

# Halogeny

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

Vodík 1 <b>H</b> 1,00794(7)	
--------------------------------------	--

Lithium 3 <b>Li</b> 6,941(2)	Beryllium 4 <b>Be</b> 9,012182(3)
---------------------------------------	--

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

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

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

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

Francium 87 <b>Fr</b> (223,0197)	Radium 88 <b>Ra</b> (226,0254)
---	---

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
------------	-----------	----------	-----------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	------------

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

Yttrium 39 <b>Y</b> 88,90685(2)	Zirkonium 40 <b>Zr</b> 91,224(2)	Niob 41 <b>Nb</b> 92,90638(2)	Molybden 42 <b>Mo</b> 95,94(1)	Technecium 43 <b>Tc</b> (98,9063)	Ruthenium 44 <b>Ru</b> 101,07(2)	Rhodium 45 <b>Rh</b> 102,90550(2)	Palladium 46 <b>Pd</b> 106,42(1)	Stříbro 47 <b>Ag</b> 107,8682(2)	Kadmium 48 <b>Cd</b> 112,411(8)
--	---	--	---	--	---	--	---	---	--

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

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

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

				Helium 2 <b>He</b> 4,002602(2)
--	--	--	--	---

Bor 5 <b>B</b> 10,811(7)	Uhlík 6 <b>C</b> 12,0107(8)	Dusík 7 <b>N</b> 14,00674(7)	Kyslík 8 <b>O</b> 15,9994(3)	Fluor 9 <b>F</b> 18,9984032(4)	Neon 10 <b>Ne</b> 20,1797(6)
-----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---	---------------------------------------

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

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

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

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

17. skupina – 7 valenčních elektronů

konfigurace  $ns^2 np^5$

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

Oxidační číslo

F: -1

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

## Obecné informace

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

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  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , fluorit  $\text{CaF}_2$ , halit  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaBr}$  (moře),  $\text{NaIO}_3$  (v chilském ledku), **organicky vázaný I** v moři, přírodní rozpadové řady (At)

Tvoří biatomické molekuly  $\text{X}_2$  ve všech fázích

Známé i **polykationty** těžších halogenů (Cl, Br, I) – zejména jód

## F

- světle žlutohnědý plyn
- vazba F – F snadno disociuje, proto je F<sub>2</sub> velice reaktivní
- nejreaktivnější prvek, některé kovy (Cu, Ni) se na povrchu pasivují, některé ve F<sub>2</sub> hoří, často explozivní průběh reakce
- u N<sub>2</sub> a O<sub>2</sub> pomalá reakce
- reagující prvky převádí většinou do max. oxidačního čísla
- oxiduje elektronegativní složky většiny sloučenin



## Cl

- žlutozelený plyn
- reaktivní, nereaguje s O<sub>2</sub> a N<sub>2</sub>, řada prvků v Cl<sub>2</sub> hoří

## Br

- hnědočervená kapalina
- méně reaktivní než Cl a F

## I

- tmavě fialová krystalická látka
- málo rozpustný ve vodě (hodně v roztoku KI- vznik  $KI_3$ )
- více v organických rozpouštědlech

## At

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

# Výroba a použití

## F

- průmyslově elektrolýzou  $\text{KHF}_2$  ( $\text{HF} \cdot n \text{KF}$ ,  $n = 1-3$ )



- používá se k přípravě  $\text{UF}_6$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{C}_2\text{F}_4$ , teflon ... (obecně jako fluorační činidlo)

## Cl

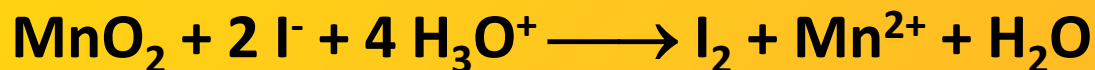
- elektrolýza roztoku **NaCl**
- v laboratoři:



- používá se jako chlorační činidlo, bělení a úprava vody, (bojový plyn)

## Br, I

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



- Br se používá jako bromiční činidlo a především ve sloučeninách
- $\text{I}_2$  - desinfekce, katalyzátor, radioaktivní tracer

## Sloučeniny halogenů

### Halogenvodíky

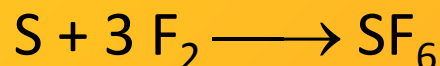
- bezbarvé, ostře páchnoucí, snadno zkapalnitelné plyny
- polarita a pevnost vazeb **klesá** od HF k HI (roste nestabilita – uvol.  $\text{X}_2$ )
- HF (ostatní ne) – **vodíkové můstky** (asociace ve všech skupenstvích), rozpouštědlo
- síla halogenvodíkových kyselin **roste** od HF k HI (HF slabá, ostatní silné)

- příprava:



## Halogenidy

- binární sloučeniny s elektropozitivnějšími prvky
- fluoridy se odlišují (strukturou, charakterem vazby)
- různé vlastnosti – iontové, polymerní, molekulové
- „*pseudohalogenidy*“ – polyatomické anionty chováním blízké halogenidům ( $\text{CN}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{N}_3^-$ )
- různé metody přípravy:



**Interhalogeny a jejich ionty (kationty i anionty) –  $\text{XY}$ ,  $\text{XY}_3$ ,  $\text{XY}_5$  a  $\text{XY}_7$**



$\text{OF}_2$  – difluorid kyslíku a  $\text{O}_2\text{F}_2$  – difluorid dikyslíku

$\text{HOF}$  – kyselina fluorná

## Oxidy

### Chlor

- oxidy chloru jsou nestálé, endotermické a explozivní,
- nelze připravit z prvků
- $\text{Cl}_2\text{O}$  – anhydrid kys. chlorné, silné oxidovadlo, výroba chlornanů
- $\text{ClO}_2$  - silné oxidovadlo, nedimerující radikál, úprava vody, bělení
- $\text{Cl}_2\text{O}_6$  ( $\text{ClO}_3$ ) – v krystalech jako chloristan chlorylu  $\text{ClO}_2^+\text{ClO}_4^-$
- $\text{Cl}_2\text{O}_7$  – anhydrid kyseliny chloristé, **nejstálejší**
- ( $\text{Cl}_2\text{O}_3$  a  $\text{Cl}_2\text{O}_4$ )

### Brom

- $\text{Br}_2\text{O}$  a  $\text{BrO}_2$

### Jod

- zejména  $\text{I}_2\text{O}_5$  - jediný exotermický oxid halogenů

# Oxokyseliny

## HClO - kyselina chlorná

- silné oxidační činidlo stejně jako její soli, slabá kyselina
- „chlorová voda“ – zavedení Cl<sub>2</sub> do vody:



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

## HClO<sub>2</sub> – kyselina chloritá

- nejméně stálá, jen ve zředěných roztocích (obdobně HBrO<sub>2</sub>/HIO<sub>2</sub>)
- silnější kyselina i silnější oxidovadlo než kyselina chlorná



- chloritany těžkých kovů jsou explozivní

# Oxokyseliny

HClO<sub>3</sub> - kyselina chlorečná

- silné oxidační činidlo (ale slabší než HClO/HClO<sub>2</sub>) i silná kyselina



- podobně i HBrO<sub>3</sub> a HIO<sub>3</sub> (nejstálejší oxokyselina jodu)

HClO<sub>4</sub> – kyselina chloristá

- **nejstálejší** a **nejsilnější** oxokyselina chloru
- jedna z nejsilnějších anorganických kyselin (pK<sub>a</sub> = -11)
- chloristany – většinou rozpustné ve vodě (méně alkalických kovů a NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

Kyseliny jodisté

- HIO<sub>4</sub>, H<sub>5</sub>IO<sub>6</sub>, H<sub>3</sub>IO<sub>5</sub> (pouze soli)
- Jodistany – čtyři řady, složitý systém – deprotonizace, dehydratace, agregace