

==== Szervetlen ====

--- Bevezető ---

--- Hidrogén ---

külön tárgyaljuk, 1 proton + 1 elektron, $1s^1$
egyszerű, elméleti kémia kedvence
+ 1 elektron - telítés, -1 elektron - kation
sem alkálifém, sem halogén
Név: hüdor-gennan (vízképző), Lavoisier
Felfedező: Cavendish (1778)

--- Megjelenés ---

színtelen, szagtalan gáz
 H_2 molekulák, dihidrogén
erős kovalens kötés 440 kJ/mol, 0,37 Angström,
2000 K-en is alig disszociál
kis tömeg, gyenge intermolekuláris kölcsönhatás:
nagyon alacsony forrás- és olvadáspont
kicsi párolgáshő, kicsi sűrűség
nagy hővezetés, diffúziósebesség

--- Előfordulás ---

univerzum leggyakoribb eleme (87%)
csillagok (energiatermelés), óriásbolygók
Földön 17 atom %, második az oxigén után
óceán, ásványok kristályvize, szénhidrogének

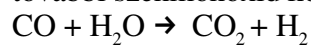
--- Előállítás ---

nagyon fontos energiahordozó lehetne, égéstermék víz
gazdaságos gyártás?
algák, fotolízis?
szállítása is problémás (kis sűrűség, cseppfolyósan nehéz)
tisztítása történhet Pd lemezen átdiffundáltatva
csak a H_2 oldódik a Pd-ban, átjut rajta

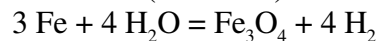
--- ipari ---

izzó szénre vízgőz:
 $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$ (1000 °C felett) vízgázreakció
földgázból:
 $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3 H_2$

további szénmonoxid konverzió:



izzó vasra (Lavoisier):



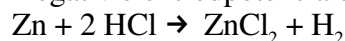
sóoldat elektrolízise:

NaCl, katód H_2 , anód Cl_2 , klórgyártás

--- labor ---

1.

negatív elektródpotenciálú fémek + sav



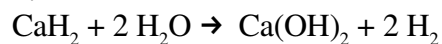
Kipp-készülékben, réz nyomok katalizálják

fémek jellemerősségi sora: vízből, savból, nem fejleszt

passzíválódnak,

túlfeszültség léphet fel

2.



tiszta, kétszeres térfogat

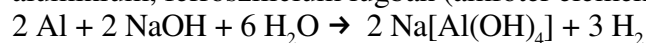
3.

sóoldat elektrolízise

pl. Ba(OH)_2 Ni elektródok között

4.

alumínium, ferroszilícium lúgban (amfoter elemek)



--- Felhasználás ---

metallurgia, fémredukció (Mo, W)

rakétahajtó (folyékony)

hegesztés ($\text{O}_2 + \text{H}_2$)

ammóniagyártás, a legtöbb erre megy

metanol, sósav, vegyszerek gyártása

katalitikus (Pd, Pt, Ni) hidrogénezés, pl. margarin

ballonok töltése

üzemanyag?

--- Izotópok ---

nagy különbség, nagy jelentőség, saját nevek

prócium (H) 99,98 %

deutérium (D) 0,016%, természetes

erős izotópeffektus,

azonos elektronszerkezet,
kisebb rezgések miatt erősebb kötések
elektrolízis során dúsul pl.
nehésvíz Op. 3,8°C, Fp. 101,4°C
NMR oldószerek

trícium (T), elhanyagolhatóan kevés, radioaktív
 ${}^3\text{T} \rightarrow {}^3\text{He} + e^-$, csak béta-sugárzó, felezési idő 12,5 év
jó nyomjelző
kozmosz sugárzás hatására keletkezik vagy reaktorban
tömény T_2O nem létezik, autoradiolízis, elbontja magát, világít
tárolás: pl. UT_3
fúziós üzemanyag

--- Allotrópok ---

Allotróp: eltérő szerkezetű módosulat
hidrogénatom magspinje $\pm 1/2$,
a molekula két magspinje szerint: spinizoméria, H_2 , D_2 is mutatja
konverzió lassú, katalizátorai: Pt, Pd, Fe_2O_3 (H-H kötés felszakítása)
para- H_2 , anti-parallel spinek, stabilisabb, 0K-en 100%
szobahőmérsékleten 75% orto, 25% para (statisztikus arány)
fizikai tul. minimálisan térnek el

--- NMR spektroszkópia ---

magok mágneses momentumai
mágneses térben Zeeman-effektus (rajz)
érezhető energiakülönbség a térrel paralel és antiparalel spinek között
jó nagy mágneses tér kell
próba a molekulában:

- elektronsűrűség (kémiai eltolódás)
- π -elektronok
- közeli spinek (spin-spin csatolás)

--- Ionjai ---

--- kation ---

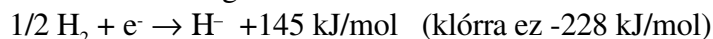
ionizációs energiája 1311 kJ/mol - gázban jó nagy, akár a halogéneknek
proton, deuteron, triton (hidron)
írgalmatlan erős elektron akceptor, polarizál, szabadon nemigen lehet
ónium ionok:

- víz, hidroxónium ion: H_3O^+ , H_5O_2^+ (sav-hidrát kristályban)

- ammónium
- H₂⁺
- sőt H₃⁺ (Jupiter légköre)

--- anion ---

He elektronkonfiguráció



a halogenid analógia részleges csak

kevésbé stabil, polarizálható, deformálható (kb. fluorid méretű, 130 pm)

hidrid (procid, deuterid, trucid)

--- Reakciók ---

nagy disszociációs energia 440 kJ/mol

nehéz reakcióba vinni, bontani

atomi H láng, ív, H atomok rekombinációja, Mo, W hegeszthető

Pd/Pt/Ni katalizátorok (aktivál), felületi adszorpció

--- halogénekkal ---

H₂ + F₂ = 2 HF, robban, fény, hő nélkül, fluor disszociációja indítja

H₂ + Cl₂ = 2 HCl, kék megvilágításra robban, klórdurranógáz

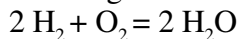
láncreakció

H₂ + Br₂ = 2 HBr melegíteni kell

H₂ + I₂ = 2 HI egyensúlyra vezet, HI-t így nem lehet csinálni

--- oxigénnel ---

durranógázreakció



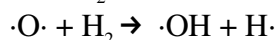
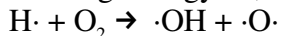
spontán lejátszódna, nagy energiaszabadulás

gyökös láncreakció

lánccindítás nehéz, nagy energia kell



lánccélágazás: gyors, robbanás



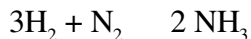
lánccvivő: $\cdot\text{OH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{H}\cdot$

láncczárás: $\text{H}\cdot + \cdot\text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$, $\text{H}\cdot + \text{H}\cdot \rightarrow \text{H}_2$, $2 \cdot\text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$

A lángot jéggel hűtve H₂O₂ jelenik meg.

--- nitrogénnel ---

Haber-Bosch szintézis



egyensúlyi folyamat

exoterm, erős kötések, nagy aktiválási energia, 400 fok

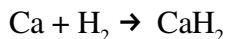
nagy nyomás, 200 atm

katalizátor (Fe)

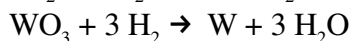
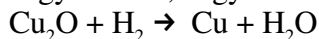
--- fémekkel ---

s mező, kis EN - többnyire oxidál

sószerű hidridek



nagyobb EN, vegyületeiből redukálja



--- Vegyületei ---

az elemek többsége alkot, kivétel a nemesgázok és a 7-9 csoport csoportosítás nem elvágólagos, kevert típusok

--- kovalens ---

CH_4 , metán	NH_3 , ammónia	H_2O , víz	HF, hidrogén-fluorid
SiH_4 , szilán	PH_3 , foszfin	H_2S , kénhidrogén	HCl, hidrogén-klorid
GeH_4 , germán	AsH_3 , arzin	H_2Se , szelénhidrogén	HBr, hidrogén-bromid
SnH_4 , sztannán	SbH_3 , stibnin	H_2Te , tellurhidrogén	HI, hidrogén-jodid

molekuláris szerkezet, egyszerű geometria

sav-bázis tulajdonságok, oszlopon belül a sávsűrűség nő, a bázis erősség csökken lefelé kötéserősség. stabilitás lefelé csökken

--- hidrogénkötés ---

elektronegatív atomhoz kapcsolódó H és egy elektronegatív atom magányos párja között

F, O és N elsősorban

elektrosztatikus és kovalens összetevő, változó mértékben

van der Waals-nál erősebb

FH 29, víz 25, HSH 7, FHF⁻ 165 kJ/mol (F-F 158, HF 570)
asszimmetrikus, szimmetrikus
hidridek op. és fp. tendenciái
láncok - térháló (víz), gőzbeli asszociáció (HF)
kristályszerkezetek (karbonsav, HF)
biológiai szerep

--- polimer ---

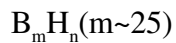
a kovalens kötések nem adják ki a nemesgáz konfigurációt
elektronhiányos kötések



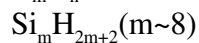
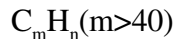
polimer lánc



térrács, H hidak



inkább molekuláris jellegűek:



--- ionos ---

sószerű

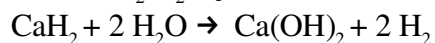
H⁻ ion és M⁺, kősrácsban

termikus stabilitás lefelé csökken

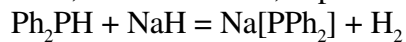
sóolvadék elektrolízise, anódon válik le a H₂

csak a LiH olvasható meg

LiH, CaH₂ H₂ fejlesztés



NaH, KH szárítószer, deprotonál

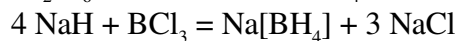
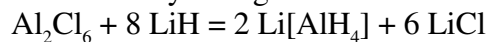


gyúlékonyak (CO₂, halon, víz oltásra nem jó)

--- komplex ---



elektronhiány kielégítése más módon



redukálószerke, oxovegyületből alkohol

hidrido komplexek, $\text{Na}_2[\text{ReH}_9]$

--- fémes ---

intersticiális, a rácsközi helyekben
változó sztöchiometria, jellegzetes a MH_2 és MH_3
hidrogéntárolás, melegítve leadják
 $\text{TiH}_{1,7}$
hidrid gap (vas környékén nincsenek hidridek)
NiMH akkumulátorok
Y, YH_2 , hidrogénnel $\text{YH}_{2,86}$ fémesből átlátszó
palládium, nagy mennyiség, mobilan, szerkezet ismeretlen ($\text{PdH}_{0,7}$)

--- Halogének ---

Ismert a kémiájuk,
 s^2p^5
többnyire egyszeres kötések, egyszeres töltésű ionok
kétatomos molekulákat alkotnak, színük mélyül halványtól a fémesig
páratlan rendszámok
fontos izotópok: ^{19}F , $^{35/37}\text{Cl}$, $^{79/81}\text{Br}$, ^{127}I
klór, bróm jellegzetes izotóptömeg eloszlás
fluor NMR aktív

^{20}F neutronbombázással, neutronaktivációs analízis
csontok, fogak kora

--- Előfordulás, felhasználás ---

elemi formában nincsenek, reaktívak
előfordulás szinte kizárólag -1 ox. számban

asztácium radioaktív, csak nyomokban
bizmut után egy elemnek sincs stabil izotópja

--- fluor ---

fluor, gyakori elem, 13. a kéregben
név: folyik, (brómra jobban illene)
kohászati ömlesztőszer a fluorit CaF_2 ,
ásványok: kriolit Na_3AlF_6 , Al kohászat
flourapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, fogzománc
topáz $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{OH},\text{F})_2$
fluoreszcencia, fluorit világít

nagy adagok mérgezőek (Ca hiány)
kis mennyiségben szükséges: fogzománc
elemi formában a legreaktívabb anyagok között,
előállítás nehéz, Moissan 1886, Nobel
UF₆, kriolit előállítása
CFC, teflon (politetrafluor-etilén) (ld. pl. serpenyő, gore-tex) gyártása,

--- klór ---

klór, szintén elég gyakori 20. a kéregben, feltűnő helyeken
felfedező Scheele, neve: zöld
sótelepek NaCl kősó, szilvin KCl
tengervíz
sósav, királyvíz alkímisták is ismerték
rengeteg vinil-klorid (PVC alapanyag)
fehérítés
szervetlen vegyületek gyártása

--- bróm ---

bróm, ritkább Br : Cl a tengerben 1 : 300
felfedezése később, Liebig ICl-nek hitte
tengervíz, (Holt-tengerben sok), bizonyos ásványvizek
AgBr fotózás
metil-bromid talajfertőtlenítő, ózonlyuk!
1,2 dibróm etán, benzinadalék volt az ólom mellett
lánggátló anyagok, (Br₃C₆)O
bíborfesték, 6,6-dibróm-indigó

--- jód ---

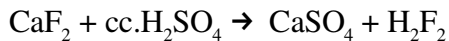
jód, drága, mert kevés található
felfedező Courtois, tengeri növ. hamuja, kénsav és a macska
tengeri növényekben dúsul
bizonyos ásványvizek (US, Japán)
chilei salétromban (NaIO₃)
jódozott só, golyva ellen
fertőtlenítő, jódtinktúra
piros ételszínezék, E127
keményítővel kék elszíneződést ad a I₂: kimutatás

--- Előállítás ---

általában oxidációval, minél kisebb rendszámú, annál erőteljesebb oxidálószer szükséges

--- fluor ---

előállítás HF-on át



nagyon reaktív, kémiai oxidációval reménytelen

KF + HF olvadékának elektrolízise acél katód és szén anód között a gáztérben diafragma (Cu/Ni), mert a hidrogénnel robbanna

halványzöld gáz, palackban is

fluorozásra inkább fluoridok, pl.: ClF_3

--- klór ---

sárgászöld gáz, acélpalackban tartható

NaCl oldat elektrolízise, vas katód, szén anód

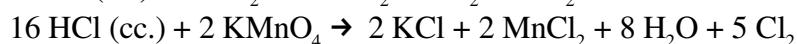
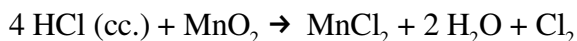
Cl_2 és H_2 a két elektródon, és NaOH oldat

naftion membrán, nátrium-ionok átmennek rajta

higany katód, Na amalgám

Downs cella: NaCl és CaCl_2 olvadéka

laborban:



--- bróm ---

barna, maró folyadék

bromid tartalmú oldaton (pl. ásványvíz), klór és levegő átfuvarítása



a keletkező brómot a levegő kiviszi az oldatból

labor:

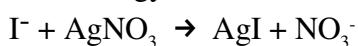


--- jód ---

sötét, fémes fényű kristályok, ibolyaszín gőzként szublimál

ha van elég tömény oldat, eá. mint a brómnál, Cl_2 és levegő fuvarítása

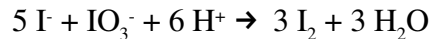
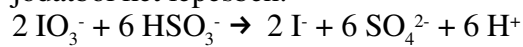
dúsítás nagyon rosszul oldódó AgI-ként



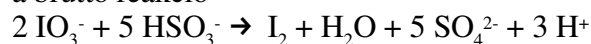
$2 \text{AgI} + \text{Fe} \rightarrow 2 \text{Ag} + \text{FeI}_2$, az ezüst újra oldható

$\text{FeI}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{I}_2$, oxidálás klórral

jodátból két lépésben:



a bruttó reakció



--- Reaktivitás ---

erősen oxidáló hatású reaktív anyagok

fluor kilóg a sorból: kis méret, nagy EN, nemigen polarizálható

kizárólag -1 ox. állapot

erős X-F és gyenge F-F kötések

a maximális oxidációs állapotot és koord. számot kialakítja

pl. SF_6 , IF_7 , AgF_2

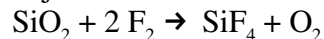
a He, Ne, Ar kivételével minden elemmel reagál

nemesgázok is $\text{Xe} + \text{F}_2 \rightarrow \text{XeF}_2$, XeF_4 , XeF_6 körülményektől függően

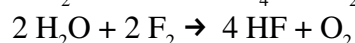
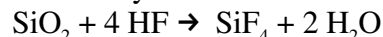
néhány fém passzívulódik: Al, Fe, Ni, Cu

ilyen edényekben vagy teflon bevonatúban tartható

teljesen HF mentesen kvarc edényben is, mert nagyon lassú a



HF már nyomokban is katalizálja:



a többi halogén mutat más oxidációs állapotokat (+1, +3, +4, +5, +7) is

reaktivitás a rendszámmal csökken

jódból már kation is készíthető:



--- Oldódás, hidrolízis ---

fluor sok oldószerrel reagál

vízzel ózon és oxigén elegye keletkezik

a többi halogének apoláris oldószerekben oldódnak

esetleg halogéneződés játszódik le

jód és bróm töltéstranszfer-komplexek

színváltozások különböző oldószerekben:

CCl_4 , hexán: a jód lila, mint a gőze

benzol: vörösbarna

éterek, ketonok, alkohol, aminok: barna

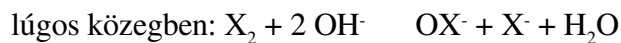
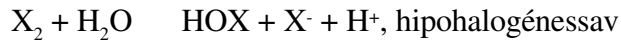
a halogénmolekulák lazító elektronpályái kölcsönhatásba kerülnek:
a benzol pi-elektronjaival (benzol-bróm komplex ki is kristályosítható),
az oxigén, nitrogén nemkötő párjaival

vízben:

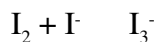
hideg vízben a klór molekulakomplexet alkot, sárgászöld kristályok
klatrátok, kalitka jellegű

hidrogénkötéssel összekapcsolt vízmolekulák gömbjének üregében a klórmolekula

egyébként:



KI-os jóoldat, KI elősegíti az oldódást vízben



--- Hidrogén-halogenidek ---

poláris molekulák

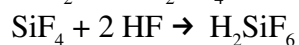
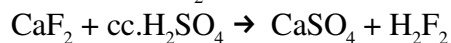
vízben oldva disszociálnak

savi erősség a HI felé növekszik

a HF gyengébb, mint várható

--- HF ---

előállítás: CaF_2 -ből (fluorit) kénsavval, SiO_2 szennyezés zavaró:



erősen hidrogén-kötéses folyadék, kétdimenziós asszociáció

láncok, gyűrűk: $(HF)_x$

teflon edényben, üveget marja, oldószer

Fp: $19,5^\circ C$

autodisszociáció:



az utóbbi ion preferált képződése miatt használatos a H_2F_2 képlet

benne szimmetrikus, igen erős H-kötés

fehérjék, peptidek oldódnak, pl $-COOH$ -ból $-C(OH)_2^+$ lehet

bőrre kerülve nagyon maró, igen fájdalmas

Ca megkötés miatt idegingerület (ellenszer Ca ionok)

HF-ben a

NH_4F , NaF bázis

BrF_3 is bázis, fluoridion-donor (BrF_2^+)
proton donor csak kevés akad HClO_4 , HOSO_2F
gyenge sav a BF_3 és PF_5 (BF_4^- , PF_6^- keletkezik)
nagyon erős sav az SbF_5 ,
szupersav, Oláh György

--- HCl, HBr, HI ---

színtelen gázok
vízzel azeotróp oldatok:
híg oldatból víz, töményből HX távozik inkább
az azeotróp változatlan összetételben párolog (sósav 20%)

előállítás:
kősó + cc. kénsav
 $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$ (melegítve)
 $\text{NaCl} + \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$ (hevítve)

H_2 és Cl_2 reakciója

klórozási reakciók mellékterméke

fontos szervesetlen kémiai alapanyag, rozsdamarók
vízkőtlenítők

HBr, HI előállítása
cc. kénsav oxidálja őket (ld. I_2 felfedezése)
laborban vörös foszfor/ halogén keverékre víz csepegtetés:
 $2 \text{P}_{\text{vörös}} + 6 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{I}_2 \rightarrow 6 \text{HI} + 2 \text{H}_3\text{PO}_3$

--- VSEPR elmélet ---

p mező molekuláinak alakja
a központi atom környezetében lévő elektronpárok alapján
egyszerű modell Valence Shell Elektron Pair Repulsion
vegyértékhéj-elektronpár taszítás
jó becsléseket ad az alakra

1) elektronpárok száma:
egymástól legtávolabbi párok, alapszerkezetek

- 2 - lineáris
- 3 - trigonális
- 4 - tetraéder
- 5 - nincs egyértelmű
trigonális bipiramis

nem egyenértékűek, axiális, ekvatoriális helyzet
gyors átrendeződés: Berry-féle átr., pszeudorotáció

négyzetes piramis

6 - oktaéder

7 - nincs egyértelmű, pl pentagonális bipiramis

8 - négyzetes antiprizma

2) torzulások az elektronpárok mérete alapján

nemkötő > kötő

nagyobb kötésrend, nagyobb térigény

nagyobb elektronegativitású partner, kisebb térigény $F < H < Cl$

nem ekvivalens pozíciókat a térigény alapján töltenek be a ligandumok
trig. bipiramis: axiális szűkebb, mint az ekvatoriális
pentagonális bip.: fordítva

jó becslések, a modellben nincs benne a ligandum mérete (ld.: terc-butil)
kivételek: BrF_6^- : inert elektronpár (nagyobb főkvantumszámú s elektronok)

--- Interhalogének ---

a halogén elemek kombinációjából képződő vegyületek
T és keverési arányok függvényében többféle keletkezik
gyakorlati alkalmazásuk nincs sok, fluorozószer
a molekulaszervezet jó példái (VSEPR)

F_2 adja a legtöbb variánst:

szobahőm.: ClF , BrF_3 , IF_5

melegen: ClF_3 , ClF_5 , BrF_5 , IF_7

F mindig -1 ox. állapot,

rendszámának növekedésével a partner egyre nagyobb ox. és koord. számú lehet
a Cl körül pl. el sem fér 7 F atom

+1-nél magasabb oxidációs állapot csak fluorvegyületekben
kivételek az I_2Cl_6 , dimer, klórhíddal, planáris a I körül

--- XY ---

ClF és ICl a legstabilabb (színtelen gáz és vörös kristályok)

IBr egy kicsit, ICl erőteljesen disszociál, el sem különíthető

$2 BrCl \rightleftharpoons Br_2 + Cl_2$

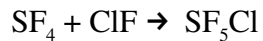
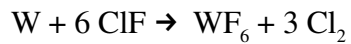
A BrF könnyen diszproporcionálódik, az IF instabil

$3 BrF \rightarrow Br_2 + BrF_3$

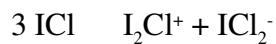
$5 IF \rightarrow 2 I_2 + IF_5$

a tulajdonságaik az eredeti halogének között
erősebb a vártnál a kötés, ha nagy az EN különbség

ClF fluorozószer



ICl, megolvastva vezet:



I⁺ forrás, jódozza az aromásokat

--- többi ---

fluorvegyületek, kivétel az I₂Cl₆

reaktív anyagok, vízzel, szerves anyagokkal robbanva reagálnak

ClF₃ az aszbesztet is meggyújtja (gyújtóbombákban használták)

reakciói gyorsabbak, mint az F₂

reaktivitás: ClF_x > BrF_x > IF_x, XF₅ > XF₃ > XF

IF₅ elég békés, szerves fluorozószerként használatos

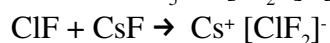
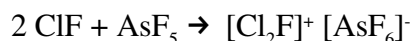
XY₃: T alakú

XY₅: esernyő alakú (torz tetragonális piramis)

XY₇: pentagonális bipiramis

--- ionos formák ---

fluorid donor és akceptor vegyületekkel anionok és kationok képződhetnek:



VSEPR alapján könnyen értelmezhető alakok:

XY₂: lineáris

XY₂⁺: V alakú

XY₄: síknégyszöges

XY₄⁺: fűrészbak (diszfenoid)

XY₆⁺: oktaéderes

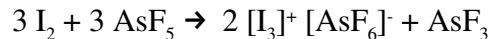
képződik az

IF₈: négyzetes antiprizma

IF₅²⁻: planáris pentagonális

BrF₆⁻ is keletkezik, de oktaéderes (sztereokémiailag inert a nemkötő pár)

homonukleáris polihalogén kationok: Br_2^+ , I_2^+ , Cl_3^+ , Br_5^+



X_3^+ : V alakú

polihalogén anionok

X_3^- : lineáris

polijodidból sokféle: I_4^{2-} , ... I_{22}^{4-}

jódtartalmú jodidoldatok kristályosításakor

--- Fém-halidok ---

Nagyon változatos vegyületsorozat, illékony anyagok, ionos kristályok

Előállítás:

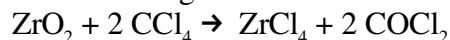
direkt reakció:

pl.: PtF_6 ; heves, hűteni kell, hogy ne bomoljon el

általában nagy oxidációs számú vegyületek

fluorral maximális koord. szám is

reduktív halogénezés:



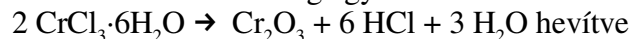
C és Cl_2 is reagálhat

hidrogén-halogenidekkel képződő sók

alacsonyabb ox. szám is lehetséges

gyakran kristályvizes

dehidratálás nem mindig egyszerű:



--- Halogén-oxigén vegyületek ---

klór-oxidok könnyen előállíthatóak, de bomlékonyak

a bróm-oxidok még bomlékonyabbak, kevésbé ismertek

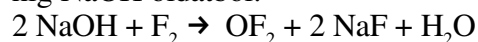
egyedül a I_2O_5 termodinamikailag stabil halogén-oxid

--- oxigén-fluoridok ---

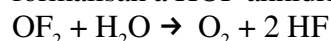
az elektronegativitási viszonyok miatt nem fluor-oxidok

OF_2 (oxigén-difluorid)

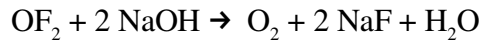
híg NaOH oldatból:



formálisan a HOF anhidridje, de vízzel csak lassan reagál



NaOH oldattal gyorsabban:



O_2F_2 (dioxidigén-difluorid)

$\text{F}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2\text{F}_2$, besugárzás hatására, vagy kisülésben erős fluorozárszer

hosszú O-F kötések, nyitott könyv alakú molekula

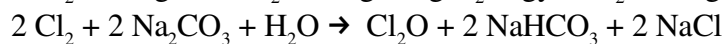
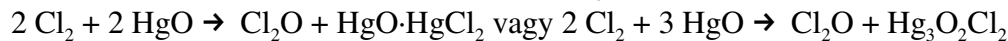
--- diklór-oxid ---

Cl_2O , diklór-(mon)oxid,

sárgásbarna gáz, barna folyadék 4°C alatt

közvetlen nem képződik, sőt instabil, robbanhat is

keletkezik Cl_2 -ből HgO, illetve nedves Na_2CO_3 hatására



vízzel bomlékony hipoklórossav



erős oxidálószer:



--- klór-dioxid ---

--- más klór-oxidok ---

--- bróm- és jód-oxidok ---

--- oxofluoridok ---

--- Oxosavak ---

--- HOF ---

--- hipohalogénessavak ---

--- halogénessavak ---

--- halogénsavak ---

--- perhalogénsavak ---

--- Oxigén ---

--- Kén ---

--- Előfordulás ---

--- Előállítás ---

--- Allotrópia ---

--- Szulfánok ---

--- Fém-szulfidok ---

--- Kén-halogenidek ---

--- Oxidok ---

--- Kén-oxohalogenidek ---

--- Oxosavak ---

--- Szelén, tellúr, polónium ---

--- Nitrogén ---

--- Foszfor ---

--- Előfordulás, előállítás ---

--- Allotrópok ---

--- Kémiai tulajdonságok ---

--- Halogenidek ---

--- Oxidok és szulfidok ---

--- Oxosavak ---

--- Arzén, antimon és bizmut ---

--- Előállítás ---

--- Hidridek ---

--- Halogenidek ---

--- Nemesgázok ---

18. oszlop
s²p⁶ elektronkonfiguráció
inertek
korábban teljesen reakcióképtelennek tartották
első vegyületek az 1960-as években

egyatomos, színtelen, szagtalan gázok

--- Előfordulás ---

először a He - a Nap spektrumában, majd a Földön is
a magfúzió terméke a csillagokban, az Univerzum második eleme
a Földről elillan, annyira könnyű

a többi nemesgáz a levegőben
felfedezésük (Ramsay, 1895):
a kémiailag előállított és a levegőből elkülönített nitrogén sűrűsége eltér
Ar - elég sok, 0,94%
a többi egyre kevesebb: Ne - 15 ppm, Kr 1 ppm, Xe 0,1 ppm nagyságrendben

Rn, radon az radioaktív bomlási sorok egyik tagja
maga is alfa-sugárzó, bomlik
urán tartalmú kőzetek (gránit) bocsátják ki kis mennyiségben (Mátraderecske)
felhalmozódása veszélyes - közvetlen sugárterhelés a tüdőben, rák

--- Előállítás ---

He drága, limitált készletek
bizonyos földgázakban (USA, Lengyel.)
ásványokban zárványként (az alfa-sugárzás folytán)
cseppfolyósítás során visszamarad (a legalacsonyabb Fp. anyag, 4,2 K)

a többi a levegő cseppfolyósítása során:
Ne visszamarad
Ar és az O₂ fp-ja nagyon közeli
az oxigént elreagáltatva (H₂) választható el

--- Felhasználás ---

az Ar és He inert atmoszférának használatos,
ha a levegő reaktivitása zavaró (hegesztés, félvezető kristályok, reaktív vegyületek)

folyékony He - hűtésre (szupravezetők alacsony hőmérsékleten)
szuperfolyékony hélium
He - O₂ búvároknak belégzésre (keszonbetegség ellen)
ballonok töltése (könnyű)
akármilyen ballonba nem tölthető, mert nagyon gyorsan diffundál,
mert atomjai kicsik (gumin, üvegen át)

neonfények (Ne, Kr, Xe) - gázzal töltött kisülési csövek
Kriptonlámpa (Tungsrám): rossz hővezető, magasabb hőmérsékletű izzó

Xe - űrszondák (Deep Space One) meghajtása felgyorsított Xe ionokkal

--- Vegyületek ---

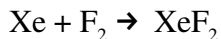
klatrátok:
pl. vízzel, nagy nyomású gázzal (Ar, Kr, Xe) telített vizet hűtve
olyan kristályok, amelyben a nemesgázatomok a hidrogénkötéssel összetartott víz kalitkák üregeibe
kerülnek
nagyjából egy gázatomra 6 vízmolekula, de nem sztöchiometrikusak

1962, Bartlett
a PtF₆ színe levegőn megváltozott: [O₂]⁺[PtF₆]⁻
a Xe ionizációs energiája kisebb, mint az O₂-é: XePtF₆ is keletkezett

azóta számos Xe vegyület
egy két Kr vegyület: KrF₂ és származékai
He, Ne és Ar vegyületek továbbra sincsenek
a Rn-nak lehet bőven, de a radioaktivitásuk miatt bomlékonyak

--- Xe- fluoridok ---

Xe és F₂ keverékét UV fényel besugározva fehér kristályok keletkeznek



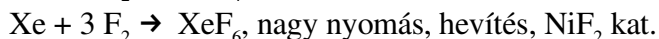
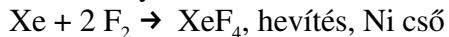
400°-on, nikkelt bombacsőben XeF₄ is keletkezik XeF₂ mellett

a legtöbb, ha a Xe:F₂ arány 1:5

nagyobb nyomáson, F₂ felesleggel XeF₆ is keletkezik

mind fehér, kristályos anyagok, szublimálnak

az alacsonyabb oxidációs számúak mindig szennyeznek



oxidáló és fluorozószer

szerkezet VSEPR szerint

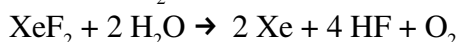
XeF₂ lineáris, XeF₄ síknégyszög,

XeF₆ gázban torzult oktaéder, szilárdban F hidak

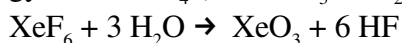
csak a XeF₆ reagál SiO₂-vel

vízzel reagálnak:

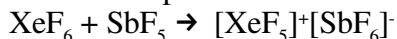
lassan: XeF₂



gyorsan: XeF₄ (Xe, XeO₃ és O₂) és XeF₆

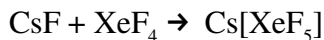


fluorid-akceptorokkal:



[XeF₅]⁺ esernyő alakú, [XeF₃]⁺ T alakú, [XeF]⁺

fluorid-donorokkal:



utóbbi nagyon stabil só, XeF₆⁻ elválasztásához

[XeF₅]⁻ pentag. plan., [XeF₈]²⁻ négyzetes antiprizma

XeCl₂ is létezik, extra bomlékony

--- Oxigéntartalmú vegyületek ---

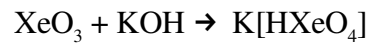
XeO₃ hidrolizisből

színtelen, robbanékony kristályok

trigonális piramis molekulák

vizes oldata alig savas, alig vezet

lúgos oldatban xenátok képződnek



lassan diszproporcionálódnak, perxenát keletkezik



ózon hatására is perxenát keletkezik

nagyon erős oxidálószer

perxenonsav gyenge sav, szabadon nem állították elő

sóhoz cc. kénsavat adva XeO_4 keletkezik

sárga, robbanékony kristályok, tetraéderez molekulák

Xe-C, Xe-N, sőt Xe-Au kötések is