

Průvodka

Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0802
Název projektu	Zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Číslo a název šablony klíčové aktivity	III/2 – Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Příjemce podpory	Gymnázium, Jevíčko, A. K. Vitáka 452

Název DUMu	Halogeny
Název dokumentu	VY_32_INOVACE_18_18
Pořadí DUMu v sadě	18
Vedoucí skupiny/sady	Mgr. Věra Grimmerová
Datum vytvoření	7. 4. 2013
Jméno autora	Mgr. Věra Grimmerová
E-mail autora	grimmerova@gymjev.cz
Ročník studia	1.
Předmět nebo tematická oblast	Chemie
Výstižný popis způsobu využití materiálu ve výuce	Materiál obsahuje prezentaci, která je využitelná ve výuce chemie v 1. ročníku gymnázia. Inovace: mezipředmětové vztahy s biologií, fyzikou využití ICT, mediální techniky



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

reg. č.: **CZ.1.07/1.5.00/34.0802**



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

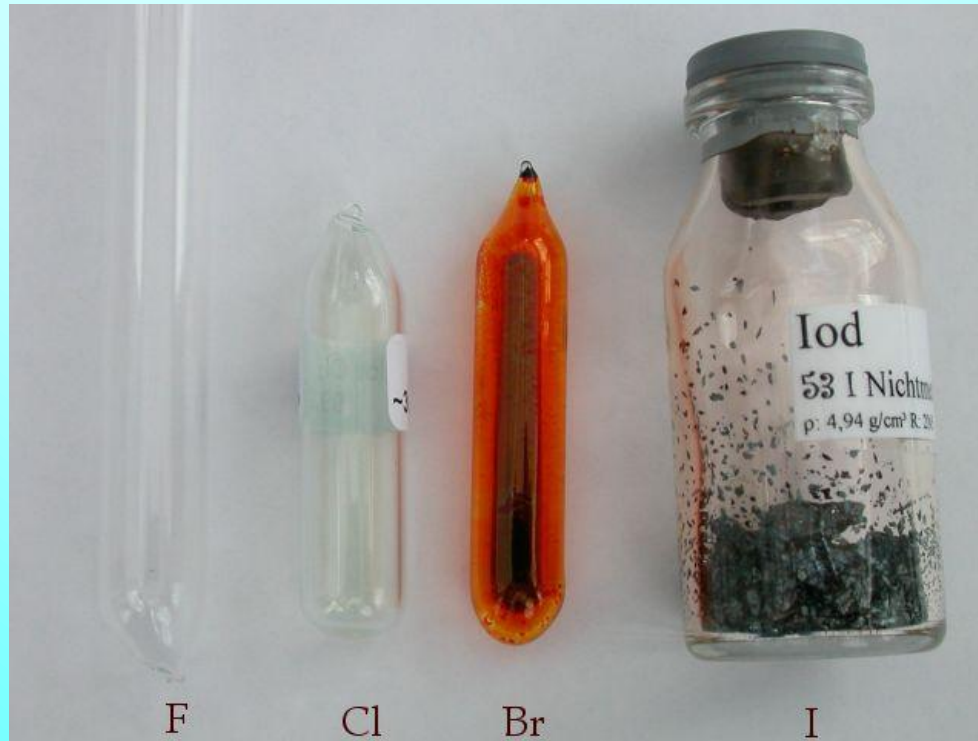


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Halogeny (p⁵ prvky)

F- fluor, Cl – chlor, Br – brom, I – jod



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Autor: Tomihahndorf, licence Creative Commons
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Halogene.jpg>, licence CC

Charakteristika:

- **solitvorné prvky**
(hals = sůl, gennao = tvořím)
- el. konfigurace valenční vrstvy: **$ns^2 np^5$**
(7 valenčních elektronů)
- za normálních podmínek tvoří **dvouatomové molekuly** F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2



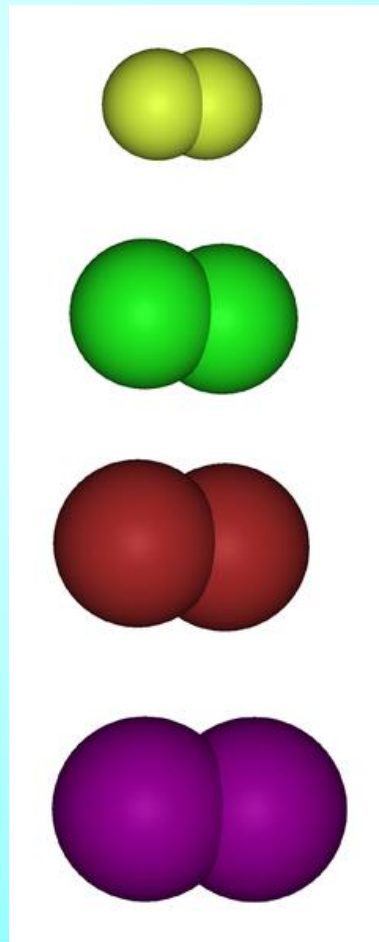
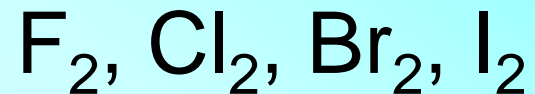
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Porovnání velikosti molekul



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

- **velmi reaktivní**, se zvyšujícím se protonovým číslem reaktivita klesá (F>Cl>Br>I)

- velké hodnoty elektronové afinity

→ **snadno tvoří anionty:**



- rozpustné v nepolárních rozpouštědlech



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Výskyt:

- fluorit (kazivec) CaF_2
- apatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 (\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$
- kryolit Na_3AlF_6
- halit (sůl kamenná) NaCl
- sylvín KCl
- mořská a minerální voda

Krystaly fluoritu



Autor: Ryan Salsbury, licence
Creative Commons
[http://commons.wikimedia.org/wiki/
File:Fluorite_crystals_270x444.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fluorite_crystals_270x444.jpg),
licence CC



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Krystal fluoritu



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:USDA_Mineral_Flourite_93c3962.jpg, licence PD

Krystaly apatitu



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apatite_crystal_s.jpg, licence PD

Krystal kryolitu



Autor: Didier Descouens, licence Creative Commons
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:816-_lvigtut_-_cryolite.jpg, licence CC

Krystaly halitu

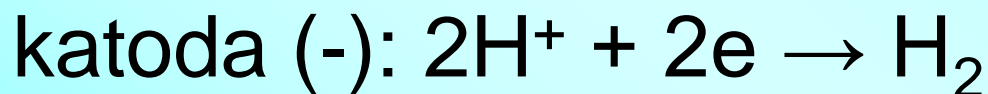


Autor: W.J.Pilsak, licence Creative Commons
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Halit-Kristalle.jpg>, licence CC

Příprava:

Fluor:

- elektrolýzou směsi KF a HF:



Katodový a anodový prostor musí být oddělen diafragmou, aby nedošlo k explozivní reakci vzniklých látek!



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

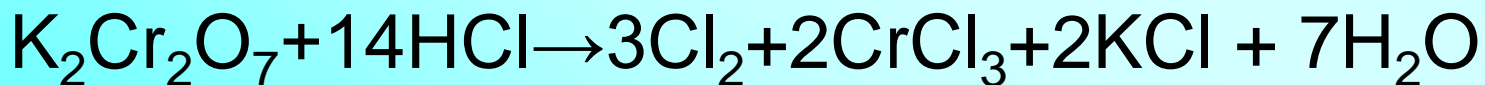
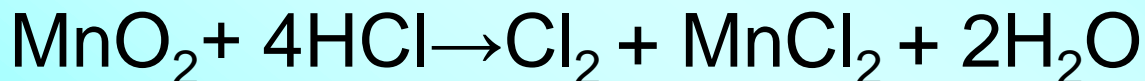


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Chlor:

- **oxidací chlorovodíku** vhodnými oxidačními činidly:



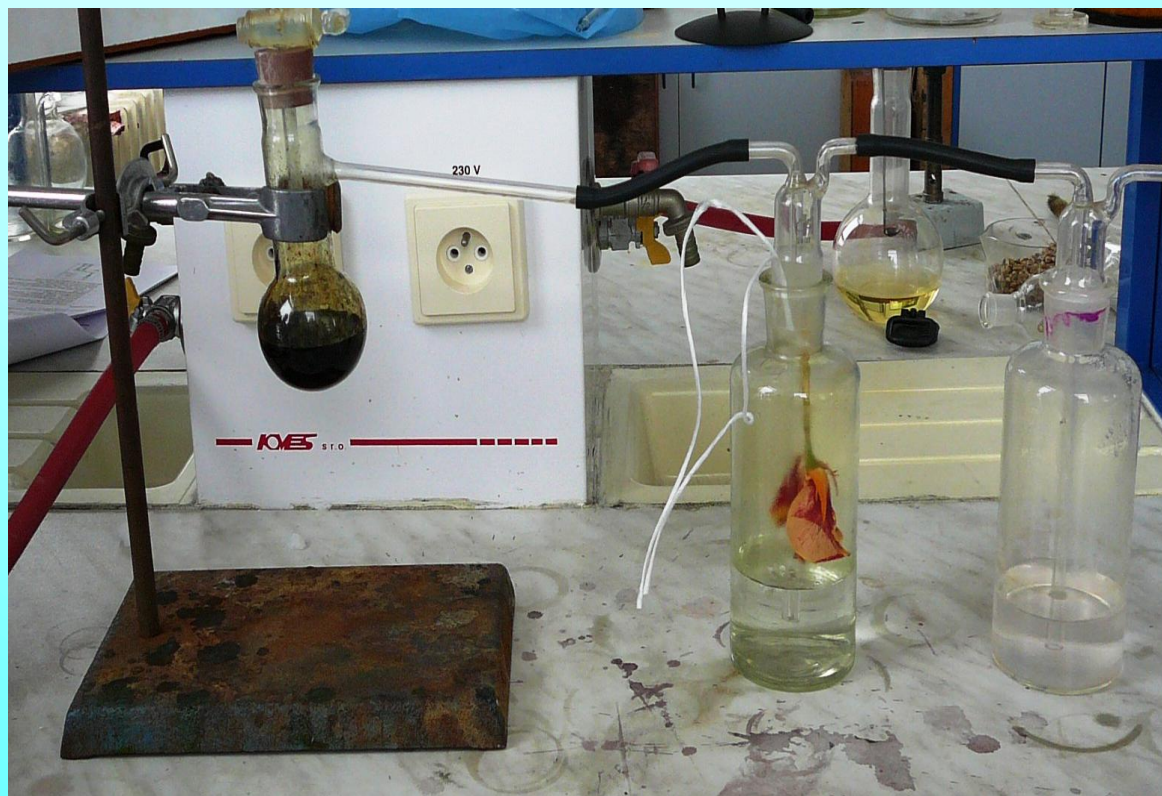
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Aparatura pro přípravu chloru



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Průmyslová výroba

- nejvýznamnější je výroba chlóru elektrolýzou solanky (tj. vodného roztoku NaCl):

1) diafragmový způsob

- ve vodném roztoku NaCl jsou obsaženy ionty: Na^+ , Cl^- , H^+ a OH^-

Anoda (grafitová): $2\text{Cl}^- - 2e \rightarrow \text{Cl}_2$

Katoda (železná): $2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2$



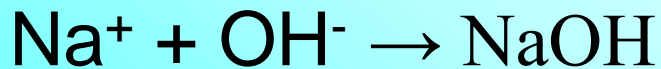
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

- na grafitové anodě dochází k vylučování chloru
- v katodovém prostoru se tvoří na železné katodě vodík
- sodné ionty se slučují s hydroxidovými anionty za vzniku **hydroxidu sodného**:



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

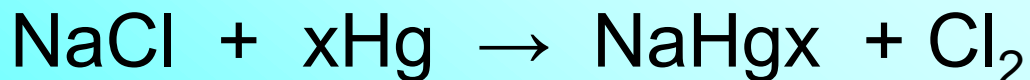


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

2) amalgámový způsob:

- nasycený roztok NaCl protéká v elektrolyzáru s grafitovými elektrodami po vrstvě rtuti
- vzniká plynný chlor a amalgám sodíku NaHg_x, který se rozkládá vodou za vzniku NaOH a H₂



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Vlastnosti a použití:



- zelenožlutý plyn
- jedovatý
- velmi reaktivní, reaguje s většinou nekovů i kovů, rozkládá se i vodou:
$$2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$$
- vázaný v kostech a zubech



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Cl₂

- žlutozelený plyn
- jedovatý
- velmi reaktivní
- bělicí a dezinfekční účinky
- zneužit jako bojová chemická látka (už v 1.světové válce)



<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chlorinegas.jpg>, licence PD



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Bělící účinky chloru



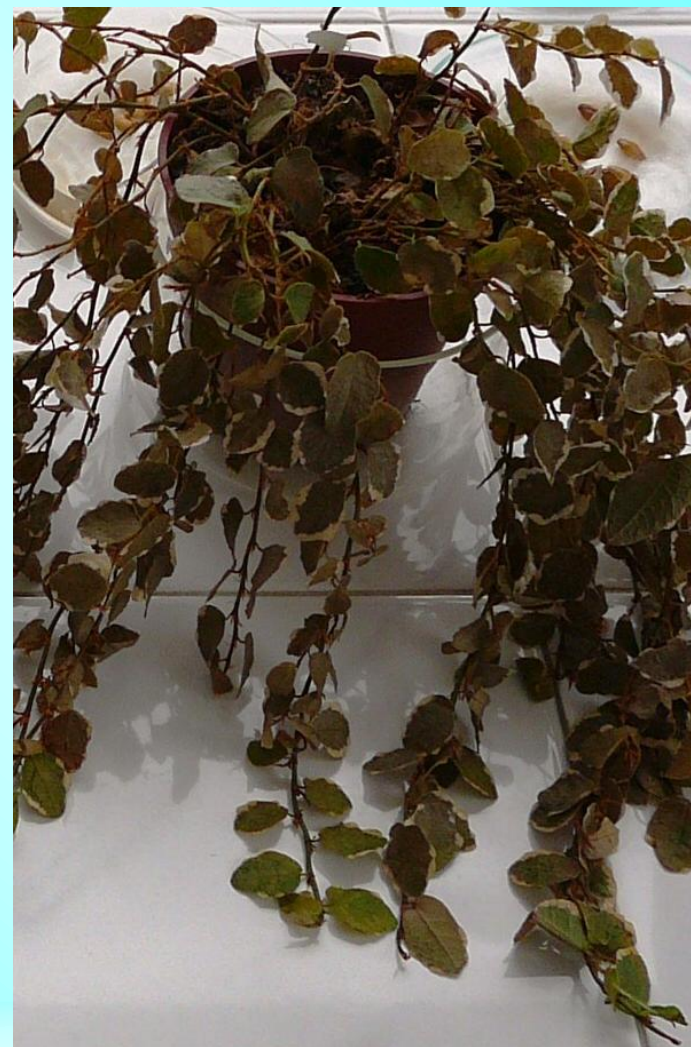
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

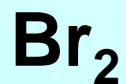
Vliv chlorové vody na rostlinu



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



- červenohnědá kapalina
- dráždivá, jedovatá
- výroba barviv



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



Autor: Alchemist-hp, licence Creative Commons
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bromine_vial_in_acrylic_cube.jpg?uselang=cs, licence CC



- šedočerná, pevná, krystalická látka
- sublimuje (fialové páry)
- rozpustná v ethanolu (jodová tinktura – dezinfekce ran)
- výroba barviv
- vázaný v hormonech štítné žlázy (biogenní prvek)



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:lodin_e-sample.jpg?uselang=cs, licence PD



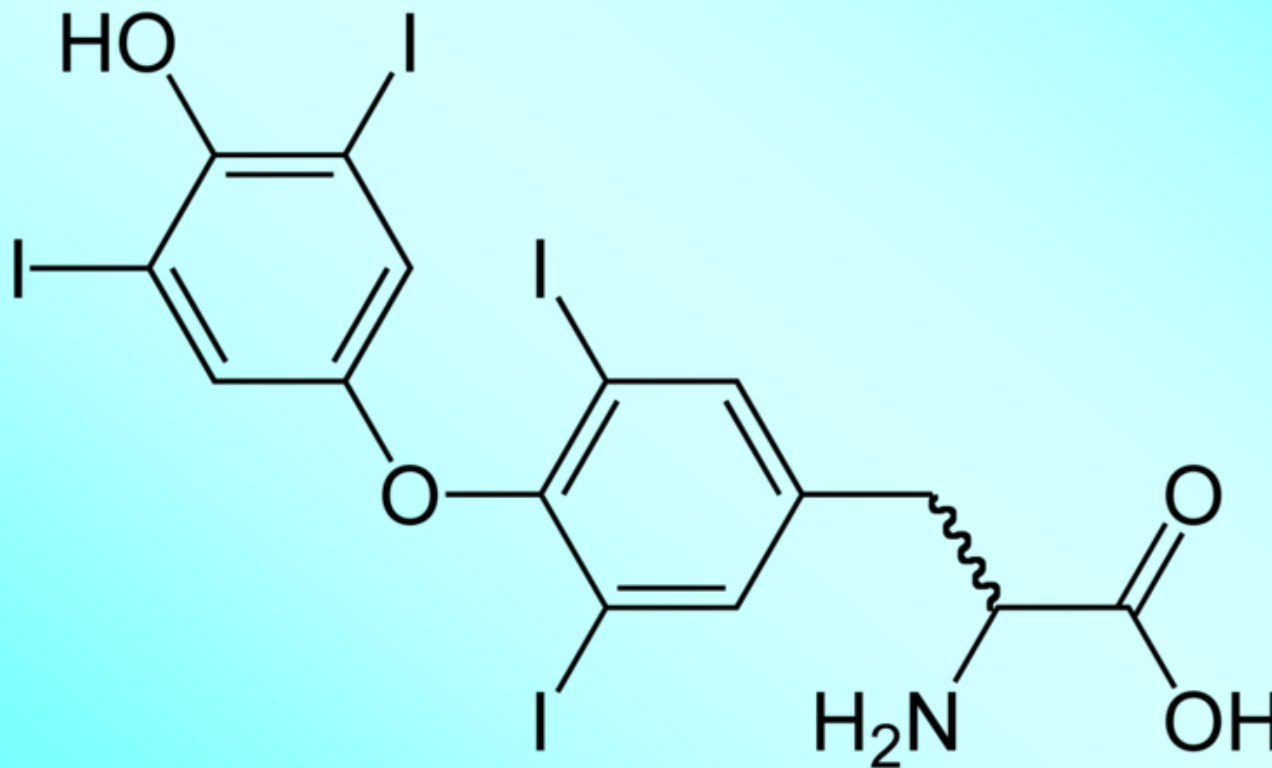
Autor: Crokis, licence Creative Commons
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:lod.jpg?uselang=cs>, licence CC



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Struktura hormonu tyroxinu vylučovaného štítnou žlázou:



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thyroxine-2D-skeletal.png>, licence PD

SLOUČENINY HALOGENŮ

1. Halogenovodíky HX (X = F, Cl, Br, I)

- bezbarvé, ostře páchnoucí plyny
- mají vyšší teploty tání, protože tvoří vodíkové můstky
- **připravují se:**
 - a) přímou syntézou z prvků:
$$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$$
 - b) reakcí halogenidu se silnou kyselinou
$$\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{HF}$$



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

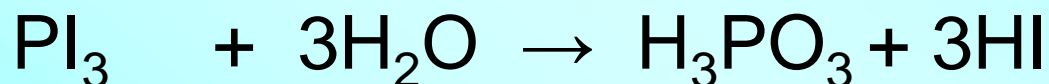
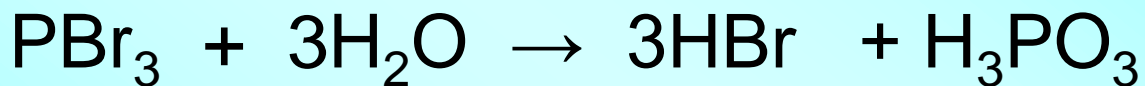


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

c) HBr a HI se připravují hydrolýzou

PX_3 :



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

- rozpouštějí se ve vodě za vzniku halogenovodíkových kyselin:

Kyselina fluorovodíková HF

- slabá kyselina
- leptá sklo: $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- velmi jedovatá
- způsobuje bílé, velmi bolestivé popáleniny



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

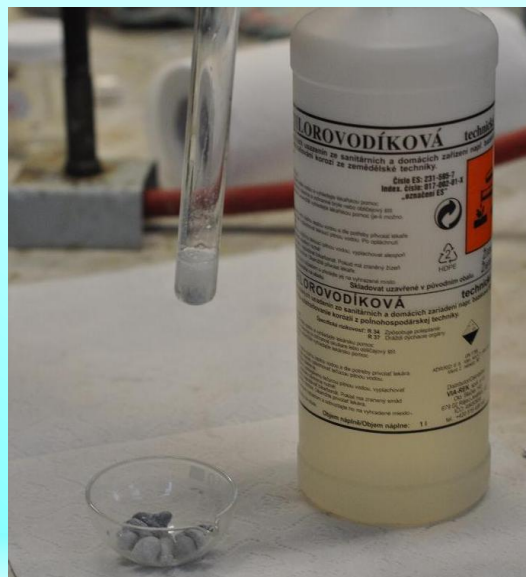
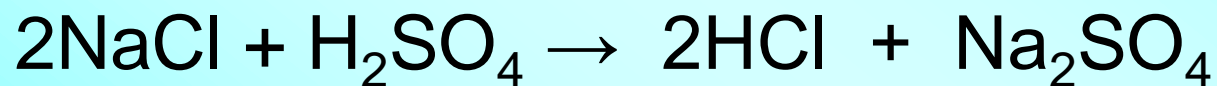


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Kyselina chlorovodíková (solná) HCl

- silná kyselina
- vyrábí se ze soli NaCl (odtud starší název):



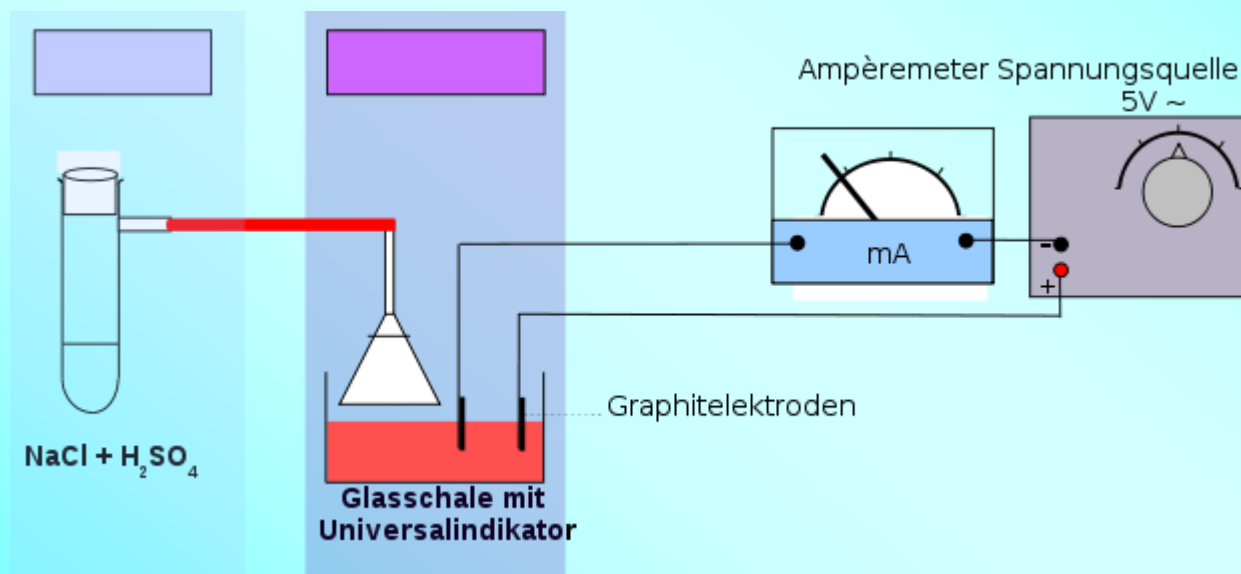
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Schéma vzniku HCl



Autor: H. Hoffmeister, licence Creative Commons

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Versuchsaufbau-Darstellung-HCl.svg?uselang=cs>, licence **CC**



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

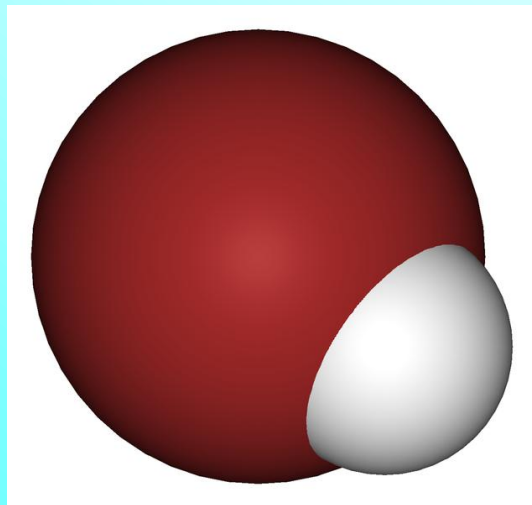


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

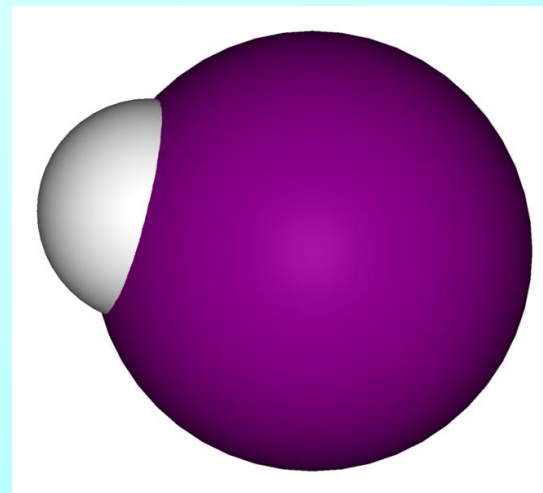
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Kyselina bromovodíková HBr a kyselina jodovodíková HI:

- silné kyseliny
- podléhají oxidaci vzdušným kyslíkem → vzniká Br_2 (I_2) → jejich roztoky časem tmavnou



<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Hydrogen-bromide-3D-vdW.png>, licence PD



<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydrogen-iodide-3D-vdW.png?uselang=cs>, licence PD



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

2. Halogenidy X⁻

- soli halogenvodíkových kyselin, obsahují halogenvodíkové anionty F⁻, Cl⁻, Br⁻, I⁻
- **význam:** hnojiva, projímadla, výroba dalších chemických látek

Chlorid draselný KCl – výroba hnojiv



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chlorid_draseln%C3%BD.JPG, licence PD

Autor: André Karwath, licence Creative Commons
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sylvin_\(aka\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sylvin_(aka).jpg),
licence CC



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

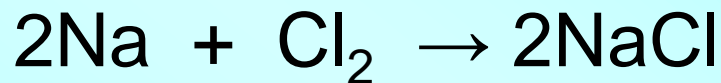


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

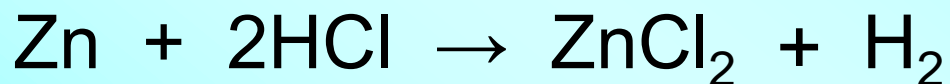
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Příprava:

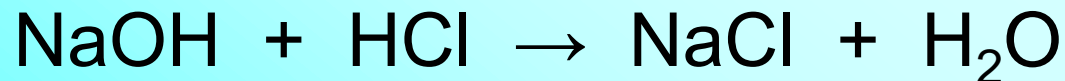
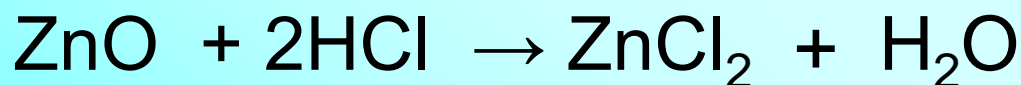
- **přímou syntézou z prvků:**



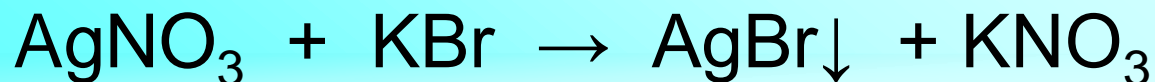
- **rozpuštěním kovů
v halogenvodíkových kyselinách:**



- **reakcí oxidů, hydroxidů a uhličitánů
s HX:**



- **srážením solí:**



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

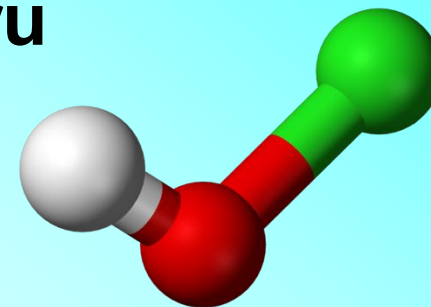


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

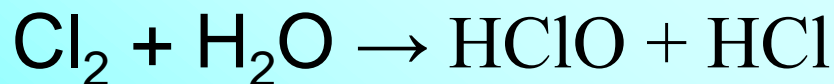
3. Kyslíkaté kyseliny chloru

Kyselina chlorná HClO

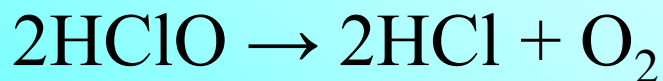


<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hypochlorous-acid-3D-balls.png?uselang=cs>,
licence PD

- nestálá slabá kyselina
- má silné oxidační účinky
- vzniká zaváděním chloru do vody:



- rozkládá se reakcí:



- vzniklý kyslík ničí ve vodě choroboplodné zárodky, proto se výše uvedená reakce používá ke sterilizaci pitné vody



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Směs chlornanu vápenatého $\text{Ca}(\text{ClO})_2$
a chloridu vápenatého CaCl_2 se nazývá
chlorové vápno.

Vzniká zaváděním chloru do roztoku
hydroxidu vápenatého a používá se rovněž
jako bělicí a dezinfekční prostředek.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Kyselina chlorečná HClO_3

- nestálá silná kyselina
- soli: **chlorečnany** – ve směsi s organickými látkami vybuchují

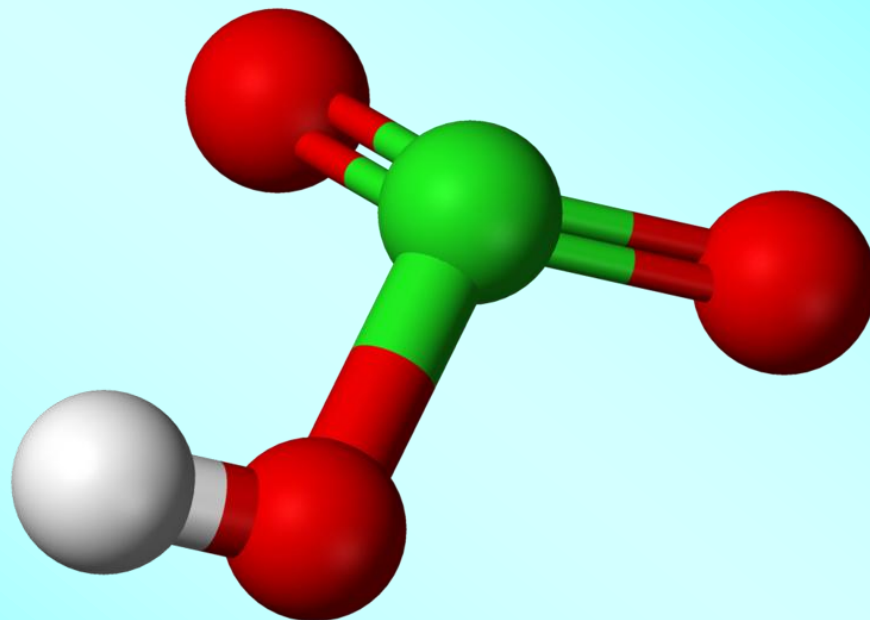
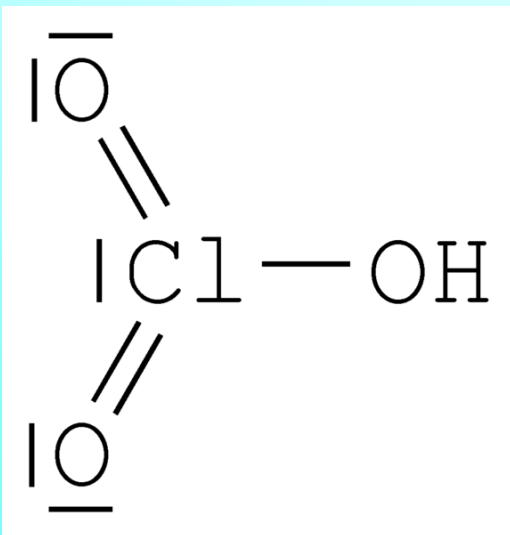


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

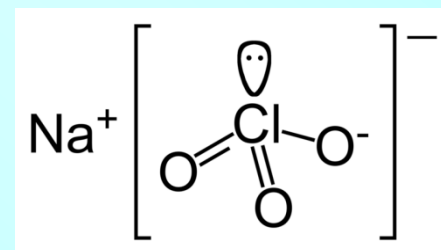
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chlorsaeure.png?uselang=cs>, licence PD

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chloric-acid-3D-balls.png?uselang=cs>, licence PD

- používají se k výrobě třaskavin, střelivin, zápalek a jako pesticidy
- nejvýznamnější je chlorečnan sodný NaClO_3 – jeho 50% vodný roztok se používá jako pesticid Travex)



<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Sodium-chlorate.png>, licence PD

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sodium_chlorate.jpg, licence PD



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Kyselina chloristá HClO_4

- nejsilnější kyselina chloru
- soli: **chloristany**
 - vznikají termickým rozkladem chlorečnanů, např.:



- používají se v pyrotechnice



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Seznam použité literatury a pramenů:

- Vacík, J. a kol.: Chemie I. Praha: SPN, 1995. 245 s. ISBN 80-85937-00-X.
- Kosina, L. – Šrámek, V.: Obecná a anorganická chemie. Olomouc: FIN, 1996. 255 s. ISBN 80-7182-003-2.
- Honza, J. – Mareček, A.: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1 díl. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 1998. 240 s. ISBN 80-7182-055-5.
- Autor: Tomihahndorf, licence Creative Commons
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Halogene.jpg>, licence CC (cit. 7. 4. 2013)
- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Halogens-3D-vdW.png>, licence PD (cit. 7. 4. 2013)
- Autor: Ryan Salsbury, licence Creative Commons
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fluorite_crystals_270x444.jpg, licence CC (cit. 7. 4. 2013)



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:USDA_Mineral_Flourite_93c3962.jpg, licence PD (cit. 7. 4. 2013)
- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apatite_crystals.jpg, licence PD (cit. 7. 4. 2013)
- Autor: Didier Descouens, licence Creative Commons
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:816-_lvigtut_-_cryolite.jpg, licence CC (cit. 7. 4. 2013)
- Autor: W.J.Pilsak, licence Creative Commons
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Halit-Kristalle.jpg>, licence CC (cit. 7. 4. 2013)
- Autor: Jurii, licence Creative Commons
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bromine-ampoule.jpg>, licence CC (cit. 7. 4. 2013)
- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chlorinegas.jpg>, licence PD (cit. 7. 4. 2013)

- Autor: Alchemist-hp, licence Creative Commons
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bromine_vial_in_acrylic_cube.jpg?uselang=cs, licence CC (cit. 7. 4. 2013)
- Autor: Crokis, licence Creative Commons
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:lod.jpg?uselang=cs>, licence CC (cit. 7. 4. 2013)
- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:lodine-sample.jpg?uselang=cs>, licence PD (cit. 7. 4. 2013)
- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thyroxine-2D-skeletal.png>, licence PD (cit. 7. 4. 2013)
- Autor: H. Hoffmeister, licence Creative Commons
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Versuchsaufbau-Darstellung-HCl.svg?uselang=cs>, licence CC (cit. 7. 4. 2013)
- <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Hydrogen-bromide-3D-vdW.png>, licence PD (cit. 7. 4. 2013)



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydrogen-iodide-3D-vdW.png?uselang=cs>, licence PD (cit. 7. 4. 2013)
- Autor: André Karwath, licence Creative Commons
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sylvin_\(aka\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sylvin_(aka).jpg), licence CC (cit. 7. 4. 2013)
- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chlorid_draseln%C3%BD.JPG, licence PD (cit. 7. 4. 2013)
- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hypochlorous-acid-3D-balls.png?uselang=cs>, licence PD (cit. 7. 4. 2013)
- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chlorsaeure.png?uselang=cs>, licence PD (cit. 7. 4. 2013)
- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chloric-acid-3D-balls.png?uselang=cs>, licence PD (cit. 7. 4. 2013)
- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sodium_chlorate.jpg, licence PD (cit. 7. 4. 2013)

- <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Sodium-chlorate.png>, licence PD (cit. 7. 4. 2013)
- Ostatní necitované objekty (užité v tomto DUM) jsou dílem autora.
- Materiál je určen pro bezplatné užívání pro potřebu výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.
- Dílo smí být dále šířeno pod licencí CC BY-SA.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ