

Halogeny

1 I A	2 II A
----------	-----------

Vodík 1 H 1,00794(7)	
-------------------------------	--

Lithium 3 Li 6,941(2)	Beryllium 4 Be 9,012182(3)
--------------------------------	-------------------------------------

Sodík 11 Na 22,989770(2)	Hořčík 12 Mg 24,3050(6)
-----------------------------------	----------------------------------

3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 I B	12 II B
------------	-----------	----------	-----------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	------------

Draslík 19 K 39,0983(1)	Vápník 20 Ca 40,078(4)
----------------------------------	---------------------------------

Rubidium 37 Rb 85,4678(3)	Stroncium 38 Sr 87,62(1)
------------------------------------	-----------------------------------

Cesium 55 Cs 132,90545(2)	Baryum 56 Ba 137,327(7)
------------------------------------	----------------------------------

Francium 87 Fr (223,0197)	Radium 88 Ra (226,0254)
------------------------------------	----------------------------------

Skandium 21 Sc 44,955910(8)	Titan 22 Ti 47,867(1)	Vanad 23 V 50,9415(1)	Chrom 24 Cr 51,9961(6)	Mangan 25 Mn 54,938049(9)	Železo 26 Fe 55,845(2)	Kobalt 27 Co 58,933200(9)	Nikl 28 Ni 58,6934(2)	Měď 29 Cu 63,546(3)	Zinek 30 Zn 65,39(2)
--------------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------------	-------------------------------

Yttrium 39 Y 88,90585(2)	Zirkonium 40 Zr 91,224(2)	Niob 41 Nb 92,90638(2)	Molybden 42 Mo 95,94(1)	Technecium 43 Tc (98,9063)	Ruthenium 44 Ru 101,07(2)	Rhodium 45 Rh 102,90550(2)	Palladium 46 Pd 106,42(1)	Stříbro 47 Ag 107,8682(2)	Kadmium 48 Cd 112,411(8)
-----------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

57-70 Lantha- noidy	Hafnium 72 Hf 178,49(2)	Tantal 73 Ta 180,9479(1)	Wolfram 74 W 183,84(1)	Rhenium 75 Re 186,207(1)	Osmium 76 Os 190,23(3)	Iridium 77 Ir 192,217(3)	Platina 78 Pt 195,078(2)	Zlato 79 Au 196,96655(2)	Rtuť 80 Hg 200,59(2)
---------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------

89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 Rf (261,110)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1186)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1306)	Melitnerium 109 Mt (266)	Ununnilium 110 Uun (269)	Ununium 111 Uuu (272)	Ununbium 112 Uub (277)
--------------------------	---	------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	---------------------------------

13 III A	14 IV A	15 V A	16 VI A	17 VII A	18 0
-------------	------------	-----------	------------	-------------	---------

				Fluor 9 F 18,9984032(2)	Helium 2 He 4,002602(2)
--	--	--	--	----------------------------------	----------------------------------

Bor 5 B 10,811(7)	Uhlík 6 C 12,0107(8)	Dusík 7 N 14,00674(7)	Kyslík 8 O 15,9994(3)	Neon 10 Ne 20,1797(6)
----------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Hliník 13 Al 26,981538(2)	Křemík 14 Si 28,0855(3)	Fosfor 15 P 30,973761(2)	Síra 16 S 32,066(6)	Chlor 17 Cl 35,4527(9)	Argon 18 Ar 39,948(1)
------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

Gallium 31 Ga 69,723(1)	Germanium 32 Ge 72,61(2)	Arsen 33 As 74,92160(2)	Selen 34 Se 78,96(3)	Brom 35 Br 79,904(1)	Krypton 36 Kr 83,80(1)
----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	---------------------------------

Indium 49 In 114,818(3)	Cín 50 Sn 118,710(7)	Antimon 51 Sb 121,760(1)	Tellur 52 Te 127,60(3)	Jod 53 I 126,90447(3)	Xenon 54 Xe 131,29(2)
----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Thallium 81 Tl 204,3833(2)	Olovo 82 Pb 207,2(1)	Bismut 83 Bi 208,98038(2)	Polonium 84 Po (208,9824)	Astat 85 At (209,9871)	Radon 86 Rn (222,0176)
-------------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

17. skupina – 7 valenčních elektronů

konfigurace $ns^2 np^5$

Prvek	X	I^1 [kJ mol ⁻¹]	ρ [g cm ⁻³]	$b. t.$ [°C]	$b. v.$ [°C]	r [pm]
F	4,0	1681	0,0017	-220	-188	57
Cl	3,2	1251	0,0032	-102	-34	102
Br	3,0	1140	3,1	-7	59	120
I	2,7	1008	4,9	114	184	139
At	2,2	890	-	302	337	150

Oxidační číslo

F: -1

Cl, Br, I: -1, +1, +2, +3, +4, +5, +6, +7

Obecné informace

- 100 % ^{19}F , 76 % ^{35}Cl a 24 % ^{37}Cl , 51 % ^{79}Br a 49 % ^{81}Br , 100 % ^{127}I , ^{210}At ($T_{1/2} = 8,1 \text{ h}$)

Obsah halogenů v zemské kůře v %

F	Cl	Br	I	At
0,054	0,013	0,00028	0,000046	stopy

Přírodní zdroje halogenů: fluoroapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, kryolit Na_3AlF_6 , fluorit CaF_2 , halit NaCl , NaBr (moře), NaIO_3 (v chilském ledku), **organicky vázaný I** v moři, přírodní rozpadové řady (At)

Tvoří **biatomické molekuly X_2** ve všech fázích

Známé **ionty interhalogenů** i **polyhalogenové ionty** těžších halogenů (Cl, Br, I) – zejména **jód**

F

- světle žlutohnědý plyn
- vazba F – F snadno disociuje, proto je F₂ velice reaktivní
- nejreaktivnější prvek, některé kovy (Cu, Ni) se na povrchu pasivují, některé ve F₂ hoří, často explozivní průběh reakce
- u N₂ a O₂ pomalá reakce
- reagující prvky převádí většinou do **max. oxidačního čísla**
- oxiduje elektronegativní složky většiny sloučenin



Cl

- žlutozelený plyn
- reaktivní, nereaguje s O₂ a N₂, řada prvků v Cl₂ hoří

Br

- hnědočervená kapalina
- méně reaktivní než Cl a F

I

- tmavě fialová krystalická látka
- málo rozpustný ve vodě (hodně v roztoku KI- vznik KI₃)
- více v organických rozpouštědlech

At

- vysoce radioaktivní pevná látka (nemá stabilní izotopy)
- v přírodě vzniká reakcí: $^{209}\text{Bi} + \alpha \longrightarrow ^{211}\text{At} \quad (7,5 \text{ h})$

Výroba a použití

F

- průmyslově elektrolýzou KHF_2 ($\text{KF} \cdot x\text{HF}$, $n = 1-3$)



- **použití:** k přípravě UF_4 , UF_6 , SF_6 , C_2F_4 , teflon ... (obecně jako fluorační činidlo)

Cl

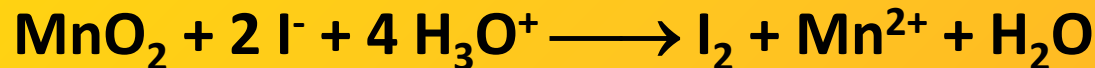
- elektrolýza roztoku **NaCl**
- v laboratoři:



- **použití:** chlorační činidlo, bělení a úprava vody, (bojový plyn)

Br, I

- oxidace bromidů a jodidů (pomocí Cl_2 , MnO_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ apod.)



- Br_2 - jako bromační činidlo a především ve sloučeninách
- I_2 - desinfekce, katalyzátor, radioaktivní tracer

Sloučeniny halogenů

Halogenvodíky

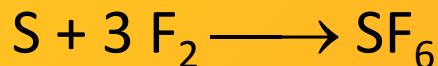
- bezbarvé, ostře páchnoucí, snadno zkapalnitelné plyny
- polarita a pevnost vazeb **klesá** od HF k HI (roste nestabilita – uvol. X_2)
- **HF** (ostatní ne) – **vodíkové můstky** (asociace ve všech skupenstvích), rozpouštědlo
- síla halogenvodíkových kyselin **roste** od HF k HI (**HF slabá** – tvorba iontových párů $[(\text{H}_3\text{O})^+\text{F}^-]$, **ostatní silné**)

- příprava:



Halogenidy

- binární sloučeniny s elektropozitivnějšími prvky
- fluoridy se odlišují (strukturou, charakterem vazby)
- různé vlastnosti – iontové, polymerní, molekulové – podíl **kovalence roste** s rostoucím poměrem **náboj: iontový poloměr**
- „*pseudohalogenidy*“ – polyatomické anionty chováním blízké halogenidům (CN^- , SCN^- , N_3^-)
- různé metody přípravy:



OF₂ – difluorid kyslíku a **O₂F₂** – difluorid dikyslíku

HOF – kyselina fluorná (jediná oxokyselina F)

Oxidy

Chlor

- oxidy chloru jsou nestálé, **endotermické** a explozivní
- nelze připravit z prvků
- **Cl₂O** – anhydrid kys. chlorné, silné oxidovadlo, výroba chlornanů
- **ClO₂** - silné oxidovadlo, nedimerující radikál, **úprava vody**, bělení
- **Cl₂O₆** (ClO₃) – v krystalech jako chloristan chlorylu ClO₂⁺ClO₄⁻
- **Cl₂O₇** – anhydrid kyseliny chloristé, **nejstálejší**
- (Cl₂O₃ a Cl₂O₄)

Brom

- Br₂O a BrO₂

Jod

- zejména I₂O₅ - jediný exotermický oxid halogenů, **anhydrid HIO₃**

Oxokyseliny

- síla jednosytných kyselin roste se zvyšujícím se oxidačním číslem
- síla oxokyselin klesá se vzrůstajícím protonovým číslem halogenu
- volné kyseliny: HClO_4 , HIO_3 , HIO_4 , H_5IO_6

HClO - kyselina chlorná, slabá kyselina

- **silné oxidační činidlo** (i její soli): $\text{HClO} + \text{HCl} \longrightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- „chlorová voda“ – zavedení Cl_2 (stejně Br_2 – rovnováha vlevo) do vody:



- **použití:** bělicí a dezinfekční prostředky (Savo)
- podobně i HBrO a HIO (síla kyselin klesá k HIO)

HClO₂ – kyselina chloritá

- **nejméně stálá**, jen ve zředěných roztocích (obdobně $\text{HBrO}_2/\text{HIO}_2$ - nestálejší)
- **silnější kyselina** i **silnější oxidovadlo** než HClO :



- chloritany těžkých kovů jsou explozivní

Oxokyseliny

HClO₃ - kyselina chlorečná

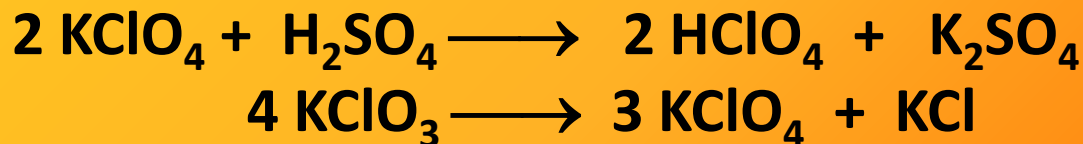
- silné oxidační činidlo (ale slabší než HClO/HClO₂) i silná kyselina



- podobně i HBrO₃ a **HIO₃** (nejstálejší oxokyselina jodu)

HClO₄ – kyselina chloristá

- **nejstálejší** a **nejsilnější** oxokyselina chloru
- bezbarvá, olejovitá kapalina; monohydrát H₃O⁺ClO₄⁻ je krystalický
- jedna z nejsilnějších anorganických kyselin (pK_a = -11)
- silné, ale ne příliš razantní, oxidovadlo
- chloristany – většinou rozpustné ve vodě (méně alkalických kovů a NH₄⁺)
- stálejší než chlorečnany

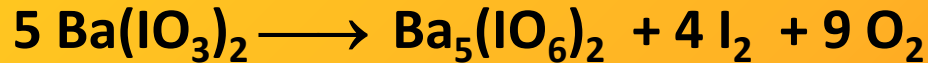


Oxokyseliny

HBrO₄ – silně nestálá i v roztoku, i soli méně stálé než bromičnany

Kyseliny jodisté

- HIO₄, H₅IO₆, H₃IO₅ - pouze soli
- jodistany – čtyři řady, složitý systém – deprotonizace, dehydratace, agregace
- **H₅IO₆** – silné oxidační činidlo, spíše slabá kyselina (moc -OH skupin)



- **HIO₄** – příprava vakuovou dehydratací H₅IO₆ (neběží až na I₂O₇ - rozklad)
- v roztoku opět přechází na H₄IO₆⁻



Interhalogenové sloučeniny a ionty

- XY_n (X – těžší halogen, $n = 1-7$)
 - diamagnetické, tvořené vždy sudým počtem halogenů
 - vlastnosti – „průměrem“ jednotlivých atomů
 - vysoce **reaktivní** (ClF_3 jedna z nejreaktivnějších látek, speciální aparatury (vyjma IF_5))
 - Lewisovské amfolyty (XY , XY_3)
 - při stejné stechiometrii **klesá reaktivita s rostoucím Z** těžšího halogenu ($\text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$)
a pro daný halogen X **klesá reaktivita** v řadě $\text{XF}_5 > \text{XF}_3 > \text{XF}$



- XY a XY_3 (ClF_3 , BrF_3 , IF_3 a I_2Cl_6), těžší jen ClF_5 , BrF_5 , IF_5 a IF_7 (pentagonální bipyramida)

Polyhalogenové ionty

- **anionty** – zejména jód: I_3^- (nejstálější), I_5^- , I_7^- , I_9^- , I_8^{2-} , I_{16}^{4-}
 - dále např.: Br_2Cl^- , Br_3^- , Cl_3^- , ICl_2^- , ClF_2^-
- **kationty** XY_{2n}^+ - např. ClF_2^+ , ICl_2^+ , I_2Br^+ , BrF_4^+ , ClF_6^+
- **halogenové kationty**: X_2^+ , Br^+ , Br_3^+ , Br_5^+ , I_2^+ , I_3^+ , I_4^{2+} , I_5^+