

**Prvky 16. skupiny**  
**CHALKOGENY**

1												18					
1 <b>H</b> 1.0079	2											13	14	15	16	17	2 <b>He</b> 4.0026
3 <b>Li</b> 6.941	4 <b>Be</b> 9.0122											5 <b>B</b> 10.811	6 <b>C</b> 12.011	7 <b>N</b> 14.007	8 <b>O</b> 15.999	9 <b>F</b> 18.998	10 <b>Ne</b> 20.180
11 <b>Na</b> 22.990	12 <b>Mg</b> 24.305	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 <b>Al</b> 26.982	14 <b>Si</b> 28.086	15 <b>P</b> 30.974	16 <b>S</b> 32.066	17 <b>Cl</b> 35.453	18 <b>Ar</b> 39.948
19 <b>K</b> 39.098	20 <b>Ca</b> 40.078	21 <b>Sc</b> 44.956	22 <b>Ti</b> 47.867	23 <b>V</b> 50.942	24 <b>Cr</b> 51.996	25 <b>Mn</b> 54.938	26 <b>Fe</b> 55.845	27 <b>Co</b> 58.933	28 <b>Ni</b> 58.693	29 <b>Cu</b> 63.546	30 <b>Zn</b> 65.39	31 <b>Ga</b> 69.723	32 <b>Ge</b> 72.61	33 <b>As</b> 74.922	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.904	36 <b>Kr</b> 83.80
37 <b>Rb</b> 85.468	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.906	40 <b>Zr</b> 91.224	41 <b>Nb</b> 92.906	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101.07	45 <b>Rh</b> 102.91	46 <b>Pd</b> 106.42	47 <b>Ag</b> 107.87	48 <b>Cd</b> 112.41	49 <b>In</b> 114.82	50 <b>Sn</b> 118.71	51 <b>Sb</b> 121.76	52 <b>Te</b> 127.60	53 <b>I</b> 126.90	54 <b>Xe</b> 131.29
55 <b>Cs</b> 132.91	56 <b>Ba</b> 137.33	57-71 *	72 <b>Hf</b> 178.49	73 <b>Ta</b> 180.95	74 <b>W</b> 183.84	75 <b>Re</b> 186.21	76 <b>Os</b> 190.23	77 <b>Ir</b> 192.22	78 <b>Pt</b> 195.08	79 <b>Au</b> 196.97	80 <b>Hg</b> 200.59	81 <b>Tl</b> 204.38	82 <b>Pb</b> 207.2	83 <b>Bi</b> 208.98	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89-103 #	104 <b>Rf</b> (261)	105 <b>Db</b> (262)	106 <b>Sg</b> (263)	107 <b>Bh</b> (264)	108 <b>Hs</b> (265)	109 <b>Mt</b> (268)	110 <b>Uun</b> (269)	111 <b>Uuu</b> (272)	112 <b>Uub</b> (269)		114 <b>Uuq</b> ‡		116 <b>Uuh</b> ‡		118 <b>Uuo</b> ‡

\* Lanthanide series

57 <b>La</b> 138.91	58 <b>Ce</b> 140.12	59 <b>Pr</b> 140.91	60 <b>Nd</b> 144.24	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150.36	63 <b>Eu</b> 151.96	64 <b>Gd</b> 157.25	65 <b>Tb</b> 158.93	66 <b>Dy</b> 162.50	67 <b>Ho</b> 164.93	68 <b>Er</b> 167.26	69 <b>Tm</b> 168.93	70 <b>Yb</b> 173.04	71 <b>Lu</b> 174.97
---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

# Actinide series

89 <b>Ac</b> (227)	90 <b>Th</b> 232.04	91 <b>Pa</b> 231.04	92 <b>U</b> 238.03	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (262)
--------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

# Chalkogeny

- **O, S** – nekovy      **Se, Te** – polokovy      **Po** – kov
- p- prvky – ve valenční vrstvě 6 elektronů  
– v orbitalech **s** a **p**

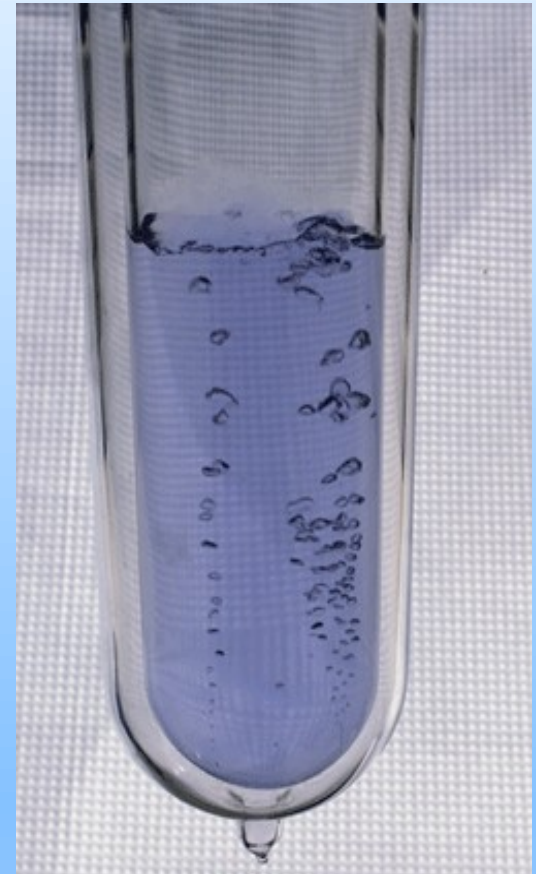
- Elektronegativita roste  
ve skupině směrem nahoru

1																		18																			
1A																		2A																		8A	
1	H																	2	He																		
3												5								10																	
3	Li	4	Be											5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne												
11												13								18																	
11	Na	12	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar												
19												29								36																	
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr		
37												47								54																	
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe		
55												71								86																	
55	Cs	56	Ba	57	La*	58	Hf	59	Ta	60	W	61	Re	62	Os	63	Ir	64	Pt	65	Au	66	Hg	67	Tl	68	Pb	69	Bi	70	Po	71	At	72	Rn		
87												103								118																	
87	Fr	88	Ra	89	Ac†	90	U	91	Np	92	Pu	93	Am	94	Cm	95	Bk	96	Cf	97	Es	98	Fm	99	Md	100	No	101	Lr	102		103					
*Lanthanides		58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu								
†Actinides		90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr								

- V přírodě v čistém stavu, i v minerálech a horninách
- Jsou reaktivní – do oktetu jim chybí pouze 2 elektrony, které získávají od atomu prvku, se kterým vstupují do vazby

# KYSLÍK

- Nejrozšířenější prvek na Zemi
- Součást vzduchu – 21 objemových %
- Významný biogenní prvek
- 2 alotropické modifikace – dikyslík  $O_2$   
– ozon  $O_3$
- Přírodní kyslík je směs 3 izotopů:
  - $^{16}O$  (99,76%)
  - $^{17}O$  (0,04%)
  - $^{18}O$  (0,2%)

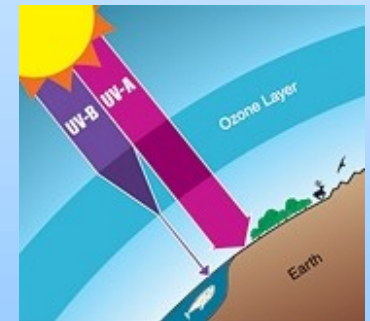


# OZON O<sub>3</sub>

- Jedovatý, bezbarvý plyn
- V silnějších vrstvách namodralý plyn charakteristického zápachu

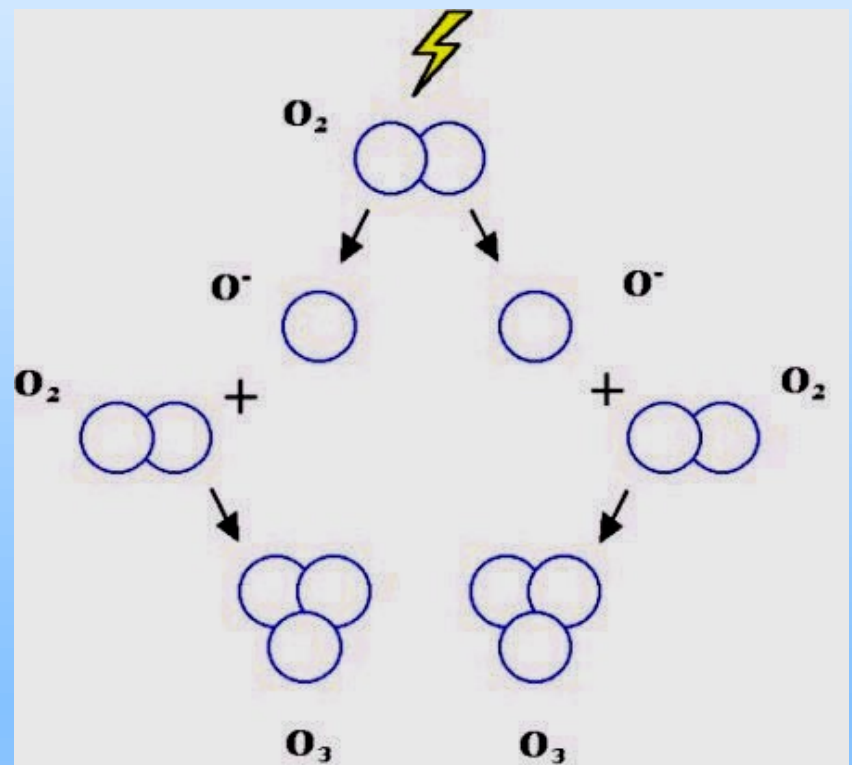
Kapalný ozon – **modrý**      Pevný – **černo-fialový**

- Největší množství ozonu v tzv. **ozonové vrstvě**
  - součást stratosféry (25 – 30 km nad Zemí)
  - absorbuje UV záření - chrání povrch Země před intenzivním UV zářením Slunce



# OZON O<sub>3</sub>

- Vzniká ve vyšších vrstvách atmosféry působením UV záření na kyslík.
- Připravuje se v tzv. „**ozonizátorech**“
- Využití:
  - Sterilizace vody
  - Bělení olejů a škrobu.



# OZON O<sub>3</sub>

- Velmi reaktivní
- Rozkládá se za uvolnění atomárního kyslíku
  - » Silné oxidační účinky
- Směs se vzduchem se 70% ozonu výbušná.
- Reaguje téměř se všemi kovy za vzniku oxidů.
  - reakcí s alkalickými hydroxidy → ozonidy MO<sub>3</sub>

# (DI)KYSLÍK O<sub>2</sub>

- Bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu
- b. varu -183°C                      b. tání -219°C
- dopravuje se v ocelových bombách s modrým pruhem
- Tvořen dvouatomovými molekulami (poutány dvojnou vazbou)
- 2. nejelektronegativnější prvek - velmi reaktivní
- Molekulární kyslík se slučuje s většinou prvků → **oxidy**  
(ox. číslo v oxidech -II)

(He, Ne, Ar – oxidy prozatím nepřípraveny)

(W, Pt, Au – s kyslíkem přímo nereagují)



# KYSLÍK O<sub>2</sub>

- **Laboratorní příprava**
- Rozkladem kyslíkatých solí a oxidů účinkem tepla  
$$\text{KClO}_3 \rightarrow 2 \text{KCl} + 3\text{O}_2$$
$$2 \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$$
$$2 \text{HgO} \rightarrow 2 \text{Hg} + \text{O}_2$$
- Elektrolýza zřed.  $\Theta$  kyseliny sírové
- Rozklad vodného  $\Theta$  peroxidu vodíku (kat.  $\text{MnO}_4$ )  
–  $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

Příprava kyslíku  
rozkladem peroxidu vodíku za katalýzy oxidu manganičitého

- <http://www.youtube.com/watch?v=unnuvLE62Jc>

# KYSLÍK O<sub>2</sub>

## Průmyslová výroba

- Frakční destilace zkapalněného vzduchu.

## Využití

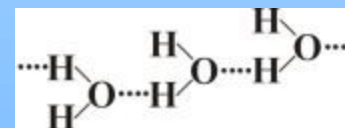
- sváření a řezání kovů
- dýchací přístroje a kyslíkové stany
- inhalace při otravách
- v kapalném stavu pro pohon raket a kosmických lodí



# SLOUČENINY KYSLÍKU

- VODA

- Nejvýznamnější a nejrozšířenější sloučenina kyslíku
- 3 skupenství
- Bezbarvá kapalina bez zápachu, v silných vrstvách modrá.
- Atomy v molekule svírají úhel  $104,5^\circ$
- Molekula vody má silně polární charakter.
- Struktura vody umožňuje vznik vodíkových můstků.



# LED

- Tvoří řadu polymorfních modifikací
- Vzniká ochlazením vody na  $0^{\circ}\text{C}$  při atmosférickém tlaku
- Krystalizuje v šesterečné soustavě
- Ve struktuře ledu jsou dutiny – má díky tomu nižší hustotu než voda – plave na ní.
- Při nízkých tlacích a teplotě  $-80$  až  $-140$  krystalizuje v soustavě krychlové.



- VODA

- KRYSTALOHYDRÁTY

- V některých krystalech solí vázáno rozpouštědlo, z něhož sůl krystalizovala = „krystalová voda“.
    - Je součástí krystalové struktury.
    - Ovlivňuje fyzikální i chemické vlastnosti.
    - Některé jsou labilní – ztrácejí krystalovou vodu a přechází na bezvodou látku.
    - Př.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$



- AQUAKOMPLEXY

- Patří mezi komplexní sloučeniny
    - Obsahují ve svých molekulách donor-akceptorní vazby
    - Př. kation tetraaquaměďnatý  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$

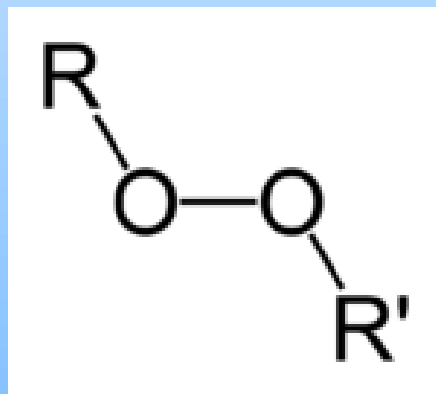
# SLOUČENINY KYSLÍKU

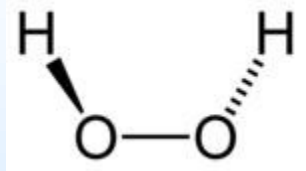
- PEROXIDY

- Dvouprvkové sloučeniny se 2 atomy kyslíku

- Navzájem spojené kovalentní vazbou –O – O –

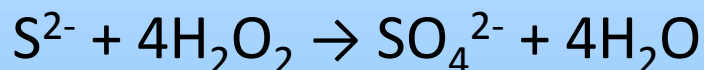
- Oxidační číslo –I



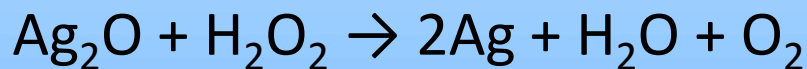


- PEROXID VODÍKU

- Bezbarvá, sirupovitá kapalina
- Výborné polární rozpouštědlo
- Ve vodě neomezeně rozpustný
- Chová se jako velmi slabá kyselina
- Má silné oxidační účinky – např. oxiduje sulfidy na sírany:



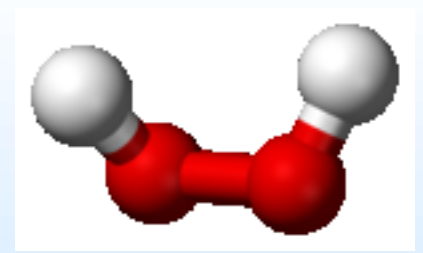
- Na některá silná oxidační činidla působí redukčně.



- Vodný roztok – bělicí a dezinfekční prostředek ( $w = 3 \%$ )



# PEROXID VODÍKU



- V laboratoři 30% - silně leptá
- Nestálý, rozkládá se na vodu a atomární kyslík
  - $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}$
- Se silnými hydroxidy vytváří 2 typy solí:
  - peroxidy  $\text{M}_2\text{O}_2$
  - hydrogenperoxydy  $\text{M}^{\text{I}}\text{HO}_2$
- Známé jsou peroxidy alkalických kovů a kovů alkalických zemin.
  - $2\text{M} + \text{O}_2 \rightarrow \text{M}_2^{\text{I}}\text{O}_2$

# SLOUČENINY KYSLÍKU

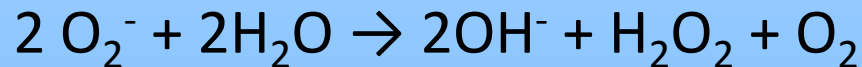
- HYPERPEROXIDY



- Ve struktuře obsahují **hyperoxidový anion**  $O_2^-$  vázaný s kationtem kovu

- Velmi ochotně reagují s vodou

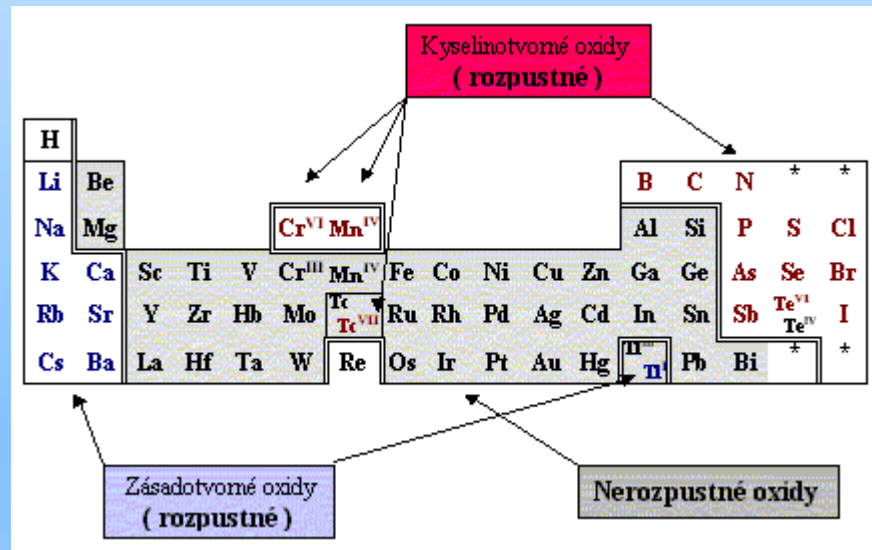
- Vzniká odpovídající hydroxid, peroxid vodíku a kyslík.



# SLOUČENINY KYSLÍKU

## OXIDY

- Binární sloučeniny prvků s kyslíkem  
(Kyslík je zde elektronegativnější složkou)
- Dělíme je na základě struktury a chemického chování



Podle **chemického chování** – reakce s vodou, kyselinami a zásadami je dělíme na 4 skupiny:

## 1. KYSELÉ OXIDY (kyselinotvorné)

- odvozené od nekovových prvků



- oxidy kovů s ox. číslem vyšším než V



- reagují s vodou za vzniku kyslíkatých kyselin
- ve vodě nerozpustné se rozpouštějí v zásadách za vzniku dané soli

## 2. BAZICKÉ OXIDY (zásadotvorné)

- sloučeniny elektropozitivních prvků a oxidy s ox. č. menším než IV
- s vodou reagují za vzniku hydroxidů



Podle **chemického chování** – reakce s vodou, kyselinami a zásadami je dělíme na 4 skupiny:

### 3. AMFOTERNÍ OXIDY

- oxidy s nižším ox. číslem (ZnO)
- reagují s kyselinami i zásadami za vzniku solí
- amfoterní oxid + zásada – atom kovu vázaný v aniontu  
$$\text{ZnO} + 2 \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$$

### 4. NEUTRÁLNÍ OXIDY

- nereagují ani s kyselinami ani se zásadami  
CO, NO

# SLOUČENINY KYSLÍKU

## OXIDY

- Dělíme je **na základě struktury** ovlivňující i jejich vlastnosti:
  - **Iontové:**
    - obsahují aniont  $O^{2-}$  a  $M^{n+}$
    - vázané iontovou vazbou
    - netěkavé, vysoké teploty tání
  - **Kovalentní:**
    - mají kovalentní vazby
    - složené z jednotlivých molekul (molekulové oxidy)
    - polymerní struktura (oxidy s atomovou strukturou)

# OXIDY

## – Molekulové oxidy:

- Tvoří většina nekovů s velkou elektronegativitou
  - ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ )
- Některé kovy s vyššími ox. čísly ( $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ,  $\text{OsO}_4$ )
- Těkavé, plynné nebo kapalné

## – Oxidy s atomovou strukturou:

- Tvoří kovy střední části period. soustavy a některé nekovy ( $\text{HgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ )
- Málo těkavé, některé značně tvrdé

# Použitá literatura

- *Přehled středoškolské chemie*. 2. vyd. Praha: SPN, 1999, 365 s. ISBN 80-723-5108-7.
- MAREČEK, Aleš a Jaroslav HONZA. *Chemie pro čtyřletá gymnázia*. 3., přeprac. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2005, 240 s. ISBN 80-7182-055-51.
- [www.gym-karvina.cz/userfiles/20/file/vi\\_a\\_skupina.ppt](http://www.gym-karvina.cz/userfiles/20/file/vi_a_skupina.ppt)