

d prvky

d – PRVKY

1 I A	2 II A
Vodík 1 H 1,00794(7)	
Lithium 3 Li 6,941(2)	Beryllium 4 Be 9,012182(3)
Sodík 11 Na 22,989770(2)	Hořčík 12 Mg 24,3050(6)
Draslík 19 K 39,0983(1)	Vápník 20 Ca 40,078(4)
Rubidium 37 Rb 85,4678(3)	Stroncium 38 Sr 87,62(1)
Cesium 55 Cs 132,90545(2)	Baryum 56 Ba 137,327(7)
Francium 87 Fr (223,0197)	Radium 88 Ra (226,0254)

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
Skandium 21 Sc 44,955910(8)	Titan 22 Ti 47,867(1)	Vanad 23 V 50,9415(1)	Chrom 24 Cr 51,9961(6)	Mangan 25 Mn 54,938049(9)	Železo 26 Fe 55,845(2)	Kobalt 27 Co 58,933200(9)	Nikl 28 Ni 58,6934(2)	Měď 29 Cu 63,546(3)	Zinek 30 Zn 65,39(2)
Yttrium 39 Y 88,90585(2)	Zirkonium 40 Zr 91,224(2)	Niob 41 Nb 92,90638(2)	Molybden 42 Mo 95,94(1)	Technecium 43 Tc (98,9063)	Ruthenium 44 Ru 101,07(2)	Rhodium 45 Rh 102,90550(2)	Palladium 46 Pd 106,42(1)	Stříbro 47 Ag 107,8682(2)	Kadmium 48 Cd 112,411(8)
57-70 Lantha- noidy	Hafnium 72 Hf 178,49(2)	Tantal 73 Ta 180,9479(1)	Wolfram 74 W 183,84(1)	Rhenium 75 Re 186,207(1)	Osmium 76 Os 190,23(3)	Iridium 77 Ir 192,217(3)	Platina 78 Pt 195,078(2)	Zlato 79 Au 196,96655(2)	Rtuť 80 Hg 200,59(2)
89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 Rf (261,110)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1186)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1306)	Melitnerium 109 Mt (268)	Ununnilium 110 Uun (269)	Unununium 111 Uuu (272)	Ununbium 112 Uub (277)

13 III A	14 IV A	15 V A	16 VI A	17 VII A	18 0
					Helium 2 He 4,002602(2)
Bor 5 B 10,811(7)	Uhlík 6 C 12,0107(8)	Dusík 7 N 14,00674(7)	Kyslík 8 O 15,9994(3)	Fluor 9 F 18,9984032(5)	Neon 10 Ne 20,1797(6)
Hliník 13 Al 26,981538(2)	Křemík 14 Si 28,0855(3)	Fosfor 15 P 30,973761(2)	Síra 16 S 32,066(6)	Chlor 17 Cl 35,4527(9)	Argon 18 Ar 39,948(1)
Gallium 31 Ga 69,723(1)	Germanium 32 Ge 72,61(2)	Arsen 33 As 74,92160(2)	Selen 34 Se 78,96(3)	Brom 35 Br 79,904(1)	Krypton 36 Kr 83,80(1)
Indium 49 In 114,818(3)	Cín 50 Sn 118,710(7)	Antimon 51 Sb 121,760(1)	Tellur 52 Te 127,60(3)	Jod 53 I 126,90447(3)	Xenon 54 Xe 131,29(2)
Thallium 81 Tl 204,3833(2)	Olovo 82 Pb 207,2(1)	Bismut 83 Bi 208,98038(2)	Polonium 84 Po (208,9824)	Astat 85 At (209,9871)	Radon 86 Rn (222,0176)

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
Skandium 21 Sc 44,955910(8)	Titan 22 Ti 47,867(1)	Vanad 23 V 50,9415(1)	Chrom 24 Cr 51,9961(6)	Mangan 25 Mn 54,938049(9)	Železo 26 Fe 55,845(2)	Kobalt 27 Co 58,933200(9)	Nikl 28 Ni 58,6934(2)	Měď 29 Cu 63,546(3)	Zinek 30 Zn 65,39(2)
Yttrium 39 Y 88,90585(2)	Zirkonium 40 Zr 91,224(2)	Niob 41 Nb 92,90638(2)	Molybden 42 Mo 95,94(1)	Technecium 43 Tc (98,9063)	Ruthenium 44 Ru 101,07(2)	Rhodium 45 Rh 102,90550(2)	Palladium 46 Pd 106,42(1)	Stříbro 47 Ag 107,8682(2)	Kadmium 48 Cd 112,411(8)
57-70 Lantha- noidy	Hafnium 72 Hf 178,49(2)	Tantal 73 Ta 180,9479(1)	Wolfram 74 W 183,84(1)	Rhenium 75 Re 186,207(1)	Osmium 76 Os 190,23(3)	Iridium 77 Ir 192,217(3)	Platina 78 Pt 195,078(2)	Zlato 79 Au 196,96655(2)	Rtuť 80 Hg 200,59(2)
89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 Rf (261,110)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1186)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1306)	Melitnerium 109 Mt (268)	Ununnilium 110 Uun (269)	Unununium 111 Uuu (272)	Ununbium 112 Uub (277)

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

Charakteristika:

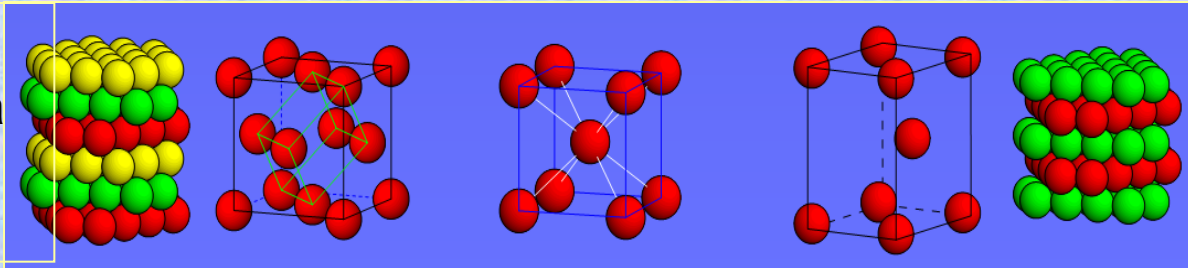
- valenční elektrony $ns (n-1)d$ uspořádány ve třech úplných řadách, čtvrtá řada je neúplná, vytváří deset skupin
- orbitály se zaplňují nepravidelně (počet elektronů často nesouvisí s číslem sloupce)

Společné vlastnosti:

- ❖ kovová vazba (realizují se elektrony z neúplně obsazených orbitalů)
- ❖ těžké kovy, vysoká teplota tání a varu (mimo Zn, Cd, Hg), dobré vodiče tepla a elektřiny
- ❖ oxidační čísla různá
- ❖ **ionty a sloučeniny d prvků jsou většinou barevné** (způsobeno přechody d elektronů při pohlcení viditelného světla), pouze ionty s prázdnými nebo plnými orbitály jsou bezbarvé
- ❖ **často tvoří koordinační sloučeniny – komplexy**
- ❖ užívají se jako katalyzátory v organické chemii a jaderné chemii
- ❖ jsou součástí významných přírodních látek (hemoglobin, B_{12})

Krystalové mříže:

- Kubická tělesně centrovaná
- Hexagonální
- Kubická plošně centrovaná

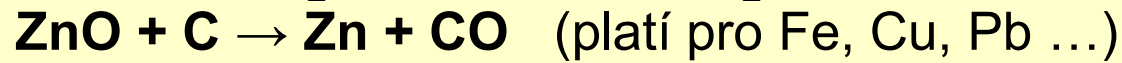
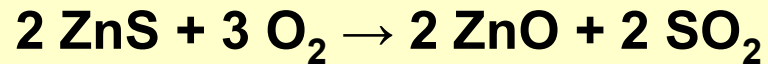


Výskyt:

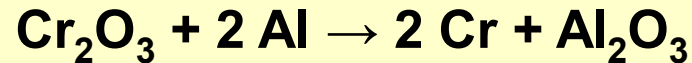
- volně jako ryzí kovy (**Au, Ag, Pt**)
- vázané ve sloučeninách (oxidy, sulfidy, disulfidy, soli)

Výroba:

- převážně redukcí



- aluminoterií



- magneziotermií (pomocí Mg)

Užití:

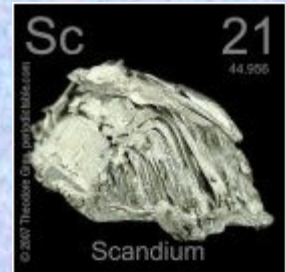
- zatím nenahraditelné, užívají se buď čisté nebo ve slitinách (ocel, mosaz, bronz, liteřina, amalgamy ...)
- strojírenství, stavebnictví, mincovny, klenoty, elektrotechnika, chemický průmysl (katalyzátory)



Prvky III. B skupiny – vzácné zeminy

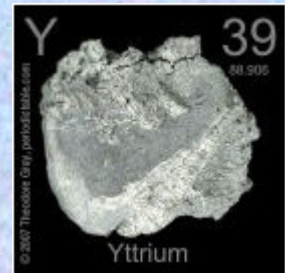
Skandium – Sc

- velmi vzácný kov



Yttrium – Y

- používá se do laserových krystalů a jako přísada do hliníkových slitin na výrobu vysokonapěťových vodičů pro zvýšení vodivosti

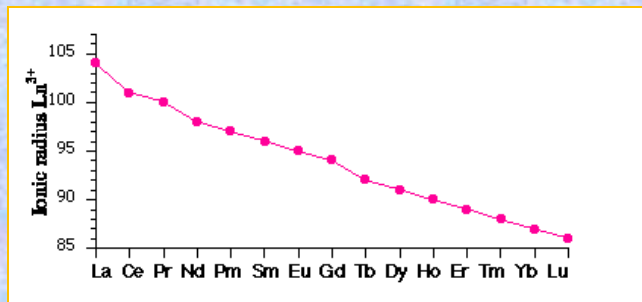
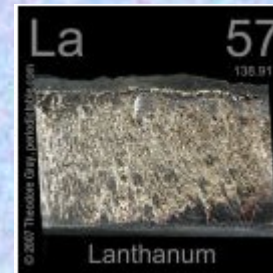


Lanthan – La

• vlastnostmi velmi podobný hliníku, jeden ze skupiny lanthanoidů, fotografická technika používá sklo s oxidem lanthanitým (La_2O_3)

Lanthanoidy - skupina prvků vzácných zemin. Kovy s stříbrolesklou barvou, měkké. **Výskyt v monazitových pískách.** Použití v metalurgii, sklářském průmyslu, při výrobě barevných televizních, v jaderné energetice a při výrobě laserů.

Lanthanoidová kontrakce = jev, kdy se s postupným zvyšováním atomového čísla prvku zmenšuje poloměr atomů.



Sc, Y, La a Ac

Výskyt a použití

Sc (25 ppm)	Y (31 ppm)	La (35 ppm)	Ac (radioaktivní)
křemičitany Sc₂O₃ (vedlejší produkt při zpracování uranu)	doprovází lanthanoidy	doprovází lanthanoidy	ve stopách v uranových rudách; 0,2 mg Ac/t uranu získává se extrakcí nebo na ionexech
	v luminoforech, mikrovlnné filtry v radarech	kov do slitin, optická skla, katalyzátor (náhrada Pt)	nemá použití (snad dříve v radioterapii)

Fyzikální vlastnosti

	$_{21}\text{Sc}$	$_{39}\text{Y}$	$_{57}\text{La}$	$_{89}\text{Ac}$
Počet izotopů	1	1	2	(2)
Elektronegativita	1,3	1,2	1,1	1,1
Iont. poloměr pro k.č. 6 /pm	74,5 Nejmenší kovový kation	90,0	103,2	112
E^0 $\text{Me}^{3+} + 3\text{e}^- = \text{M}(\text{s})$ Redukční vlastnosti	-2,077	-2,372	-2,522	-2,6
Teplota tání /°C	1539	1530	920	817
Teplota varu /°C	2748	3264	3420	2470

Chemické vlastnosti

❖ Dominantní oxidační stav III (iontové sloučeniny)

- ❖ značně reaktivní, na povrchu oxidují
- ❖ při zahřátí hoří a vzniká M_2O_3
- ❖ reagují s halogeny
- ❖ redukují vodu na vodík (podobně jako např. alkalické zeminy)
- ❖ rozpouštějí se ve zředěných kyselinách
- ❖ se silnými kyselinami vznikají rozpustné soli
- ❖ se slabými kyselinami poskytují špatně rozpustné soli
- ❖ ostatní oxidační stavy se vyskytují málo nebo vůbec
- ❖ **Sc** projevuje největší tendenci k tvorbě komplexů (má největší povrchovou hustotu náboje) a má také sklon k hydrolyze solí (podobnost s hliníkem)

Sloučeniny

Oxidy M_2O_3	Bílé látky, vznikají přímou syntézou
Hydroxidy $M(OH)_3$	Gelovité sraženiny, vznikají ze solí srážením hydroxidem Sc $(OH)_3$ se v nadbytku rozpouští za vzniku $[Sc(OH)_6]^{3-}$
Soli M^{III}	<ul style="list-style-type: none">▪ Bezbarvé a diamagnetické, vznikají rozpouštěním hydroxidů nebo oxidů v kyselinách.▪ Skandité soli hydrolyzují a tvoří polymerní sloučeniny s můstkovou OH skupinou.▪ Fluoridy jsou nerozpustné
Hydridy	Přímá reakce s vodíkem za tepla – nestechiometrické MH_2

Prvky IV. B skupiny – skupina titanu

Titan – Ti

- Výroba pevných a antikoročních slitin s vysokou teplotou tání, které se uplatňují při výrobě letadel, umělých kloubů, golfových holí, kardiostimulátorů a v klenotnictví



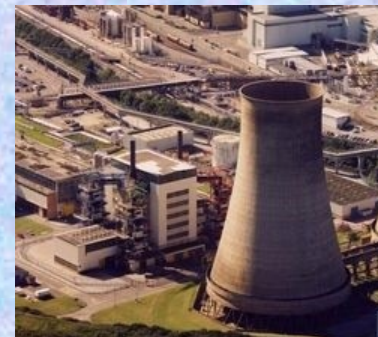
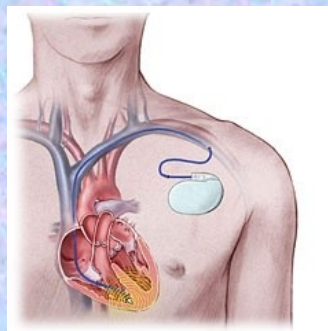
Zirkonium – Zr

- Vzácný kov, používá se do slitin brusných materiálů, při nehořlavé úpravě materiálů, konstrukční slitiny pro jadernou energetiku (Zircalloy, Zr+Fe)



Hafnium – Hf

- Používá se na výrobu řídicích tyčí v jaderných reaktorech, protože pohlcuje neutrony, speciální slitiny na řezné stroje



Výskyt

Ti, Zr, Hf

Ti (6320 ppm)	Zr (162 ppm)	Hf (2,8 ppm)
Ilmenit FeTiO_3 TiO_2 - rutil, anatas, brookit	Zirkon ZrSiO_4 - jediný v přírodě se vyskytující orthokřemičitan (polodrahokam) Baddeleyit ZrO_2	Doprovází rudy Zr, 2-7 %,
		Vzhledem k lanthanoidové kontrakci se špatně dělí od Zr (.....kapalinová extrakce, ionexy)

Fyzikální vlastnosti

	${}_{22}\text{Ti}$	${}_{40}\text{Zr}$	${}_{72}\text{Hf}$
Počet izotopů	5	5	6
Elektronegativita	1,5	1,4	1,3
Hustota, g cm^{-3}	4,50	6,51	13,28
Iont. poloměr M(IV) pro k.č. 6 /pm	60,5	72	71
Teplota tání /°C	1667	1857	2222
Teplota varu /°C	3285	4200	4450

Chemické vlastnosti Ti, Zr a Hf

❖ Oxidační stavy II, III a IV

- ❖ značně reaktivní, na povrchu oxidují
- ❖ při zahřátí reagují s většinou nekovů
- ❖ **Ti** se slučuje i s dusíkem (hoří v něm) – vzniká nitrid
- ❖ jemně práškové jsou pyroforické (samozápalné)
- ❖ pokrývají se vrstvičkou oxidu (ochrana proti korozi, zvláště Zr)
- ❖ nerozpouštějí se v minerálních kyselinách (vyjma HF – vznik fluorokomplexů)
- ❖ oxidující kyseliny kovy pasivují
- ❖ ostatní oxidační stavy se vyskytují málo nebo vůbec
- ❖ projevují největší tendenci k tvorbě komplexů s vyšším k.č. (8 a více)

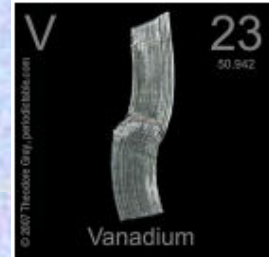
Sloučeniny Ti, Zr a Hf

Binární sloučeniny	Hydridy, boridy, nitridy
Oxidy , TiO, M₂O₃ a MO₂	Bílé látky, vznikají přímou syntézou TiO₂ – pigment (titanová běloba) ZrO ₂ - ve vláknitém provedení pro výrobu tkanin (žárovzdorný)
Sulfidy	málo studovány
Halogenidy MX₄	Jsou známy všechny, mají do značné míry kovalentní charakter
Soli M^{IV}	<ul style="list-style-type: none">▪ pouze jako TiOSO₄·H₂O▪ Zr(NO₃)₄; Zr(SO₄)₂; existují i s Hf▪ solí lze udržet pouze v silně kyselém prostředí, jinak dochází k hydrolýze
Soli Ti^{III}	tvoří kamence (M ^I = Cs, Rh)

Prvky V. B skupiny

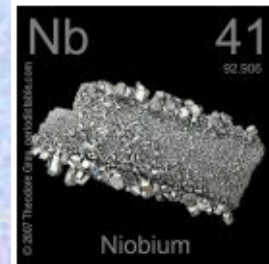
Vanad – V

- tvrdý, bílý kov, který se přidává do oceli pro zvýšení tvrdosti a pevnosti
- **oxid vanadičný** je katalyzátorem při kontaktním způsobu výroby kyseliny sírové, v přírodě je vzácný



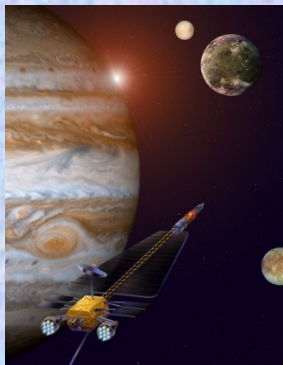
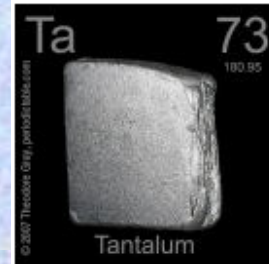
Niob – Nb

- vzácný šedý kov, který se v malých množstvích přidává do speciálních ocelí odolávajících korozi při vysokých teplotách, jeho slitiny našly uplatnění při konstrukci tryskových a raketových motorů



Tantal – Ta

- vzácný, světle šedý kov, vyrábí se z něj vlákna žárovek, je rovněž používán v chirurgii jako náhrady kostí a jako vodivá spojení přerušovaných nervů



Výskyt V, Nb a Ta

V (136 ppm)	Nb (20 ppm)	Ta (1,7 ppm)
Vanadinit , $\text{PbCl}_2 \cdot 3\text{Pb}_3(\text{VO}_4)_2$ Karnotit, $\text{K}(\text{UO}_2)\text{VO}_4 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$	$(\text{Fe},\text{Mn})\text{M}_2\text{O}_6$ Kolumbit (s Ti) Tantalit (s Ta)	Doprovází rudy Nb, vzhledem k lanthanoidové kontrakci se špatně dělí od Nb (kapalinová extrakce, ionexy)

Fyzikální vlastnosti

	$_{23}\text{V}$	$_{41}\text{Nb}$	$_{73}\text{Ta}$
Počet izotopů	2	1	2
Elektronegativita	1,6	1,6	1,5
Hustota, g cm^{-3}	6,11	8,57	16,65
Iont. poloměr M(IV) pro k.č. 6 /pm	134	146	146
Teplota tání /°C	1915	2468	2980
Teplota varu /°C	3350	4578	5534

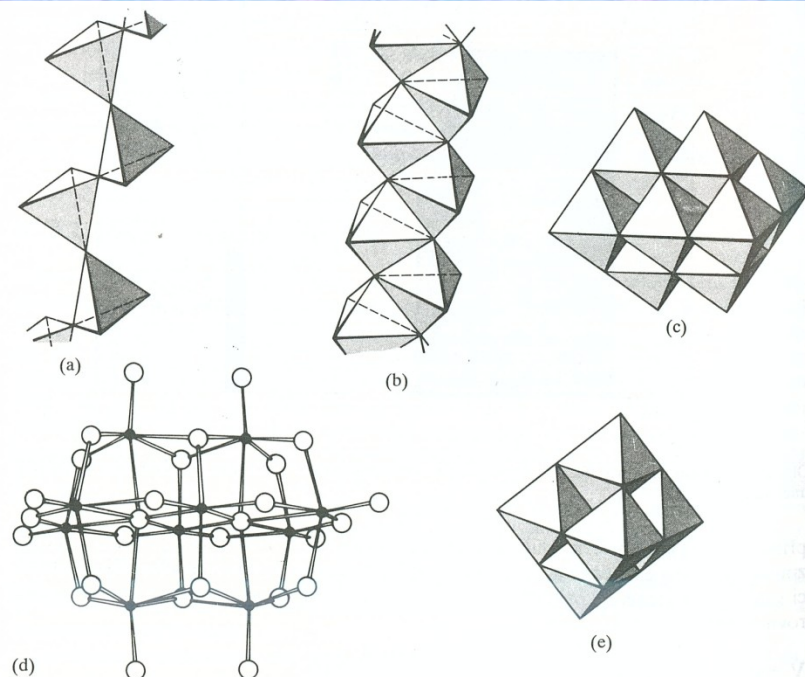
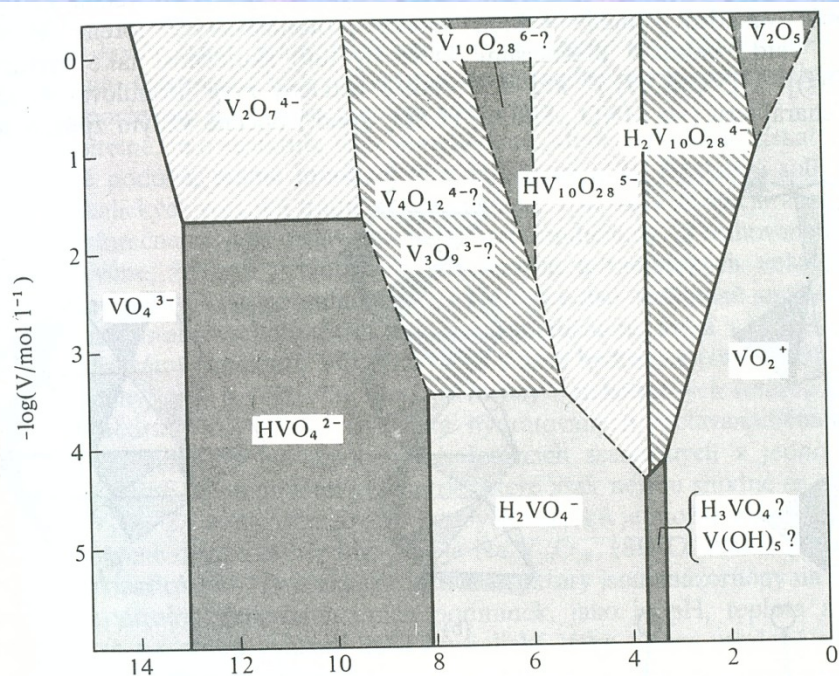
Chemické vlastnosti V, Nb a Ta

❖ Běžné oxidační stavy V (II, III, IV a V), Nb a Ta (IV a V)

- ❖ při zahřátí reagují s většinou nekovů, intersticiální a nestechiometrické produkty
- ❖ pokrývají se vrstvičkou oxidu (ochrana proti korozi, zvláště Ta)
- ❖ rozpouštějí se v horkých konc. roztocích minerálních kyselin
- ❖ V^{2+} a V^{3+} mají redukční účinky
- ❖ rozpustné v roztavených hydroxidech
- ❖ projevují největší tendenci k tvorbě komplexů s vyšším k.č. (8 a více)
- ❖ u V tvorba isopolyaniontů

Tabulka 22.3. Oxidy prvků skupiny VA

Oxidační stav	V	IV	III	II
V	V_2O_5	VO_2	V_2O_3	VO
Nb	Nb_2O_5	NbO_2	—	NbO
Ta	Ta_2O_5	TaO_2	—	(TaO)



Isopolyaniony vanadu