

A 18. csoport elemei: nemesgázok

Felfedezésük: He: (Helios: nap) **1869** Sir Norman Lockyer
Ne: (Neos: új, fiatal) **1898** Sir William Ramsay és Morris W. Travers
Ar: (Argos: lusta) **1894** Lord Rayleigh és Sir William Ramsay
Kr: (Kryptos: rejtett) **1898** Sir William Ramsay és Morris W. Travers
Xe: (Xenos: idegen) **1898** Sir William Ramsay és Morris W. Travers
Rn: **1899** Pierre és Marie Curie

Felhasználásuk:

He: inert atmoszféra, folyékony He-os kriogén hűtés
Ne–Xe: kisülési csövek, izzólámpák töltése
Ar: inert atmoszféra (hegesztés, levegőre érzékeny anyagok szint.)

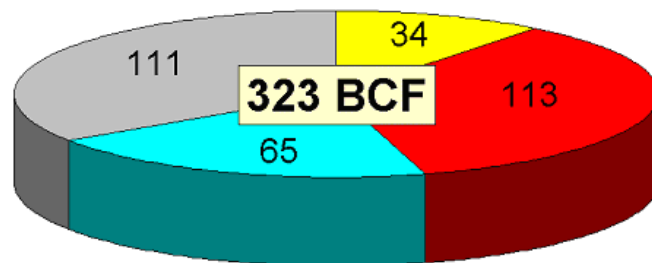
Előfordulás:

levegőben nyomokban: Ne-Xe előállítása levegő cseppfolyósítása,
majd frakcionált desztilláció
földgázban (pl. USA, Kansas): He forrás
kőzetekben zárványként

A világ He tartaléka

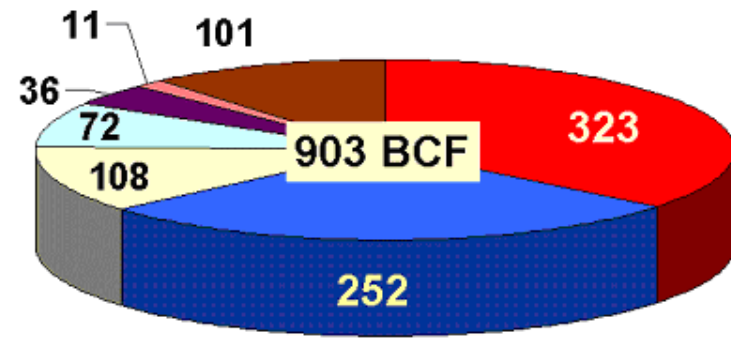
U.S. MEASURED HELIUM RESERVES AND INDICATED HELIUM RESOURCES (2001)

from USGS Minerals Yearbook, 2002



- In Storage
- Measured Reserves
- Measured Reserves from Indicated Resources
- Indicated Resources

World Helium Reserve Base Year 2002



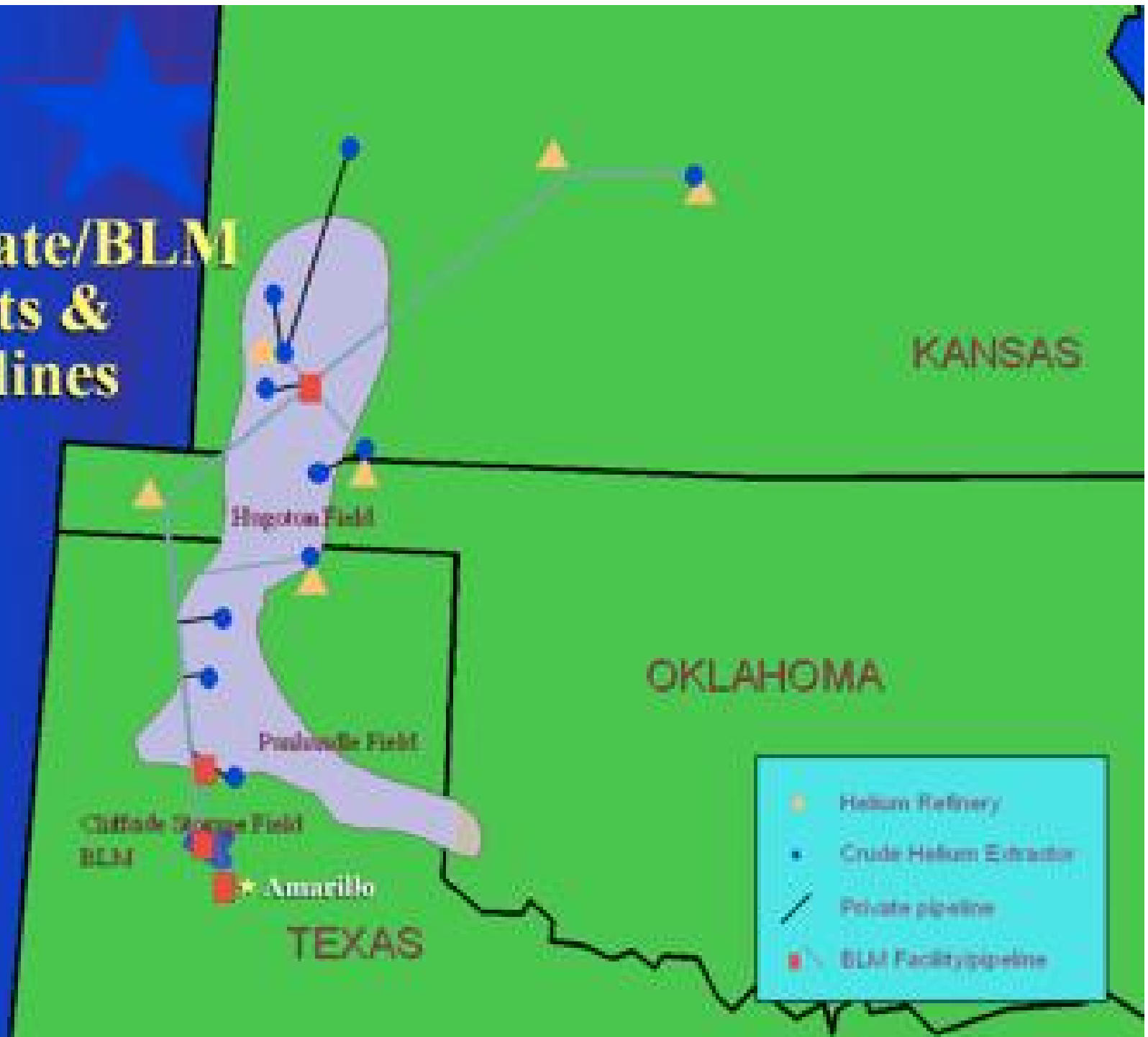
- United States (36%)
- Former Soviet Union (28%)
- Algeria (12%)
- Canada (8%)
- China (4%)
- Poland (1%)
- All other nations (11%)

Data from USGS, 2003

BCF: billion cubic feet (milliárd köbláb)

<http://www.hgs.org/en/art/?162>

► Private/BLM
Plants &
Pipelines



A nemesgázok

	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
Atomtömeg (gramm)	4.0	20.17	39.94	83.8	131.3	-
Rendszám	2	10	18	36	54	86
Elektronkonfiguráció	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6$	$4s^2 4p^6$	$5s^2 5p^6$	$6s^2 6p^6$
Atomrádiusz (pm)	120	160	192	197	220	-
Ionizációs energia(kJ/mol)	2372	2080	1520	1351	1170	-
Olvadáspont (°C)	-272.1	-248.6	-189.4	-152.2	-111.8	-71.2
Forráspont (°C)	-268.2	-246.2	-196	-153.4	-108.1	-62.2

He - a Világegyetem második leggyakoribb eleme (76% H, 23% He)

100 dm³ levegőben

Ar 0.93 dm³ **Ne** 0.0018 dm³ **He** 0.0005 dm³ **Kr** 0.0001 dm³
Xe 0.000008 dm³

A 18. csoport elemeinek vegyületei

He és Ne: nincs ismert vegyülete

HArF: első ismert (alapállapotú) Ar-vegyület, előállítás 2000-ben 10 K-es Ar-ban

ArF*: elektron-alapállapota nem kötött, gerjesztett állapot kötött (excimerek és exciplexek: alkalmazás lézerekben)

KrF₂: Kr és F₂-ből elektromos kisüléssel; illékony, bomlékony szilárd anyag

KrF*: exciplex (lézerek)

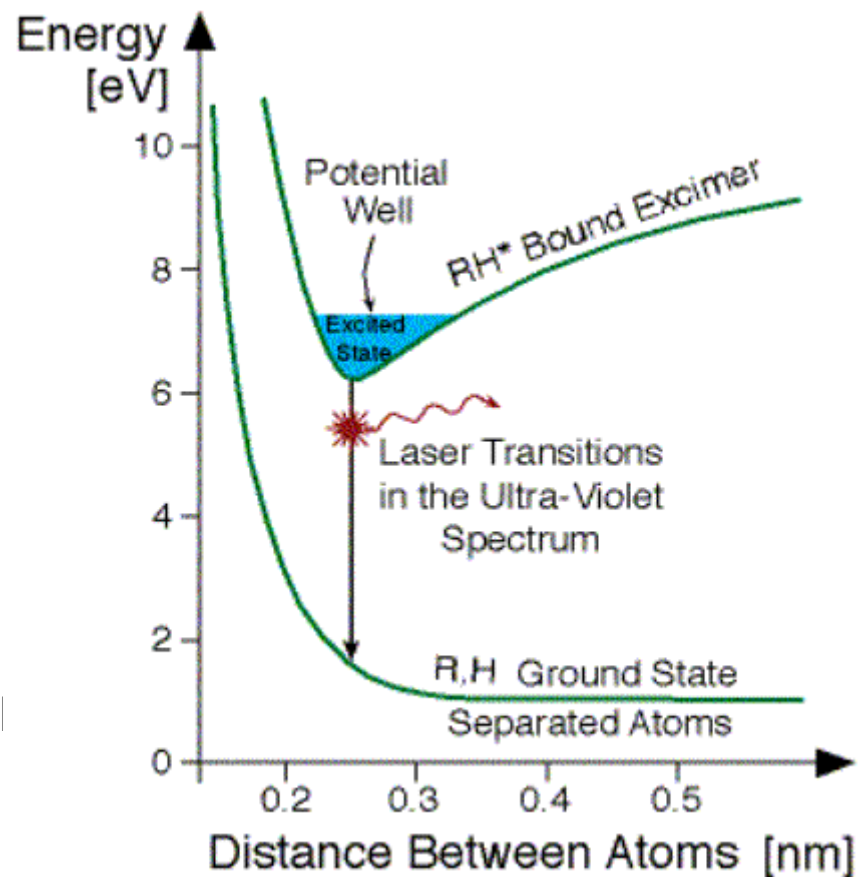
XeF₂, XeF₄, XeF₆: színtelen kristályos anyagok, Xe és F₂ közvetlen reakciója

XeO₃, XeO₄: színtelen, kristályos, rendkívül robbanékony anyagok

XeOF₄, XeO₂F₂, XeO₃F₂

HXeCCH

XeF*, XeCl*: exciplexek (lézerek)



A 17. csoport elemei

2.3.10. táblázat. A 17. csoport elemeinek előfordulása és előállítása

Elem	Természetes előfordulás	Előállítás
Fluor	fluorit (CaF_2), kriolit (Na_3AlF_6), fluorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$	KHF_2 olvadékelektrolízise
Klór	kősó (NaCl), szilvin (KCl)	NaCl vizes oldatának elektrolízise
Bróm	tengervíz, sótelepek	Br^- oxidációja Cl_2 -ral
Jód	tengervíz, tengeri algák, sótelepek	I^- oxidációja elektrokémiai úton, vagy MnO_2 -dal
Asztácium	radioaktív elem, legstabilisabb izotópjának (^{210}At) felezési ideje 8,3 óra	

Felfedezésük: F: **1886** Ferdinand-Frédéric-Henri Moissan (elnevezés Davy)
Cl: **1774** Carl Wilhelm Scheele
Br: **1826** Antoine-Jérôme Balard
I: **1811** Bernard Courtois
At: **1940** Dale R. Corson, Kenneth R. Mackenzie, Emilio Segrè

A 17. csoport elemeinek tulajdonságai

2.3.11. táblázat. A 17. csoport elemeinek fontosabb fizikai állandói

Elem	Elektro-negativitás	Olvadáspont (°C)	Forráspont (°C)	Sűrűség (g/cm ³)
Fluor	4,0	-220	-188	
Klór	3,0	-101	-34	
Bróm	2,8	-7,3	59	3,12
Jód	2,5	113	184	4,95
Asztácium	2,2	300	350	

Elektronkonfiguráció: ns^2np^5

Kémia tulajdonságaik :

erős oxidálószer (Legerősebb az F₂)

F₂: sárgásbarna, rendkívül reaktív gáz → fluorozásra használják

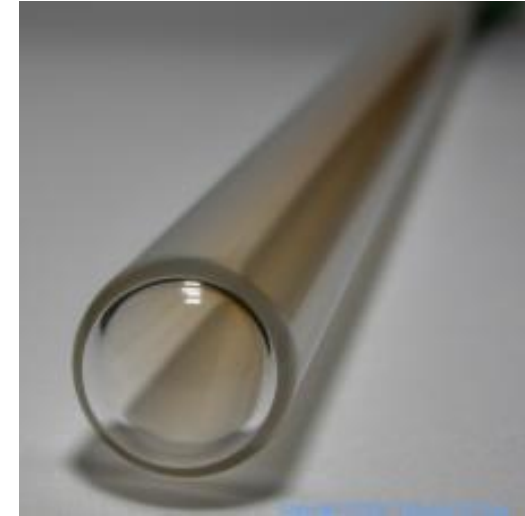
Cl₂: sárgászöld, szúrósszagú gáz; fertőtlenítőszer: pl. víztisztítás

Br₂: vörösbarna, szúrósszagú folyadék

I₂: sötétszürke, könnyen szublimálható kristályos anyag; oxigénmentes oldószerben lilás, oxigéntartalmú oldószerben barna színnel oldódik

Fluor

Fluorit: CaF_2



Fluorgáz (F_2)

<http://www.theodoregray.com/PeriodicTable/>

Egyéb ásványai: kriolit: Na_3AlF_6 , fluorapatit: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$



Teflon: $\text{CF}_3-(\text{CF}_2)_n-\text{CF}_3$



Freon 22: CHF_2Cl (hajtógáz, hűtőfolyadék)

SF_6 : transzformátorgáz
(szigetelő)

UF_6 : urándúsítás

Klór



Klórgáz



Szilvin: KCl



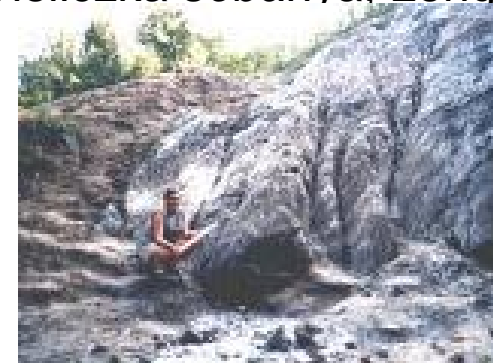
NaCl (és NaBr):
Wieliczka sóbánya, Lengyelország



Klór nyomás alatt



NaCl (és NaBr):
Holt-tenger



NaCl
Sósodás,
Erdély

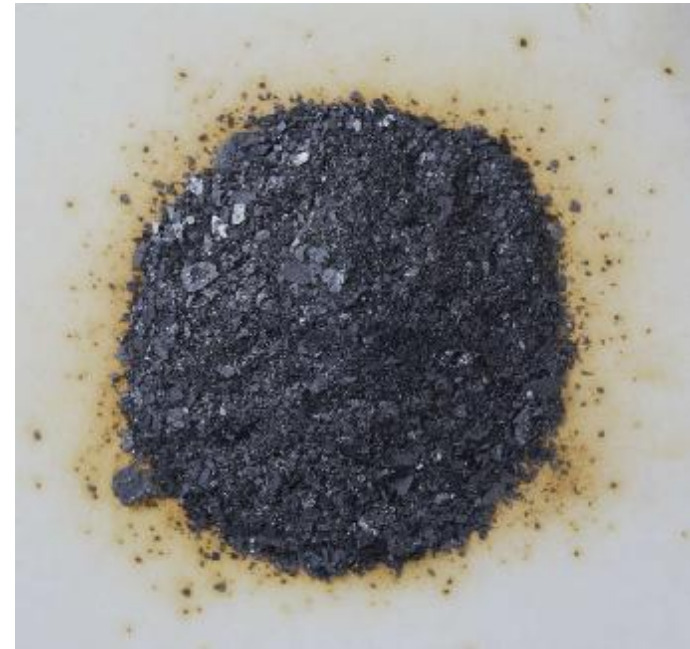
Bróm, jód, asztácium



Br₂



I₂



I₂



At
(asztácium,
rádioaktív)



jódtinktúra (alkoholos jóddoldat)

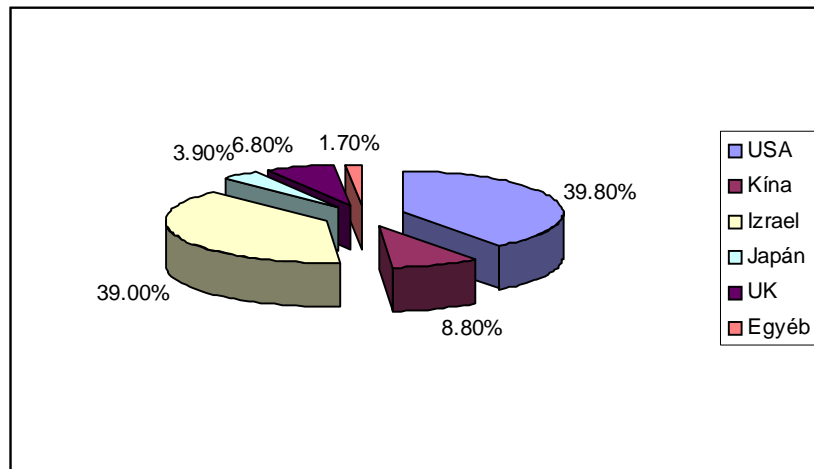


ásványaik:
bromorit
(AgBr)

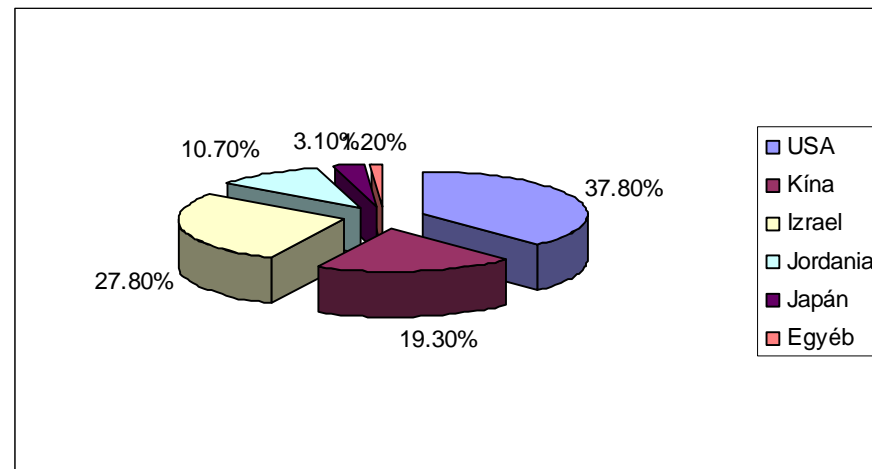
lantarit
Ca(IO₃)₂

A világ brómtermelése és felhasználása

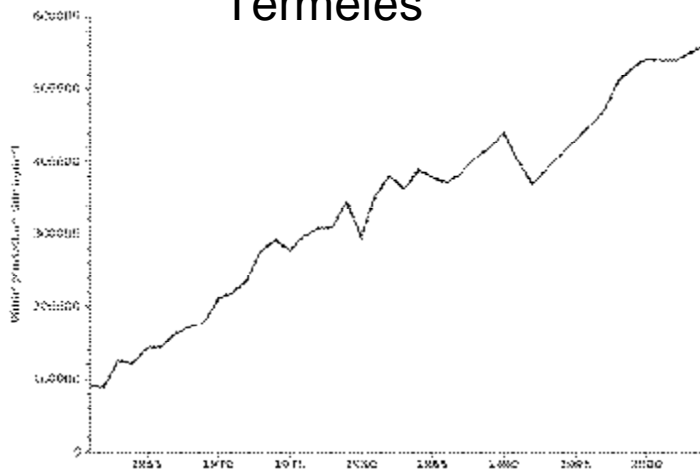
Termelés - 2001



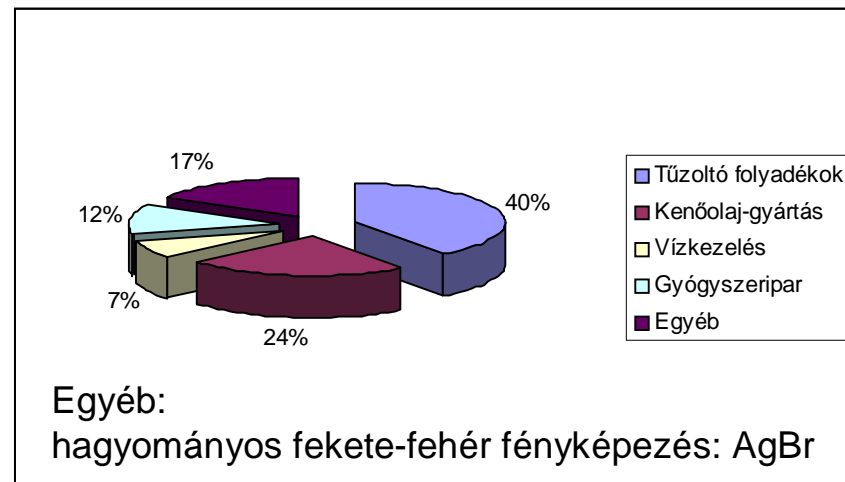
Termelés - 2006



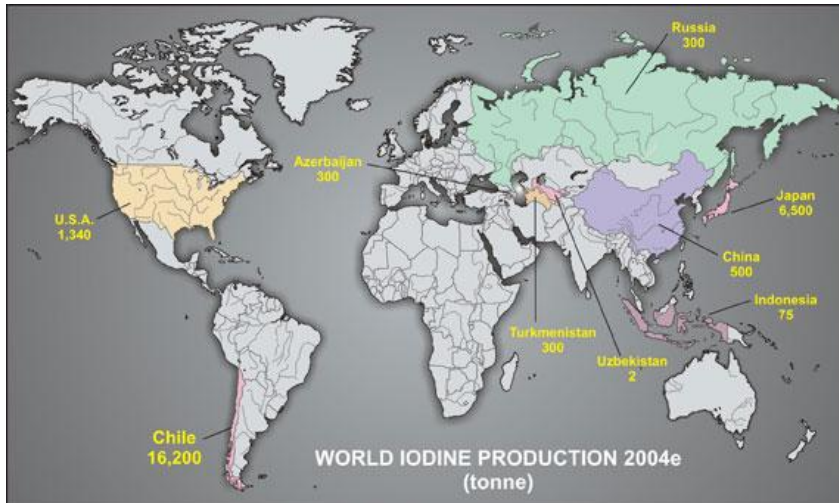
Termelés



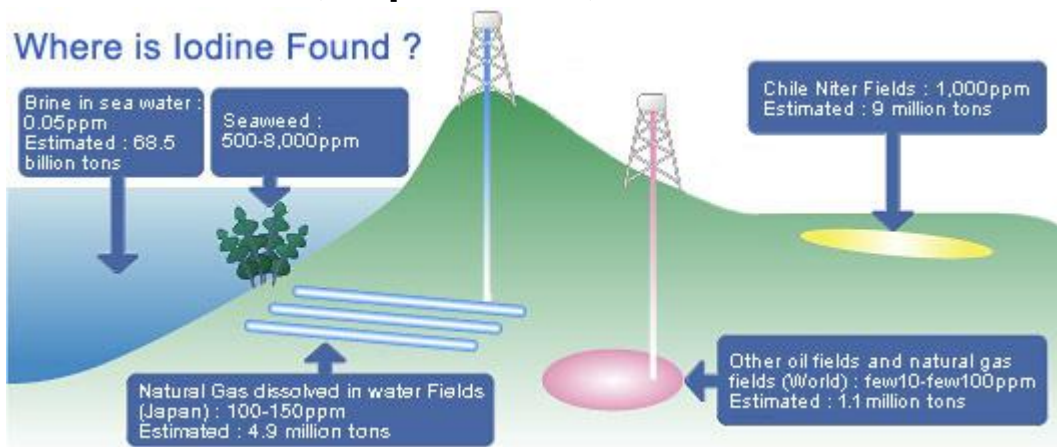
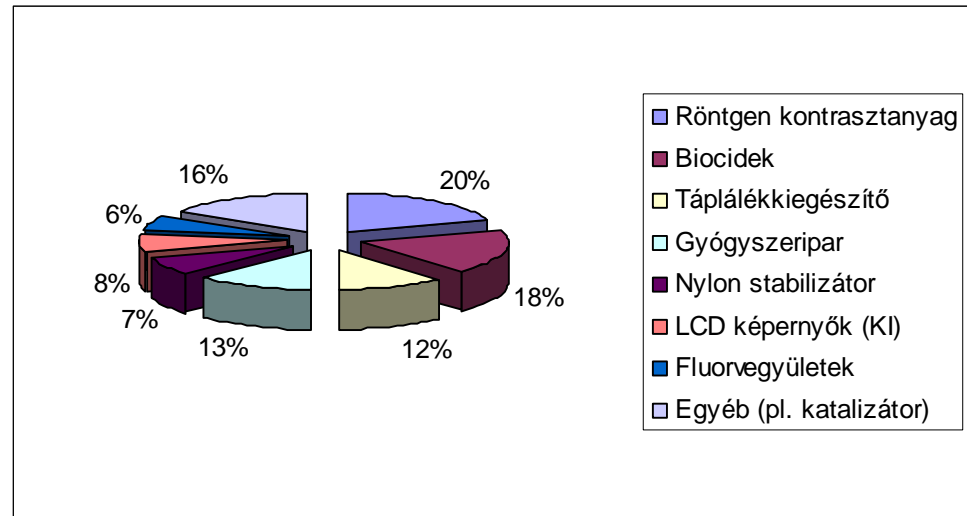
Felhasználás (2001)



A világ jódtermelése és felhasználása



Chile ~60%, Japán ~30%, USA ~5%



<http://www.atacama.com>

Egyéb alkalmazások:
rákterápia és diagnosztika: ^{131}I
„esőcsinálás” (AgI)

<http://www.gasukai.co.jp/english/iodine/production.html>

Halogének reaktivitása

Fluor a legreaktívabb elem, He, Ne, Ar kivételével mindennel reagál.

pl. O₂: $F_2 + O_2 = F_2O_2$ (O oxidációs száma a F₂O₂-ban +1!)

Xe: $Xe + F_2 = XeF_2, XeF_4, XeF_6 \dots$

H₂: robbanás

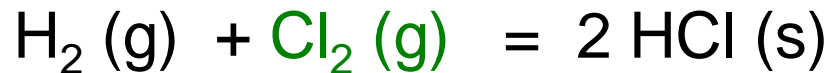
nemesfémekkel is reagál, pl $Pt + 3F_2 = PtF_6$

Fluor → **Jód** irányban a reaktivitás csökken

pl. $H_2 + I_2 = 2 HI$ egyensúlyi folyamat

Kísérletek klórral

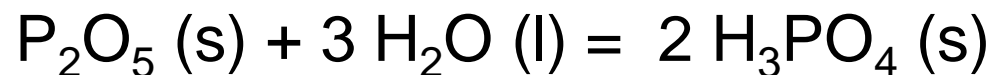
2) A hidrogén és a klórgáz reakciója:



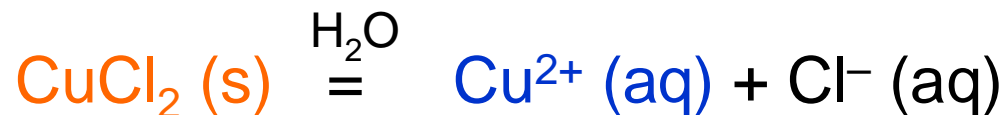
3) A nátrium égése klórgázban:



4) A vörös foszfor égése klórgázban:



5) A réz égése klórgázban:

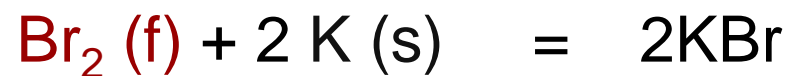


Reakciók brómmal

1) A **bróm** és az alumínium reakciója



2) A **bróm** és a kálium reakciója

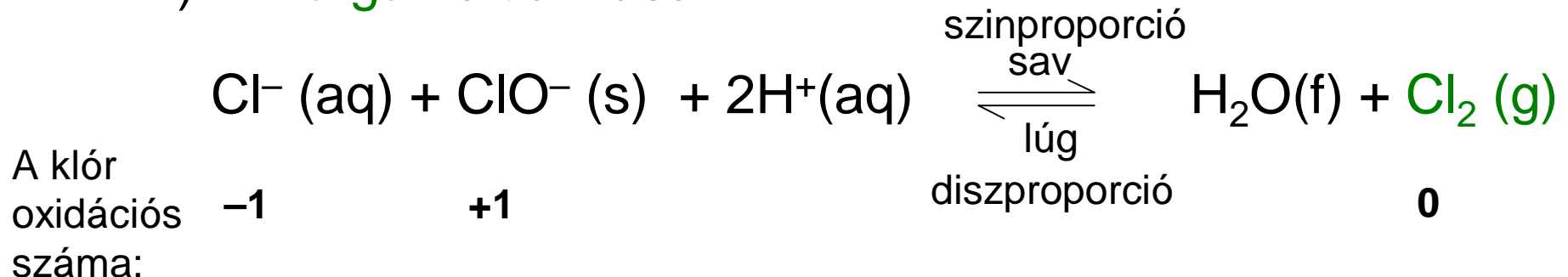


Kísérletek klórral

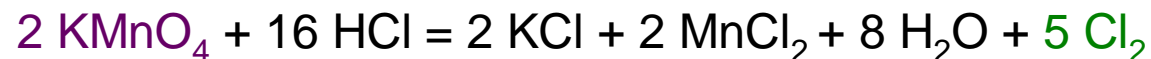
2005. augusztus 1.: Tömeges **klórmérgezés** a tóalmási strandon

A **hypo** és a **sósav** keveredéséből felszabaduló **klórgázt** három felnőtt és két gyerek lélegezte be. Náluk néhány percen belül hányinger, fejfájás és légzési zavar jelentkezett. Az orvosok szerint a felnőttek életét csak a gyors beavatkozás mentette meg. Mindannyiukat kórházba vitték, ketten még most is bent vannak, a többieket viszont már hazaengedték.

1) A **klórgáz** előállítása:



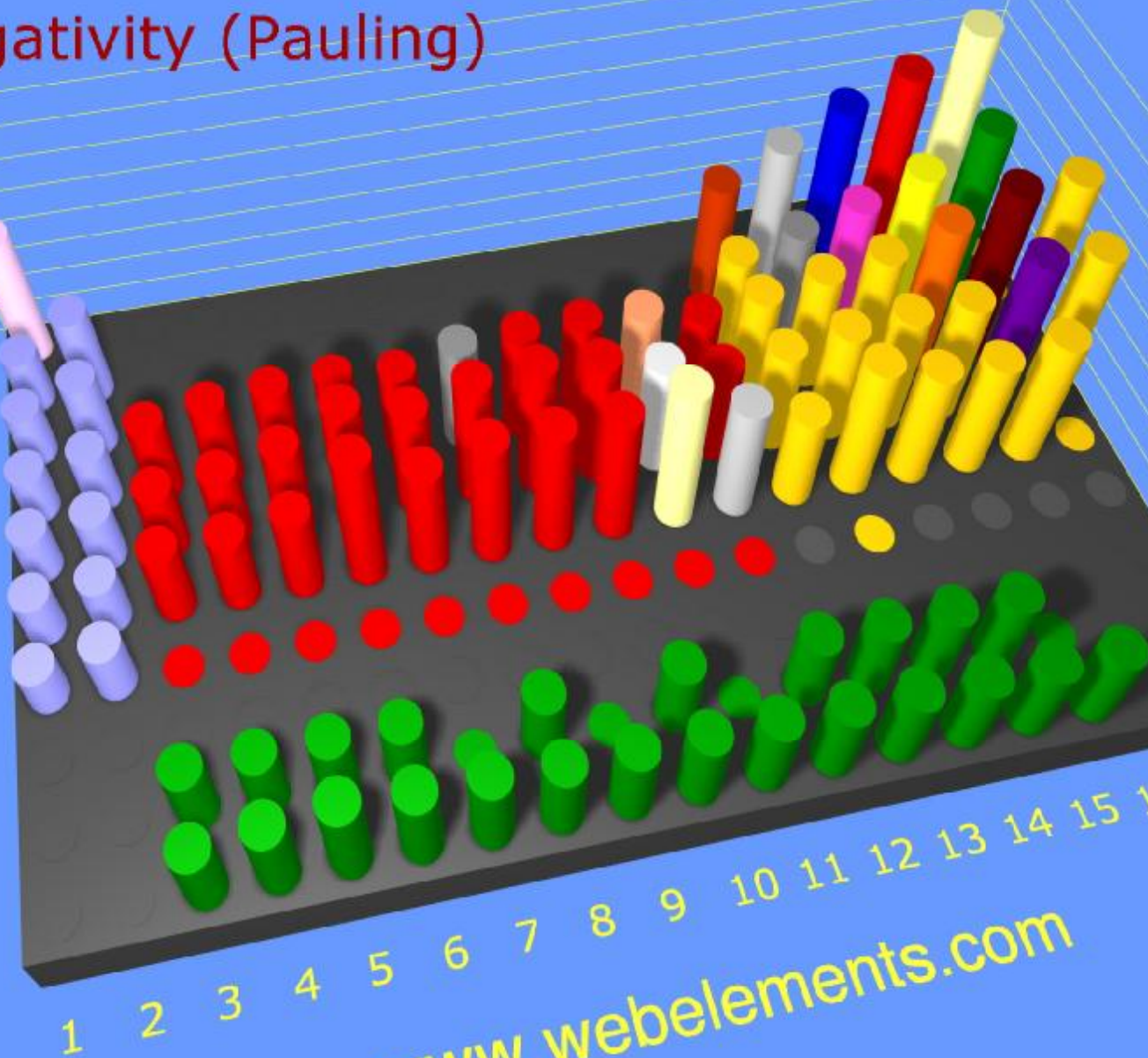
Más előállítás:



Iparban: elektrolízissel

Electronegativity (Pauling)

Pauling scale
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0



© 1998, 1999 Mark Winter

www.webelements.com

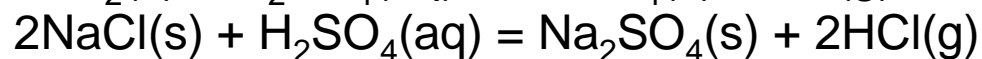
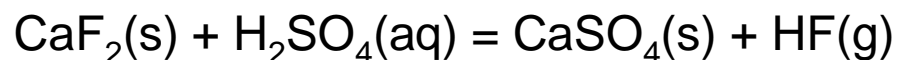
WebElements

A 17. csoport elemeinek főbb vegyületei

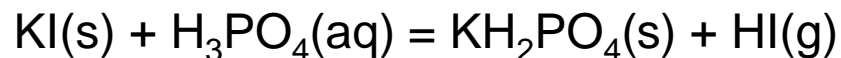
Hidrogénhalogenidek: HF, HCl, HBr, HI

színtelen, szúrósszagú gázok (HF 19°C alatt folyadék)
erős savak, saverősség HF<HCl<HBr<HI irányban nő

előállítás: HF és HCl felszabadítás sókból nemillékony savval, pl. cc. H₂SO₄:

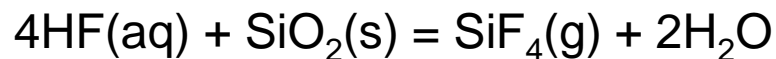


H₂SO₄ oxidálja a Br⁻ és I⁻ ionokat, ezért ezek esetében más savat kell használni, pl.:



HCl vizes oldata a sósav

HF rendkívül mérgező, csontrákot okozhat; felhasználás pl. üvegmaratás:



A 17. csoport elemeinek főbb vegyületei

A biner interhalogén-vegyületek

EX-típus	EX ₃ -, ill. E ₂ X ₆ -típus	EX ₅ -típus	EX ₇ -típus
ClF op. 119 K fp. 172 K	ClF ₃ op. 199 K fp. 285 K	ClF ₅ op. 170 K	
BrF op. 240 K fp. 293 K BrCl	BrF ₃ op. 282 K fp. 399 K	BrF ₅ op. 213 K fp. 314 K	
IF ICl op. 300 K fp. 373 K IBr op. 315 K fp. 389 K	IF ₃ I ₂ Cl ₆ b. 350 K	IF ₅ op. 283 K fp. 374 K	IF ₇ op. 279 K s. 278 K

A 17. csoport elemeinek főbb vegyületei

A polihalogenid anionok és kationok

EX_2^- -, ill. X_3^- -típus	EX_4^- -, ill. X_5^- -típus	EX_6^- -, ill. X_7^- -típus	EX_8^- -, ill. X_9^- -típus	EX_2^+ -, típus	EX_4^+ -típus
ClF_2^- Cl_3^-	ClF_4^-				
$BrCl_2^-$ $BrBrCl^-$ Br_3^-	BrF_4^- $BrCl_3F^-$	BrF_6^-		BrF_2^+ $BrCl_2^+$	
ICl_2^- $IBrF^-$ $IBrCl^-$ IBr_2^- $IICl^-$ $IIBr^-$ I_3^-	IF_4^- ICl_4^- I_5^-	IF_6^- I_7^-	 I_9^-	ICl_2^+	IF_4^+

A 17. csoport elemeinek főbb vegyületei

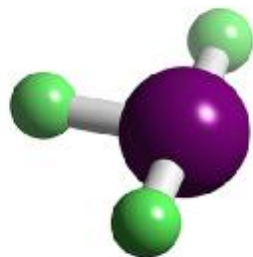
Interhalogének: ICl, IBr, BrF, BrCl, ClF

ClF₃, BrF₃, ICl₃, IF₃

ClF₅, BrF₅, IF₅

IF₇

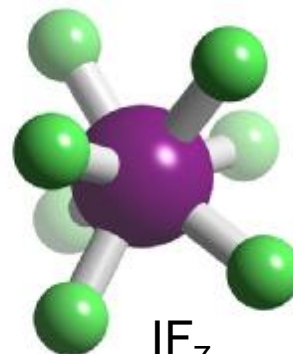
előállítás elemekből, direkt szintézissel



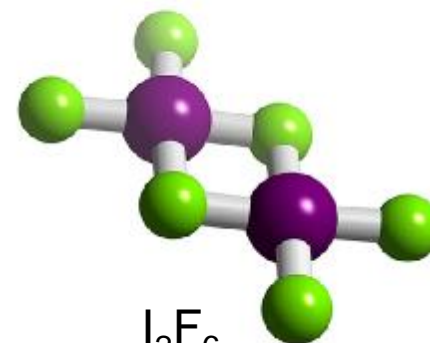
IF₃



IF₅

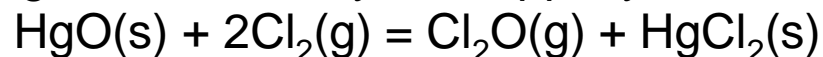


IF₇

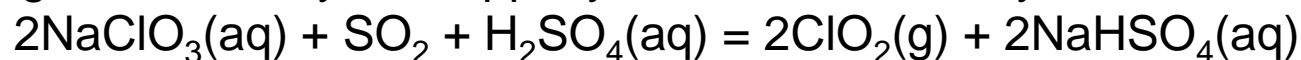


I₂F₆

Cl₂O: sárgásbarna, könnyen cseppfolyósítható, bomlékony gáz, előállítás:



ClO₂: sárgászöld, könnyen cseppfolyósítható, bomlékony-robbanékony gáz, előáll.:



Br₂O, BrO₂

I₂O₅: színtelen kristályos anyag, hevítve bomlik, oxidálószerként használható

A 17. csoport elemeinek főbb vegyületei

2.3.12. táblázat. A halogének oxosavai

Oxidációs szám	Oxid	Elnevezés	Sav	A megfelelő sók
1	HOX	hipohalogénessav	HO _F , HOCl, HOBr, HOI	-hipofluorit, -hipoklorit, -hipobromit, -hipojodit
3	HOXO	halogénessav	HOClO, HOBrO	-klorit, -bromit
5	HOXO ₂	halogénsav	HOClO ₂ , HOBrO ₂ , HOIO ₂	-klorát, -bromát, -jodát
7	HOXO ₃	perhalogénsav	HOClO ₃ , HOBrO ₃ , HOIO ₃	-perklorát, -perbromát, -perjodát

HOCl: NaOCl és NaCl oldata a hypo

HClO₂: csak oldatban stabil, de vannak stabil sói pl. AgClO₂

HClO₃: KClO₃ nagyon erős oxidálószer (kísérletek!!!), pl. gyufában

HClO₄: erős sav, kevésbé erős oxidálószer, mint a HClO₃