



HALOGÉNEK

© **Sipos Zsolt**

feb.ch.bme.hu | budaorsikemia.hu

VEBIO TEHETSÉG KÖR & BUDAÖRSI KÉMIA

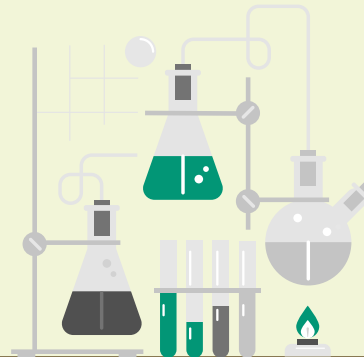
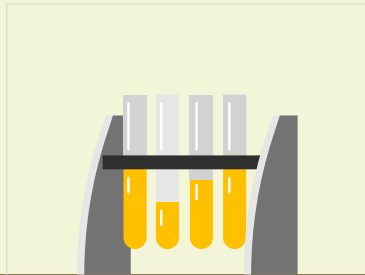
Szervetlen kémia szemináriumok

2021



HALOGÉNEK

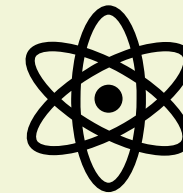
	I. A	II. A											III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A
1.	H																F	He
2.	Li	Be											B	C	N	O		Ne
3.	Na	Mg	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII. B	I. B	II. B			Al	Si	P	S	Cl	Ar
4.	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5.	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6.	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7.	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn						





A halogén elemek jellemzése

A halogének elektronszerkezete



VII.
A.

F

Cl

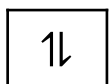
Br

I

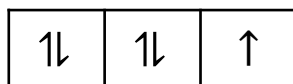
At

- A VII. főcsoport elemeit halogéneknek nevezzük (halogén = sóképző)
- Vegyértékhéjukon 7 elektron van – **ns^2np^5 konfiguráció**
- Kémiai reakciókban:
 - 1 e^- felvételére – **halogenidek** (oxidációs fok: **-1**),
 - 7 e^- megosztására képesek – **halogénátok** (oxidációs fok: **+1, +3, +5, +7**)

Halogén e^- -szerkezet

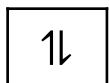


ns^2

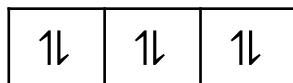


np^5

Nemesgázszerkezet

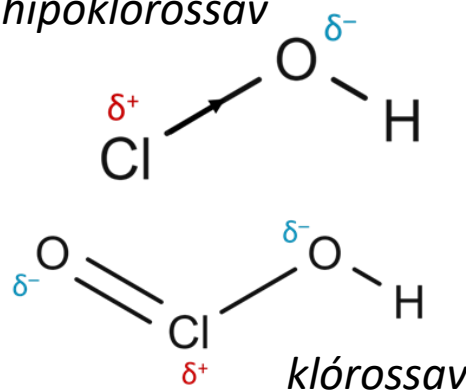


ns^2

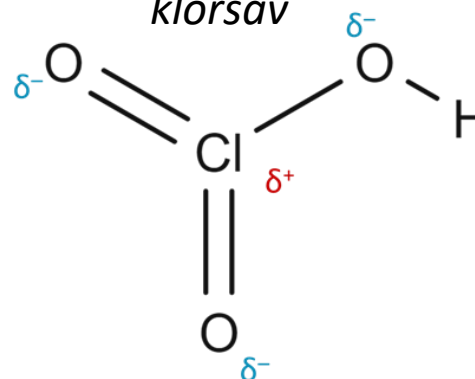


np^6

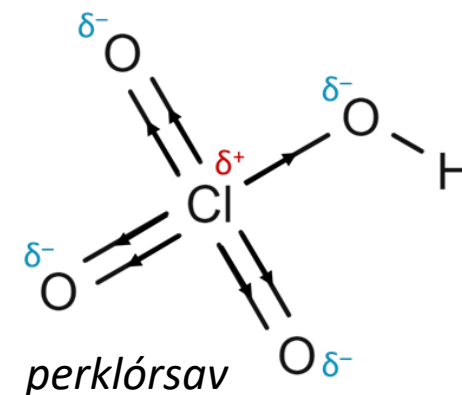
hipoklórossav



klórsav



klórossav



perklórsav

VII.

A.

F

CI

Br

1

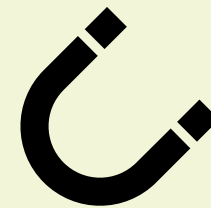
At

- A halogének saját periódusuk legnagyobb elektronegativitású elemei
- **Az elektronegativitás a rendszám növekedésével csökken**
- Atomjaik az első elektront igen nagy energia felszabadulása mellett kötik meg (nagy EA)
- **A fluor kémiai reakciókban mindig elektron akceptor** (legnagyobb EN) – ox. fok: 0, -1



1												13	14	15	16	17
H 2.1	2											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
Li 1.0	Be 1.5											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
Na 0.9	Mg 1.2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.6	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	Tl 1.8	Pb 1.8	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2
Cs 0.8	Ba 0.9	La* 1.1	Hf 1.3	Ta 1.5	W 2.4	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9					
Fr 0.7	Ra 0.9	Ac [†] 1.1	* Lanthanides: 1.1–1.3 [†] Actinides: 1.3–1.5													

Anyagszerkezet



VII.
A.

F

Cl

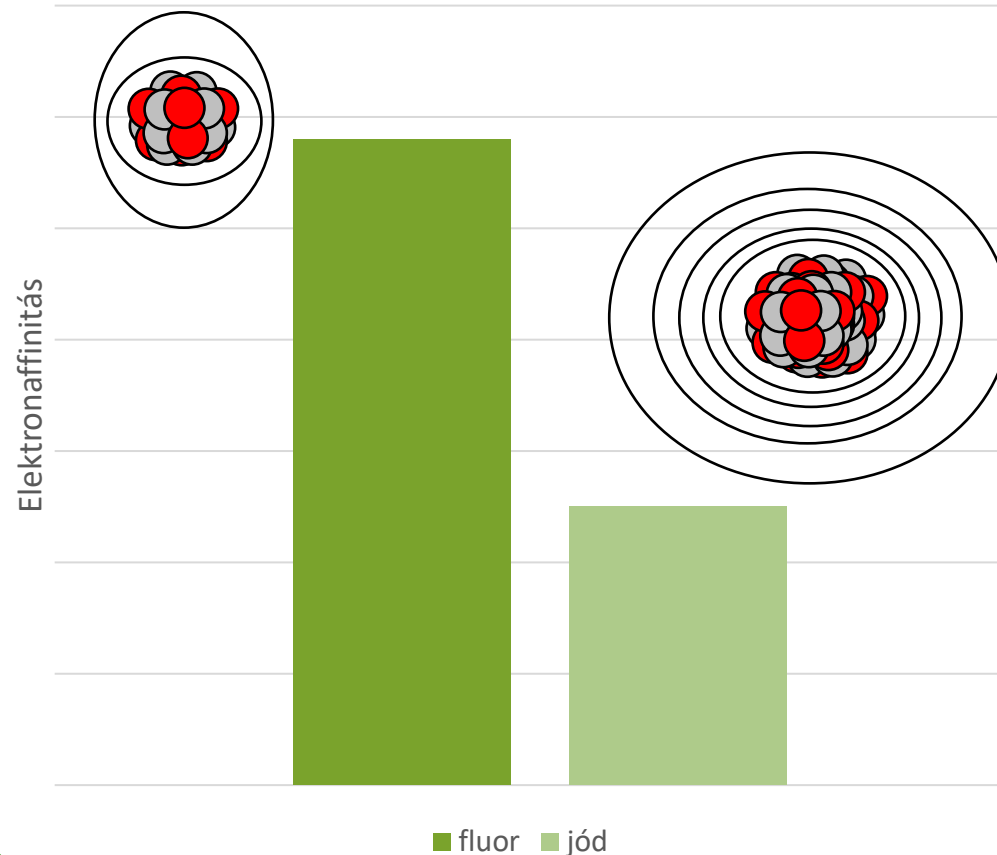
Br

I

At

- A halogének halmazai kétatomos ún. **elemmolekulák**at tartalmaznak
- Az elemmolekulák **apoláros, egyszeres kovalens kötést** tartalmaznak, amelyek könnyen polarizálhatók
- A **polarizálhatóság**, valamint a **másodlagos kötőerők nagysága** a **rendszámmal együtt nő**

A polarizálhatóság méretfüggése



Fizikai tulajdonságok



- Szín és halmazállapot:

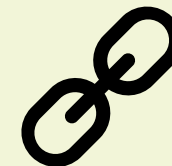
Fluor	Klór	Bróm	Jód
gáz		folyadék	szilárd

- Egyéb fizikai tulajdonságok:

A rendszám növekedésével szintén növekszik:

- Olvadás- és forráspont
 - Sűrűség
 - Fotoabszorpció (fényelnyelés)
- Szilárd halmazállapotban **molekularácsot** alkotnak

Kémiai tulajdonságok



VII.
A.

F

Cl

Br

I

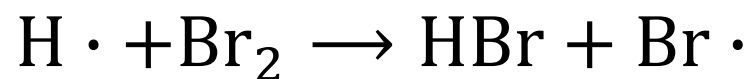
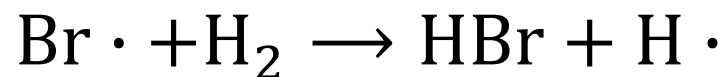
At

- A **legpozitívabb standard potenciálú elemek** (erős e^- akceptorok)
- Az atomjaik közötti kötés könnyen hasad ($F > Cl > Br > I$), így **nagyon reakcióképesek** fémekkel és nemfémekkel egyaránt
- Az olykor heves változások oka, hogy ezek a reakciók **láncreakciók**

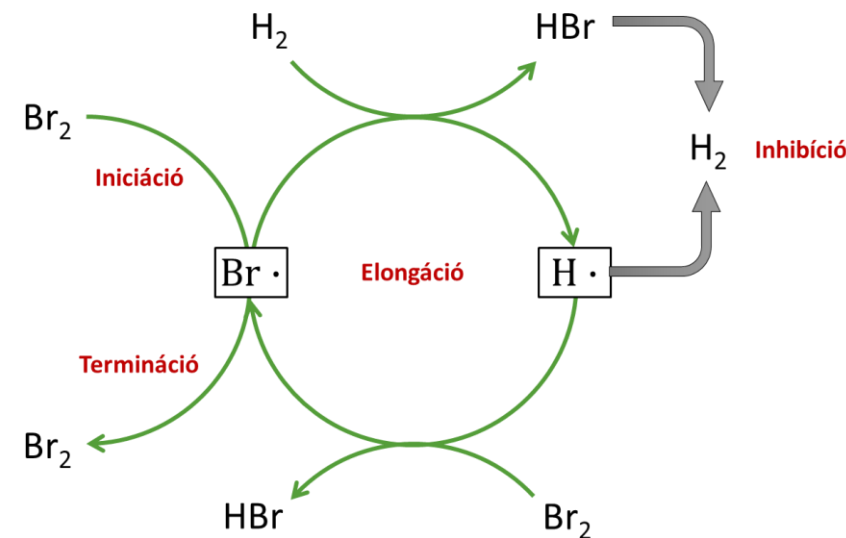
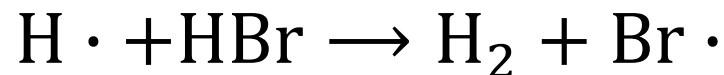
Iniciáció:



Elongáció:



Inhibíció:



Kémiai tulajdonságok

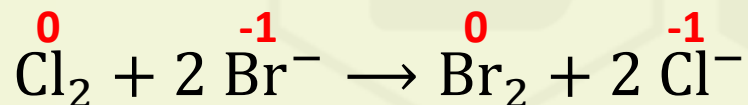
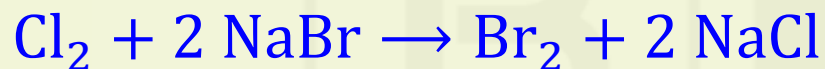
- Redoxireakciók:

Erős oxidálószer

Az oxidáló hatás a fluornál a legerősebb, és a jód felé fokozatosan csökken

A kisebb rendszámú halogén elem képes elemi állapotba oxidálni a nagyobb rendszámú halogén ionját

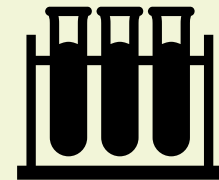
Ez a reakció irreverzibilis



	F ₂	Cl ₂	Br ₂	I ₂
F ⁻	x	x	x	x
Cl ⁻	✓	x	x	x
Br ⁻	✓	✓	x	x
I ⁻	✓	✓	✓	x

Redukált & oxidált forma	e ⁻	E ⁰ /V	Erősség
2 F ⁻ → F ₂	+2 e ⁻	+2,85	↑ ↓ Oxidálóképesség erőssége
2 Cl ⁻ → Cl ₂	+2 e ⁻	+1,36	
2 Br ⁻ → Br ₂	+2 e ⁻	+1,07	
Ag → Ag ⁺	+ e ⁻	+0,81	
Fe ²⁺ → Fe ³⁺	+ e ⁻	+0,75	
2 I ⁻ → I ₂	+2 e ⁻	+0,58	
H ₂ → 2 H ⁺	+2 e ⁻	0,00	
Zn → Zn ²⁺	+2 e ⁻	-0,76	
K → K ⁺	+ e ⁻	-2,92	
			↑ ↓ Redukálóképesség erőssége

Kémiai tulajdonságok



VII.
A.

F

Cl

Br

I

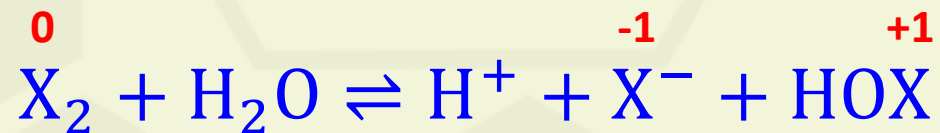
At



imgflip.com

JAKE-CLARK.TUMBLR

- A **halogén triád** (X = klór, bróm, jód) tagjai vízzel **diszproporciós** reakcióba lépnek:



- A reakciót lúg hozzáadásával gyorsíthatjuk (**Le Châtelier – Braun-elv**)

Halogének előfordulása & előállítása

- Előfordulás:

Nagy reakciókészségük miatt **csak vegyületeik fordulnak elő** a természetben

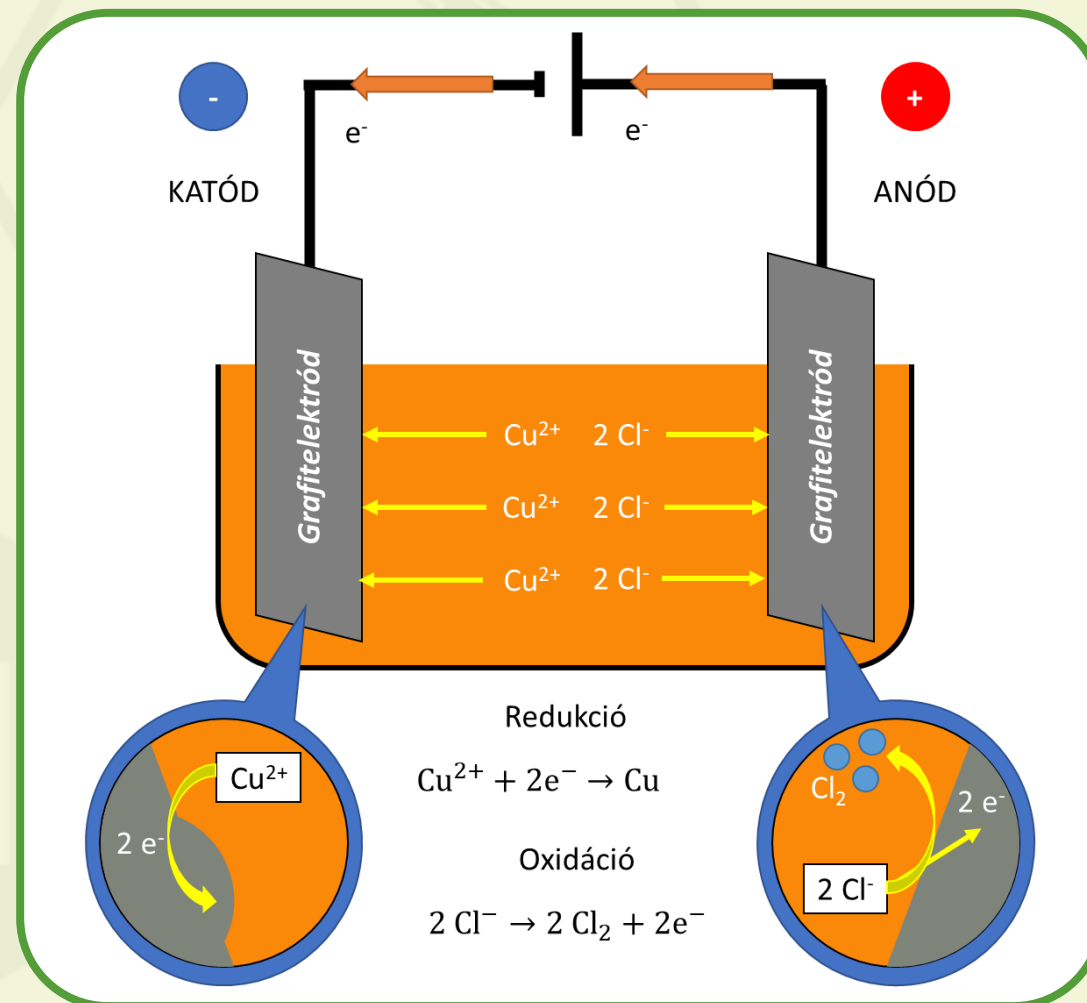
A halogének között a klórból van a legtöbb (a Föld 11. leggyakoribb eleme)

A radioaktív asztácium nagyon ritka

- Előállítás:

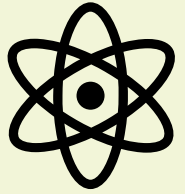
Hidrogén-halogenidek oxidációja

Halogenid **sók olvadákelektrolízise**





Fluor



Atomi jellemzők

VII.
A.

F

Cl

Br

I

At

- A fluornak csak **egyetlen izotópja van**: $^{19}_9\text{F}$
- **Legnagyobb elektronegativitású elem** ($EN = 4,0$)
- **Vegyületeiben az oxidációs száma mindig -1**
- Kétfatomos elemmolekulákat képez
- Szilárd állapotban diszperziós kölcsönhatásokkal **molekularácsot** képez

Elsődleges kötések

Fémes kötés

Ionos kötés

Kovalens kötés

Másodlagos kötések

Diszperziós kölcsönhatás

Dipólus-dipólus kölcsönhatás

Hidrogén-híd kötések

Fizikai tulajdonságok



VII.
A.

F

Cl

Br

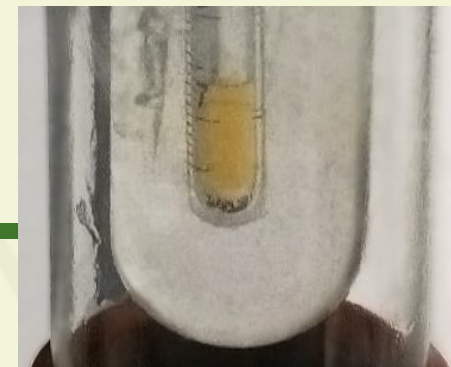
I

At

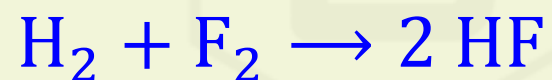


- A fluor **zöldessárga** színű
- **Szúrós szagú**
- **A levegőnél nagyobb sűrűségű gáz**
- Olvadás- és forráspontja nagyon alacsony
- Az élő szervezetre **mérgező**

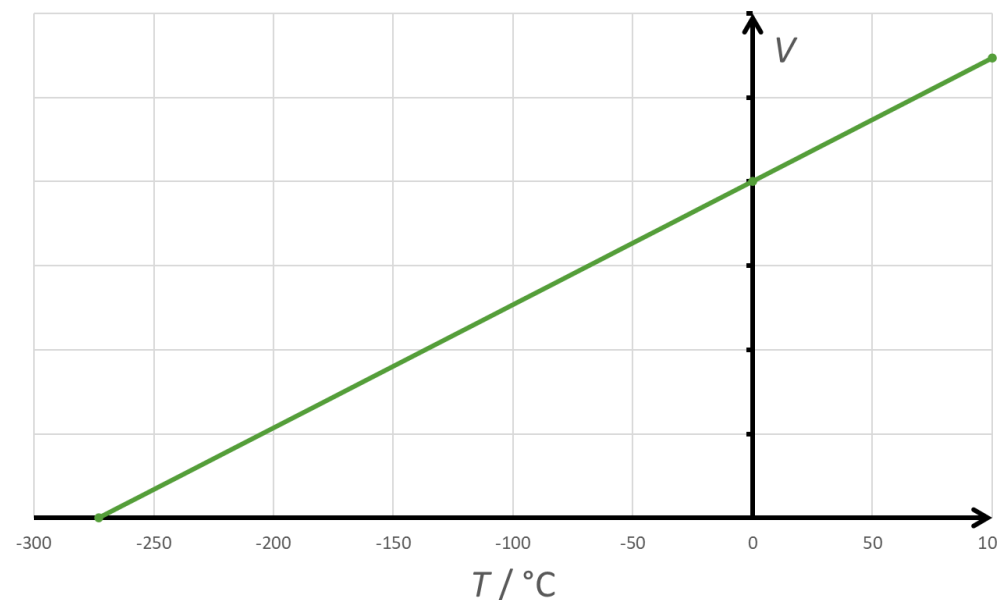
Kémiai tulajdonságok



- A **legreakcióképesebb elem**, az oxigén, nitrogén, a nemesfémek és a nemesgázok kivételével minden más elemmel reagál
- Néhány vegyülettel is reagál
- A hidrogénnel sötétben, abszolút nulla fok közelében is robbanásszerűen egyesül:



Abszolút nulla fok meghatározása extrapolációval



Kémiai tulajdonságok



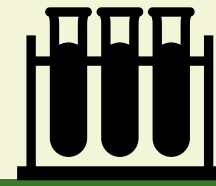
Maró anyag!

- **A nemfémekkel** (pl. kén, foszfor) **molekulavegyületeket alkot**
- A **fémek** többségével tűztűnemény közben **fluorid sókká alakul**
- **Nemesfémek felületén**, vízmentes körülmények között **fém-fluorid védőréteget** alkot (nincs további átalakulás)
- Magasabb hőmérsékleten a platinát is megtámadja



CaF₂

Kémiai tulajdonságok



VII.
A.

F

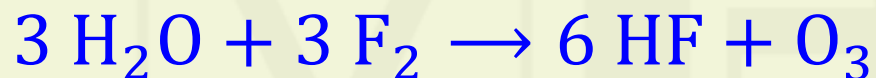
Cl

Br

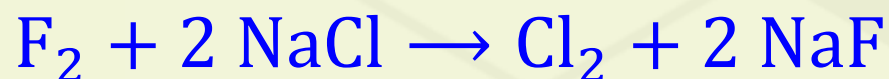
I

At

- **Erélyes oxidálószer**, a hidrogént vegyületeiből elvonja:



- Víz jelenlétében az üveget is bontja (HF)
- **Haloidsókból és haloidsavakból a többi halogénelemet oxidáció során kiűzi:**



Fluorit
ásvány

Előfordulás



VII.
A.

F

Cl

Br

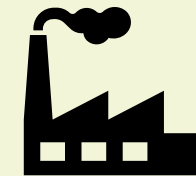
I

At

- A természetben elemi állapotban nem fordul elő
- **Vulkáni gőzökben** a hidrogén-fluorid megtalálható, amiből különböző **ionvegyületek** keletkeznek pl. folyópát (CaF_2), kriolit (Na_3AlF_6)
- Az **állatok csontozatában**, valamint a **fogzománcban** a kalcium-fluorid megtalálható



Előállítás



VII.
A.

F

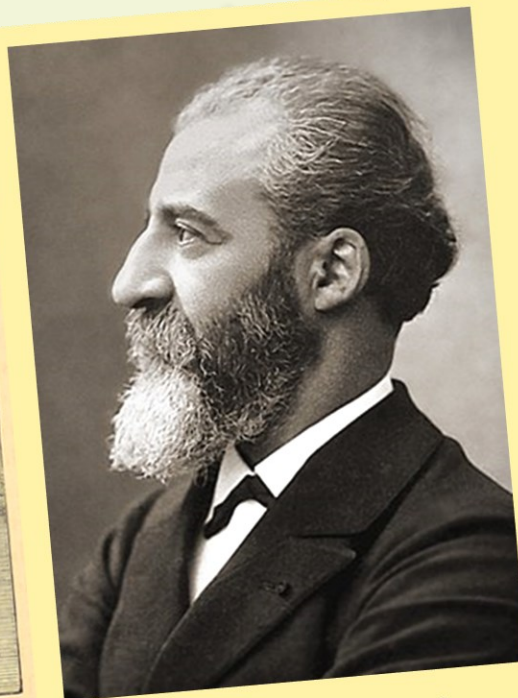
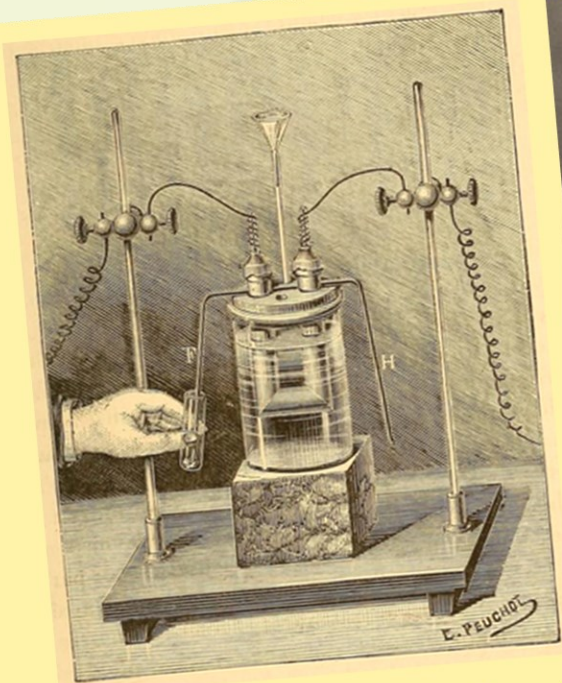
Cl

Br

I

At

- Vízmentes hidrogén-fluorid **elektrolízise** olvasztott kálium-fluoridban



54 év próbálkozás után *Henri Moissan* 1887-ben sikeresen állította elő először, 1906-ban Nobel-díjat kapott.



A fluor ipari előállítása napjainkban
Moissan módszerével

VII.
A.

F

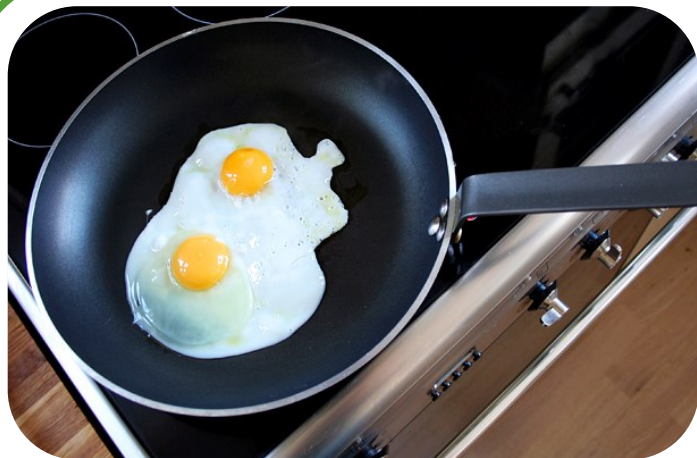
Cl

Br

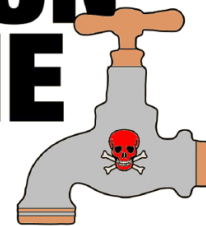
I

At

Felhasználás



**THERE IS
POISON
IN THE
TAP
WATER.**



FACT: Fluoride is a dangerous substance and the active ingredient in most insecticides! If ingested, as little as 1/10 an ounce of fluoride can kill a 100 lbs adult and 1/100 of an ounce can kill a 10 pound infant. Studies have shown that exposure to fluoride can cause neurological damage, and an increased risk of bone cancer.

FICTION: Fluoride added to the public water supply strengthens teeth and helps prevent cavities.



Klór

A klór

- Fizikai tulajdonságok:

Zöldessárga színű,
Fojtó szagú, köhögésre ingerlő,
Levegőnél nagyobb sűrűségű,
Mérgező gáz
Könnyen cseppfolyósítható

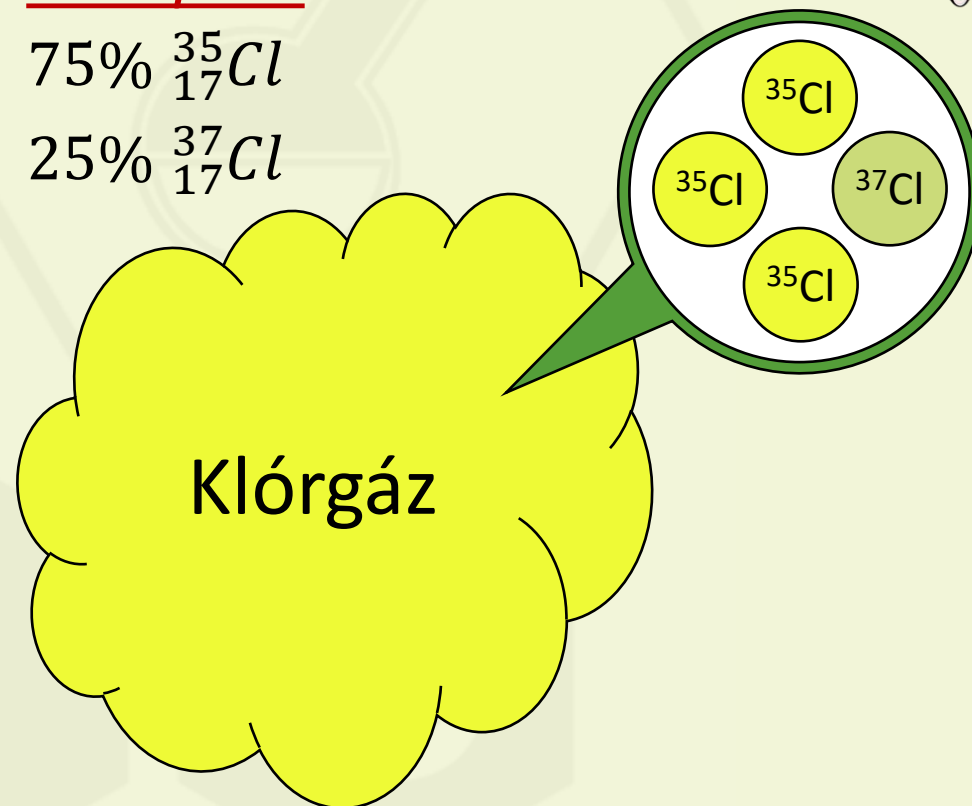
- Atomi jellemzők:

Nagy elektronegativitás
Kék fény hatására kétatomos
molekulái könnyen bomlanak
→ **Nagyon reaktív elem**

- Izotópok:

75% $^{35}_{17}\text{Cl}$

25% $^{37}_{17}\text{Cl}$



$$A_{\text{rel}} = 0,75 \cdot 35 + 0,25 \cdot 37 = 35,5$$



Kémiai tulajdonságok



VII.
A.

F

Cl

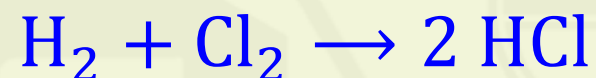
Br

I

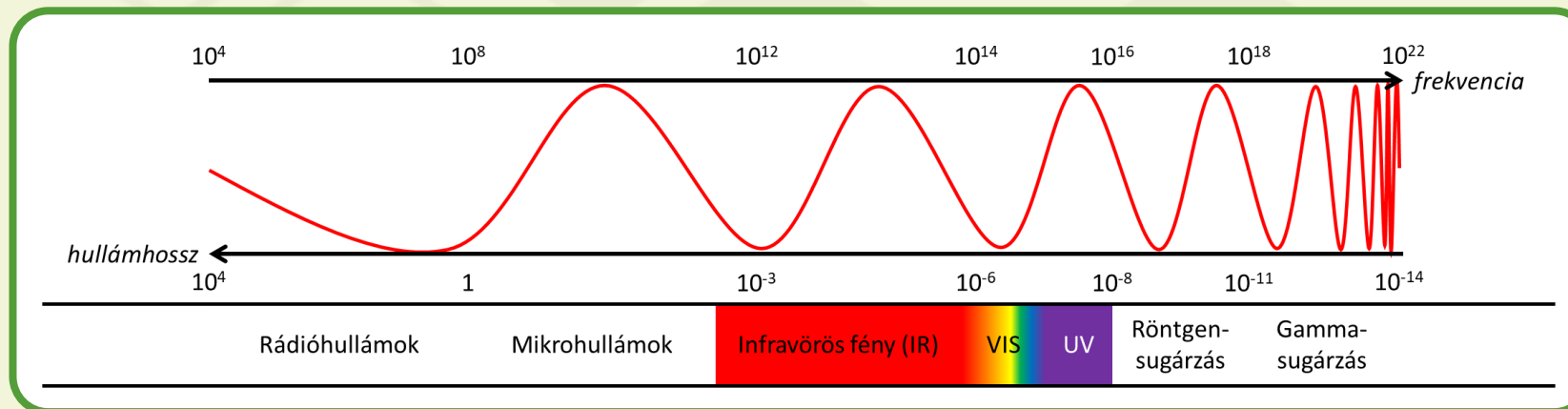
At

- Reakció hidrogénnel:

A klór az égő hidrogénnel hevesen reagál, hidrogén-klorid keletkezik:



Ha a két gázt sztöchiometrikus (**1:1 arányban**) mennyiségben keverjük össze, akkor a keletkező elegyet **klórdurranógáznak** nevezzük, ami szobahőmérsékleten **UV-fény, szikra, vagy nyílt láng hatására robban!**



Kémiai tulajdonságok



VII.
A.

F

Cl

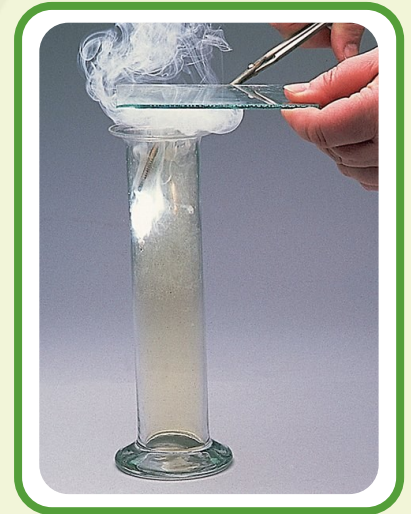
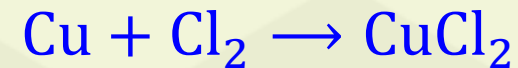
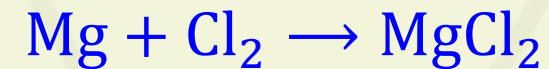
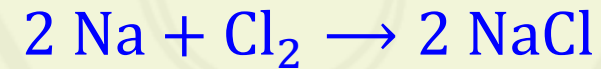
Br

I

At

- Reakció fémekkel:

A legtöbb **fém**mel és félfémmeel hevítéssel, **tűztűnemény közben redukálódik**:



A vízmentes klór nem reagál vassal, ezért cseppfolyósítva szállítható

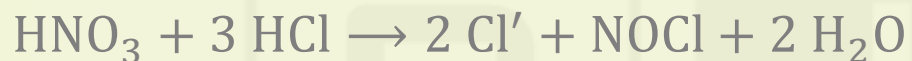
Kémiai tulajdonságok



- Reakció fémekkel:

Az atomos állapotú (naszcens) klór képes az **arannyal** és a **platinával** is reakcióba lépni!

Naszcents klór képződik például a **királyvízben**, ami **tömény sósav és tömény salétromsav 3:1 mólarányú elegye**



Arany oldása királyvízben

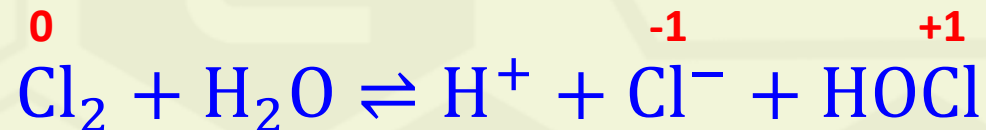
Kémiai tulajdonságok

- Reakció nemfémekkel:

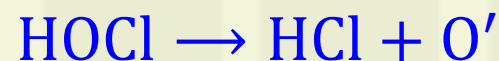
A klór néhány nemfémekkel már szobahőmérsékleten is reagál, például vörösfoszforral:



- Reakció vízzel:



Klórgázt vízbe vezetve sósav és hipoklórossav keletkezik, ami fényre bomlik:



Nátrium-hidroxiddal való reakciója során nátrium-hipoklorit (*hipó*) képződik:



Előfordulás



VII.
A.

F

Cl

Br

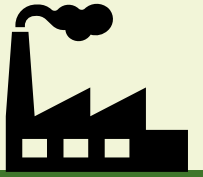
I

At

- Molekulaként reaktivitása miatt csak **vulkáni gázokban** fordulhat elő
- **Sói** (kloridok) nagy mennyiségben megtalálhatók a **tengervízben** és a **litoszférában**



Előállítás



VII.
A.

F

Cl

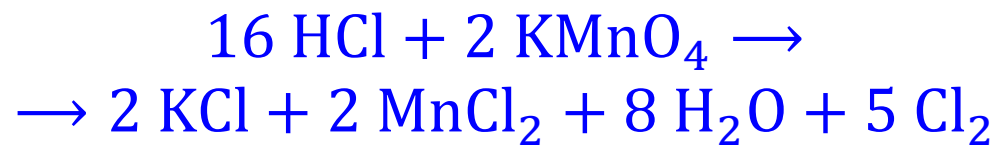
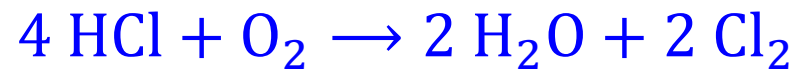
Br

I

At

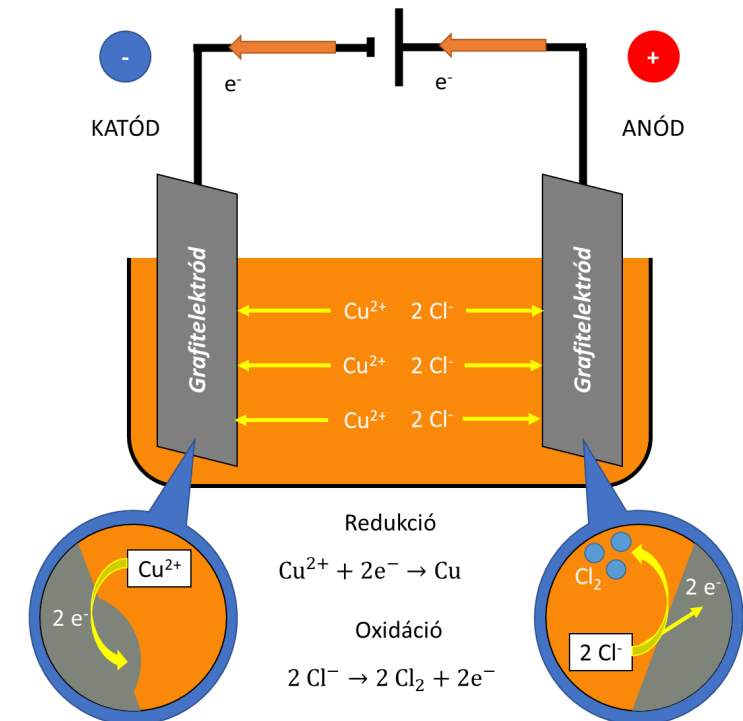
Laboratóriumi előállítás

Klógázt laboratóriumban a sósav oxidációjával szokás fejleszteni, oxidálószerként káliumpermanganátot használnak:



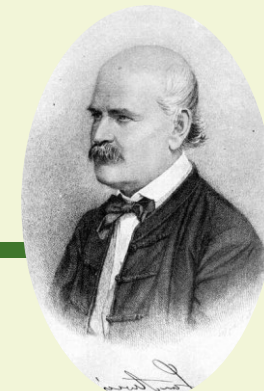
Ipari gyártás

Nagy mennyiségű klórgáz előállításához (konyha)sóoldatot, vagy olvadékot elektrolizálnak:



Felhasználás

- Baktericid hatása miatt **fertőtlenítésére** használják
- Roncsoló hatása miatt **fehérítésre** használják (pl. textilipar)
- A vegyipar PVC, mosószeres, gyógyszerek gyártására használják
- A klórt is tartalmazó **konyhasó az élő szervezetek számára létfontosságú**



A világon először Semmelweis Ignác vezette be az orvosok számára a rendszeres klórmeszes fertőtlenítést, ezzel jelentősen csökkentve a gyermekágyi lázat a szülészeten.



Bróm

Elemi jellemzők

VII.
A.

F

Cl

Br

I

At

- Kéttatomos elemmolekulái a klórhoz képest labilisabbak
- Elektronegativitása a fluorhoz és klórhoz képest kisebb
- Oxidációs állapotai:

Oxidációs szám	Elnevezés	Másik összetevő
-1	-bromid	fém
+1	-hipobromit	nemfém
+3	-bromit	
+5	-bromát	
+7	-perbromát	

bromátok



A brómot először mocsarak vizéből izolálta
Antoine Balard 1826-ban.

Fizikai tulajdonságok

VII.
A.

F

Cl

Br

I

At



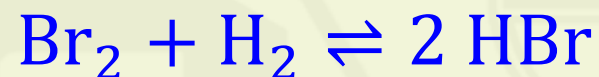
- A bróm **vörösbarna** színű, nagy sűrűségű, **kellemetlen szagú, mérgező folyadék**
- Az egyetlen folyékony nemfémes elem
- **Erősen párolog**, vörösbarna gőzeinek **belégzése halálos!**

Kémiai tulajdonságok



- Reakció nemfémekkel:

Bróm és hidrogén reakciója magas hőmérsékleten zajlik, itt is csak részlegesen:



Fehér foszforral tűztűneménnyel kísérve alakul át foszfor-pentabromiddá:



Kémiai tulajdonságok



- Reakció fémekkel:

Alumíniummal szobahőmérsékleten reagál, alumínium-bromid só keletkezik:



A magnézium a brómos vizet elszínteleníti:

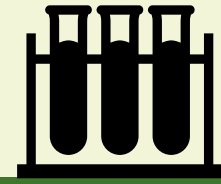


- Reakció félfémekkel:

Antimonnal reagáltatva sárgásfehér antimon-bromid füst képződik:



Kémiai tulajdonságok



VII.
A.

F

Cl

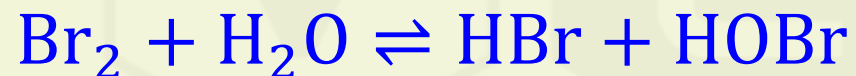
Br

I

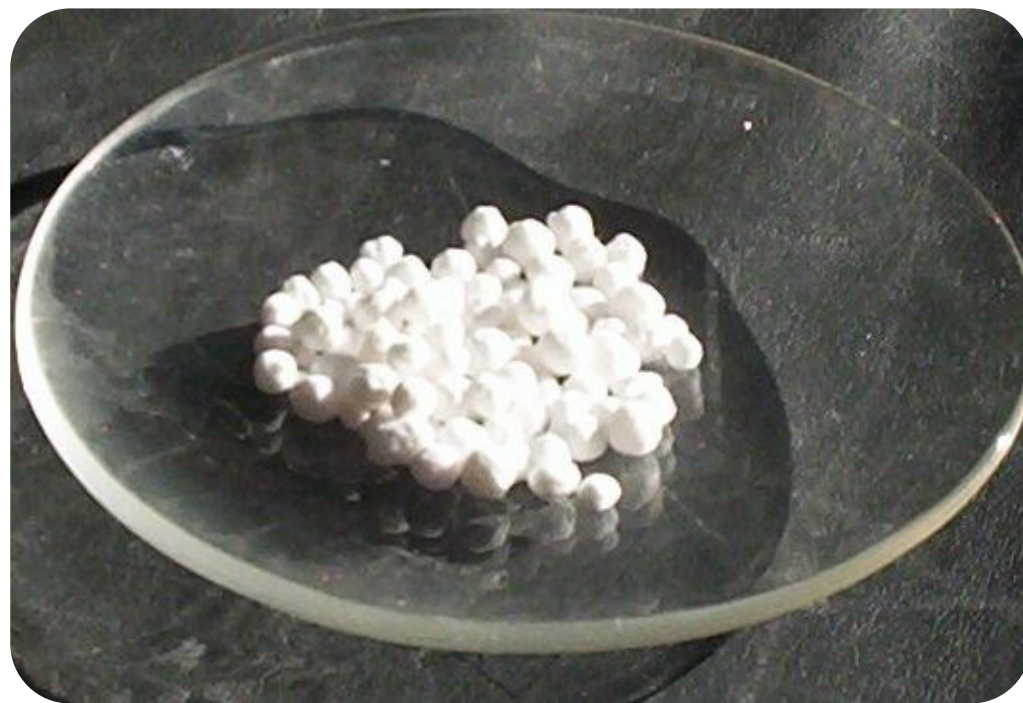
At

- Reakció vegyületekkel:

Vízzel elegyítve brómos vizet kapunk, ami fontos laboratóriumi reagens, erélyes oxidálószer:

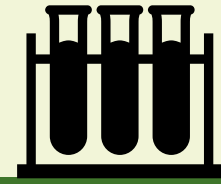


A szerves oldószerek mellett a kálium-bromid is jól oldja, poláros tribromid-anion keletkezik:



Kálium-bromid darabkák óraüvegen

Kémiai tulajdonságok



VII.
A.

F

Cl

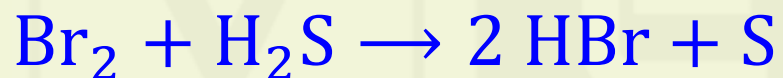
Br

I

At

- Reakció vegyületekkel:

A bróm a nála **kisebb standard potenciálú elemek vegyületeiből elvonja a hidrogént**, redukálódik. Így például a brómos víz sárga kénkiválást idéz elő a kénhidrogénes vízben, miközben önmaga elszíntelenedik:



Bróm



Hidrogén-szulfid

Előfordulás



VII.
A.

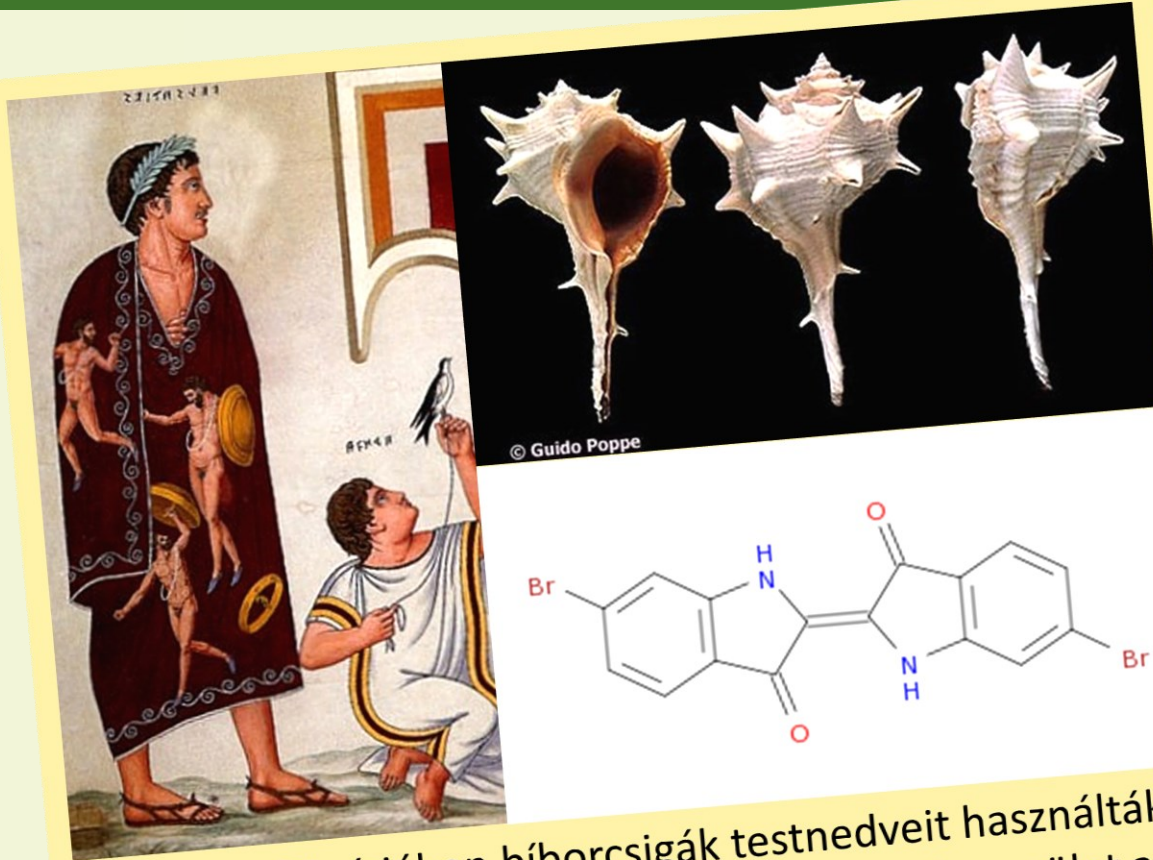
F

Cl

Br

I

At



Az ókori Föníciában bíborcsigák testnedveit használták textiláruk festésére. A bíbor színt kialakító vegyület a 6,6'-dibróm-indigó.

- A természetben csak vegyületei találhatók meg általában kloridok mellett:

- **tengervizekben,**
- **gyógyvizekben és**
- **kősótelepeken**

Előállítás & felhasználás



- A brómot a természetből származó **sóiból elektrolízissel** állítják elő
- A kapott anyagot laboratóriumban **oxidálószerként** használják
- A vegyipar **gyógyszereket** gyárt belőle
- Ezüst sóját a **fényképezésben** előhívásra használják



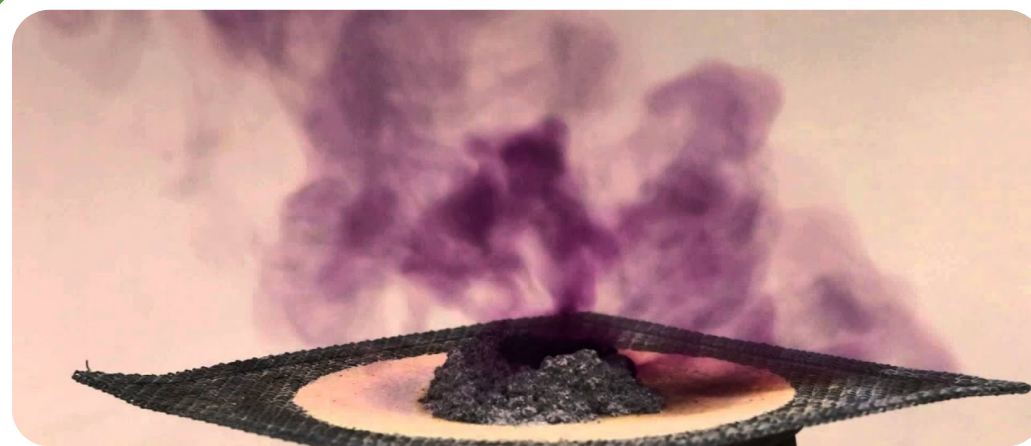


Jód

Fizikai tulajdonságok



- **Acélszürke színű**, lemezes szerkezetű molekulárcsos, **szilárd** anyag
- Olvadás- és forráspontja alacsony (113,7 °C és 363,7 °C)
- Könnyen párolog, **lassan hevítve szublimál**
- **Lila gőzei jellegzetes szagúak**
- Gyors hevítéskor barna színű olvadék keletkezik

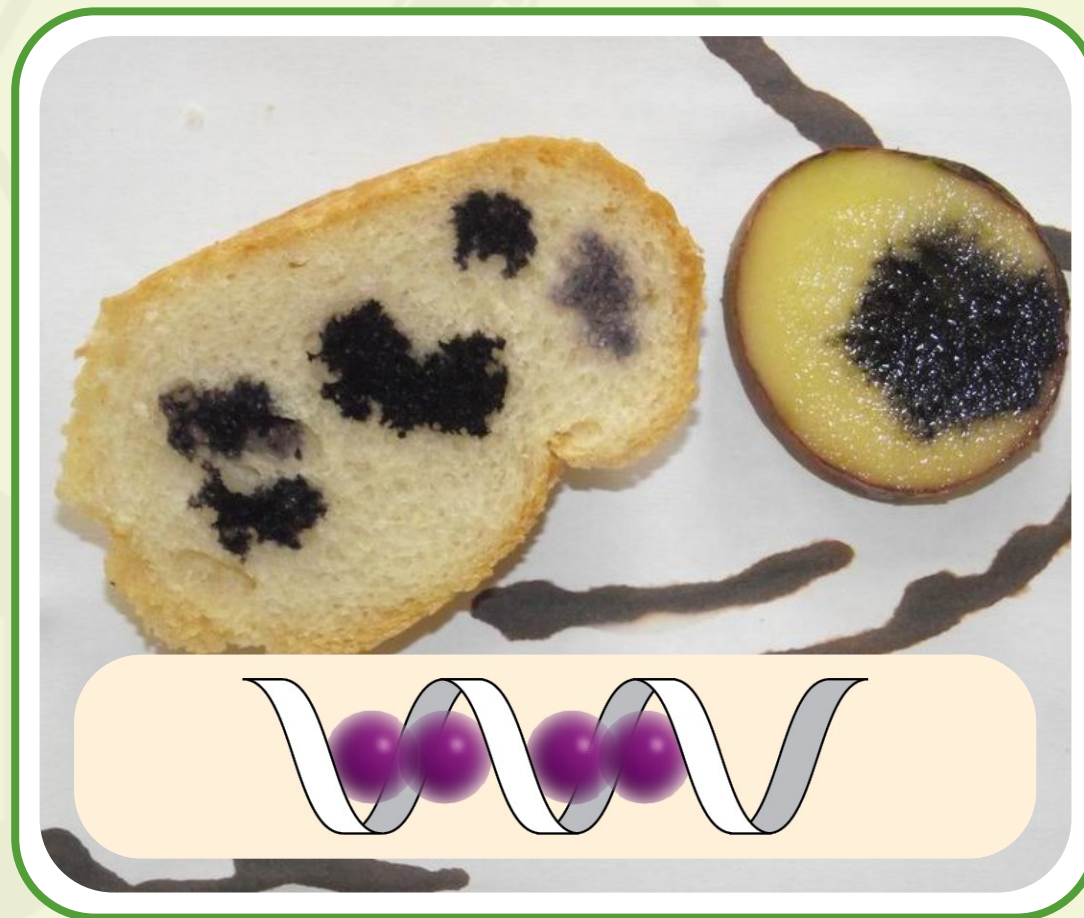


Fizikai tulajdonságok

- **Apoláros molekula**, így vízben rosszul oldódik
- A **kálium-jodid vizes oldatában** már nagymértékben **föloldható**, és **Lugol-oldatnak** nevezzük:



- A **Lugol-oldattal a keményítő kék színreakciót ad**, mert a jód molekulái adszorbálódnak a cukoregységekre, így az oldatban **fényelnyelés** jön létre



Fizikai tulajdonságok



VII.
A.

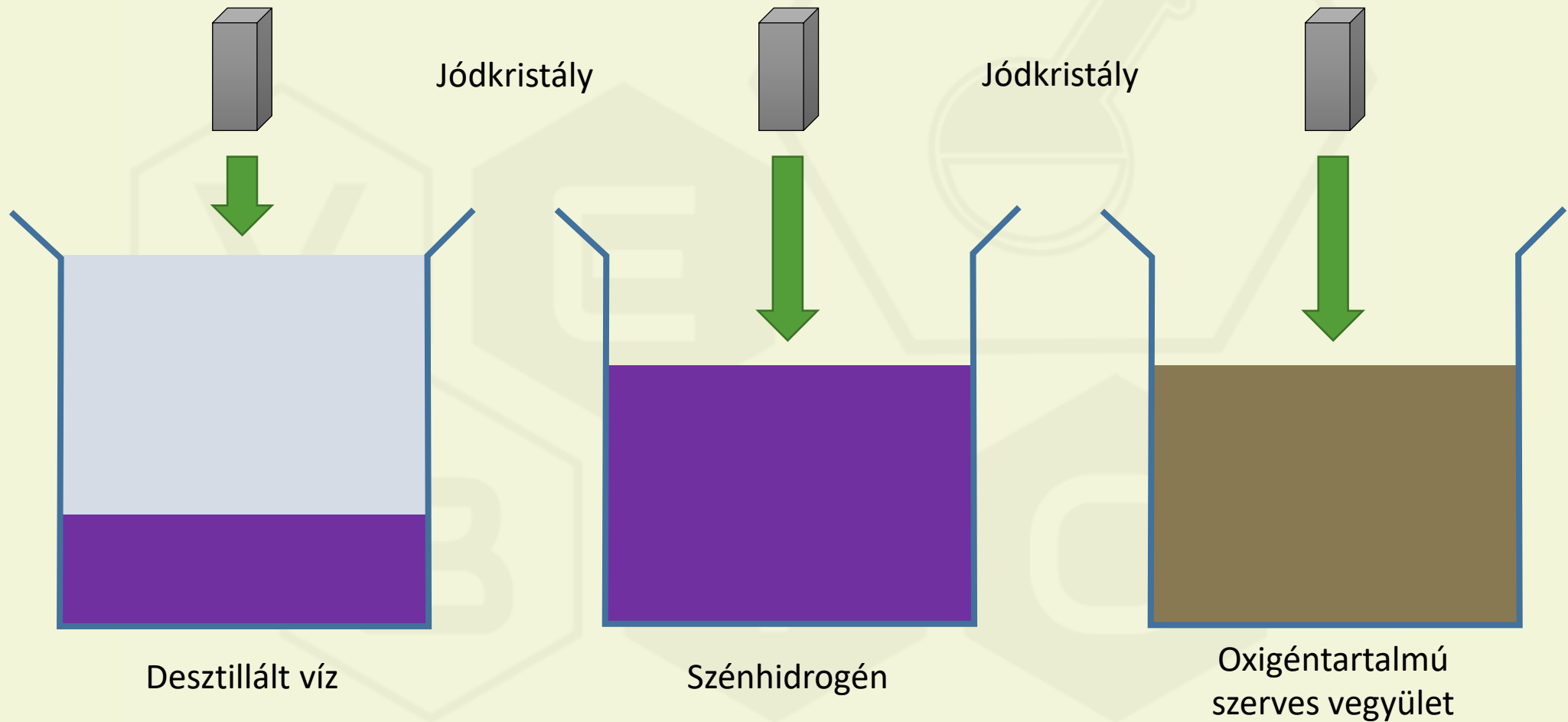
F

Cl

Br

I

At



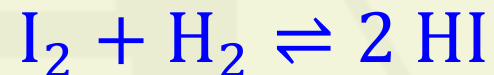
Kémiai tulajdonságok



- Reaktivitása a halogének közül a legkisebb

- Reakció hidrogénnel:

A brómhoz hasonlóan a reakció csak magas hőmérsékleten, részleges átalakulással megy végbe:



- Fémekkel jodidokká egyesül:



- A nemfémes elemek egy részével könnyen reagál:

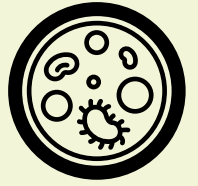


Előfordulás

- A többi halogénhez hasonlóan **elemi állapotban nincs** a természetben
- **Sói**, a jodidok kis mennyiségben jelen vannak a **talajban**, **tengerekben** (néhány alga, szivacs és korall vázában kumulálódik)



Biológiai szerep



VII.
A.

F

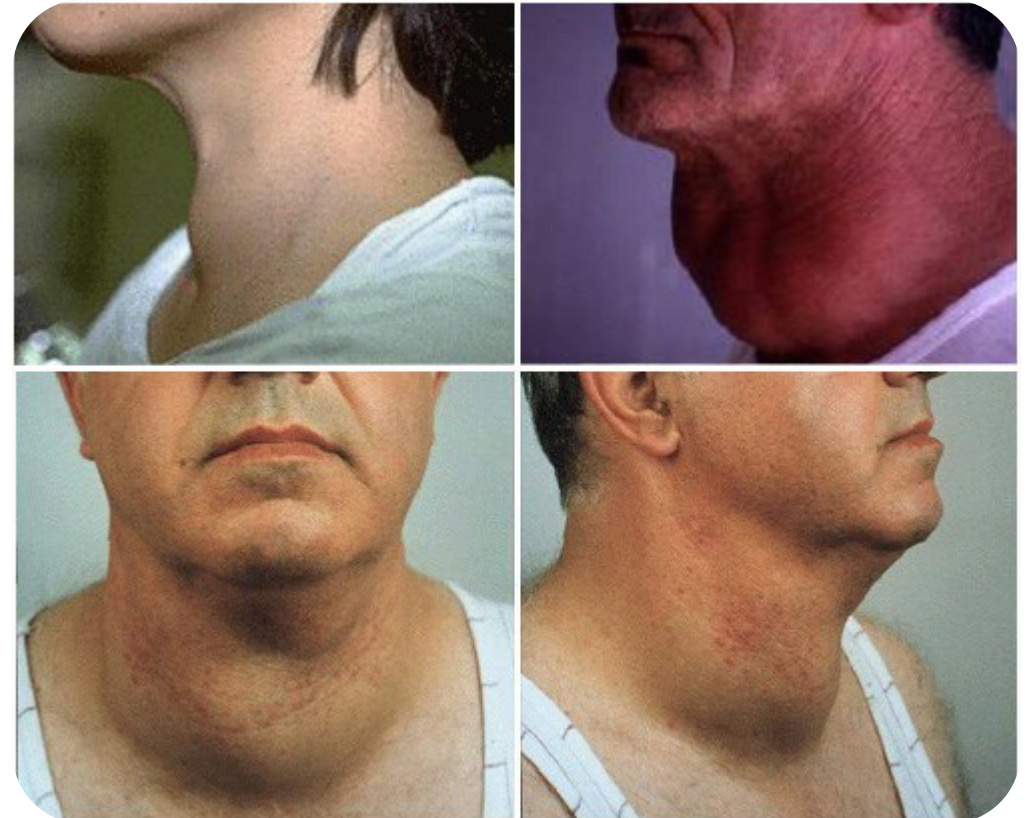
Cl

Br

I

At

- A pajzsmirigy hormonjai jódot tartalmaznak, a **túl kevés jódbevitel** elégtelen pajzsmirigyműködést, **golyvát, strúmát okoz**
- A jódbevitel pótlása a fejlett országokban a konyhasó jódozásával populációs szinten megoldottá vált



Biológiai szerep

VII.
A.

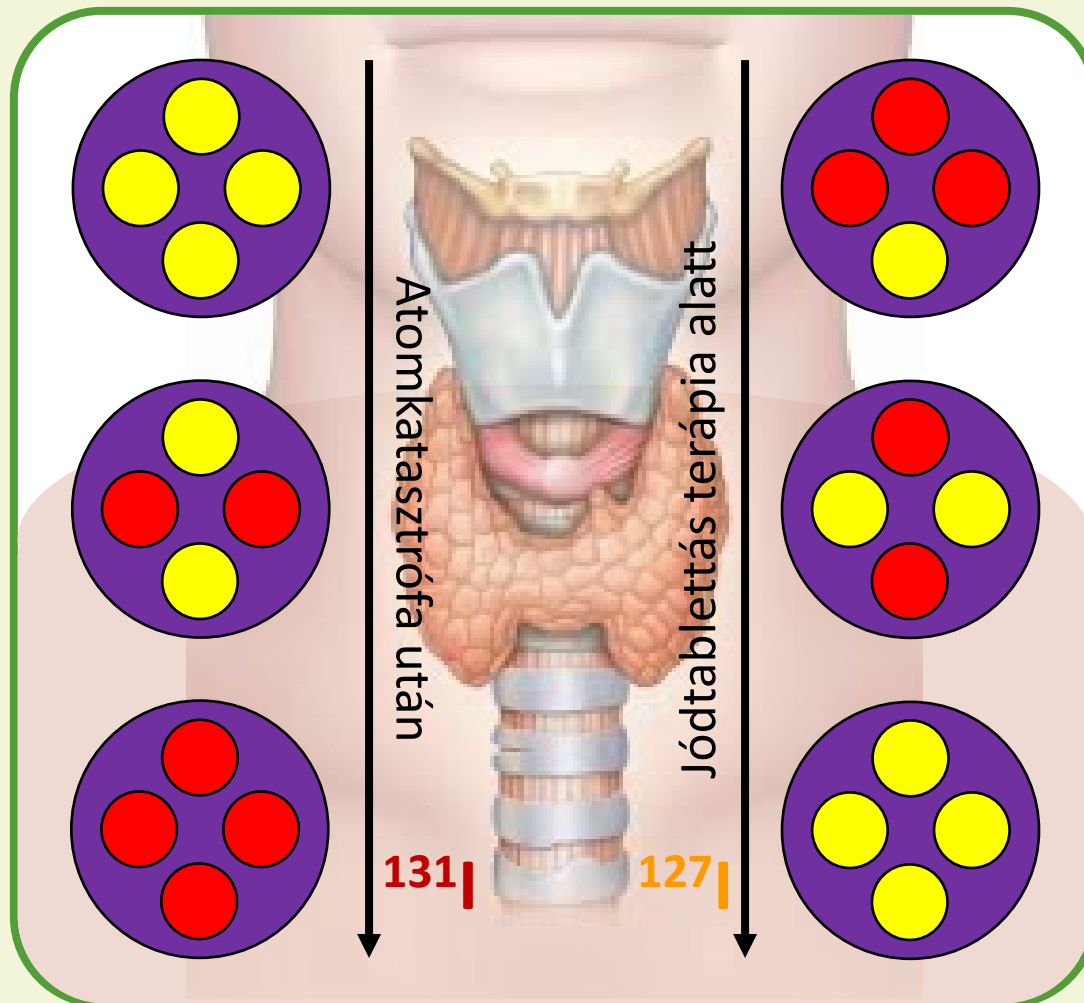
F

Cl

Br

I

At



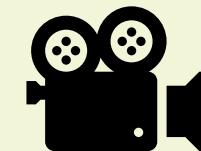
- Az atomerőművekben képződő radioaktív ^{131}I baleset esetén a környezetbe kerül
- Jódtabletták fogyasztásával elkerülhető a radioaktív jód felhalmozódása a pajzsmirigyben

Előállítás & felhasználás

- Jodidokból klórral való **oxidációval állítják elő**
- Laboratóriumban vegyszerként használják
- Festékek, gyógyszerek gyártásához is felhasználják
- Alkoholos oldatát, a **jódtinktúrát** sebfertőtlenítésre használják



Videófelvételek a kísérletekről



- <https://www.youtube.com/watch?v=vtWp45Eewtw>
- <https://www.youtube.com/watch?v=TLOFaWdPxBO>
- <https://www.youtube.com/watch?v=NN82GoBG98s>
- https://www.youtube.com/watch?v=0jtZ_fa12H8
- <https://www.youtube.com/watch?v=hpYhqlg1hs4>
- [https://www.mozaweb.hu/Extra-Video-Aluminium es brom reakcioja-147716](https://www.mozaweb.hu/Extra-Video-Aluminium_es_brom_reakcioja-147716)
- <https://www.youtube.com/watch?v=TkVszvqBOfQ>

The End

Köszönöm a figyelmet!

Felhasznált irodalom

Könyvek

Dr. Rózsahegyi Márta, Dr. Siposné Dr. Kedves Éva, Horváth Balázs: Kémia 11-12 – Mozaik Kiadó ISBN 978-963-697-638-5

Weboldalak

<http://webkvanti.chem.elte.hu/inorg/>

[https://humbug.blog.hu/2012/11/26/a fluoridos fogkrem mereg 452](https://humbug.blog.hu/2012/11/26/a_fluoridos_fogkrem_mereg_452)

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Br%C3%B3m>

<https://hu.wikipedia.org/wiki/J%C3%B3d>

<https://hu.pinterest.com/pin/85427724153623855/>

Budaörs, 2021. április 27.