MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

KATEDRA PEDAGOGIKY

Prvky 3.skupiny periodické soustavy

Skandium, yttrium, lanthan a aktinuium

Seminář anorganické chemie

Vypracoval : Šimon Meluš, 376162

místo, datum: Znojmo, 05.11.2014

Obsah

1) Charakteristika skupiny
1.1) Úvod
1.2) Vlastnosti
1.3) Sloučeniny
1.4) Výroba a použití
1.5) Reakce
2) Lanthanoidy
2.1) Výskyt
2.2) Tabulka – charakteristické vlastnosti
2.3) Vlastnosti a reakce
2.4) Sloučeniny
2.5) Příprava a použití
3) Aktinoidy
3.1) Tabulka – charakteristické vlastnosti
3.2) Sloučeniny a reakce
4) Seznam použité literatury

1) Charakteristika skupiny

1.1 Úvod

Skandium, yttrium a lanthan se spolu s lanthanoidy označují skupinovým názvem vzácné zeminy – skupinový název původně označoval všechny méně běžné kovové oxidy včetně zirkoničitého a thoričitého. Jsou zařazeny v periodické soustavě do 3. kupiny. Nepatří k nejvzácnějším – obsah v zemské kůře je 25 – 35 ppm, ale vyskytují se rozptýleně. Obtížná je izolace jejich sloučenin ze směsí obsahujících vždy současně sloučeniny více prvků vzácných zemin. V přírodě se nacházejí ve formě oxosloučenin, nejčastěji spolu a lanthanoidy. Aktinium v přírodě vzniká rozpadem ^{235}U a nachází se proto v rudách těchto prvků.

Značka prvku	Sc	Y	La	Ac
Název prvku	Skandium	Yttrium	Lanthan	Aktinium
Odvození názvu	L.F.Nilson k poctě Skandinávie	odvozeno od švédského města Ytterby	podle jeho těžké izolovatelnosti od ostatních prvků, lanthanem, řec. - ukrytý	A.L. Debierne, podle řec. aktis - paprsek
Objevitel	Lars F.Nilson	Johan Gadolin	Carl G. Mosander	André L.Debierne
Rok objevu	1879	1794	1839	1899

1.2 Vlastnosti

- Prvky 3. skupiny PSP mají první elektron už v d– orbitalu. Proto začíná až od 4. periody, protože teprve v ní se mohou zaplňovat d– orbitaly v hladině (n-1).
- V 6. a 7. periodě se za lanthanem, resp. Aktiniem, začíná u dalších prvků zaplňovat orbital f v hladině (n-2). Proto formálně patří f– prvky, lanthanidy a aktinidy, do této skupiny.
- Nejdůležitější vlastnosti základních prvků jsou uvedeny v tabulce

Z	**Značka prvku**	**Název**	**M (g/mol $^{-1}$)**	**Elektronegativita**	**Oxidační číslo**	**Teplota tání (^{o}C)**
21	Sc	Skandium	44,96	1,3	III	1539
39	Y	Yttrium	88,91	1,2	III	1509
57	La	Lanthan	138,91	1,1	III	920
89	Ac	Aktinium	227,03	1,1	III	1050

Skandium, yttrium a lanthan jsou měkké kovy, krystalují v hexagonálním uspořádání. Jsou prvními členy jednotlivých přechodových řad. V jejich sloučeninách dominují iontové vazebné interakce. Snadno proto tvoří kationty M^{3+}, které se svými vlastnostmi podobají kationtům kovů alkalických zemin M^{2+} a lanthanoidů Ln^{3+}, protože s nimi mají analogickou elektronovou konfiguraci valenční sféry. Kationty M^{3+} již neobsahují žádný elektron v (n-1) orbitalech a jejich sloučeniny jsou bezbarvé a diamagnetické.

Všechny prvky 3. skupiny jsou neušlechtilé kovy s nízkou elektronegativitou reagující s vodou, zředěnými kyselinami a kyslíkem (na oxidy M_2O_3), halogeny a po zahřátí s dalšími prvky.
Pro prvky 3. skupiny jsou charakteristické nízké hodnoty ionizační energie a elektronegativity, které se s rostoucím protonovým číslem dále snižují. Díky tomu od skandia k aktiniu roste kovový charakter prvku. Prvky snadno ztrácejí elektrony a vytvářejí samostatné kationty Me^{3+}. Prvky d^1 jsou velmi

reaktivní, mají velkou afinitu ke kyslíku, mohou vyredukovat kovy z jejich stálých oxidů, jako např. hliník z Al_2O_3.
S vodou a zředěnými kyselinami reagují za vývoje vodíku. Na vzduchu hoří za vzniku zásaditých oxidů.

1.3 Sloučeniny

- Oxidy M_2O_3 lze připravit žíháním hydroxidů, uhličitanů nebo šťavelanů.
  Jsou to bílé krystalické látky, vznikající termickým rozkladem hydroxidů nebo uhličitanů. S vodou reagují za vzniku hydroxidů.
  Př. oxid skanditý Sc_2O_3 – získává se jako vedlejší produkt při zpracování některých rud uranu. Ve zředěných kyselinách se obtížně rozpouští na rozdíl od oxidu lanthanitého La_2O_3.
- Halogenidy MX_3 jsou s výjimkou fluoridů veledobře rozpustné.
- Hydroxidy $M(OH)_3$ se tvoří jako bílé gelovité sraženiny přidáním alkalického hydroxidu k roztoku rozpustné soli kationtu M^{III} (M = Sc, Y, La), jejich zásaditost stoupá s rostoucím iontovým poloměrem kovu.
  Hydroxid skanditý $Sc(OH)_3$ nebo také hydratovaný oxid skanditý je slabý, proto soli skandité podléhají snáze hydrolýze než soli ostatních prvků této skupiny a je jediný z této uvedené trojice(M = Sc, Y, La), který má amfoterní charakter. V nadbytku alkalického hydroxidu tvoří anionty hexahydroxoskandianové $[Sc (OH)_6]^{3-}$
  Hydroxid lanthanitý $La(OH)_3$ patří naopak k silným bázím, uvolňuje amoniak z amonných solí, s oxidem uhličitým poskytuje uhličitan. Řada solí prvků 3.skupiny tvoří hydráty, a to nejčastěji hexa- , hepta- a oktahydráty, které termicky dehydratují za současné hydrolýzy a tvorby zásaditých solí (ScOCl).
- Málo rozpustné jsou, podobně jako u kovů alkalických zemin a lanthanoidů, soli slabých kyselin – fluoridy, uhličitany, fosforečnany a šťavelany.
- Větší polarizační účinky kationtu Sc^{3+} jsou příčinou častější tvorby komplexních aniontů (K_3ScF_6) než je tomu u zbývajících dvou prvků této skupiny.

1.4 Výroba a použití

Skandium nemá příliš velký technický význam. Bylo sice navrženo několik možností jeho využití, ale vždy se rychle našla levnější náhrada. Vyrábí se částečně z thortveititu, ale hlavním zdrojem jsou odpady po zpracování uranových rud.

Yttrium a lanthan se získávají z rud obsahujících lanthanoidy. Způsob jejich zpracování závisí na výchozí surovině. Obvykle se loužením získá roztok obsahující směs prvků vzácných zemin, která se pak dělí chromatografií na iontoměničích. Získané sloučeniny se převedou na fluoridy nebo chloridy a prvky v kovové formě se připraví redukcí kovovým vápníkem či elektrolyticky.

Technického uplatnění se v poslední době našlo hlavně pro yttrium. Používá se ho v elektronice jako základ luminoforů k vyvolávání červené barvy na obrazovkách televizorů. Sloučenina $Y_3Fe_5O_{12}$ má uplatnění jako mikrovlnné filtry v radarech. Použití lanthanu je skrovné. V kovové formě jej lze nalézt v kamínčích do zapalovačů, oxid se používá při výrobě skla s vysokým indexem lomu a ve směsi s jinými oxidy byl navržen jako náhrada platiny v katalyzátorech pro zneškodňování výfukových plynů automobilů.

1.5 Reakce

Prvky 3. skupiny jsou stále dost reaktivní (podobnost s prvky 2. skupiny) a jejich reaktivita roste s klesající elektronegativitou, tedy od skandia k lanthanu. Na vzduchu hoří na oxidy M_2O_3, např.:

$4\ Y + 3\ O_2 \rightarrow\ 2\ Y_2O_3$

Za běžných teplot snadno reagují i s halogeny na halogenidy MX_3, např.

$2\ Sc + 3\ Cl_2 \rightarrow\ 2\ ScCl_3$

Po zahřátí reagují s většinou nekovů na binární sloučeniny, ve kterých vystupují v oxidačním stavu +III. S vodou reagují na hydroxidy za vývoje vodíku:

$2\ La + 6\ H_2O \rightarrow\ 2\ La(OH)_3 + 3\ H_2$

Všechny reagují také se zředěnými kyselinami (silné kyseliny poskytují soli dobře rozpustné, slabé kyseliny soli těžko rozpustné).
Prvky 3. skupiny jsou prvními členy řad přechodných prvků, jejich chemie ale pro přechodné prvky moc typická není. Chybí jim proměnlivost oxidačních čísel (ve sloučeninách mají prakticky vždy oxidační číslo III) a také postrádají schopnost poskytovat s nejrůznějšími ligandy koordinační sloučeniny (k tvorbě komplexů má z celé trojice největší sklon skandium).

2) Lanthanoidy

Skupinovým názvem lanthanoidy se označuje skupina čtrnácti prvků následujících za lanthanem. V době objevu periodického zákona patřilo jejich zařazení do periodického systému k nejsložitějším problémům chemie. Nebyl přesně znám jejich počet ani správné pořadí a situaci komplikoval i jejich nevyjasněný vztah k ostatním prvkům vzácných zemin. Problém byl rozřešen až H.G.J. Moseleym(1913), který prokázal, že o zařazení prvků do periodického systému rozhodují protonová čísla a že mezi lanthanem a hafiniem musí existovat právě čtrnáct prvků.

U těchto prvků se postupně zaplňují elektrony orbitaly 4f. Protože tyto orbitaly jsou v podstatě „uvnitř“, pod již zaplněnými orbitaly 5s 5p 6s, změny počtu elektronů v orbitalu 4f se prakticky neprojeví na chemických vlastnostech prvků – všechny lanthanoidy jsou si navzájem velmi podobné (to je taky důvod, proč se obtížně dělí). Lanthanoidy se často označují značkou Ln jako jeden prvek.

2.1 Výskyt

V zemské kůře se lanthanoidy vyskytují vždy společně s prvky 3. skupiny (Sc,Y a La). Obsahy jednotlivých lanthanoidů se pohybují od 10^{-3} do 10^{-5} % a jsou srovnatelné s řadou běžných kovů (Pb, Sn, Sb, Cd, Bi, Hg, aj.). V přírodě klesá výskyt lanthanoidů s rostoucím atomovým číslem a prvky se sudými atomovými čísly jsou hojnější než sousední prvky s lichými. Lanthanoidy se vyskytují v řadě minerálů. Průmyslově se zpracovávají hlavně monazit $Me^{III}(PO_4)$, kde M^{III} je Th, La a Ln, a bastnezit $M^{III}CO_3F$ (fluorid-uhličitan La a Ln).

Promethium je prvek radioaktivní a v přírodě se nevyskytuje. Nemá stabilní izotopy. Byl objeven v roce 1947(J.A.Marinsky) jako produkt rozpadu atomových jader uranu ^{235}U v atomových reaktorech.

2.2 Tabulka – charakteristické vlastnosti

	Elektronová konfigurace	Elektro-negativita	Poloměr v pm kovový	Poloměr v pm iontový Ln^{3+}	Nejstálejší ox. čísla	Teplota tání/varu (^oC)	Hustota při 25 ^oC (g/cm^3)
Ce	$(Xe)4f^15d^16s^2$	1,1	181,8	102	III, IV	795/3468	6,77
Pr	$(Xe)4f^36s^2$	1,1	182,4	99	III, IV	935/3127	6,47
Nd	$(Xe)4f^46s^2$	1,1	181,4	98,3	III	1024/3027	7,00
Pm	$(Xe)4f^56s^2$	1,1	183,4	97	III	1038/2730	7,2
Sm	$(Xe)4f^66s^2$	1,1	180,4	95,8	III, II	1072/1900	7,54
Eu	$(Xe)4f^76s^2$	1,0	208,4	94,7	III, II	826/1439	5,24
Gd	$(Xe)4f^75d^16s^2$	1,1	180,4	93,8	III	1312/3000	7,89
Tb	$(Xe)4f^96s^2$	1,1	177,3	92,3	III, IV	1356/2800	8,25
Dy	$(Xe)4f^{10}6s^2$	1,1	178,1	91,2	III, II	1407/2600	8,56
Ho	$(Xe)4f^{11}6s^2$	1,1	176,2	90,1	III	1461/2600	8,78
Er	$(X)4f^{12}6s^2$	1,1	176,1	89	III	1497/2377	9,04
Tm	$(Xe)4f^{13}6s^2$	1,1	175,9	88	III, II	1545/1727	9,32
Yb	$(Xe)4f^{14}6s^2$	1,1	193,3	86,8	III, II	824/1193	6,97
Lu	$(Xe)4f^{14}5d^16s^2$	1,1	173,8	86,1	III	1652/3327	9,84

2.3 Vlastnosti a reakce

Kovové lanthanoidy jsou těžkotavitelné stříbrobílé měkké neušlechtilé kovy. Jsou to silně elektropozitivní a reaktivní kovy. Jejich reaktivita (s výjimkou Yb) závisí na jejich kovovém poloměru. Ten je největší u Eu a Eu je též nejreaktivnější. Ve sloučeninách převažuje iontová vazba. Elektrony jsou v nich doplňovány do 4f – orbitalů bez podstatnějších změn v obsazení vnějších orbitalů. V 5d – orbitalech má po jednom elektronu lanthan, gadolinium a lutecium v důsledku zvýšené stability konfigurací f^0, f^7, f^{14} . Změna počtu elektronů v 4f – orbitalech má minimální vliv na vlastnosti těchto prvků a jejich sloučeniny, protože 4f – elektrony se neuplatňují při tvorbě kovalentních vazeb a jen omezeně mohou být odštěpovány při vzniku iontů.4f – orbitaly nejsou schopny se podílet ani na tvorbě zpětných dativních π – vazeb. Vlastnosti lanthanoidů proto primárně určuje obsazení orbitalů 6s a 5d.

Na vlhkém vzduchu rychle ztrácejí lesk. Při zahřátí na 200-400^{o}C hoří za vzniku oxidů Ln_2O_3 (v případě Ce na CeO_2, v případě Pr na Pr_6O_{11} a Tb na Tb_4O_7). Při zahřívání hoří i v halogenech za vzniku LnX_3. S vodíkem poskytují za tepla LnH_2 a LnH_3. Také s většinou ostatních nekovů za tepla reagují, i když méně živě. S kovy tvoří různé slitiny.

V elektrochemické řadě napětí kovů stojí lanthanoidy před vodíkem, proto i za laboratorní teploty reagují se zředěnými kyselinami za vzniku vodných roztoků Ln^{3+} ($[Ln(H_2O)_x]^{3+}$). V kyselině fluorovodíkové a fosforečné se lanthanoidy pokrývají vrstvičkou nerozpustných solí a další reakci je tak zabráněno. S roztoky hydroxidů nereagují. Reakcí s vodou (hlavně horkou) poskytují hydratované oxidy.

2.4 Sloučeniny

a) Sloučeniny lanthanoidů v oxidačním stavu II

Ve vodných roztocích existují pouze ionty Sm^{2+}, Eu^{2+} a Yb^{2+}. Lze je připravit elektrolytickou redukcí roztoků Ln^{3+}. K redukci Eu^{3+} je možno použít též amalgamový zinek. SmI_2 lze získat termickým rozkladem SmI_3. Roztoky Sm^{2+} jsou krvavě červené, Eu^{2+} bezbarvé nebo světle

žlutozelené a Yb^{2+} žluté. Vzduchem se ionty Ln^{2+} rychle oxidují (poměrně stálý je pouze Eu^{2+}). V pevném stavu byla izolována řada solí, které jsou však všechny citlivé k oxidaci a vlastnostmi se podobají prvkům podskupiny vápníku. Uhličitany a sírany jsou podobné sloučeninám Sr^{2+} a Ba^{2+}. Sírany $EuSO_4$ a $YbSO_4$ jsou velmi nerozpustné a slouží k dělení těchto prvků od ostatních.

b) Sloučeniny lanthanoidů v oxidačním stavu III

Na rozdíl od bezbarvých iontů Sc^{3+}, Y^{3+} a La^{3+} je většina iontů Ln^{3+} zbarvena. Oxidy Ln_2O_3 jsou s výjimkou Ce, Pr a Tb konečným produktem spalování kovů nebo termického rozkladu hydroxidů, uhličitanů, dusičnanů, šťavelanů aj. Nejstabilnějšími oxidy Ce, Pr a Tb jsou žlutý CeO_2 a tmavě hnědé Pr_6O_{11}, Tb_4O_7. Oxidy Ln_2O_3 lze z nich získat redukcí vodíkem za kontrolovaných podmínek. Oxidy Ln_2O_3 mají vysoké teploty tání (okolo 2000 ^oC). Jsou nerozpustné ve vodě, absorbují však vodu za vzniku hydroxidů (hydratovaných oxidů). Rozpouštějí se v kyselinách na roztoky, které při pH<5 obsahují ionty $[Ln(H_2O)_x]^{3+}$.

Hydroxidy (hydratované oxidy) mohou být vysráženy z roztoků příslušných Ln^{3+} amoniakem nebo roztokem alkalického hydroxidu. Všechny hydroxidy lanthanoidů mají jasně bazický charakter. Jejich bazicita klesá od Ce^{3+} k Lu^{3+}. Klesá též jejich termická stabilita a rozpustnost ve vodě.

Ze solí Ln^{3+} jsou ve vodě rozpustné chloridy, dusičnany, sírany, těžko rozpustné jsou fluoridy, uhličitany, fosforečnany a šťavelany.

Oxidy, sulfidy, nitridy a karbidy lanthanoidů se vzhledem ke svým vysokým teplotám tání užívají při výrobě žáruvzdorných materiálů. Některé sloučeniny Ln^{3+} se též využívají při výrobě speciálních druhů skel

c) Sloučeniny lanthanoidů v oxidačním stavu IV

V tomto oxidačním stupni tvoří sloučeniny zejména cer. U ostatních lanthanoidů (Pr, Nd, Tb, Dy), pokud tohoto oxidačního stupně dosáhnou, se chemie omezuje na oxidy, fluoridy a několik fluorokomplexů.

Většina ceričitých solí se snadno redukuje na soli cerité a je možno jich využít k oxidacím. Lze je připravit působením silných oxidačních činidel ($S_2O_8^{2-}$, BiO_3^-) na roztoky ceritých solí. Stálejší než jednoduché soli ceričité jsou soli komplexní. Velmi významný je $(NH_4)_2[Ce(NO_3)_6]$, používaný obvykle při oxidacích.

Oxid ceričitý CeO_2, vzniká vzájemnou reakcí prvků nebo termickým rozkladem některých solí Ce^{3+} či Ce^{4+} jako nažloutlý prášek. Zahříváním s konc. H_2SO_4 poskytuje tmavě žlutý $Ce(SO_4)_2$. Působením OH^- na roztoky Ce^{4+} se vylučuje žlutý rosolovitý $CeO_2.xH_2O$.

2.5 Příprava a použití

Příprava čistých lanthanoidů je náročná pro obtíže s přípravou čistých výchozích sloučenin, vysokou reaktivitu prvků i pro jejich poměrně vysoké body tání. Pro separaci těchto prvků se využívá malých rozdílů ve vlastnostech některých jejich sloučenin, jako jsou rozpustnost(frakční krystalizace, frakční srážení, extrakce) nebo schopnost tvořit komplexy. Ionexová chromatografie využívá faktu, že těžší lanthanoidy s menším iontovým poloměrem tvoří objemnější hydratované kationty, které jsou v katexech poutány slaběji než méně hydratované kationty s větším iontovým poloměrem. Nejčastěji se připravují slitiny obsahující více lanthanoidů elektrolýzou roztavených solí nebo metalometricky.

$$LnX_3 + 3Na \rightarrow Ln + 3NaX$$

. Použití lanthanoidů je omezené. Asi čtvrtina produkce se spotřebuje na odstraňování kyslíku a síry z kovů a zlepšení mechanických vlastností slitin hliníku, niklu, mědi a vanadu. Slitina obsahující 50% ceru, 25% lanthanu a 25% ostatních lehčích lanthanoidů se uplatňuje nejen při produkci speciálních ocelí, ale sloužil i k výrobě kamínků do zapalovačů. Oxid ceričitý se spolu s oxidem thoričitým využíval k výrobě žárových tělísek pro plynné lampy – Auerovy punčošky. Některé oxidy lanthanoidů se používají jako barvicí příměsi do keramiky a skla, fosforeskující materiály pro výrobu barevných televizních obrazovek, katalyzátory v organické chemii a aktivátory při konstrukci iontových laserů.

3) Aktinoidy

Skupinovým názvem aktinoidy se označuje skupina čtrnácti prvků následujících za aktiniem, jejichž společným rysem je nestabilita jader. Do roku 1940 se existence prvků, v nichž by se elektrony doplňovaly do orbitalu 5f, nepředpokládala. Tři v přírodě se vyskytující aktinoidy – thorium, protaktinium a uran, se v periodickém systému umisťovaly pod hafnium, tantal a wolfram, jimž se svými fyzikálně chemickými vlastnostmi podobají a tvoří i podobné typy sloučenin.

Ostatní aktinoidy byly připraveny jadernými reakcemi po roce 1940. Prvky stojící v periodické tabulce za uranem se nazývají transurany. Všechny aktinoidy jsou radioaktivní, přičemž, čím je jádro těžší, tím rychleji probíhá jejich samovolný rozpad. Studium chemických vlastností An je poměrně náročné v důsledku radioaktivního rozpadu a záření, které vyvolávají chemické změny ve sledovaných systémech.

3.1 Tabulka – charakteristické vlastnosti

	Elektronová konfigurace	Elektro-negativita	Poloměr (pm) kovový	iontový An^{3+}	iontový An^{4+}	Nejstálejší ox. čísla
Th	$(Rn)6d^2 7s^2$	1,1	179	-	94	III, IV
Pa	$(Rn)5f^2 6d^1 7s^2$	1,1	163	104	90	III, IV
U	$(Rn)5f^3 6d^1 7s^2$	1,2	156	102,5	89	III, IV, V, VI
Np	$(Rn)5f^4 6d^1 7s^2$	1,2	155	101	87	III, IV, V, VI, VII
Pu	$(Rn)5f^6 7s^2$	1,2	159	100	86	III,IV,V, VI, VII
Am	$(Rn)5f^7 7s^2$	~1,2	173	97,5	85	III, IV, V, VI
Cm	$(Rn)5f^7 6d^1 7s^2$	~1,2	174	97	85	III, IV
Bk	$(Rn)5f^9 7s^2$	~1,2	170	96	83	III, IV
Cf	$(Rn)5d^{10} 7s^2$	~1,2	186±2	95	82,1	III, IV
Es	$(Rn)5f^{11} 7s^2$	~1,2	186±2			III
Fm	$(Rn)5f^{12} 7s^2$	~1,2				III
Md	$(Rn)5f^{13} 7s^2$	~1,2				III
No	$(Rn)5f^{14} 7s^2$					III
Lr	$(Rn)5f^{14} 6d^1 7s^2$					III

V důsledku blízkého energetického stavu orbitalů 6d a 5f prvky stojící za Th (Th – Cm) se chovají jako f- i jako d-prvky a ve sloučeninách se vyskytují v různých oxidačních stupních. Prvky, které následují za Bk (Bk – Lr), se již chovají jako typické f-prvky a vlastnostmi se blíží lanthanoidům.
V oxidačním stavu III vystupují atomy všech aktinoidů. Vlastnosti sloučenin jsou velmi podobné odpovídajícím sloučeninám lanthanoidů. Aktinoidy a četné jejich sloučeniny se užívají v jaderné energetice.

3.2 Sloučeniny a reakce

Hydroxidy aktinoidů $An(OH)_3$ se podobají $Ln(OH)_3$, ve vodě jsou málo rozpustné, jeví výrazně zásadité vlastnosti, lehce reagují s kyselinami. Chloridy, bromidy, jodidy, dusičnany, sírany jsou ve vodě dobře rozpustné, fluoridy a fosforečnany špatně. Sloučeniny Th, Pa, U, Np v tomto oxidačním stavu mají silné redukční vlastnosti.

Sloučeniny aktinoidů v oxidačním stavu V (U až Am) se podobají sloučeninám podskupiny vanadu, sloučeniny aktinoidů v oxidačním stavu VI (U až Am) pak sloučeninám prvků podskupiny chromu. Z aktinoidů jsou dobře prostudovány pouze uran a v menší míře thorium a plutonium. Hlavní problém při studiu ostatních aktinoidů spočívá jednak v jejich dostupnosti, jednak v riziku radioaktivního ozáření.

Aktinoidy snadno reagují s vodou i vzdušným kyslíkem. Zahřátím s vodíkem poskytují hydridy AnH_2 (An – Th,Np,Pu,Am,Cm) a AnH_3 (An – Pa až Am). S mnoha kovy tvoří intermetalické sloučeniny a slitiny, s nekovy žáruvzdorné intersticiální boridy, silicidy, karbidy a nitridy s různorodou stechiometrií.

Oxidy - všechny oxidy jsou žáruvzdorné materiály s bazickými vlastnostmi a reaktivitou závislou na způsobu přípravy a zpracování. Dioxidy AnO_2 jsou známy u všech aktinoidů až po kalifornium.

Fluoridy – hexafluoridy AnF_6 (An – U, Np, Pu) jsou snadno těkavé pevné látky, jejichž stabilita vůči redukci klesá od uranu k plutoniu. Fluorid uranový UF_6, který je jednou z mála těkavých sloučenin uranu, lze připravit z prvků nebo reakcí UF_4 s kyslíkem:

$$2UF_4 + O_2 \xrightarrow{800°C} UF_6 + UO_2F_2$$

Využívá se k dělení ^{235}U od ^{283}U difuzí v plynné fázi při výrobě obohaceného jaderného paliva. Pentahalogenidy AnX_5 byly získány u protaktinia, uranu a neptunia. Jsou to buď dimery se dvěma můstkovými atomy halogenu ($Cl_4U(Cl_2)UCl_4$) nebo lineární polymery s koordinačním číslem An sedm (AnF_5 a $PaCl_5$).

Nejkompletnější soubor tvoří trihalogenidy AnX_3 známé až po kalifornium a nepochybně je lze připravit i u těžších aktinoidů. Svými vlastnostmi se podobají trihalogenidům lanthanoidů. Dihalogenidy AnX_2 jsou známé pouze u americia a kalifornia.

Z organokovových sloučenin byly podrobněji studovány především cyklopentadienylové a cyklooktatetraenylové komplexy An^{III} a An^{IV} .

Transurany se syntetizují ostřelováním jader uranu nebo lehčích transuranů nabitými částicemi (deuterony, α –částicemi), neutrony (^{235}U, ^{233}U a ^{239}Pu) nebo jádry lehčích prvků(bor, kyslík, dusík, uhlík, fluor).

4) Seznam použité literatury

a) Stručný přehled chemie prvků, Jiří Toužín ISBN 978-80-7399-527-0
b) Periodická soustava prvků, Luděk Jančář ISBN 978-80-210-6621-2
c) Průvodce po Anorganické chemii 6, Václav Slovák