

# Inovace studia molekulární a buněčné biologie reg. č. CZ.1.07/2.2.00/07.0354

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

# Předmět: LRR/CHPB1/Chemie pro biology 1

Investice do rozvoje vzdělávání



*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

# Kyslík, Chalkogeny

Mgr. Karel Doležal Dr.

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

# Cíl přednášky: seznámit posluchače s chemií kyslíku, chalkogenů

Klíčová slova: kyslík, síra, selen, tellur, polonium

Investice do rozvoje vzdělávání



*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

*Chalkogeny zařazeny do VI.A skupiny periodické soustavy prvků  
Mnemotechnická pomůcka*

**Ó Slečno Sejměte Tenkou Podprsenku  
rudotvorné**

Elektronová konfigurace  $ns^2 np^4$ , ale do vazeb se zapojují i  $nd$  orbitaly (na rozdíl od kyslíku, z důvodu nevelkého energetického odstupu), běžná šestivaznost.

Menší hodnoty elektronegativity = menší sklon k tvorbě iontových vazeb a pestrá chemie kovalentních oxosloučenin.

Vazebné možnosti: s elektropozitivnějšími prvky tvoří iontové (alk. kovy, kovy alk. zemin) nebo kovalentní sloučeniny, kde se atomům chalkogenů přisuzuje ox. číslo  $-II$ .

S elektronegativnějšími prvky vytvářejí chalkogeny kovalentní vazby, ale elektrony odtahovány k elektronegativnějším partnerům. Nejběžnější ox. stavy  $+IV$  ( $ns^2 np^0$ ) a  $+VI$  ( $ns^0 np^0$ ).

Méně běžné  $+I$  (dichlordisulfan  $S_2Cl_2$ ) nebo  $-I$  v disulfidech.

Investice do rozvoje vzdělávání



*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

## Fyzikální vlastnosti

Síra má celkem 4 stabilní izotopy a dalších 6 izotopů je radioaktivních. Pevná síra se vyskytuje v několika alotropických modifikacích. Kosočtverečná ( $\alpha$ ) je stálá modifikace, na kterou postupně přecházejí ostatní modifikace.

Rychlým ochlazením taveniny vzniká síra amorfní (nekrystalická). Žlutá látka nerozpustná ve vodě, dobře rozpustná v sirouhlíku, v ethanolu nebo etheru.

Je dobrý tepelný a elektrický tepelný izolant, molekula je monocyklická, oktaatomická.

Taje při teplotě 114 °C za vzniku žluté průhledné kapaliny.

Selen - poměrně vzácný prvek, byl objeven roku 1817 Berzeliem.

Elementární selen (i telur) se vyskytuje v několika krystalických formách, barva šedá

nebo tmavě červená. Prakticky nerozpustný ve vodě, poměrně dobře v sirouhlíku.

Polonium členem uran-radiové, neptuniové i thoriové rozpadové řady, známo na 25 různých nestabilních izotopů, význam  $^{210}\text{Po}$  - medicína –  $\alpha$  zářič.

V přírodě se vyskytuje v přítomnosti uranových rud, poprvé izolováno ze smolince.

Investice do rozvoje vzdělávání



*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

## Výskyt v přírodě

Síra se jako čistý prvek vyskytuje především v oblastech s bohatou vulkanickou činností nebo v okolí horkých minerálních pramenů. Velmi významný je výskyt síry v různých rudách na bázi sulfidů, ve značném množství se také vyskytuje v uhlí a ropě. V atmosféře síra přítomna ve formě oxidů - spalování fosilních paliv, vulkanická činnost. Síra je reaktivní prvek; přímo se slučuje se všemi prvky kromě vzácných plynů, dusíku, telluru, jodu, iridia, platiny a zlata. Využití – vulkanizace kaučuku, výroba oxidu siřičitého, kyseliny sírové, insekticidů, fungicidů, léčiva, střelný prach, zábavná pyrotechnika. Součástí aminokyselin, bílkovin. Selen se také slučuje se s většinou prvků přímo, ale hůře než kyslík a síra. Poměrně vzácný prvek, izoluje se z odpabových kalů, např. při zpracování sulfidických rud. Technologický význam – fotočlánky, ocelářství – legování, barvení skla. Selen - antioxidant, snižuje riziko vzniku rakovinného bujení, snížený příjem nepříznivě ovlivňuje především kardiovaskulární systém. Naopak dávky nad 900 mikrogramů denně jsou již toxické. Ořechy, vnitřnosti, mořské ryby. Potravinové doplňky (!). Telur také vzácný, obvykle doprovází síru a selen v jejich rudách. Využití – metalurgie, polovodiče, toxický. Polonium - objeven roku 1898 Marií Sklodovskou-Curie a pojmenován na počest její vlasti – Polsko. Chemicky patří mezi kovy.

Investice do rozvoje vzdělávání



*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

## Záporné ox. stavy - příklady

a) Atom chalkogenu vázán k jedinému atomu vazbou  $\delta$  – překryvem orbitalu partnera s  $p_z$  chalkogenu – anion  $HS^-$

b) Atom chalkogenu vázán k více než 1 atomu vazbami  $\delta$  – např.  $H_2S$ . Hybridizace  $SP^3$ , lomený tvar.

## Kladné ox. stavy - příklady

a) Oxidační stav +II – (podobně), hybridizace  $SP^3$ , překryv dvou hybridních atomů za vzniku vazeb  $\delta$  – chlorid sírnatý (dichlorsulfan)

b) Oxidační stav +IV (oxid siřičitý) – hybridizace  $SP^2$ , jeden ze tří vzniklých HAO obsazen volným el. párem, překryv zbylých dvou hybridních atomů za vzniku vazeb  $\delta$ . Také ale  $\pi$  vazby s přispěním orbitalů 3d.

$SeO_2$  – polymerní struktura,  $SP^2$ , volný el. pár, třetí atom kyslíku poután nehybridizovaným 4p orbitalem.

Jiné sloučeniny - hybridizace  $SP^3$  nebo i  $SP^3D$  – např.  $SF_4$  – 1 nevazebný el. pár, deformovaný teraedr



c) Oxidační stav +VI – bez účasti d orbitalů na vzniku vazeb  $\delta$ ,  
hybridizace  $SP^3$ , tetraedr  $(SO_4)^{-2}$  (d orbitaly středového atomu interagují s  
p orbitaly kyslíku za vzniku vazeb  $\pi$ )  
– za účasti d orbitalů,  $SP^3D^2$ , oktaedr

## Chemické vlastnosti chalkogenů

Velmi reaktivní prvky, přímo se slučují s většinou ostatních prvků (kovy, halogeny, kyslík), mnohé reakce rychlé, silně exotermické. Většinou působí oxidačně, přecházejí na  $-II$ . Kyslík (za zvýšené teploty) a halogeny je převádějí do kladných ox. stavů. Chemie pestrá – mnoho ternárních kyslíkatých sloučenin, tendence k tvorbě řetězců.

Investice do rozvoje vzdělávání



*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

# Binární sloučeniny chalkogenů

## a) Chalkogeny v ox. stupni -II

sulfan, sirovodík ( $\text{H}_2\text{S}$ ), selan, selenovodík ( $\text{H}_2\text{Se}$ ), tellan, tellurovodík ( $\text{H}_2\text{Te}$ )

Plyny, téměř pravoúhlé uspořádání

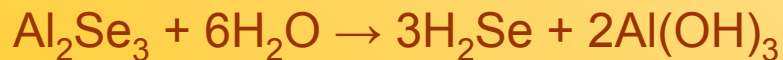
Chybí vodíkové můstky (voda ano, proto výrazný rozdíl v těkavosti)

Příprava:

Přímou syntézou z prvků (ne tellan)



Hydrolýzou některých sulfidů, selenidů...



Reakcí sulfidů s vodnými roztoky neoxidujících kyselin



(Petrus Jacobus Kipp (5.3. 1808 - 3.2.1864),

holandský farmaceut)

Existují také polysulfany - řetězovitá nevětvená struktura

Investice do rozvoje vzdělávání



*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

chalkogenovodíky

$H_2S$ ,  $H_2Se$  - bezbarvé, odporně páchnoucí  
plyny, jedovaté, rozpouští se ve vodě

vodné roztoky reagují kyselě, jejich reakcí s roztoky  
solí kovů vznikají sulfidy, selenidy

hoří na vzduchu modrým plamenem za vzniku oxidu  
siřičitého, seleničitého

Výroba  $H_2S$  – vedlejší produkt při výrobě svítiplynu a  
zpracování ropy

Investice do rozvoje vzdělávání



*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

Soli – chalkogenidy

Alk. kovů – vazba iontová (rozpuštěné), v ostatních vazba polárně kovalentní,

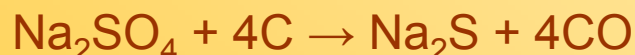
někdy i výrazně kovová (Cr, Ti)

Příprava např:

přímou syntézou prvků



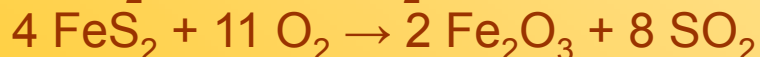
redukcí síranů uhlíkem



srážením sulfanem z okyselených vodných roztoků solí nebo hydroxidů:



Snadno oxidují (pražení) – průmyslově významné procesy



Podléhají hydrolyze, nejvíce sulfidy – vznik hydrogensulfidů – HS-

Také soli polysulfanů – polysulfidy (vznikají rozpouštěním síry ve vodných

koncentrovaných roztocích sulfidů nebo tavením alkalických sulfidů s nadbytkem síry, dobře rozpustné ve vodě)

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

## b) Chalkogeny v kladných ox. stupních – sloučeniny s kyslíkem a halogeny

Oxidy - existuje nejméně 13 oxidů síry, nejběžnější  $\text{SO}_2$  a  $\text{SO}_3$ , stejně u Se a Te

$\text{SO}_2$   $\text{SeO}_2$   $\text{TeO}_2$  - spalováním chalkogenů:  $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ , pražení sulfidů  
Kyselinotvorné,  $\text{SO}_2$  redukční vlastnosti – vznik kys. sírové nebo síranů



Použití – bělení, meziprodukt při výrobě dalších významných sloučenin síry

Oxid sírový

Průmyslově se vyrábí oxidací síry oxidu siřičitého,  
lab. příprava – rozklad síranů  $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$

Silně kyselý, s vodou reaguje živě za vzniku kyseliny sírové  
(při reakci  $\text{SO}_3$  s organickými látkami dochází k extrakci vody a k zuhelnatění organického materiálu)\_

V plynném stavu monomer, planární uspořádání,  $\text{SP}^2$ .

V pevném stavu trimerní nebo polymerní (lineární řetězce) –  $\text{SP}^3$ , tetraedr.\_

Investice do rozvoje vzdělávání



*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

## Halogenidy

příprava – přímá syntéza z prvků (spalováním síry v atmosféře halogenu)

ve vhodném stechiometrickém poměru.

Většinou nízkomolekulární látky, vazby kovalentní polární  
fluorid sírový – (SF<sub>6</sub>)\_velmi stálý, chemicky nereaktivní,  
nehořlavý,

nerozpustný, použití jako izolátor

Stálý také dichlordisulfan (S<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) toxická, zlatožlutá kapalina  
odporného zápachu

Rozpouštědlo síry při vulkanizaci kaučuku, chlorační činidlo

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

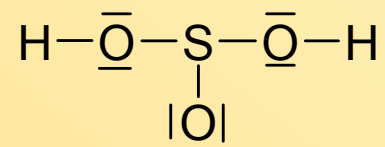


OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

Ternární kyslíkaté sloučeniny – kyslíkaté kyseliny, jejich soli a halogenidy

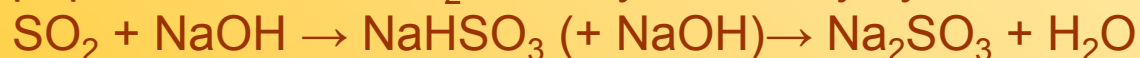


Kyselina siřičitá ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ )

příprava - zaváděním oxidu siřičitého do vody:  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$   
(rovnováha s  $\text{SO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ )

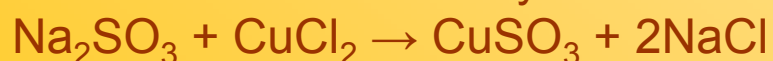
slabá, velmi nestálá dvojsytná kyselina, známá pouze v roztoku  
silné redukční činidlo, tvoří dvě řady solí: siřičitany ( $\text{SO}_3$ )<sup>2-</sup> a  
hydrogensiřičitany ( $\text{HSO}_3$ )<sup>-</sup>  
(také velmi slabá kyselina)

příprava - reakcí  $\text{SO}_2$  s vodnými roztoky hydroxidů nebo uhličitánů:



nebo rozpouštěním kovů ve vodném roztoku kyseliny siřičité

reakcí siřičitánů alkalických kovů s roztoky solí jiných kovů:



Siřičitany se na vzduchu slučují s kyslíkem → sírany, středně silná  
redukční činidla

Zahřívání → oxidy nebo disproportionace



Zahřívání hydrogensiřičitánů → disiřičitany

Bělicí a sulfonační činidla, konzervanty – vína, suš. ovoce

Investice do rozvoje vzdělávání



*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

Kyselina sírová ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

bezvodá kyselina – viskózní kapalina s vysokou hustotou (1.84 g/mL).

Vzniká reakcí oxidu sírového s vodou. (Výroba nejčastěji  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  (98%)  $\rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$

$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  oleum, pak spět ředění.) (Kyselina selenová se připravuje oxidací kyseliny seleničité peroxidem vodíku nebo manganistanem draselným)

Neomezeně se mísí s vodou (ředění silně exotermní), 98,3% tvoří azeotropickou směs

Silná dvojsytná kyselina, koncentrovaná má dehydratační (hygroskopická – sušení plynů)

a silné oxidační vlastnosti na nekovy  $2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C} \rightarrow 2\text{SO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

mnohé sloučeniny  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,

i kovy  $2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Hg} \rightarrow \text{HgSO}_4 + \text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

i některé ušlechtilé, železo – pasivace,

kyselina selenová rozpouští stříbro, zlato i platinu

$2\text{Au} + 6\text{H}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{Au}_2(\text{SeO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{SeO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  )

Zředěná  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$  působí „oxidačně“ prostřednictvím redukce protonu

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*



Tvoří dvě řady solí – sírany a hydrogensírany.

Sírany - příprava:

úplná neutralizace kyseliny sírové:  $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

reakce s neušlechtilými kovy nebo oxidy kovů:



vytěsnění slabších kyselin z jejich solí:



nebo oxidací sulfidů, siřičitanů.

Hydrogensírany – částečná neutralizace  $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

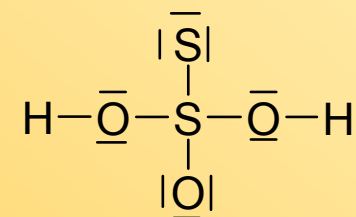
nebo její reakce se sírany  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{NaHSO}_4$

**I** Thiokyseliny – odvozené od běžných kyselin, jeden atom kyslíku nahrazen thio skupinou S<sup>-II</sup>. Thiosírová silná kyselina, nestálé. Soli – thiosírany.

Významná jejich schopnost vystupovat jako ligandy v koord. sloučeninách.

Nejvýznamnější thiosíran sodný, součást ustalovačů

(vymývá nezreagovaný AgBr z fotografické emulze):



**I** Kyselina disiřičitá  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , také vazba S-S, stálá pouze v roztoku, soli – silné redukční účinky.



**I** Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

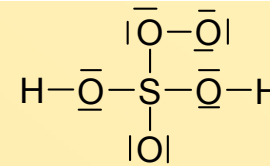
## Peroxokyseliny síry

Přítomnost  $O_2^{2-}$  v molekule.

kyselina peroxosírová  $H_2SO_5$  Příprava - reakcí kyseliny sírové nebo chlorsírové s peroxidem vodíku:  $H_2SO_4 + H_2O_2 \rightarrow H_2SO_5 + H_2O$

Velmi silná kyselina, výrazné oxidační vlastnosti.

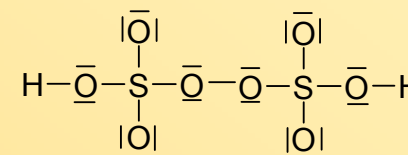
Soli – hydrogenperoxosírany  $(HSO_5)^-$ , nestálé.



kyselina peroxodisírová ( $H_2S_2O_8$ )

soli: peroxodisírany  $(S_2O_8)^{2-}$  bělicí činidla

jedny z nejsilnějších oxidačních činidel:  $Mn^{II} \rightarrow Mn^{VII}$ ,  $N^{-III} \rightarrow N^0$



Investice do rozvoje vzdělávání

Halogenidy kyselin síry – nahrazení jedné nebo dvou skupin OH- skupinou  $X^-$

$SO_2Y_2$  – halogenid thionylu, dihalogenid-oxid siřičitý

$HSO_3Y$  – kyselina halogenosírová

$SO_2Y_2$  – halogenid sulfurylu, dihalogenid-dioxid sírový

$HCl + SO_3 \rightarrow HSO_3Cl$      $HF + SO_3 \rightarrow HSO_3F$      $Cl_2 + SO_2 \rightarrow SO_2Cl_2$

Vodou se snadno hydrolyzují

$SOCl_2 + 2H_2O \rightarrow H_2SO_3 + 2HCl$

$SO_2Cl_2 + 2H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2HCl$



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

## Kyslík

Elektronová konfigurace  $ns^2 np^4$ . Vysoká elektronegativita, nepřítomnost d orbitalů = odlišnost od chalkogenů, chemie poměrně jednoduchá a vyhraněná.

Vazebné poměry – dosažení  $ns^2 np^4$ , ox. stav –II (u peroxy sloučenin formálně –I). Kladný oxidační stav jen vyjímečně, ve vazbách s elektronegatивnějším partnerem (fluor – fluoridy kyslíku). S elektropozitivními partnery – iontová vazba. Méně elektropozitivní vazebný partner, vazba kovalentní.

Chem. vlastnosti – reaktivní (přímo se slučuje téměř se všemi prvky kromě vzácných plynů, halogenů a nejušlechtlejších kovů), silné ox. činidlo. Slučování kyslíku s ostatními prvky – hoření. Přes vysokou disociační energii vazby v molekule  $O_2$  reakce silně exotermické a mohou probíhat spontánně, někdy až explozivně. Produkty hoření – oxidy. Pozvolná oxidace org. látek vzdušným kyslíkem – dýchání, zdroj energie.

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

## Binární sloučeniny

Voda - nejhojnější, nejpřístupnější a nejdůležitější sloučenina kyslíku, nezbytná pro

vznik a udržení života, kapalina, polární rozpouštědlo.

Molekula lomená, úhel vazby  $104,5^\circ$ . Hybridizace  $SP^3$ .

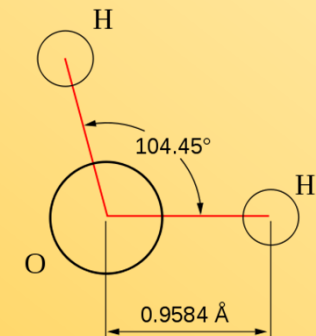
Polarita vazeb a nelinearity molekuly = značně silné mezimolekulové síly

Molekuly vody jiné uspořádání než v ledu (atomy kyslíku v mřížce, ve větší vzdálenosti, menší hustota). Anomálie velkého významu:

Největší hustotu nemá led, ale tekutá voda při  $3,95^\circ\text{C}$ .

Led se tvoří na povrchu vodních ploch a tím nezmrzlou vodu izoluje,

Důležité pro přežití vodních organismů, urychluje zvětrávání hornin a kypření ornice.



Voda vzniká prudkým až explozivním slučováním vodíku s kyslíkem (hořením

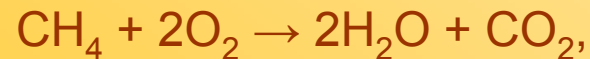
bezbarvým plamenem) dle rovnice:



Kromě toho vzniká jako vedlejší produkt neutralizačních reakcí, např.



Voda je obsažena ve spalných plynech při hoření většiny organických látek,



nebo oktanu (hlavní složky benzínu)



Voda má výrazné acidobazické vlastnosti (autoionizace).

Těžká voda ( $^2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{D}_2\text{O}$ ; v přírodě se nachází zcela běžně ve směsi s normální vodou

v nízké koncentraci, sloužila ke konstrukci prvních atomových reaktorů)

Investice do rozvoje vzdělávání



*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

## Oxidy

S výjimkou lehčích vzácných plynů jsou známy oxidy všech prvků periodické tabulky.

Vlastnosti se mění v širokém rozmezí - od nenasadno kondenzovatelných plynů,

např.: CO (teplota varu  $-191,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) až po netěkavé, těžkotavitelné oxidy, např.:  $\text{ZrO}_2$

Vznik oxidů:

Přímé slučování z prvků

Termický rozklad kyslíkaté sloučeniny:  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

Redukce vyššího oxidu:  $\text{WO}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{WO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Dehydratace kyselin a jiné

Struktura – iontové (oxidy elektro pozitivních kovů), bazické  $\text{O}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{OH}^-$

– kovalentní nízkomolekulární – oxidy nekovů a kovů ve vysokých ox.

stavech, většinou kyselý  $\text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HMnO}_4$

– kovalentní polymerní – lineární ( $\text{HgO}$ ) nebo prostor. ( $\text{Cu}_2\text{O}$ )

struktura

většinou amfoterní

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

## Peroxid vodíku

Vazby řád 1, charakter  $\delta$ . Molekula lomená, atomy neleží v rovině. Bezbarvá kapalina rozpustná vodě (b.t. -1), termodinamicky nestálá



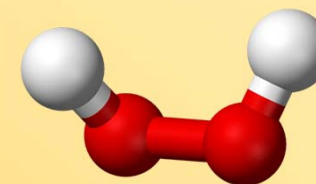
Příprava  $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$  Velmi slabá kyselina

Oxidační vlastnosti  $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

Může se však chovat i jako látka redukující  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HCl} + \text{O}_2$

Antimikrobiální činidlo, antiseptikum a dezinficiens (veterinární medicína - emetikum),

desinfekce pitné vody, konzervace potravin



Soli peroxidu vodíku - peroxidy

(MO - +2 elektrony v  $\pi^*$  orbitalech, oslabení vazby O-O vazba delší, diamagnetický)

Příprava – neutralizace  $\text{H}_2\text{O}_2$  hydroxidy alk. kovů

(částečná neutralizace – hydrogenperoxy  $\text{M}^+\text{HO}_2$ , bezvodé – reakce alk. kovů s kyslíkem

$2\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$ ) Iontové sloučeniny.

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

Hyperoxidy  $O_2^-$  (jeden elektron navíc v protivazebném orbitalu), působením kyslíku na těžší alk. kovy. Ozonidy  $O_3^-$  reakcí ozonu se suchými hydroxidy alk. kovů.

Nestálé, působí oxidačně. Struktura (ozonu a ozonidů) lomená, hybridizace střed. atomu  $SP_2$ . Zbylý HAO nevazebný, obsazen volným el. párem

### Výskyt kyslíku v přírodě

Na Zemi velmi rozšířeným prvkem, v atmosféře tvoří plynný kyslík 21 objemových %.

Voda oceánů (pokrývají 2/3 zemského povrchu) hmotnostně složena z 90 % kyslíku.

I v zemské kůře kyslík majoritním prvkem, přítomen téměř ve všech horninách.

Jeho obsah je odhadován na 46 – 50 hmotnostních %.

Ve vesmíru je zastoupení kyslíku podstatně nižší. Na 1 000 atomů vodíku zde připadá pouze jeden atom kyslíku.



Sloučeniny křemíku v litosféře. Vrstva O<sub>3</sub> – stratosféra – ochrana před UV zářením.

Výroba kyslíku - destilací zkapalněného vzduchu. Laboratorní příprava – tepelný

nebo katalytický rozklad oxidů, peroxidů nebo kyslíkatých solí (nejčastěji peroxid

vodíku, chlorečnan draselný), elektrolýza vody.

Užití - autogenní sváření a řezání kovů, dýchací přístroje a kyslíkové stany,

inhalace při otravách, odstranění uhlíku při metalurgických procesech, v kapalném stavu - pohon kosmických lodí

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*



**Investice do rozvoje vzdělávání**

***Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.***



**Investice do rozvoje vzdělávání**

***Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.***