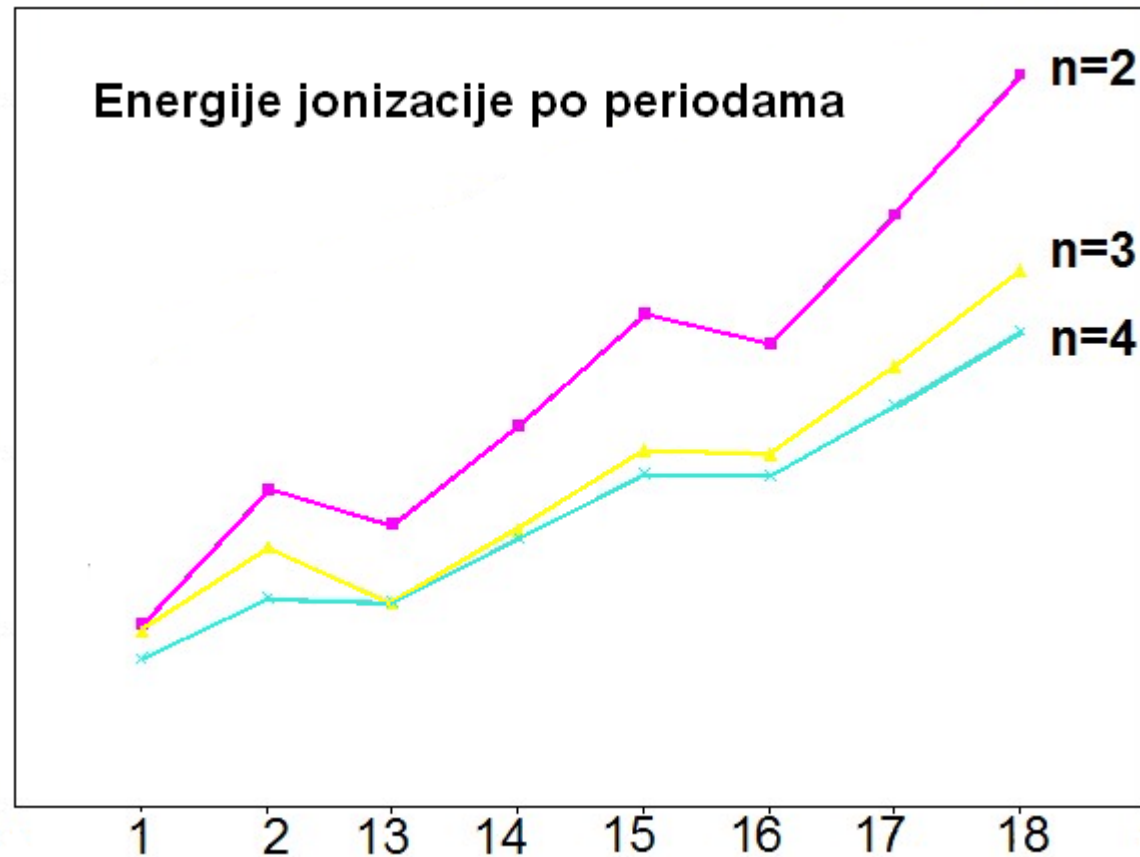
U **grupama** energije jonizacije opadaju, jer su elektroni sve dalje od jezgra, pa su privlačne sile sve slabije (ima malih izuzetaka kod d -elemenata).

U **periodama** energije jonizacije u proseku rastu, jer raste Z i Z^* , a smanjuju se radijusi atoma, pa su privlačne sile sve jače. Međutim, opet ima izuzetaka, čak i u glavnim grupama PSE.

2. perioda

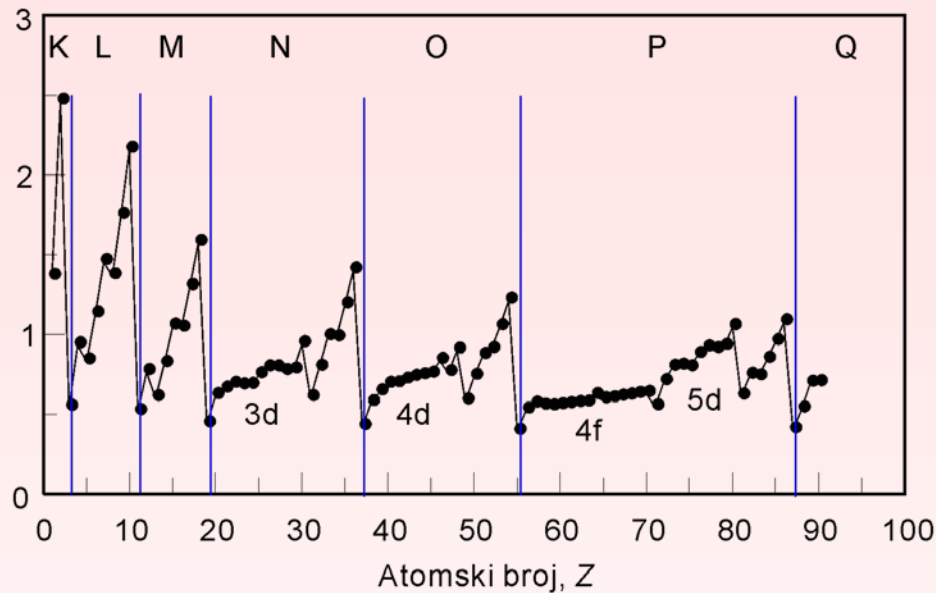


Mnogi izuzeci (anomalije) u PSE mogu se relativno jednostavno objasniti. Osim toga, većina izuzetaka ponavlja se na pravilan način („PERIODIČNE NEPERIODIČNOSTI”), pa se može govoriti o „**pravidnim izuzecima**”.

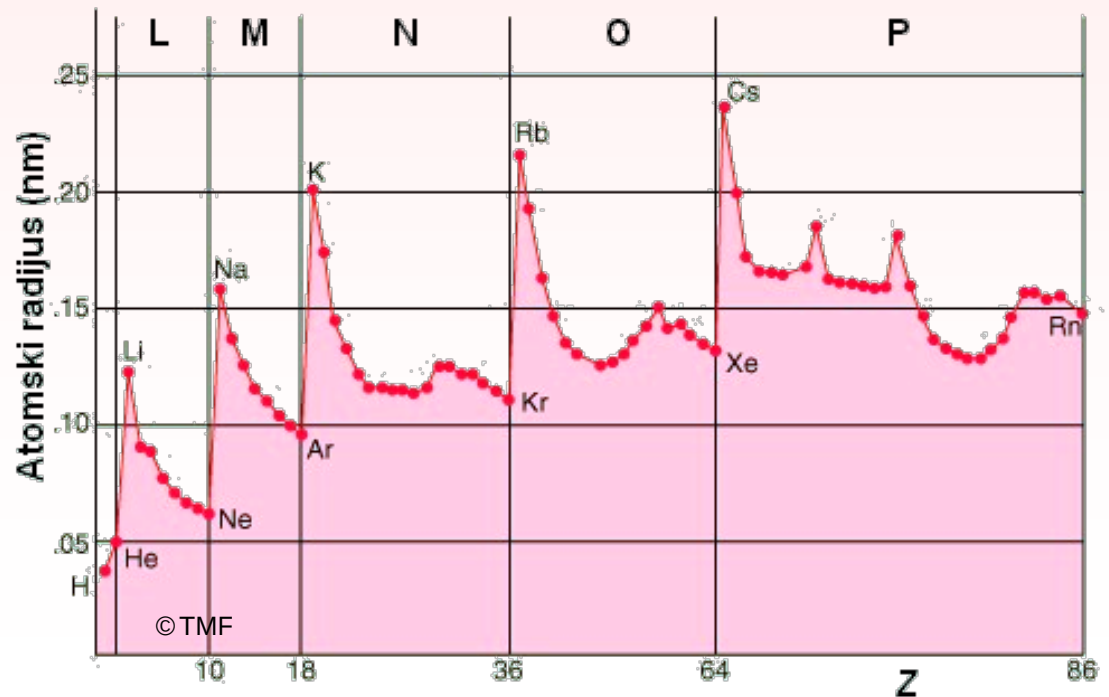


Rezime: U PSE najmanje E_i su dole levo, a najveće gore desno.

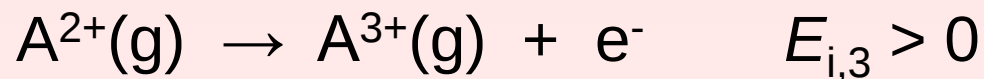
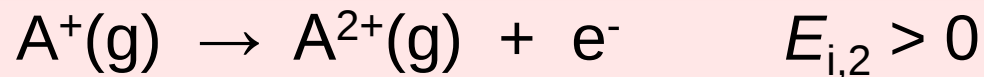
E_i (MJ mol⁻¹)



Inverzan odnos između
 E_i i atomskog radijusa!



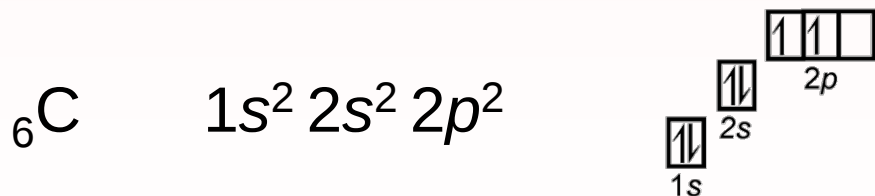
ENERGIJA DRUGE, TREĆE ... JONIZACIJE



i tako dalje do golog jezgra

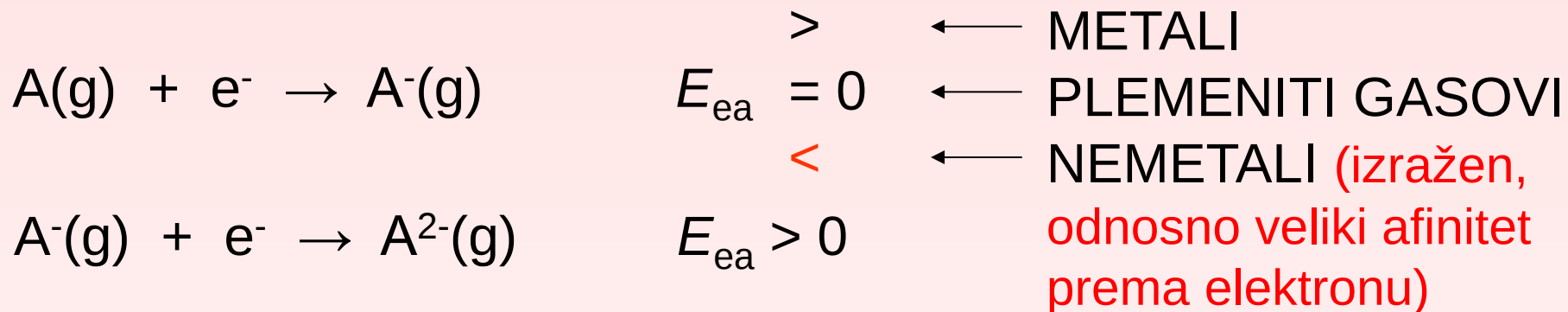
$$E_{i,n} > \dots > E_{i,3} > E_{i,2} > E_{i,1}$$

${}_6\text{C:}$	1	2	3	4	5	6
$E_i \text{ (kJ mol}^{-1}\text{):}$	1,09	2,35	4,62	6,22	37,8	47,3



AFINITET PREMA ELEKTRONU

– energija koja se oslobodi ili veže kada atom u gasovitom stanju primi elektron.



itd.

E_{ea} (kJ mol ⁻¹)									
Li	Be	B	C	H -73	N 7	O -141	F -328	Ne 0	
-60	0	-27	-122	P -72	780 (O ²⁻)				
					S -200	590 (S ²⁻)	Cl -349	Ar 0	
					Se -195		Br -325	Kr 0	
					Te -190		I -295	Xe 0	

Primedba: vrednosti E_{ea} su dosta nepouzidane!

- Afinitet prema elektronu **plemenitih gasova** jednak je nuli - oni nemaju težnju ni da primaju ni da otpuštaju elektrone.
- U **grupama** afinitet prema elektronu **opada** - novi elektron dolazi na orbitale koje su sve dalje od jezgra, pa su privlačne sile sve slabije.
 - Izuzetak su elementi 2. periode (oni su po mnogo čemu izuzetak!), jer su atomi mali, a elektronski oblaci „gusti”, pa dolazi do odbijanja novog elektrona sa već postojećim elektronima. Zbog toga **najveći** afinitet prema elektronu od svih elemenata ima **hlor**, a ne kako bi se moglo na prvi pogled očekivati fluor.
- U **periodama** afinitet prema elektronu u proseku **raste**, ali ima dosta izuzetaka.

Pitanje: Zašto u 2. periodi jedino Be i N nemaju negativne vrednosti afiniteta prema elektronu?

Rezime: U PSE najmanji E_{ea} su ©TME levo dole, a najveći desno gore.

PERIODIČNE PROMENE OSOBINA ELEMENTATA

Sa porastom atomskog broja u **PERIODI** (→):

1. **OPADA** veličina atoma
2. **RASTE** energija (prve) jonizacije
3. **RASTE** afinitet prema elektronu
4. **RASTE** elektronegativnost

Sa porastom atomskog broja u **GRUPI** (↓):

1. **RASTE** veličina atoma
2. **OPADA** energija (prve) jonizacije
3. **OPADA** afinitet prema elektronu
4. **OPADA** elektronegativnost

Veliki rezime: Kada se sumiraju promene svojstava o kojima smo govorili, kao i promene o kojima nismo govorili, mnoga svojstva elemenata u PSE imaju ekstremne vrednosti **levo dole** i **desno gore**, znači po dijagonali PSE, a ne po nekoj od ivica.

Učićemo kasnije

