

7. týždeň (Chemat II, 2024)

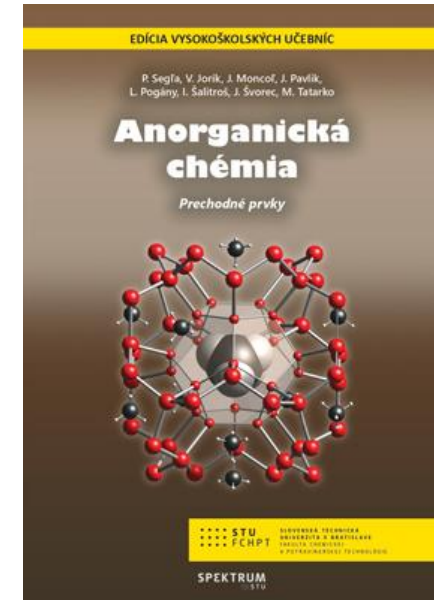
**Periodicita vlastností *d*- a *f*-prvkov
a ich zlúčenín.**

Doc. Ing. Jozef Švorec, PhD

Obsah prednášky

Periodicita vlastností *d*- a *f*-prvkov.

- Klasifikácia prvkov
- Elektrónová konfigurácia *d*- a *f*-prvkov a ich iónov.
- Vlastnosti atómov *d*- a *f*-prvkov.
- Oxidačné stavy *d*- a *f*-prvkov v zlúčeninách.
- Periodicita vlastností zlúčenín *n*-tej a (*n*+10)-tej skupiny.
- Podobnosť chémie lantanoidov a aktinidov.



Kapitola 1, str. 12

Klasifikácia prvkov – periodická tabuľka prvkov

1																	18														
H																	He														
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne														
Na	Mg	3											Al	Si	P	S	Cl	Ar													
K	Ca	Sc											Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
Rb	Sr	Y											Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
s	d	f										d										p									

Dlhá forma

1																	18
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

Bežná forma

Lantanoidy	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Aktinoidy	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Klasifikácia prechodných prvkov – *d* a *f* prvky

Hlavné prechodné prvky

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn

La: [Xe] $4f^0 5d^1 6s^2$

Ac: [Rn] $5f^0 6d^1 7s^2$

Ce: [Xe] $4f^1 5d^1 6s^2$, Lu: [Xe] $4f^{14} 5d^1 6s^2$

Th: [Rn] $5f^0 6d^2 7s^2$ Lr: [Rn] $5f^{14} 6d^1 7s^2$

- **3*d*-prvky** ($3d^{1-10} 4s^{1-2}$), $Z = 21-30$
- **4*d*-prvky** ($4d^{1-10} 5s^{1-2}$), $Z = 39-48$
- **5*d*-prvky** ($4f^{14} 5d^{1-10} 6s^{1-2}$), $Z = 57-72$
- **6*d*-prvky** ($5f^{14} 6d^{1-10} 7s^{1-2}$), $Z = 89-104$

Vnútorne prechodné prvky

Lantanoidy	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Aktinoidy	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

➤ **4*f*-prvky** ($4f^{14} 5d^{1-10} 6s^{1-2}$)

➤ **5*f*-prvky** ($5f^{14} 6d^{1-10} 7s^{1-2}$)

Elektrónová konfigurácia *d*- prvkov

➤ Výstavbový princíp

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f \approx 5d < 6p < 7s < 5f \approx 6d$

atóm	₂₁ Sc	₂₂ Ti	₂₃ V	₂₄ Cr	₂₅ Mn	₂₆ Fe	₂₇ Co	₂₈ Ni	₂₉ Cu	₃₀ Zn
3d	1	2	3	5	5	6	7	8	10	10
4s	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2

atóm	₃₉ Y	₄₀ Zr	₄₁ Nb	₄₂ Mo	₄₃ Tc	₄₄ Ru	₄₅ Rh	₄₆ Pd	₄₇ Ag	₄₈ Cd
4d	1	2	4	5	5	7	8	10	10	10
5s	2	2	1	1	2	1	1	0	1	2

atóm	₅₇ La	₇₂ Hf	₇₃ Ta	₇₄ W	₇₅ Re	₇₆ Os	₇₇ Ir	₇₈ Pt	₇₉ Au	₈₀ Hg
5d	1	2	3	4	5	6	7	9	10	10
6s	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2

Elektrónová konfigurácia *f*- prvkov

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f \approx 5d < 6p < 7s < 5f \approx 6d$

atóm	⁵⁸ Ce	⁵⁹ Pr	⁶⁰ Nd	⁶¹ Pm	⁶² Sm	⁶³ Eu	⁶⁴ Gd
4f	1	3	4	5	6	7	7
5d	1	0	0	0	0	0	1
6s	2	2	2	2	2	2	2
atóm	⁶⁵ Tb	⁶⁶ Dy	⁶⁷ Ho	⁶⁸ Er	⁶⁹ Tm	⁷⁰ Yb	⁷¹ Lu
4f	9	10	11	12	13	14	14
5d	0	0	0	0	0	0	1
6s	2	2	2	2	2	2	2

atóm	⁹⁰ Th	⁹¹ Pa	⁹² U	⁹³ Np	⁹⁴ Pu	⁹⁵ Am	⁹⁶ Cm
5f	0	2	3	4	6	7	7
6d	2	1	1	1	0	0	1
7s	2	2	2	2	2	2	2
atóm	⁹⁷ Bk	⁹⁸ Cf	⁹⁹ Es	¹⁰⁰ Fm	¹⁰¹ Md	¹⁰² No	¹⁰³ Lr
5f	9	10	11	12	13	14	14
6d	0	0	0	0	0	0	1
7s	2	2	2	2	2	2	2

Elektrónová konfigurácia katiónov *d*-prvkov

- pri tvorbe katiónov odštepujeme elektrón najprv z *s* orbitálu (*n* je najväčšie), následne z *d* orbitálu.
- Tvorba katiónov 1 – 3+

Atóm	Elektrónová konfigurácia	Ión	Elektrónová konfigurácia
Fe	[Ar]3d ⁶ 4s ²	Fe ²⁺	[Ar]3d ⁶
		Fe ³⁺	[Ar]3d ⁵
Co	[Ar]3d ⁷ 4s ²	Co ²⁺	[Ar]3d ⁷
		Co ³⁺	[Ar]3d ⁶

Atóm	Elektrónová konfigurácia	Ión	Elektrónová konfigurácia
Ni	[Ar]3d ⁸ 4s ²	Ni ²⁺	[Ar]3d ⁸
Pd	[Kr]4d ¹⁰	Pd ²⁺	[Kr]4d ⁸
Pt	[Xe]4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹	Pt ²⁺	[Xe]4f ¹⁴ 5d ⁸

Elektrónová konfigurácia katiónov *f*-prvkov

- pri tvorbe katiónov Ln^{n+} ($n = 2-4$, typicky 3) odštepujeme elektrón najprv z $6s$ a $5d$ orbitálov (n je najväčšie), následne z $4f$ orbitálu.

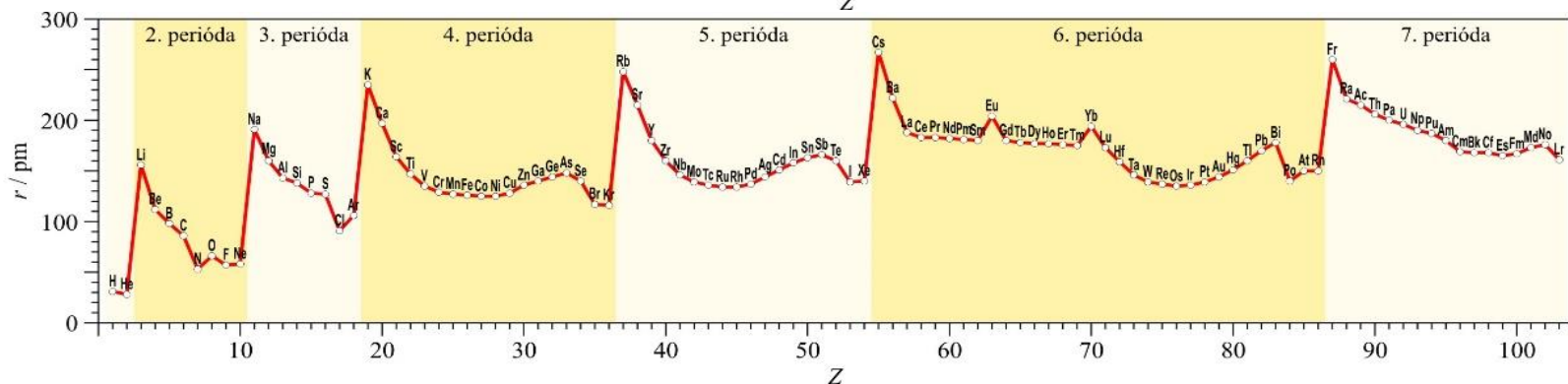
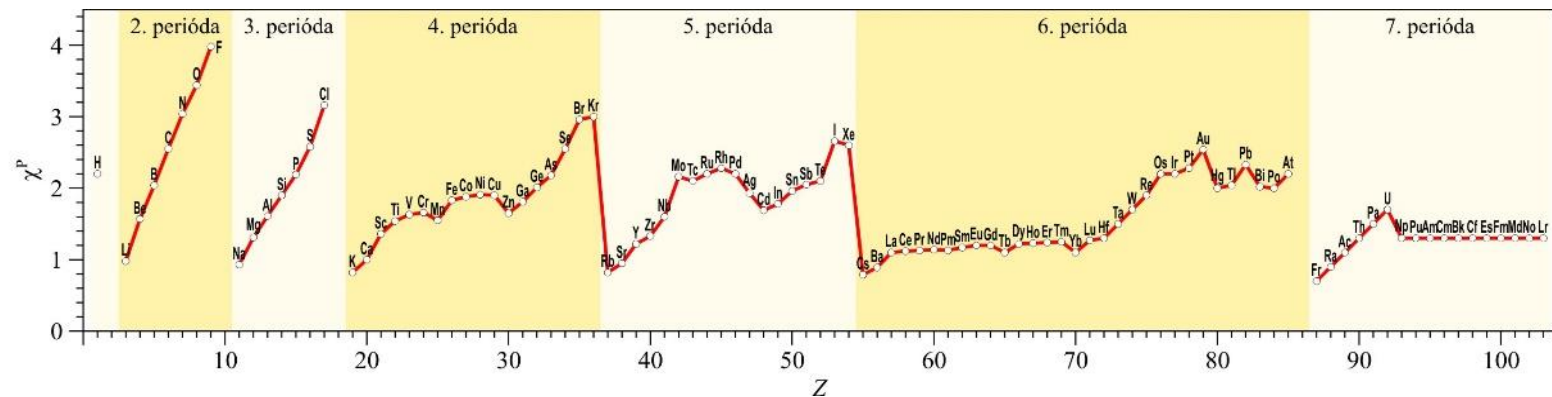
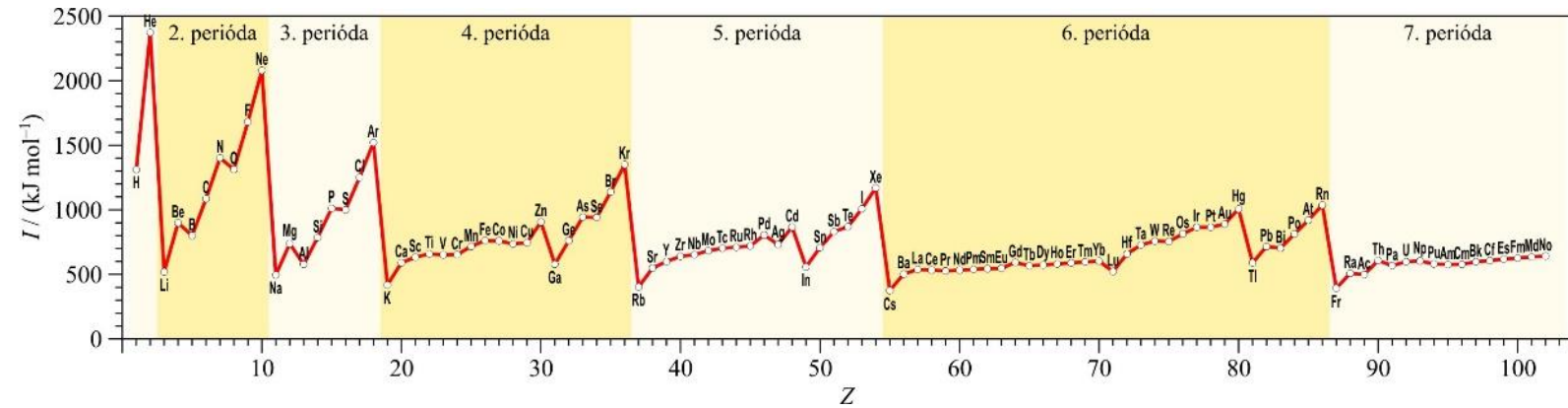
Atóm	Elektrónová konfigurácia	Ión	Elektrónová konfigurácia
Ce	$[\text{Xe}]4f^15d^16s^2$	Ce^{3+} , Ce^{4+}	$[\text{Xe}]4f^1$, $[\text{Xe}]$
Eu	$[\text{Xe}]4f^76s^2$	Eu^{2+} , Eu^{3+}	$[\text{Xe}]4f^7$, $[\text{Xe}]4f^6$
Lu	$[\text{Xe}]4f^{14}5d^16s^2$	Lu^{3+}	$[\text{Xe}]4f^{14}$

- tvorba katiónov An^{3+} a An^{4+}

Atóm	Elektrónová konfigurácia	Ión	Elektrónová konfigurácia
Ac	$[\text{Rn}]6d^17s^2$	Ac^{3+}	$[\text{Rn}]$
Th	$[\text{Rn}]6d^27s^2$	Th^{4+}	$[\text{Rn}]$
U	$[\text{Rn}]5f^36d^17s^2$	U^{4+}	$[\text{Rn}]5f^2$
No	$[\text{Rn}]5f^{14}7s^2$	No^{2+} , No^{3+}	$[\text{Rn}]5f^{14}$, $[\text{Rn}]5f^{13}$

Vlastnosti atómov *d*- a *f*-prvkov.

➤ Periodicita atómových vlastností je ovplyvnená efektívnym nábojom jadra



Vlastnosti atómov *d*-prvkov – Ionizačná energia

Atóm	²¹ Sc	²² Ti	²³ V	²⁴ Cr	²⁵ Mn	²⁶ Fe	²⁷ Co	²⁸ Ni	²⁹ Cu	³⁰ Zn
I₁ / kJ mol⁻¹	633	659	651	653	717	762	760	736	746	906
I₂ / kJ mol⁻¹	1235	1310	1414	1591	1509	1562	1648	1753	1958	1733
I₃ / kJ mol⁻¹	2389	2653	2828	2987	3248	2957	3232	3395	3555	3832
I₄ / kJ mol⁻¹	7091	4175	4507	4743	4940	5290	4950	5300	5536	5730

Atóm	³⁹ Y	⁴⁰ Zr	⁴¹ Nb	⁴² Mo	⁴³ Tc	⁴⁴ Ru	⁴⁵ Rh	⁴⁶ Pd	⁴⁷ Ag	⁴⁸ Cd
I₁ / kJ mol⁻¹	600	640	652	684	702	710	720	805	731	867
I₂ / kJ mol⁻¹	1181	1267	1382	1559	1472	1617	1744	1875	2073	1631
I₃ / kJ mol⁻¹	1980	2218	2416	2618	2850	2747	2997	3177	3361	3616
I₄ / kJ mol⁻¹	5847	3313	3700	4480						

Atóm	⁵⁷ La	⁷² Hf	⁷³ Ta	⁷⁴ W	⁷⁵ Re	⁷⁶ Os	⁷⁷ Ir	⁷⁸ Pt	⁷⁹ Au	⁸⁰ Hg
I₁ / kJ mol⁻¹	538	659	728	758	755	814	865	865	890	1007
I₂ / kJ mol⁻¹	1067	1440	1500	1700	1260	1600	1680	1791	1980	1810
I₃ / kJ mol⁻¹	1850	2250	2100	2300	2510	2400	2600	2800	2900	3300
I₄ / kJ mol⁻¹	4366	3216								

Vlastnosti atómov *f*-prvkov – Ionizačná energia

Atóm	⁵⁸ Ce	⁵⁹ Pr	⁶⁰ Nd	⁶¹ Pm	⁶² Sm	⁶³ Eu	⁶⁴ Gd
$I_1 / \text{kJ mol}^{-1}$	534	527	533	539	544	547	593
$I_2 / \text{kJ mol}^{-1}$	1047	1018	1035	1052	1068	1085	1167
$I_3 / \text{kJ mol}^{-1}$	1949	2086	2130	2150	2260	2404	1990
$I_4 / \text{kJ mol}^{-1}$	3546	3761	3898	3965	3994	4119	4245

Atóm	⁶⁵ Tb	⁶⁶ Dy	⁶⁷ Ho	⁶⁸ Er	⁶⁹ Tm	⁷⁰ Yb	⁷¹ Lu
$I_1 / \text{kJ mol}^{-1}$	566	573	581	589	597	603	523
$I_2 / \text{kJ mol}^{-1}$	1112	1126	1139	1151	1163	1175	1340
$I_3 / \text{kJ mol}^{-1}$	2114	2200	2204	2194	2285	2417	2022
$I_4 / \text{kJ mol}^{-1}$	3839	4001	4100	4120	4120	4203	4366

Atóm	⁸⁹ Ac**	⁹⁰ Th	⁹¹ Pa	⁹² U	⁹³ Np	⁹⁴ Pu	⁹⁵ Am
$I_1 / \text{kJ mol}^{-1}$	499	608	568	598	604	581	576
$I_2 / \text{kJ mol}^{-1}$	1170	1110	1130	1440	1130	1130	1160
$I_3 / \text{kJ mol}^{-1}$	1900	1930	1810	1840	1880	2100	2160

Atóm	⁹⁶ Cm	⁹⁷ Bk	⁹⁸ Cf	⁹⁹ Es	¹⁰⁰ Fm	¹⁰¹ Md	¹⁰² No
$I_1 / \text{kJ mol}^{-1}$	578	598	606	619	627	635	642
$I_2 / \text{kJ mol}^{-1}$	1200	1190	1210	1220	1230	1240	1250
$I_3 / \text{kJ mol}^{-1}$	2050	2150	2280	2330	2350	2450	2600

Vlastnosti atómov *d- a f-* prvkov- elektronegativita

Atóm	²¹ Sc	²² Ti	²³ V	²⁴ Cr	²⁵ Mn	²⁶ Fe	²⁷ Co	²⁸ Ni	²⁹ Cu	³⁰ Zn
χ_P	1,36	1,54	1,63	1,66	1,55	1,83	1,88	1,91	1,90	1,65

Atóm	³⁹ Y	⁴⁰ Zr	⁴¹ Nb	⁴² Mo	⁴³ Tc	⁴⁴ Ru	⁴⁵ Rh	⁴⁶ Pd	⁴⁷ Ag	⁴⁸ Cd
χ_P	1,22	1,33	1,6	2,16	2,10	2,2	2,28	2,20	1,93	1,69

atóm	⁵⁷ La	⁷² Hf	⁷³ Ta	⁷⁴ W	⁷⁵ Re	⁷⁶ Os	⁷⁷ Ir	⁷⁸ Pt	⁷⁹ Au	⁸⁰ Hg
χ_P	1,10	1,3	1,5	1,7	1,9	2,2	2,20	2,28	2,54	2,00

Atóm	⁵⁸ Ce	⁵⁹ Pr	⁶⁰ Nd	⁶¹ Pm	⁶² Sm	⁶³ Eu	⁶⁴ Gd
χ_P	1,12	1,13	1,14	1,13	1,17	1,20	1,20

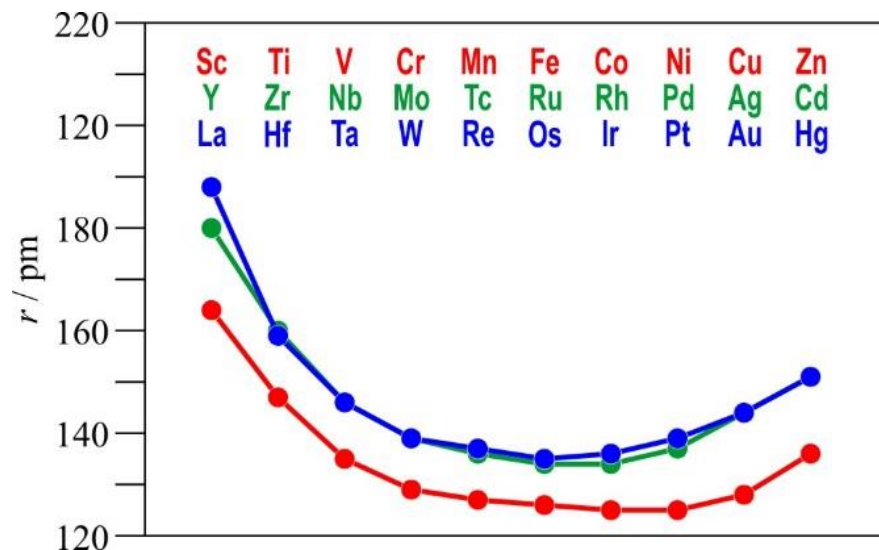
Atóm	⁶⁵ Tb	⁶⁶ Dy	⁶⁷ Ho	⁶⁸ Er	⁶⁹ Tm	⁷⁰ Yb	⁷¹ Lu
χ_P	1,10	1,22	1,23	1,24	1,25	1,10	1,27

Atóm	⁹⁰ Th	⁹¹ Pa	⁹² U	⁹³ Np	⁹⁴ Pu	⁹⁵ Am	⁹⁶ Cm
χ_P	1,3	1,5	1,7	1,3	1,3	1,3	1,3

Atóm	⁹⁷ Bk	⁹⁸ Cf	⁹⁹ Es	¹⁰⁰ Fm	¹⁰¹ Md	¹⁰² No	¹⁰³ Lr
χ_P	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3

Atómové polomery *d*-prvkov.

Postlantanoidovým efektom nazývame menší než očakávaný nárast atómových, kovových a iónových polomerov *5d*-prvkov voči polomerom *4d*-prvkov v rámci danej skupiny periodickej sústavy.



Atóm	$_{21}\text{Sc}$	$_{22}\text{Ti}$	$_{23}\text{V}$	$_{24}\text{Cr}$	$_{25}\text{Mn}$	$_{26}\text{Fe}$	$_{27}\text{Co}$	$_{28}\text{Ni}$	$_{29}\text{Cu}$	$_{30}\text{Zn}$
r_m / pm	164	147	135	129	127	126	125	125	128	136
Atóm	$_{39}\text{Y}$	$_{40}\text{Zr}$	$_{41}\text{Nb}$	$_{42}\text{Mo}$	$_{43}\text{Tc}$	$_{44}\text{Ru}$	$_{45}\text{Rh}$	$_{46}\text{Pd}$	$_{47}\text{Ag}$	$_{48}\text{Cd}$
r_m / pm	180	160	146	139	136	134	134	137	144	151
Atóm	$_{57}\text{La}$	$_{72}\text{Hf}$	$_{73}\text{Ta}$	$_{74}\text{W}$	$_{75}\text{Re}$	$_{76}\text{Os}$	$_{77}\text{Ir}$	$_{78}\text{Pt}$	$_{79}\text{Au}$	$_{80}\text{Hg}$
r_m / pm	188	159	146	139	137	135	136	139	144	151

Atómové polomery *f*-prvkov.

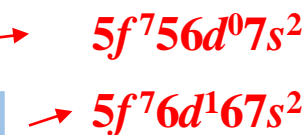


Atóm	⁵⁸ Ce	⁵⁹ Pr	⁶⁰ Nd	⁶¹ Pm	⁶² Sm	⁶³ Eu	⁶⁴ Gd
r _m / pm	183	183	182	181	180	204	180

Atóm	⁶⁵ Tb	⁶⁶ Dy	⁶⁷ Ho	⁶⁸ Er	⁶⁹ Tm	⁷⁰ Yb	⁷¹ Lu
r _m / pm	178	177	177	176	175	184	173



Atóm	⁸⁹ Ac	⁹⁰ Th	⁹¹ Pa	⁹² U	⁹³ Np	⁹⁴ Pu	⁹⁵ Am	⁹⁶ Cm
r _m / pm	190	180	164	154	155	159	173	174



Atóm	⁹⁷ Bk	⁹⁸ Cf	⁹⁹ Es	¹⁰⁰ Fm	¹⁰¹ Md	¹⁰² No	¹⁰³ Lr
r _m / pm	170	186	186	194	194	194	171



Oxidačné stavy *d*-prvkov v zlúčeninách

3d	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
N_o	III	0, II, III, IV	0, I, II, III, IV, V	-IV, 0, I, II, III, IV, V, VI	-III, 0, I, II, III, IV, V, VI, VII	0, I, II, III, IV, VI	0, I, II, III, IV	0, I, II, III, IV	I, II, III	II
4d	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
N_o	III	II, III, IV	II, III, IV, V	0, II, III, IV, V, VI	0, I, III, IV, V, VI, VII	0, II, III, IV, V, VI, VII, VIII	0, I, II, III, IV, V, VI	0, II, IV	I, II, III	II
5d	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
N_o	III	II, III, IV	II, III, IV, V	0, II, III, IV, V, VI	0, I, II, III, IV, V, VI, VII	0, II, III, IV, V, VI, VII, VIII	0, I, II, III, IV, V, VI	0, II, IV, V, VI	I, III, V	I, II, IV

Oxidačné stavy *d*-prvkov v zlúčeninách

➤ Prvky 3-7 skupiny – max. ox. stav $ns^0 (n-1)d^0$

➤ Stabilita vyšších ox. stavov stúpa $3d < 4d < 5d$

TiF ₄	VF ₅	CrF ₅	MnF ₄	FeF ₃	CoF ₄	NiF ₂	CuF ₂
HfF ₄	TaF ₅	WF ₆	ReF ₇	OsF ₇	IrF ₆	PtF ₆	AuF ₅

➤ *3d* prvky – tendencia k nižším ox. stavom



➤ záporné oxidačné čísla (karbonyly), napr. $\text{K}_4[\text{Cr}^{\text{IV}}(\text{CO})_4]$

Oxidačné stavy *f*-prvkov v zlúčeninách

- Lantanoidy = typický oxidačný stav *III* (väzbovo inertné *f* orbitály)
- Ln^{2+} = silné redukčné činidlá, Ln^{4+} = oxidačné činidlá

Atóm	$_{58}\text{Ce}$	$_{59}\text{Pr}$	$_{60}\text{Nd}$	$_{61}\text{Pm}$	$_{62}\text{Sm}$	$_{63}\text{Eu}$	$_{64}\text{Gd}$
N_o	III, IV	III	III	III	III	II, III	III

Atóm	$_{65}\text{Tb}$	$_{66}\text{Dy}$	$_{67}\text{Ho}$	$_{68}\text{Er}$	$_{69}\text{Tm}$	$_{70}\text{Yb}$	$_{71}\text{Lu}$
N_o	III, IV	III	III	III	III	II, III	III

- aktinoidy = širšia paleta oxidačných stavov

Atóm	$_{90}\text{Th}$	$_{91}\text{Pa}$	$_{92}\text{U}$	$_{93}\text{Np}$	$_{94}\text{Pu}$	$_{95}\text{Am}$	$_{96}\text{Cm}$
N_o	IV	IV, V	III, IV, V, VI	III, IV, V, VI, VII	III, IV, V, VI, VII	II, III, IV, V, VI, VII	III, IV
Atóm	$_{97}\text{Bk}$	$_{98}\text{Cf}$	$_{99}\text{Es}$	$_{100}\text{Fm}$	$_{101}\text{Md}$	$_{102}\text{No}$	$_{103}\text{Lr}$
N_o	III, IV	II, III, IV	II, III	II, III	II, III	II, III	III

Periodicita vlastností zlúčenín n -tej a $(n+10)$ -tej skupiny.

Podobnosť vzorcov, vlastností a typu štruktúr sa prejavuje najmä vtedy, ak sú atómy prvkov n -tej a $(n+10)$ -tej skupiny v maximálnom ox. stave.

3. a 13. skupina (Sc a Al)



	Kyslý roztok	Zásaditý roztok	Veľmi zásaditý roztok
Sol' Al ^{III}	[Al(H ₂ O) ₆] ³⁺ (aq)	Al ₂ O ₃ ·xH ₂ O(s)	[Al(OH) ₄] ⁻ (aq)
Sol' Sc ^{III}	[Sc(H ₂ O) ₆] ³⁺ (aq)	Sc ₂ O ₃ ·xH ₂ O(s)	[Sc(OH) ₆] ³⁻ (aq)

	13	B
		Al
3		Ga
		In
		Tl
	14	C
		Si
4		Ge
		Sn
		Pb

4. a 14. skupina (Ti a Sn)

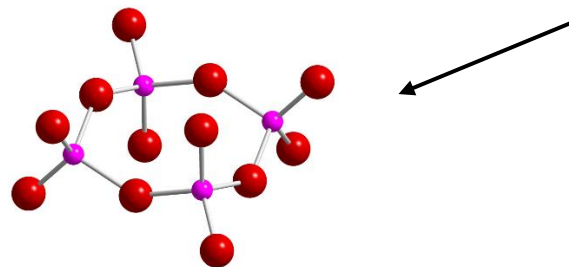
➤ tvorba izoštruktúrnych oxidov MO₂ a molekulových chloridov MCl₄



Periodicita vlastností zlúčenín n -tej a $(n+10)$ -tej skupiny.

5. a 15. skupina (V a P)

- tvorba veľkého počtu oxoaniónov: napr. *cyklo*- $\text{P}_4\text{O}_{12}^{4-}$ a *cyklo*- $\text{V}_4\text{O}_{12}^{4-}$



- tvorba tetraédrických aniónov PO_4^{3-} a VO_4^{3-} v zásad. prostredí

6. a 16. skupina (Cr a S)



6. skupina		16. skupina	
Vzorec	Názov	Vzorec	Názov
CrO_3	oxid chrómový	SO_3	oxid sírový
CrO_2Cl_2	dioxid-dichlorid chrómový, chlorid chromylu	SO_2Cl_2	dioxid-dichlorid sírový, chlorid sulfurylu
CrO_4^{2-}	chrómanový anión	SO_4^{2-}	síranový anión
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	dichrómanový anión	$\text{S}_2\text{O}_7^{2-}$	disíranový anión

	15
	N
	P
5	As
V	Sb
Nb	Bi
Ta	

	16
	O
	S
	Se
6	Te
Cr	Po
Mo	
W	

Periodicita vlastností zlúčenín n -tej a $(n+10)$ -tej skupiny.

7. a 17. skupina (Mn a Cl)

- tvorba podobných zlúčenín a častíc napr. HClO_4 a HMnO_4

Ox. stav	Veľmi kyslý	Kyslý	Zásaditý	Veľmi zásaditý
Mn^{VII}		MnO_4^- (tmavofialový)		
Cl^{VII}		ClO_4^- (bezfarebný)		

- tvorba explozívnych kvapalných oxidov Cl_2O_7 a Mn_2O_7

8. a 18. skupina (Os a Xe)

- tvorba podobných zlúčenín a častíc OsO_4 a XeO_4 ; XeO_2F_4 a OsO_2F_4 , ako aj XeO_3F_2 a OsO_3F_2 .

- Tvorba OsF_6 a XeF_6 , ktoré reagujú s fluoridovými aniónmi ako Lewisove kyseliny za vzniku $[\text{XeF}_7]^-$ a $[\text{OsF}_7]^-$

	17
	F
	Cl
7	Br
	I
	At
Mn	
Tc	
Re	

	18
	He
	Ne
	Ar
8	Kr
Fe	Xe
Ru	Rn
Os	

Periodicita vlastností zlúčenín n -tej a $(n+10)$ -tej skupiny.

1. a 11. skupina

➤ Takmer žiadna podobnosť !!!

Prvok	Alkalický kov	Mincový kov
Oxidačný stav I	vždy	Ag charakteristický, Cu a Au zriedkavo
Chemická reaktivita	veľmi veľká, rastie v skupine zhora nadol	veľmi malá, klesá v skupine zhora nadol
Hustota	veľmi malá, rastie v skupine zhora nadol ($0,5 - 1,9 \text{ g cm}^{-3}$)	veľká, rastie v skupine zhora nadol ($9 - 19 \text{ g cm}^{-3}$)
Teplota topenia	veľmi malá, klesá v skupine zhora nadol ($181 - 29 \text{ °C}$)	veľká, všetky okolo 1000 °C
Redoxné reakcie M^+ vo vodnom roztoku	nie	áno disproporcionácia $\text{Cu}^+(\text{aq}), \text{Au}^+(\text{aq})$
Rozpustnosť bežných solí	rozpustné	v oxidačnom stave I väčšinou málo rozpustné

2. a 12. skupina (Mg a Zn)

➤ Veľa podobností: napr. rozpustné sírany a chloridy a málo rozpustné uhličitany

Ox. stav	Veľmi kyslý	Kyslý	Zásaditý	Veľmi zásaditý
Mg^{II}	$\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$		$\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$	
Zn^{II}	$\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$		$\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s})$	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}(\text{aq})$

2	Be	
	Mg	
	Ca	12
	Sr	Zn
	Ba	Cd
		Hg

Podobnosť chémie lantanoidov

- Lantanoidy sú skupinou vzájomne najviac podobných prvkov.
- charakteristický oxidačný stav III
- podobajú sa na prvky 3. skupiny – Sc, Y a La + lantanoidy = prvky vzácnych zemín (rozptýlený výskyt v prírode)

Výnimky:

- stabilita Eu^{2+} ($[\text{Xe}]4f^7$) sa podobá na M^{2+} ($\text{M} = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$). Ich uhličitany, sírany a chrómany sú málo rozpustné.
- Iónový polomer Eu^{2+} podobný Sr^{2+} , niektoré zlúčeniny Eu^{II} a Sr^{II} sú izoštruktúrne.
- Existencia Ce^{4+} ($[\text{Xe}]4f^0$)
- Zlúčeniny Ce^{IV} sú podobné s Zr^{IV} a Hf^{IV} a Th^{IV} . Ich fluoridy a fosforečnany sú málo rozpustné.

Podobnosť chémie aktinoidov

- Ľahšie aktinoidy Th – Pu sa podobajú na príslušné prechodnými kovmi
- Pre Th – Pu je typická tvorba zlúčenín s vyššími oxidačnými stavmi ako III (napr. Th na Hf, Pa na Ta a U na W).
- žltý diuránanový(2-) anión $U_2O_7^{2-}$ sa podobá na oranžový dichrómanový(2-) anión $Cr_2O_7^{2-}$.
- Urán tvorí aj chlorid uranylu UO_2Cl_2 , ktorému zodpovedá chlorid chromylu CrO_2Cl_2 a chlorid molybdenylu MoO_2Cl_2 .
- zlúčeniny U^{VI} sa najviac podobajú na zlúčeniny W^{VI} , napr. tvoria stabilné chloridy UCl_6 a WCl_6 .
- ťažšie aktinoidy sa podobajú na seba

4	5	6	7	8
Ti	V	Cr	Mn	Fe
Zr	Nb	Mo	Tc	Ru
Hf	Ta	W	Re	Os
Rf	Db	Sg	Bh	Hs
Th	Pa	U	Np	Pu