



KYSELINY

Autor: Mgr. Stanislava Bubíková

Datum (období) tvorby: 27. 3. 2013

Ročník: osmý

Vzdělávací oblast: Člověk a příroda / Chemie / Anorganické sloučeniny



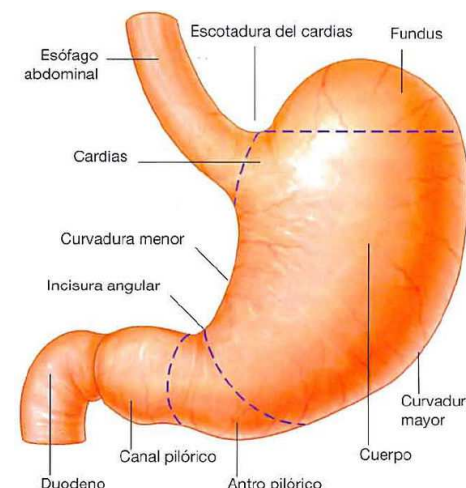
Anotace:

Žáci se seznámí se základními anorganickými kyselinami. V rámci tohoto modulu žáci rozdělí kyseliny na dvouprvkové a tříprvkové. Popíší jejich vlastnosti, vyjmenují nejznámější kyseliny a odvodí jejich vzorce. Posoudí jejich nebezpečnost a dopad havárií s kyselinami na zdraví lidí a ŽP.

Kyseliny



- chemické látky s nízkým pH
 - ve vodě uvolňují vodíkový kation H^+
- anorganické kyseliny
 - dvouprvkové (bezkyslíkaté) – kyselina chlorovodíková
 - tříprvkové (kyslíkaté) – kyselina sírová, dusičná
- organické (karboxylové) kyseliny
 - jsou součástí živých organismů
 - obsahují skupinu **-COOH**
 - kyselina mravenčí, octová, citronová

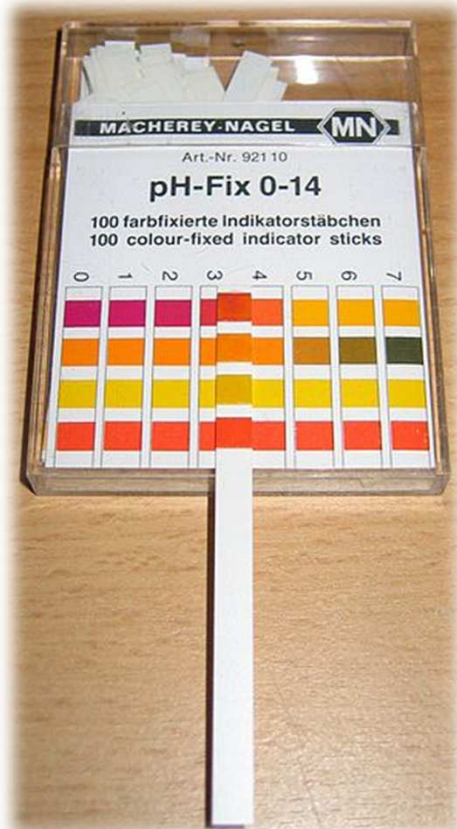


Obr. č. 1: Součástí žaludečních šťáv je kyselina chlorovodíková [2] dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Estomago_Esquema.jpg



Obr. č. 2: Mravenčí jed obsahuje kyselinu mravenčí [3] dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ant_on_leaf.jpg

Teorie kyselin a zásad



Arrheniova teorie (1887)

- kyseliny odštěpují kation H^+
- zásady odštěpují anion $(OH)^-$
- platí jen pro vodné roztoky

Brønsted-Lowryho teorie (1923)

- kyseliny odštěpují kation H^+
- zásady přijímají kation H^+
- vytváří konjugované páry

Lewisova teorie (1923)

- kyselina přijímá volný elektronový pár (akceptor) do volného orbitalu
- zásada poskytuje volný elektronový pár (donor)

Obr. č. 3: pH papírky [4]
dostupné z:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:PH_indicator_paper.jpg

- jednotlivé teorie definují kyseliny a zásady podle částic, které odštěpují popř. přijímají
- nejobecnější je Lewisova teorie

Disociace kyselin

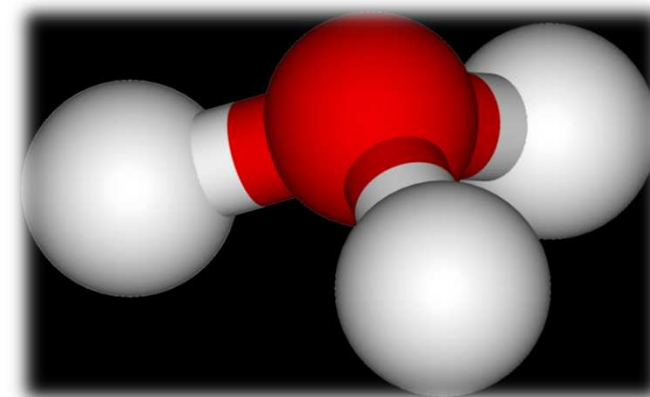
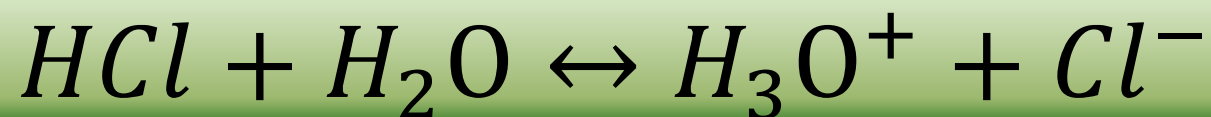
- rozpad molekuly kyseliny na ionty
 - vzniká **vodíkový kation** (H^+) a anion kyseliny



- vodíkový kation reaguje s molekulou vody
 - vzniká **oxoniový kation** (H_3O^+)



- Celková reakce disociace kyseliny chlorovodíkové ve vodě:*



Obr. č. 4: Oxoniový kation [5] dostupné z: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oxonium-ion-3D-balls.png>

Dvouprvkové kyseliny (bezkyslíkaté)

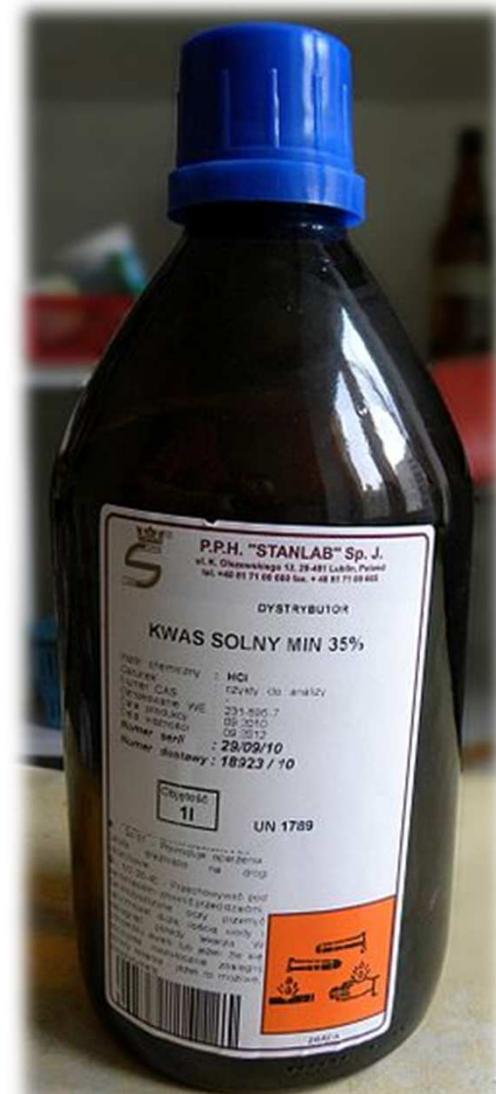
- obsahují **vodík** v oxidačním čísle **(+I)** na začátku vzorce
- druhý prvek má záporné oxidační číslo
 - nejznámější kyseliny jsou odvozeny od **halogenů (-I)** a **síry (-II)**
- součástí názvu je koncovka: **-ovodík** nebo **-ovodíková**
 - $\text{H}^{+1}\text{F}^{-1}$ fluorovodík (kyselina fluorovodíková) – *leptá sklo*
 - $\text{H}^{+1}\text{Cl}^{-1}$ chlorovodík (kyselina chlorovodíková)
 - $\text{H}^{+1}\text{Br}^{-1}$ bromovodík (kyselina bromovodíková)
 - $\text{H}^{+1}\text{I}^{-1}$ jodovodík (kyselina jodovodíková)
 - $\text{H}_2^{+1}\text{S}^{-2}$ sirovodík (kyselina sirovodíková) = *sulfan*

Obr. č. 5: Poleptání kyselinou fluorovodíkovou [6] dostupné z:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:61569264_jamesheiman-224x2991.jpg



Chlorovodík

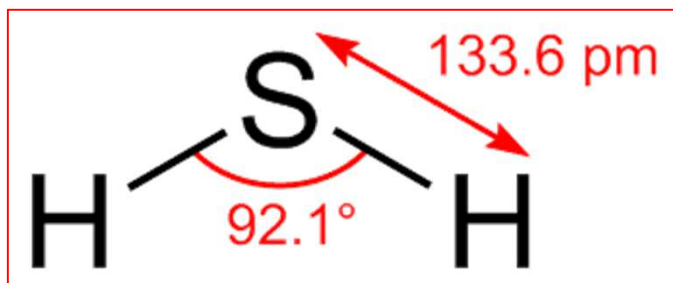
- bezbarvý plyn **HCl**
 - s vodní parou tvoří bílý aerosol
 - ve vodě tvoří roztok – kyselinu chlorovodíkovou
 - leptá sliznice, způsobuje slzení
- kyselina chlorovodíková (solná)
 - **silná žíravina** nažloutlé barvy
 - koncentrovaná kyselina má **38 %**
- **první pomoc:**
 - potřísněné místo oplachovat tekoucí vodou
 - oči důkladně vypláchnout
 - při požití nevyvolávat zvracení
- součást žaludeční šťávy (pH 1 – 2)
- použití:
 - detekce vápence (geologie)
 - s HNO_3 tvoří lučavku královskou (poměr 3:1)



Obr. č. 6: Kyselina chlorovodíková [7] dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydrochloric_acid_02.jpg

Sirovodík (sulfan)

- bezbarvý plyn H_2S
 - páchne po zkažených vejcích
 - těžší než vzduch
- **prudce jedovatý**
 - paralyzuje dýchací centrum
 - dráždivé a dusivé účinky
- ve vodě tvoří roztok – kyselinu sirovodíkovou
- součást sopečných plynů, minerálních vod



Obr. č. 8: Molekula sirovodíku [9] dostupné z:
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Waterstofsulfide.png>



Obr. č. 7: Uvolňování sopečných plynů [8] dostupné z:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Isole_Eolie_%2852%29.jpg

Tříprvkové kyseliny (kyslíkaté)

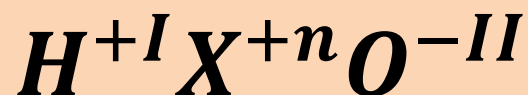
- obsahují **vodík** v oxidačním čísle (+I) na začátku vzorce
- druhý prvek má kladné oxidační číslo, z něj se odvozuje název
- obsahují **kyslík** v oxidačním čísle (-II) na konci vzorce
- součástí názvu je koncovka kladného oxidačního čísla:
 - koncovky jsou odvozeny z názvu kyseliny
 - např. kyselina chloristá → chloristan
 - např. kyselina dusičná → dusičnan
 - např. kyselina uhličitá → uhličitan
 - šestá koncovka má odlišný tvar
 - např. kyselina sírová → síran



Obr. č. 9: Schránka z uhličitanu vápenatého [10] dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ammonoidea-Agate-inside_outside.jpg

Tvorba vzorce kyslíkaté kyseliny

- struktura vzorce:



X – prvek, podle nějž je kyselina pojmenování; n – oxidační číslo prvku

- *příklad: napište vzorec kyseliny chloristé*

- z názvu kyseliny odvodíme oxidační číslo prvku: chloristá → Cl^{+VII}
- napíšeme strukturu vzorce s doplněnými oxidačními čísly: $H^{+I}Cl^{+VII}O^{-II}$
- sečteme kladná oxidační čísla (I + VII) a součet vydělíme dvěma (oxidační číslo kyslíku)
 - *Pokud je výsledek lichý (sudá oxidační čísla), přidáme atom vodíku (zapíšeme za vodík 2), znova sečteme a pokračujeme stejně.*
- výslednou hodnotu (**4**) zapíšeme za kyslík: $H^{+I}Cl^{+VII}O_4^{-II}$
- kontrola - výsledný náboj molekuly musí být nulový
 - *kladná ox. čísla: $1+7=8$*
 - *záporné ox. číslo: $-2 \cdot 4 = -8$*

- výsledný vzorec: $HClO_4$

Tvorba vzorce kyslíkaté kyseliny



- *příklad: napište vzorec kyseliny křemičité*
 - z názvu kyseliny odvodíme oxidační číslo prvku: křemičítá → Si^{+IV}
 - napíšeme strukturu vzorce s doplněnými oxidačními čísly: $\text{H}^{+I}\text{Si}^{+IV}\text{O}^{-II}$
 - sečteme kladná oxidační čísla ($I + IV$), součet nelze vydělit beze zbytku
 - doplníme druhý atom vodíku $\text{H}_2^{+I}\text{Si}^{+IV}\text{O}^{-II}$
 - Znovu sečteme $2 \cdot 1 + 4 = 6$ a vydělíme dvěma $6 : 2 = 3$
 - výslednou hodnotu (**3**) zapíšeme za kyslík: $\text{H}_2^{+I}\text{Si}^{+IV}\text{O}_3^{-II}$
 - *kontrola - výsledný náboj molekuly musí být nulový*
 - kladná ox. čísla: $2 \cdot 1 + 4 = 6$
 - záporné ox. číslo: $-2 \cdot 3 = -6$
- výsledný vzorec: H_2SiO_3

Příklady k řešení



- *napište vzorce:*

- *kyseliny arseničné*

- *kyseliny selenové*

- *kyseliny borité*

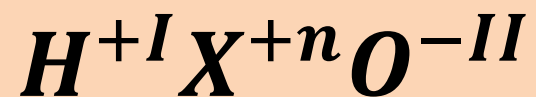
- *kyseliny osmičelé*

- *výsledné vzorce:*



Tvorba názvu kyslíkaté kyseliny

- struktura vzorce:



X – prvek, podle nějž je kyselina pojmenování; n – oxidační číslo prvku

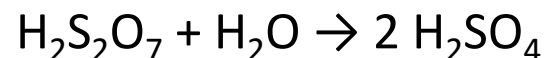
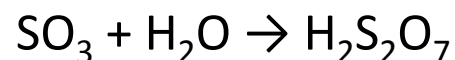
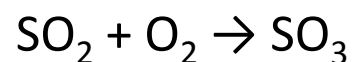
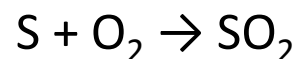
- *příklad: napište název kyseliny HBrO₂*

- vzorec doplníme oxidačními čísly: $H^{+I}Br^{+n}O_2^{-II}$
- vynásobíme počet atomů kyslíku jeho oxidačním číslem: $-2 \cdot 2 = -4$
- *součet kladných oxidačních čísel musí mít stejnou absolutní hodnotu*
 - *celkový náboj molekuly je nulový*
- od absolutní hodnoty vypočítané číslice odečteme počet vodíků: $4 - 1 = 3$
- výslednou hodnota (**3**) je oxidační číslo bromu: $H^{+I}Br^{+III}O_2^{-II}$
- z oxidačního čísla odvodíme koncovku: **Br^{+III}** → bromitá

- výsledný název: **kyselina bromitá**

Kyselina sírová

- *vitriol* H_2SO_4
 - koncentrovaná kyselina má **96-98 %**
 - bezbarvá sirupovitá kapalina
 - silná žíravina, dehydratační účinky
- **bezpečnostní zásada:**
 - **Při ředění se vždy lije kyselina do vody!!!**
 - *exotermní proces*
- výroba:
 1. spalování síry:
 2. oxidace (*katalyzátor V_2O_5*):
 3. rozpouštění SO_3 v konc. H_2SO_4 :
 4. rozpouštění **olea** ve vodě:
- použití:
 - nejpoužívanější chemická surovina
 - výroba hnojiv, plastů, léčiv, barviv, výbušnin
 - elektrolyt (cca 30 %) do olověných akumulátorů



Obr. č. 10: Poleptání kyselinou sírovou [11] dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:3299318139_94657d4deb_oBr%C3%BBlureAcideSulfuriqueWW1.jpg

Kyselina dusičná

- **HNO₃**
 - koncentrovaná kyselina má **63-68 %**
 - bezbarvá kapalina
 - na světle se rozkládá, vzniká žlutohnědý dým (oxidy dusíku)
 - silná žíravina, oxidační činidlo
- výroba:
 1. slučování kyslíku a dusíku (*katalyzátor Fe, tlak 20 – 100 MPa, teplota nad 500 °C*):
$$4 \text{ NH}_3 + 5 \text{ O}_2 \rightarrow 4 \text{ NO} + 6 \text{ H}_2\text{O}$$
 2. oxidace čpavku (*katalyzátor Pt, zvýšená teplota*):
$$4 \text{ NH}_3 + 5 \text{ O}_2 \rightarrow 4 \text{ NO} + 6 \text{ H}_2\text{O}$$
 3. oxidace:
$$2 \text{ NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ NO}_2$$
 4. rozpouštění NO₂ ve vodě:
$$2 \text{ NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$$
 5. rozklad HNO₂:
$$3 \text{ HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + 2 \text{ NO} + \text{H}_2\text{O}$$
- použití:
 - výroba hnojiv, plastů, léčiv, barviv, výbušnin



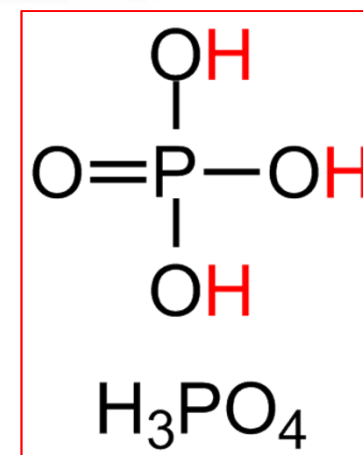
Obr. č. 11: Kyselina dusičná [12]
dostupné z:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:HNO3_Slika2.JPG

Kyselina trihydrogenfosforečná

- H_3PO_4
 - bezbarvé hygroskopické krystaly
 - koncentrovaná kyselina má **85 %**
 - středně silná kyselina
- Výroba potravinářské H_3PO_4 :
 1. spalování bílého fosforu: $\text{P}_4 + 5 \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_{10}$
 2. reakce dimeru s vodou: $\text{P}_4\text{O}_{10} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{H}_3\text{PO}_4$
- Výroba technické H_3PO_4
 1. reakce kyseliny sírové s fosfátem:
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 5 \text{H}_2\text{SO}_4 + 10 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{H}_3\text{PO}_4 + 5 \text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + \text{HF}$
- použití:
 - zpracování ropy, úprava kovů (pasivace)
 - výroba superfosfátu (hnojivo)
 - okyselení nápojů (E338), výroba zubních tmelů



Obr. č. 12: 85%-ní roztok kyseliny fosforečné[13] dostupné z: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fosforsyra.jpg>



Obr. č. 13: Vzorec kyseliny fosforečné [14] dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phosphoric_acid_structure_and_formula.png



Zdroje

1. BENEŠ, Pavel, Václav PUMPR a Jiří BANÝR. *Základy chemie pro 2. stupeň základní školy, nižší ročníky víceletých gymnázií a střední školy*. 3. vyd. Praha: Fortuna, 2000, 143 s. ISBN 80-716-8720-0 .
2. Estomago_Esquema.jpg. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Estomago_Esquema.jpg
3. Ant_on_leaf.jpg. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ant_on_leaf.jpg
4. PH_indicator_paper.jpg. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:PH_indicator_paper.jpg
5. Oxonium-ion-3D-balls.png. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oxonium-ion-3D-balls.png>
6. 61569264_jamesheilman-224x2991.jpg. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:61569264_jamesheilman-224x2991.jpg
7. Hydrochloric_acid_02.jpg. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydrochloric_acid_02.jpg
8. Isole_Eolie_%2852%29.j. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Isole_Eolie_%2852%29.jpg
9. Waterstofsulfide.png. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Waterstofsulfide.png>
10. Ammonoidea-Agate-inside_outside.jpg. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ammonoidea-Agate-inside_outside.jpg
11. 3299318139_94657d4deb_oBr%C3%BBlureAcideSulfuriqueWW1.jpg. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-04-01]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:3299318139_94657d4deb_oBr%C3%BBlureAcideSulfuriqueWW1.jpg
12. HNO3_Slika2.JPG. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:HNO3_Slika2.JPG
13. Fosforsyra.jpg. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fosforsyra.jpg>
14. Phosphoric_acid_structure_and_formula.png. *Wikimedia Commons* [online]. 2004 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phosphoric_acid_structure_and_formula.png