

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<i>Předmět:</i>	<i>Ročník:</i>	<i>Vytvořil:</i>	<i>Datum:</i>
CHEMIE	PRVNÍ	Mgr. Tomáš MAŇÁK	12. březen 2013
<i>Název zpracovaného celku:</i>			
VODÍK, KYSLÍK			

VODÍK

obecná charakteristika

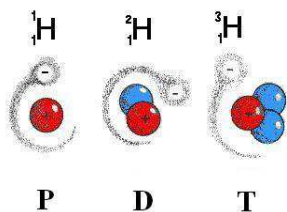
- I. A skupina, 1. perioda
- nekov
- v jádře 1 proton
- 1 valenční elektron v orbitalu 1s (elektronová konfigurace 1s¹)
- nejmenší hmotnost a poloměr; 14krát menší hustota (lehčí) než vzduch

výskyt

- **9. nejrozšířenější prvek na Zemi**
- nejrozšířenější prvek ve vesmíru (společně s He)
- **biogenní prvek** (organismy – např. bílkoviny, voda)
- na Zemi se vyskytuje ve formě anorganických i organických sloučenin (**největší množství vodíku je vázáno ve vodě**); v atmosféře Země se vodík (H₂) prakticky nevyskytuje (jeho molekuly jsou velmi lehké a příliš rychlé – zemská gravitace je nedokáže udržet a jeho molekuly unikají do vesmíru)
- volný se vyskytuje jen vzácně (součást sopečných plynů, zemního plynu a ve vyšších vrstvách atmosféry)
- v přírodě 3 izotopy: ${}^1_1\text{H}$ protium ${}^2_1\text{H}$ deuterium D ${}^3_1\text{H}$ tritium T



[http://www.astro.cz/clanek/2025_galaxie Andromeda](http://www.astro.cz/clanek/2025_galaxie_Andromeda)



izotopy vodíku <http://www.e-chembook.eu/cz/anorganicka-chemie/vodik-a-alkalicke-kovy>

vlastnosti, reaktivita

- slučuje se téměř se všemi prvky s výjimkou vzácných plynů a některých přechodných kovů; jeho dvouatomové molekuly H₂ jsou stabilní a reagují až za vyšší teploty nebo v přít. katalyzátoru
- $$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl} \quad \text{H}_2 + \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \quad 3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- atomy H získávají stabilnější elektronovou konfiguraci $1s^2$:
 - vytvořením nepolární kovalentní vazby (H_2) nebo polární kovalentní vazby (HCl)
 - přijetím elektronu od atomu s malou elektronegativitou – vzniká aniont H^- (hydridy)
 - odštěpením elektronu a vznikem kationtu H^+ (**proton**), který se váže na látku s volným elektronovým párem ($H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+$ **oxoniový kation**)
- binární sloučeniny s nekovy (mající vysokou elektronegativitu) – vodík tvoří kladnou část molekuly a má kladné oxidační číslo (+I)

$$H^I F^{-I}; \quad H_2^I O^{-II}$$
- binární sloučeniny s kovy (mající nízkou elektronegativitu) – vodík tvoří zápornou část molekuly a v nich má oxidační číslo (-I)

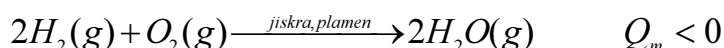
$$K^I H^{-I}; \quad Ca^{II} H_2^{-I}$$

HYDRIDY – dvouprvkové sloučeniny vodíku s kovy (hydridový anion H^-)
- atomy vodíku H jsou za NP nestálé a velmi reaktivní; v okamžiku, kdy se vodík uvolňuje ze sloučenin, vzniká nejprve *atomární vodík* (vodík ve stavu zrodu); než dojde k jeho sloučení do molekul H_2 , snadno reaguje již za nízké teploty s vhodnými látkami v okolí
- *atomární vodík* H (jeho elektronové uspořádání je nestabilní) $\Rightarrow H + H \rightarrow H_2$

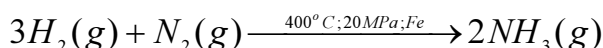
molekulový vodík

H_2

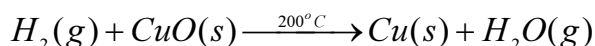
- ✓ bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu, lehčí než vzduch („nejlehčí“ plyn)
- ✓ ve vodě nepatrně rozpustný; lépe rozpustný v některých kovech (Ni, Pt), přičemž se molekuly H_2 štěpí na atomy – atomární vodík je reaktivnější než molekulový vodík; molekuly vodíku jsou malé a snadno pronikají pevnými materiály
- ✓ obtížně se zkapalňuje ($t_v = -252^\circ C$) a ztuhuje ($t_t = -259^\circ C$)
- ✓ vazba $H - H$ je pevná nepolární kovalentní vazba $\Rightarrow$ molekulový vodík je stabilní a reaguje s prvky a sloučeninami až za vyšších teplot nebo za přítomnosti katalyzátorů (Pt, Ni) – (při nižších teplotách dochází k rozštěpení H_2 např. el. výbojem $\rightarrow$ exploze v prostorech s nahromaděným H_2)



- ✓ zapálená směs vodíku s kyslíkem nebo se vzduchem je prudce výbušná (a to tím více, čím je složení směsi plynů bližší jejich poměru ve vodě tj. 2 : 1 – třaskavý plyn); vzniká vodní pára
- ✓ čistý vodík hoří ve vzduchu namodralým plamenem; vháníme-li do plamene vodíku čistý kyslík, vzniká kyslíkovodíkový plamen (t až $3\,000^\circ C$) $\rightarrow$ svařování a řezání kovů (používáme speciálně upravené hořáky)
- ✓ významná reakce je reakce s dusíkem za vzniku amoniaku NH_3 (za vyšší teploty, tlaku a v přítomnosti katalyzátoru)



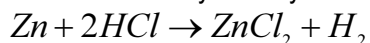
- ✓ redukční vlastnosti vodíku (výroba některých kovů z jejich oxidů)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

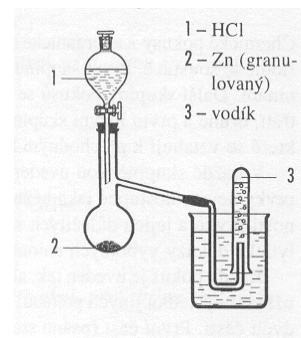
výroba

- laboratorně – reakcí zředěných kyselin s méně ušlechtilými kovy



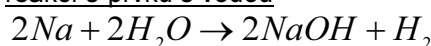
laboratorní příprava vodíku

<http://www.enviroexperiment.cz/chemie-2-stupen-zs/17132-priprava-vodiku-reakci-zinku-s-kyselinou-chlorovodikovou>



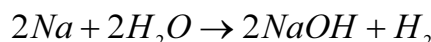
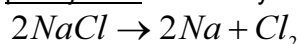
- elektrolýzou destilované vody (s přidavkem malého množství H_2SO_4 k zvýšení el. vodivosti vody)
 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$; $2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$ vylučuje se na katodě

- reakcí s-prvků s vodou

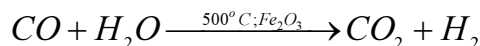
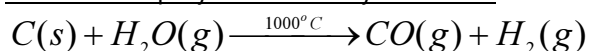


reakce probíhá bouřlivě

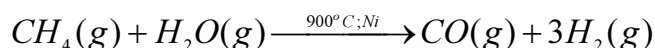
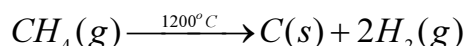
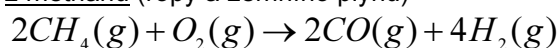
- průmyslově – elektrolýzou solanky (vodný roztok NaCl)



- reakcí vodní páry s rozžhaveným koksem

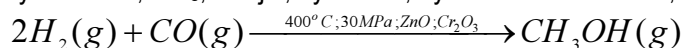


- z methanu (ropy a zemního plynu)

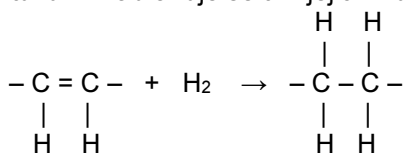


užití

- výroba HCl , NH_3 , hnojiv, výbušnin, syntetického benzínu, methanolu aj.



- přeměna rostlinných olejů na tuhé jedlé tuky (Rama, Hera, Planta) = hydrogenace – ztužování tuků → zabraňuje se tím jejich žluknutí



- svařování a řezání kovů
- kapalný vodík = raketové palivo
- palivo a zdroj energie budoucnosti (při spalování by nevznikaly žádné škodlivé látky, vodík by se získával rozkladem vody pomocí elektrického proudu; při spalování – reakci vodíku s kyslíkem – se uvolňuje velké množství tepla a vzniká voda, která neznečišťuje životní prostředí)
- redukční činidlo při výrobě kovů

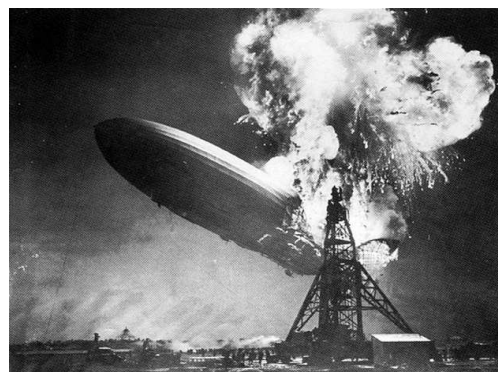
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

– poznámka:

Vodík se používal jako náplň vzducholodí do okamžiku, než došlo k jedné z největších katastrof – 6. 5. 1937 explodovala německá vzducholod' Hindenburg. Zahynulo 36 lidí. Vzducholod' byla vypravěna z Evropy a narazila při přistání v New Jersey do stožáru elektrického vedení.

Explodovala, doprava vzducholoděmi byla zastavena a postoj veřejnosti k využití vodíku se stal stejně odmítavým jako postoj k jaderné energii po havárii v Černobylu. Dnes se vzducholodě příliš nepoužívají; jako náplně se u nich používá helium. Vodíkem jsou dnes plněny meteorologické balóny, které je vynášejí do vysokých vrstev atmosféry.

Jako náplň se jinak používá i horký vzduch. V roce 1986 viděli diváci v TV přenosu výbuch raketoplánu Challenger, ke kterému došlo v důsledku úniku vodíku jako hlavního paliva. Z toho důvodu se vodík jako energetické médium jen těžko prosazuje.



<http://cs.wikipedia.org/wiki/Vod%C3%ADk>

Výrazná hrozba pro lidstvo = zbraně hromadného ničení = vodíkové bomby jsou ničivější než bomby atomové. Při výbuchu atomové bomby probíhají jaderné štěpné reakce. Při výbuchu vodíkové bomby probíhá termonukleární syntéza, která uvolňuje asi 10x více energie než jaderné štěpení.

přeprava

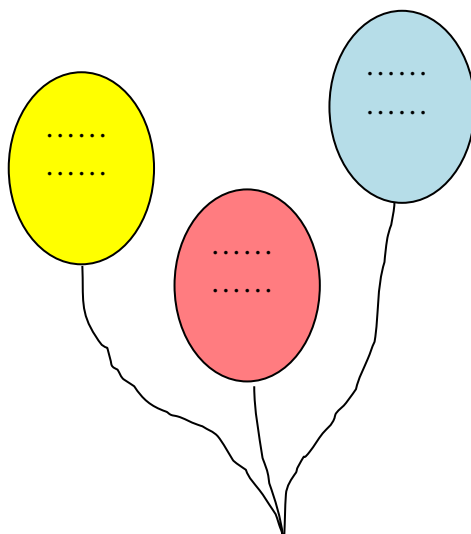
- tlakové ocelové lahve ($p = 15 \text{ MPa}$) s levotočivým závitem a **červeným** pruhem

<http://www.ledocom.cz/produkt-980.php>



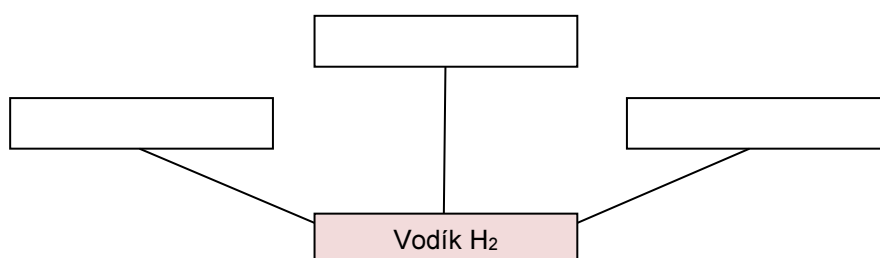
Úkoly

- 1) Který balónek je naplněn vodíkem, který heliem, a který oxidem uhličitým?



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- 2) Doplňte věty:
Vodík má protonové číslo $Z = \dots\dots\dots$, má $\dots\dots\dots$ elektronů; počet valenčních elektronů je $\dots\dots\dots$. Jeho elektronegativita je $\dots\dots\dots$, jeho latinský název je $\dots\dots\dots$ a jeho vaznost je $\dots\dots\dots$.
- 3) Charakterizujte výskyt vodíku ve vesmíru a na Zemi. Proč není plyný vodík součástí zemské atmosféry?
- 4) Jak se nazývají dvouprvkové sloučeniny vodíku? Uveďte konkrétní příklady.
- 5) Určete počty elementárních částic v atomech jednotlivých izotopů vodíku.
- 6) Do rámečků vepište příklady využití vodíku:



- 7) Popište průběh reakce vodíku s kyslíkem, pojmenujte produkt a charakterizujte bezpečnostní rizika této reakce.
- 8) Proč se vodík přestal používat jako náplň vzducholodí a balónů? Které plyny ho nahradily?
- 9) Popište elektrolýzu vody a uveďte, které chemické látky při ní vznikají? Dochází v průběhu elektrolýzy k vedení elektrického proudu vodou?
- 10) Jaký objem za NP zaujímá H_2 připravený rozkladem 9g vody?
- 11) Rozhodněte o pravdivosti následujících tvrzení:

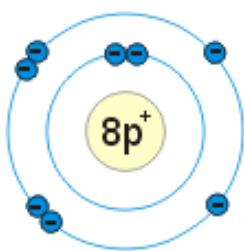
Vodík	Ano	Ne
Nejčastěji se nachází ve sloučeninách.	K	V
Je bezbarvý plyn.	Y	U
Zapáchá po hořkých mandlích.	P	S
Se vzduchem tvoří výbušnou směs.	E	A
Vytváří kationty H^+ .	L	N
Přepravuje se v zeleně označených tlakových lahvích.	B	I
Připravuje se reakcí zlata a kyseliny chlorovodíkové	Z	N
Je nekov.	A	M

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

KYSLÍK

obecná charakteristika

- VI. A skupina, 2. perioda
- nekov
- v jádře 8 protonů
- 6 valenční elektronů v orbitalech 2s a 2p (elektronová konfigurace valenční vrstvy $2s^2 2p^4 \Rightarrow$ 2 nespárované elektrony) $\Rightarrow$ atomy kyslíku jsou za NP nestálé $\Rightarrow$ stabilnější konfiguraci $2s^2 2p^6$ získávají $\Rightarrow$
 - přijetím 2 elektronů – vznikají anionty O^{2-} (oxidy, např.: CaO)
 - vytvořením dvou jednoduchých vazeb nebo jedné dvojně vazby (H_2O , O_2)
 - vytvořením jedné jednoduché vazby a přijetím elektronu (OH^- v NaOH)
- vysoká elektronegativita $\Rightarrow$
 - ox. číslo (-II) **oxidy** = binární sloučeniny, v nichž kyslík tvoří elektronegativnější složku O^{II} ; dále kyseliny, solí
 - ox. číslo (-I) **peroxydy** = binární sloučeniny s vazbou $-O-O-$, atomy kyslíku O^{-I} (např. H_2O_2 , BaO_2)



<http://www.zschemie.euweb.cz/molekuly/molekuly5.html>

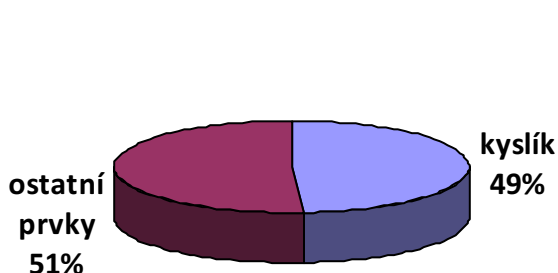
výskyt

za NP

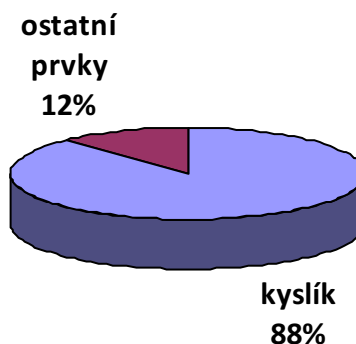
- volný
 - **dvouatomová molekula O_2** – v atmosféře (21 obj. %) – kyslík, který dýcháme; součást nižších vrstev atmosféry
 - **tříatomová molekula O_3 – ozón** – ve vyšší vrstvě atmosféry (ozonoféra); vzniká např. při bouřce
- vázaný
 - **v hydrosféře** (voda) – až 89%; **litosféře** (minerály, horniny) – **nejrozšířenější prvek na Zemi (49%)**
 - **biogenní prvek** (součást všeho živého; nezbytný pro život na zemi – dýchání živočichů)
 - v přírodě 3 izotopy: $^{16}_8O$, $^{17}_8O$, $^{18}_8O$

Následující diagramy znázorňují hmotnostní podíl kyslíku v zemské kůře, vodě, lidském těle a v atmosféře.

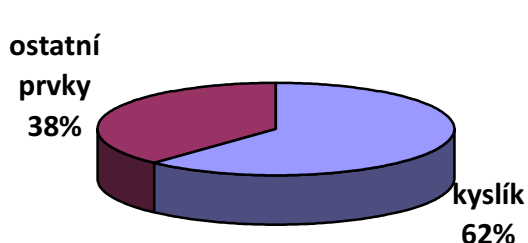
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



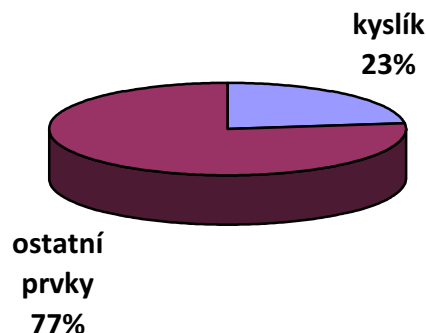
zemská kůra



voda



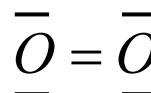
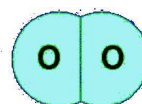
lidské tělo



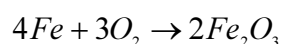
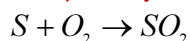
atmosféra

vlastnosti, reaktivita

– za NP **dvouatomová molekula O_2**

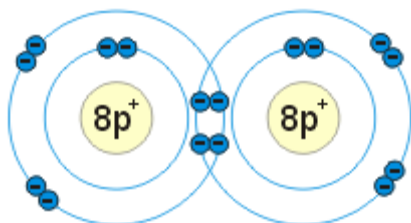
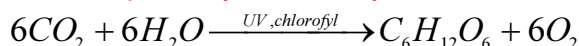


- ✓ bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu, nehořlavý, ale hoření podporující
- ✓ při $t = -183^\circ\text{C}$ kondenzuje na modrou kapalinu
- ✓ podílí se na korozi kovů, kažení potravin a dalších přírodních procesech
- ✓ hustota kyslíku je větší než hustota vzduchu $\Rightarrow O_2$ je těžší než vzduch
- ✓ ve vodě je nepatrně rozpustný (umožňuje život vodním živočichům; rozpustnost plynů ve vodě s rostoucí teplotou klesá $\Rightarrow$ horké letní dny přináší vodním živočichům dýchací potíže)
- ✓ molekulový kyslík je velmi reaktivní, má silné oxidační účinky, reakce jsou exotermické;
OXIDACE = reakce látek s O_2
(běžně probíhá pomalu a uvolňuje se při ní teplo – dýchání, rezavění; za vyšší teploty se rychlost oxidace zvyšuje)
- ✓ slučuje se téměř se všemi prvky za normální nebo vyšší teploty za vzniku dvouprvkových sloučenin zvaných OXIDY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- ✓ **HOŘENÍ** = prudká reakce látek s O_2 provázená tepelným a světelným zářením
- ✓ O_2 vzniká při **fotosyntéze** zelených rostlin



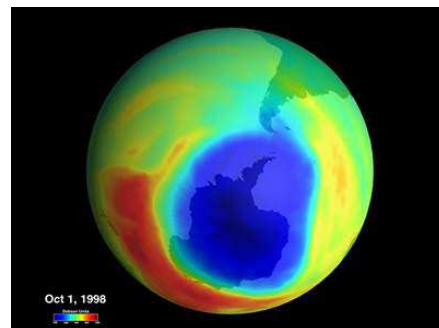
molekula kyslíku O_2

<http://www.zschemie.euweb.cz/molekuly/molekuly5.html>

- za určitých okolností se molekula O_2 štěpí na **radikály** $\bullet O$, které prudce reagují s jinými atomy a narušují chemické vazby v jiných sloučeninách; radikály vznikají i v lidských buňkách – urychlují procesy stárnutí, kornatění cév, rakovinové bujení a předčasnou degeneraci mozkové kůry; k omezení jejich účinku se používají **antioxidanty** (patří mezi ně vitamíny A, C, E)
- **atomární kyslík** $\bullet O$ – nestálý, velmi reaktivní, vzniká při elektrickém výboji nebo pouze při probíhající reakci, má oxidační účinky



na vzdušný kyslík O_2 ve vyšších vrstvách atmosféry, kde vytváří **ozonovou vrstvu**, chránící život na Zemi před nadměrným nebezpečným UV zářením vysílaným Sluncem. Je to ostře páchnoucí jedovatý namodralý plyn, má silné oxidační účinky, je reaktivnější než O_2 a snadno se rozkládá za běžné teploty a přítomnosti UV světla podle rovnice $2O_3 \rightarrow 3O_2$. Ničí mikroorganismy, používá se jako dezinfekce pitné vody ve vodárnách a vzduchu ve skladech potravin, ve farmacii, slouží jako bělicí prostředek. Vyrábí se v ozonizátorech. V nižších koncentracích působí osvěžujícím způsobem; jeho vdechování ve vyšších koncentracích je zdraví škodlivé – dráždí sliznice, vyvolává kašel, působí jako nervový jed. Přízemní ozón vzniká např. z výfukových plynů automobilů. Úbytek ozonu ve stratosféře se označuje jako **ozonová díra**.

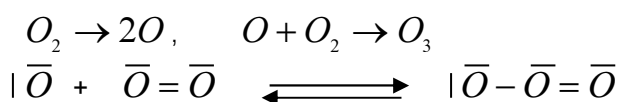


ozonová díra nad Antarktidou

http://www.lidovky.cz/vrstva-ozonu-ma-15-let-zpozdeni-dze-veda.aspx?c=A051214_084624_ln_veda_hlm

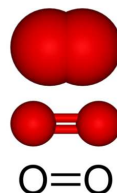
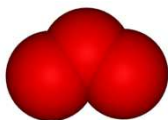
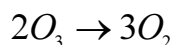
(Některé plynné látky – např. freony, které ve svých molekulách obsahují atomy fluoru a chloru – se dostávají do ovzduší a jsou schopny jako katalyzátory rozkládat ozón – samy se přitom nemění. Úbytek ozónu vede ke zvýšenému výskytu rakoviny kůže a očních onemocnění. Ozonoféru narušují také další látky s volnými elektrony např. radikály nebo oxidy dusíku. Koncem minulého století se vyspělé státy dohodly – Montrealský protokol – na omezení produkce nejškodlivějších freonů – hnací plyn do sprejů, náplň chladniček a klimatizačních zařízení.)

tvorba O_3 :



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

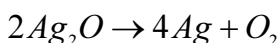
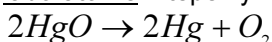
rozklad O_3 :



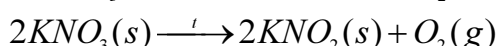
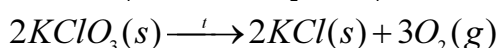
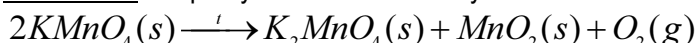
<http://sk.wikipedia.org/wiki/Oz%C3%B3n>

výroba

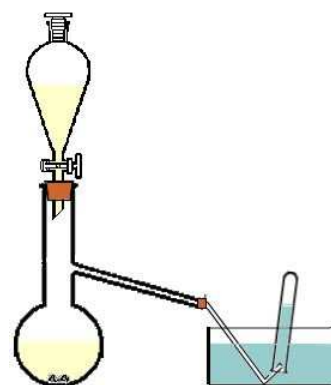
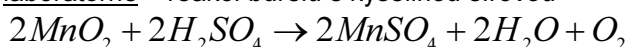
- laboratorně – tepelný rozklad látek snadno uvolňujících O_2



- laboratorně – tepelný rozklad solí bohatých na O_2

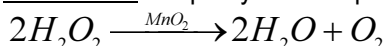


- laboratorně – reakcí burelu s kyselinou sírovou



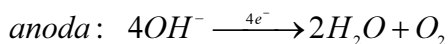
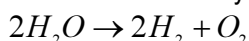
www.almanachchemie.webpark.cz

- laboratorně – tepelný rozklad peroxidu vodíku v přítomnosti katalyzátoru MnO_2



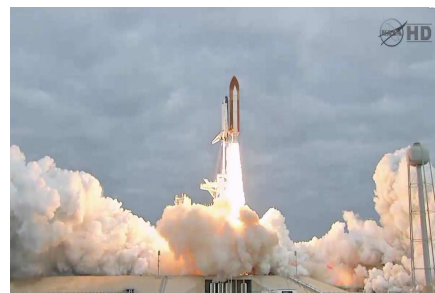
- průmyslově – frakční destilace zkapalněného vzduchu (vzduch se stlačuje a ochlazuje na $-200^\circ C$; při teplotě $-183^\circ C$ kondenzuje na světle modrou kapalinu)

- laboratorně a průmyslově – elektrolýzou vody (s přidavkem malého množství H_2SO_4 , protože voda vede elektrický proud jen nepatrně)



užití

- dýchání organismů, spalování paliv
- hutnictví – výroba železa, ocelí, kovů
- strojírenství – svařování a řezání kovů
- lékařství (podpora dýchání pacientů)
- sklářství, chemická výroba, hornictví, letectví, hasiči, potápěči, sport (dýchací přístroje)
- rozkladem ozónu nebo peroxidu vodíku vzniká krátce atomární kyslík, který má dezinfekční a bělicí účinky
- kapalný O_2 – pod názvem LOX (liquid oxygen) se používá jako oxidovadlo pro pohon raketových motorů
- ozón O_3 – dezinfekce vzduchu a vody (ozonizace) – finančně nákladnější a méně účinná než tradiční dezinfekce vody chlorem



www.realitatea.net

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

přeprava

- tlakové ocelové lahve ($p = 17 \text{ MPa}$) s pravotočivým závitem a **modrým** pruhem (závity se nesmí mazat, protože při oxidaci tuků čistým O_2 dochází k výbuchu)



www.svarecskepotreby.cz

Úkoly

- 1) V periodické soustavě prvků vyhledejte informace o kyslíku:
protonové číslo:, elektronegativita:, latinský název:
- 2) Ve kterých oblastech činnosti člověka se využívá kyslík?
- 3) Negativní účinky na lidské tělo mají částice zvané volné radikály. Jak na tyto radikály působí některé vitamíny?
- 4) Jaký význam má kyslík pro organismy? Které organismy a při jakém ději produkují kyslík?
- 5) Doplňte význam zápisů:
 - a) O
 - b) O_2
 - c) 2O_2
 - d) ${}^8\text{O}$
 - e) O_3
 - f) ${}^{16}\text{O}$
- 6) Zapište reakce N_2O_5 , CaO , SO_3 , N_2O , P_4O_{10} s vodou?
- 7) Proč má ozón větší oxidační účinky než molekulový kyslík O_2 ?
- 8) Kolik litrů kyslíku se za normálních podmínek uvolní rozkladem 0,49 g chlorečnanu draselného podle rovnice: $2 \text{KClO}_3 \rightarrow 2 \text{KCl} + 3 \text{O}_2$
- 9) Jaký je chemický vzorec ozonu? K čemu slouží ozonoféra? Proč je narušení ozonové vrstvy nebezpečné? Co je tzv. ozonová díra a co ji způsobuje? Jak zamezit dalšímu snižování množství ozonu v atmosféře?
- 10) Co jsou to freony?
- 11) Proč používají horolezci ve vysokých horských oblastech kyslíkové přístroje?
- 12) V čem spočívají nebezpečné účinky UV záření? Jak se chráníme před účinky tohoto záření?



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Použitá literatura a internetové zdroje:

- J. Blažek, J. Fabini: Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření, SPN 2005
M. Benešová, H. Satrapová: Odmaturuj z chemie, Didaktis 2002
J. Banýr, P. Beneš a kol.: Chemie pro střední školy, SPN 2001
J. Vlček: Základy středoškolské chemie, J. Vlček 2003
V. Pumper, M. Adamec, P. Beneš, V. Scheuerová: Základy přírodovědného vzdělávání pro SOŠ a SOU – CHEMIE, Fortuna 2010
V. Flemr, B. Dušek: Chemie (obecná a anorganická) I pro gymnázia, SPN 2001
T. Kovalčíková: Obecná a anorganická chemie, Pavel Klouda 2004
J. Mach, I. Plucková, J. Šibor: Chemie – úvod do obecné a anorganické chemie – učebnice, Nová škola 2010
J. Mach, I. Plucková: Chemie – úvod do obecné a anorganické chemie – pracovní sešit, Nová škola 2010
J. Škoda, P. Doulik: Chemie 8 – učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia, Fraus 2006
J. Pánek, P. Doulik, J. Škoda: Chemie 8 – pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia, Fraus 2006
P. Doulik, J. Škoda, B. Jodas, E. Bieliková, J. Kolková: Chemie 8 – příručka učitele pro základní školy a víceletá gymnázia, Fraus 2006
J. Vacík a kol.: Přehled středoškolské chemie, SPN 1990
Výukové materiály a úlohy a cvičení jsou autorsky vytvořeny pro učební materiál.
<http://www.astro.cz/clanek/2025>
<http://www.e-chembook.eu/cz/anorganicka-chemie/vodik-a-alkalicke-kovy>
<http://www.enviroexperiment.cz/chemie-2-stupen-zs/17132-priprava-vodiku>
<http://cs.wikipedia.org/wiki/>
<http://sk.wikipedia.org/wiki/Oz%C3%B3n>
<http://www.ledocom.cz/>
<http://www.zschemie.euweb.cz/>
<http://www.lidovky.cz/>
www.google.cz
www.almanachchemie.webpark.cz
www.realitatea.net
www.svarecskepotreby.cz