

Kötés bontása: elektromos kisülés, kis nyomás: atomi N, rekombinálódik: $2\text{N} \rightarrow \text{N}_2^*$
hidegen: $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_5(\text{H}_2\text{O})]^{2+} + \text{N}_2 \leftrightarrow [\text{Ru}(\text{NH}_3)_5\text{N}_2]^{2+} + \text{H}_2\text{O}$.

Komplexekben ligandum: η^1 -komplexek: $\text{M} \leftarrow \text{:N}\equiv\text{N}$: η^2 -komplex: $\text{:N}\equiv\text{N}$:

↓

M

Nitrid-, azid- és nitrido-vegyületek

N^{3-} (nitrid) ionos: Li_3N , Be_3N_2 (IA/IIA), kovalens: $(\text{CN})_2$, P_3N_5 , S_4N_4 , $(\text{BN})_x$
 intersticiális: TiN, TaN, UN (opak, nagyon kemény, inert, fényes, magas Op-vel, vezet is).

Előállítás: $3\text{Ca} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2$, $3\text{Ca} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2 + 3\text{H}_2$

$3\text{CaO} + 3\text{C} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2 + 3\text{CO}$, $3\text{CaCl}_2 + 3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2 + 6\text{HCl}$.

Komplexben: *nitrido-ligandum* $[\text{O}_3\text{Os}\equiv\text{N}]^-$, vagy $[\text{N}(\text{HgCH}_3)_4]^+$

N_3^- (azid): NaN_3 lineáris ion. AgN_3 : kovalens jelleg erősödik, ütésre robban.

3.4.1.1 Nitrogén-hidridek

NH_3 ammónia

Tulajonság: színtelen, szúrós szagú, mérgező gáz. Vízben jól oldódik, könnyen cseppfolyósodik (3-4 bar). Op=-78°C, Fp=-34°C. Palackban folyadék.

Előállítás. Laboratóriumi: a) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{Cl}^- + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$,

b) $3\text{Ca} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2 \{+ 6\text{H}_2\text{O}\} \rightarrow 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3$

Ipari: Haber-Bosch (1913 - BASF). $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$

Fe katalizátor/400°C/200bar/15% kitermelés/kondenzáció/recirkulálás/termelés > 100 Mt/év.

H_2 -termelés: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}/\text{CO}_2 + \text{H}_2$, N_2 -termelés: levegő + $\text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$

CO-eltávolítás: $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$

CO₂-eltávolítás: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{KHCO}_3$

A Haber-Bosch-féle egyensúlyra vezető, exoterm, térfogatcsökkenéssel járó reakció elméleti vonatkozásaival a 3.1.1.fejezetben foglalkoztunk,

NH_3 szerkezete: AX_3E trigonális piramisos. Inverzió frekvenciája: 23.79 GHz.

Folyadékban kevés H-híd, nem viszkózus.

Diver oldat: $\text{NH}_4\text{NO}_3/\text{NH}_4/\text{NH}_4\text{SCN} + \text{NH}_3$ forráspont emelkedés, H-híd.

NH_3 autoprotolízise: $2\text{NH}_3 \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{NH}_2^-$ Dielektromos állandó=22, $K=10^{-30}$, semleges pH=15.

Cseppfolyós NH_3 -ban: *sav:* NH_4^+ (NH_4Cl), *bázis:* NH_2^- (NaNH_2), NH^{2-} (Na_2NH), N^{3-}

Közömbösítési reakció: $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KNH}_2 \rightarrow \text{KNO}_3 + 2\text{NH}_3$

Csapadékos reakció cseppfolyós NH_3 -ban: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgBr} \rightarrow \underline{\text{BaBr}_2} + 2\text{AgNO}_3$

($\text{NH}_3(\text{f})$ oldószerben a vegyületek oldhatósága különbözik a vízben való oldhatósági viszonyoktól, ezért alkalmas speciális szintézisek végrehajtására).

NH_3 reakciói:

vízzel: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$, $\text{pK}_{\text{bázis}}=4,74$ gyengén lúgos oldat.

NH_4OH nem állítható elő vízmentesen, ismert a 3 dimenziós H-hidas $\text{H}_2\text{O}\cdot\text{NH}_3$ -entitás.

Egyéb reakciók): $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$, $2\text{NH}_3 + 6\text{F}_2 \rightarrow 2\text{NF}_3 + 3(\text{HF})_2$

$\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$, NH_2Cl , NHCl_2 , NCl_3 , $\text{NH}_3 + \text{C}_{\text{izzó}} \rightarrow \text{NH}_4\text{CN} + \text{H}_2$

$\text{NH}_3 + \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{N}_4\text{S}_4$, $\text{NH}_3(\text{foly}) + \text{Na/Li/Ca/K} \rightarrow (\text{kék foly.}, \text{Fe-kat.}) \rightarrow \text{H}_2 + \text{NaNH}_2$

$\text{NH}_3 + \text{O}_2 + \text{Cu} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

NH_3 felhasználása: a) műtrágya: NH_3 , NH_4NO_3 , karbamid, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

b) robbanóanyag: NH_4NO_3 , nitro-glicerin, nitro-cellulóz, TNT

c) műszál: hexametilén-diamin, poliamid, poliuretán

d) hűtőfolyadék, puffer, más N-vegyületek előállítása

N₂H₄ (*hidrazin*). Tulajdonság: színtelen folyadék, vízben oldódik.

Előállítás: $2 \text{NH}_3 + \text{NaOCl} + \text{enyv} \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (1907, Raschig).

Tisztítás: $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow [\text{N}_2\text{H}_6]^{2+}[\text{SO}_4]^{2-}$, sóként vagy desztillálva 10 et/év.

Felhasználás: a) rakéta hajtóanyag (+N₂O₄, Apolló holdkomp),

b) vizes oldata redukálószer (fém Ag, Cu tükör),

c) vízgőz O₂ mentesítése: $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$, ionmentes!

d) szerves vegyipar.

Szerkezet: H₂N-NH₂ csavart szerkezet: Dipólus momentum= 1,85 D.

Reakciók: vízben kétértékű bázis: $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$, $K_b=10^{-6}$

$\text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{N}_2\text{H}_6^{2+} + \text{OH}^-$, $K_b=10^{-15}$

redukál: $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{KIO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{N}_2 + \text{KCl} + \text{ICl} + 3 \text{H}_2\text{O}$

NH₂OH (*hidroxil-amin*). Tulajdonság: színtelen, instabil, vízben oldódik.

Előállítás: $\text{HNO}_3 + 6 \text{H}^+ + 6 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_2\text{OH} \{+\text{HCl}\} \rightarrow [\text{NH}_3(\text{OH})]^+ \text{Cl}^-$

ipari: $\text{NH}_4\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow [\text{NH}_3(\text{OH})]_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

gyenge bázis: $\text{NH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow [\text{NH}_3(\text{OH})]^+ + \text{OH}^-$, N₂H₄-re és H₂O₂-re emlékeztet.

Szerkezet: H₂N-OH, két konformer. *Felhasználás:* redukálószer, antioxidáns.

HN₃ (*hidrogén-azid*). Tulajdonság: csak vizes közegben, középérső sav, sói vannak: *azidok*:

$\text{HN}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{N}_3^-$. Szerkezet: H-N=N=N, az N₃⁻ pszeudo-halogenid.

Sói előállítása: a) $\text{NaNO}_3 + 3 \text{NaNH}_2 \rightarrow \text{NaN}_3 + 3 \text{NaOH} + \text{NH}_3$

b) $3 \text{N}_2\text{O} + 4 \text{Na} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NaN}_3 + 3 \text{NaOH} + 2 \text{N}_2$

c) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NaN}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{N}_3)_2 + 2 \text{NaNO}_3$

Felhasználás: Ag-, Pb-, Cu-azid ütésre robban – gyutacs.

N₂H₂ (*diimin*). Szerkezet: HN=NH, instabil.

N₄H₄ (*tetrazén*): Szerkezet: H₂N-N=N-NH₂(0°C alatt stabil) → N₂ + N₂H₄

3.4.1.2. Nitrogén-halogenidek

Szerkezet: AX₃E geometria, piramis. Stabilitás: NF₃ > NCl₃ > NBr₃ > NI₃ csökken (tulajdonság fokozatok: stabil, bomlik, robban).

NF₃ (*nitrogén-trifluorid*). Legstabilabb halogenid (felfedezése 1928), színtelen, szagtalan gáz.

Előállítás: a) $4 \text{NH}_3 + 3 \text{F}_2 \rightarrow \text{NF}_3 + 3 \text{NH}_4\text{F}$ (N₂F₄, N₃F is),

b) $\text{NH}_4\text{F}/\text{HF} \rightarrow \text{NF}_3$ (Pt anódon elektrokémiai oxidáció).

Tulajdonság: víz, híg sav, híg lúg *nem oldja!* Nem reaktív!

Felhasználás: magas hőmérsékleten fluorozószer: $2 \text{NF}_3 + \text{Cu} \rightarrow \text{N}_2\text{F}_4 + 2 \text{CuF}$

N₂F₄ (*dinitrogén-tetrafluorid*). Színtelen, reaktív, erős fluorozószer

Reakció: $\text{S} + \text{N}_2\text{F}_4 \rightarrow \text{SF}_4 + \text{SF}_5\text{NF}_2 + \dots$, $\text{AsF}_5 + \text{N}_2\text{F}_4 \rightarrow [\text{N}_2\text{F}_3]^+[\text{AsF}_6]^-$

NCl₃ (*nitrogén-triklorid*). (1811) sűrű, bomló, robbanó folyadék.

Előállítás: $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NCl}_3$ (pH < 4, elektrokémiai oxidáció, Pt-anódon)

Reakció – hidrolízis: $\text{NCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + 3 \text{HOCl}$ (*fehért*),

oxidáció: $2 \text{N}^{+3}\text{Cl}_3 + 6 \text{NaCl}^{+3}\text{O}_2 \rightarrow 6 \text{Cl}^{+4}\text{O}_2 + 6 \text{NaCl} + \text{N}^0_2$

NBr₃ (*nitrogén-tribromid*): -100°C felett robban!

NI₃·NH₃ (*nitrogén-trijodid*) adduktum, barna csapadék, szárazon érintésre robban.

Előállítás: $\text{NH}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \text{NI}_3 \cdot \text{NH}_3$, szerkezet: NI₃ tetraéder, N-I-N-I kötések.

Nitrogén-oxo-halogenidek

XNO (*nitrozo-halogenidek*), szerkezet V-alak.

Tulajdonság: reaktív gázok, FNO színtelen, ClNO sárga, BrNO vörös.

Előállítás: a) $\text{X}_2 + 2 \text{NO} \rightarrow 2 \text{XNO}$, b) $\text{N}_2\text{O}_4 + \text{KCl} \rightarrow \text{ClNO} + \text{KNO}_3$

Reakció: $\text{XNO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{HX}$, $\text{XNO} + \text{R-OH} \rightarrow \text{R-O-NO}$ (alkil-nitrit) + HX

XNO₂ (*nitril-halogenidek*), szerkezet: síkháromszög, reaktív gázok, X=F,Cl.

Előállítás: $\text{ClSO}_3\text{H} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{ClNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$

Reakció: $\text{ClNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HCl}$.

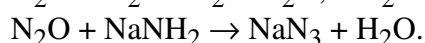
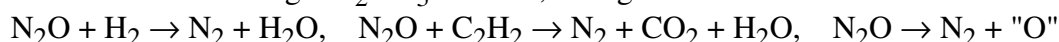
3.4.1.3. Nitrogén-oxidok, és oxosavak

N₂O (*dinitrogén-oxid*). Tulajdonság: Fp=-88°C, színtelen, szagtalan, édes ízű, altató gáz "kéjgáz".

Szerkezet: $\text{N}\equiv\text{N}=\text{O}$, CO₂-vel izoelektronos, lineáris, nem reaktív.

Előállítás: $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}$ (lassú hevítés: 250°C).

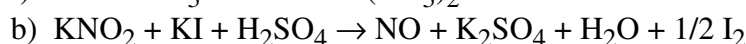
Reakció: 20°C-on nem reagál X₂ / O₃ / Na -al, melegen reaktív:



$\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ nincs reakció, nem valódi savanhidrid.

NO (*nitrogén-monoxid*). Tulajdonság: Fp=-152°C, színtelen gáz, paramágneses - gyök-molekula.

Előállítás: a) $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$



Reakció: $2 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$ (gyors), $2 \text{NO} + \text{X}_2 \rightarrow 2 \text{NOX}$,



Komplexben gyakori ligandum: $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{NO}]^{2+}$ (*nitrozo-ferro-szulfát*, barna gyűrű)

N₂O₃ (*dinitrogén-trioxid*)

Tulajdonság: hidegen kék, Op: -100°C, felette bomlik: $\text{N}_2\text{O}_3 \leftrightarrow \text{NO} + \text{NO}_2$

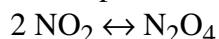
Előállítás: a) $2 \text{NO} + \text{N}_2\text{O}_4 \rightarrow 2 \text{N}_2\text{O}_3$, b) $4 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{N}_2\text{O}_3$

Reakció: $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_2$ (*salétromos-sav*),



NO₂ / N₂O₄ (*nitrogén-dioxid / dinitrogén-tetroxid*)

Tulajdonság: NO₂ Op=-11°C, színtelen / N₂O₄, +100°C, gáz: 90% NO₂ : 10% N₂O₄

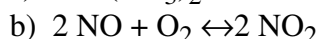


Szerkezet: NO₂ paramágneses, páratlan e⁻ a lazító pályán, színes.

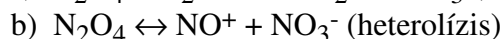
N₂O₄ diamágneses, N-N kötés hosszú, könnyen bomlik.

Szilárd: planáris O₂N-NO₂, gáz: csavart geometria, ill. átizomerizál: O=N-O-NO₂

Előállítás: a) $2 \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 4 \text{NO}_2 + 2 \text{PbO} + \text{O}_2$



Reakció: a) $\text{N}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$ (vegyes savanhidrid)



Autoprotolízis: $\text{N}_2\text{O}_5 \leftrightarrow \text{NO}_2^+ + \text{NO}_3^-$

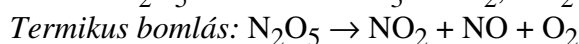
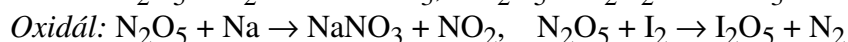
Foly. N₂O₄-ben *sav-bázis reakció:* $\text{NOCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{N}_2\text{O}_4$

Redox folyamat: $\text{TiI}_4 + \text{N}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{Ti}(\text{NO}_3)_4 + 4 \text{NO} + 2 \text{I}_2$

N₂O₅ (*dinitrogén-pentoxid*). Tulajdonság: Színtelen, kristály, fényérzékeny, HNO₃ anhidridje

Előállítás: $2 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$ (P₄O₁₀-al vízelvonás)

Reakció: $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_3$, $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HOONO}_2$



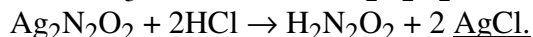
Nitrogén-oxosavak

HNO (*nitroxil*), reaktív intermedier, komplexben ligandum lehet.

H₂N₂O₂ (*hipo-salétromossav*), csak formális anhidridje az N₂O.

Szerkezet: HO-N=N-OH, sói ismertek.

Előállítás: $2 \text{NaNO}_3 + 8 \text{Na/Hg} \rightarrow \text{Na}_2\text{N}_2\text{O}_2 + 8 \text{NaOH} + 8 \text{H}_2$



Reakció, bomlás: $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$.

H₂N₂O₃ (*hipo-salétromsav*), bomlik, Na₂N₂O₃ stabil. Szerkezet: HO-N=N(O)-OH

H₄N₂O₄ (*nitroxil-sav*), robban, Na₄[O₂N=NO₂] stabil só.

HOONO (*peroxo-salétromossav*). Tulajdonság: erős oxidálószer, bomlik, sói nem ismertek.

Előállítás: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{N}_2\text{O}_3$

HOONO₂ (*peroxo-salétromsav*). Tulajdonság: robbanó kristály, sói nem ismertek.

HNO₂ (*salétromossav*), anhidridje a N₂O₃

Előállítás: a) $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2 \text{HNO}_2$



Szerkezet: HO-NO. Tulajdonság: *gyenge sav*: $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_2^-$

bomlik: $3 \text{HNO}_2 \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^- + 2 \text{NO}$ (diszproporció)

oxidál: $\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

redukál: $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + 3 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$

Sói: **NO₂⁻** (*nitrit-ek*): Szerkezet: V-alakú.

NaNO₂ gyengén mérgező, fehér szilárd: felhasználás: szerves-vegyipar: diazotálás.

Komplexben: Fém-NO₂ (nitro-ligandum), ill. Fém-O-NO (nitrito-ligandum).

HNO₃ (*salétromsav*), anhidridje a N₂O₅

Szerkezet: HO-NO₂. Tulajdonság: erős sav, stabil, vízmentesen is előállítható, oxidáló sav.

Előállítás. Laboratóriumi: $\text{KNO}_3 + \text{cc. H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KHSO}_4 + \text{HNO}_3$

Ipari: NH₃ katalitikus oxidálása O₂-vel (probléma: nem NO, hanem N₂ vagy N₂O képződhet)

Technológiai megoldás: O₂ felesleg, Pt/Rh katalizátor / nagy O₂-borítottság / intermedierek:

HONH₂, NH, HNO / rövid kontaktidő. 96%-os konverzió! Termelés: 1,5 Mt/év.

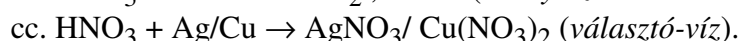
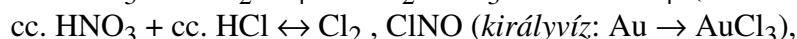
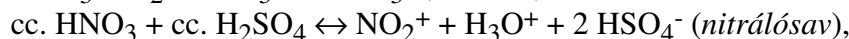
A HNO₃-gyártás formális leírása: $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} \{+\text{O}_2\} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \{+\text{H}_2\text{O}\} \rightarrow \text{HNO}_3$

Felhasználás: 80% NH₄NO₃ (műtrágya CaCO₃-al keverve), tisztán robbanóanyag!

5% ciklohexanon előállítása, műszál, 5% nitrálás: nitro-glicerin, TNT, nitro-cellulóz,

továbbá: maratás, rakéta-üzemanyag, pirotechnika.

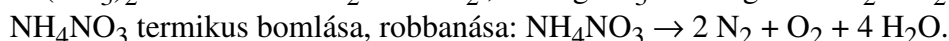
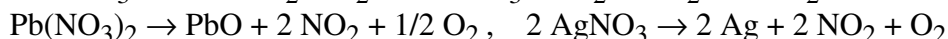
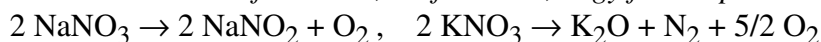
Reakció: $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$ (erős sav),



NO₃⁻ (*nitrátok*). Szerkezet: planáris anion.

Tulajdonság: vízben jól oldódnak, KNO₃, NaNO₃, AgNO₃

Termikusan bomlanak fém-nitrit, ill. fém-oxid, vagy fém képződése mellett:



NO₃⁻, mint ligandum változatos koordináció mellett M-O kötésekkel épül a komplexekbe.

H₃NO₄ (*orto-salétromsav*). Szabad sav nem ismert. Sói az *orto-nitrátok*: M₃NO₄

Előállítás: $\text{NaNO}_3 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_3\text{NO}_4$. Szerkezet: NO₄⁻ tetraéder, mint PO₄³⁻

Reakció: $\text{Na}_3\text{NO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaNO}_3 + 2 \text{NaOH}$.

3.4.1.4. Nitrogén-szulfidok

N₄S₄ (*tetranitrogén-tetraszulfid*)

Tulajdonság: kristályos. -30°C: világossárga, 20°C: narancs, 60°C: mély vörös (termokolor jelleg). A legstabilabb nitrogén-szulfid, de endoterm. Szerkezet: gyűrűs.

Lewis-bázis: e⁻-donor.

Előállítás: $6 \text{S}_2\text{Cl}_2 + 16 \text{NH}_3 \rightarrow \text{S}_4\text{N}_4 + \text{S}_8 + 12 \text{NH}_4\text{Cl}$,

$6 \text{S}_2\text{Cl}_2 + 4 \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{S}_4\text{N}_4 + \text{S}_8 + 16 \text{HCl}$, $10\text{S} + 4 \text{NH}_3(\text{f}) \leftrightarrow \text{S}_4\text{N}_4 + 6 \text{H}_2\text{S}$

Reakció: $\text{S}_4\text{N}_4 + 6 \text{OH}^- + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2 \text{SO}_3^{2-} + 4 \text{NH}_3$

S_{8-n}(NH)_n (*kén-imidek*) Szerkezeti tulajdonság: az S₈-ra jellemző alapszerkezet az S → NH csere nyomán változatlan és izoelektronos.

Előállítottak S₇NH, valamint S₆(NH)₂ izomereket, az imidcsoport pozíciója: 1,3-, 1,4-, 1,5-...

Előállítás: $\text{S}_4\text{N}_4 + \text{S}_n\text{Cl}_2 \dots \rightarrow \text{S}_n(\text{NH})_4 + \text{S}_n\text{Cl}_4$ (benzol/etanol-ban), vagy

$\text{S}_2\text{Cl}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{S}_8 + \text{S}_7(\text{NH}) + \dots$ (sárga, Op=114°C).

Egyebek: S₂N₂, (SN)_x szálas, bronz színű, (SNBr_{0,4})_x

Ciklusos, kondenzált, heterociklusos: O/C/Si/P/As, S_xN_yO_z, S_xN_yHl_g_z vegyületek.