



## Síra

| 1.elementárna- v blízkosti sopiek) v alotropických modifikáciách a amorfných formách             |                   |   |
|--|-------------------|---|
| A.Kryštalická (alotropické modifikácie)  | a. košostvorcová  | S <sub>8</sub> - tuhá žltá  |
|  | b. jednoklonná    | S <sub>8</sub> - tuhá žltá, vzniká zahriatím 95,5°C z kosoštvorcovej                              |
| B.Amorfné ( beztváre) formy  | a. plastická síra | S <sub>n</sub> - hnedá, beztvára, vzniká zahrievaním a prudkým ochladením taveniny S <sub>8</sub> |
|  | b. sírny kvet     | žltá, kryštalická, vzniká ochladením sírnych pár  |
| 2.Viazaná v zlúčeninách ( sírany, sulfidy- horniny a minerály, sulfán v sopečnom a zemnom plyne) |                   |   |

**Minerály síry:** pyrit FeS<sub>2</sub>, chalkopyrit CuFeS<sub>2</sub>, galenit PbS, sfalerit ZnS, cinabaryt HgS, sadrovec CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O, glauberová soľ Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10H<sub>2</sub>O, baryt BaSO<sub>4</sub>

Vlastnosti p<sup>4</sup> prvkov

- so stúpajúcim X:
  - rastie kovový charakter, atómový polomer
  - klesá elektronegativita

## skupenstvo:

| plynné | tuhé |    |    |                  |
|--------|------|----|----|------------------|
| O      | S    | Se | Te | Po- rádioaktívny |

- výskyt vo viacerých izotopoch kyslík <sup>16</sup>O, <sup>17</sup>O, <sup>18</sup>O, síra má 24 izotopov najstabilnejšie <sup>32</sup>S, <sup>33</sup>S, <sup>34</sup>S, <sup>36</sup>S

## oxidačné čísla:

| -II, -I, II | -II, IV, VI |    |    | -II, IV |
|-------------|-------------|----|----|---------|
| O           | S           | Se | Te | Po      |

- väzbovosť:** O- dvojjväzbový, S- dvoj, štvorväzbová, maximálna šesťväzbová (využitie d-orbitálov)

## Typy väzieb

| kyslík   | síra   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Iónové- Na<sub>2</sub>O, CaO</li> <li>Kovalentné- SiO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O</li> <li>Van der waalové– O<sub>2</sub>...O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>..v H<sub>2</sub>O, SO<sub>3</sub></li> <li>Koordináčna - H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, CO</li> <li>Vodíkové mostíky- H<sub>2</sub>O</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kovalentná väzba- SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S</li> <li>Iónová- Na<sub>2</sub>S</li> <li>Van der waalové sily- S<sub>8</sub>, SO<sub>3</sub></li> <li>Netvorí vodíkové mostíky</li> </ul> |

**Vlastnosti**

| Kyslík   |   | Síra  |
|--|---|---|
| dvoatómový   | trojatómový   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• bezfarebný plyn, bez zápachu, bez chuti</li> <li>• čiastočne rozpustný vo vode (so zvyšujúcou teplotou rozpustnosť klesá- kyslíkový stres a udusenie organizmov, v morskej vode menej)</li> <li>• umožňuje dýchanie</li> <li>• ťažší ako vzduch</li> <li>• veľmi reaktívny (niekedy až po zahriatí)- pomalé a rýchle horenie</li> <li>• oxidačné činidlo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• modrastý zapáchajúci plyn (po cesnaku)</li> <li>• rozpustný vo vode</li> <li>• pri vyšších koncentráciách jedovatý</li> <li>• ťažší ako vzduch</li> <li>• veľmi reaktívny (viac ako <math>O_2</math>, už pri nižšej teplote)</li> <li>• silné oxidačné účinky (viac ako <math>O_2</math>)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuhá, žltá kryštalická látka</li> <li>• nekov</li> <li>• zlý vodič tepla a elektrického prúdu</li> <li>• nerozpustná vo vode, rozpustná v nepolárnych rozpúšťadlách</li> <li>• pomerne stála pri bežnej teplote (zvýšením teploty reaktívnosť stúpa)</li> <li>• oxidačne a redukčné činidlo</li> </ul> |

Dokonalé spaľovanie:

Nedokonalé spaľovanie:

Reakcia síry so železom:

**Biogénne vlastnosti**

|               |  |
|---------------|--|
| <b>kyslík</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>makrobiogénny prvok</b> (ľudské telo obsahuje 62% kyslíka, súčasť organických zlúčenín)</li> <li>• umožňuje biologickú oxidáciu živín (dýchanie) a získavanie energie</li> <li>• tvorbu stálej telesnej teploty</li> </ul> |
| <b>síra</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>makrobiogénny prvok</b></li> <li>• tvorí redoxný systém <b>acetylkoenzým</b>- medziprodukt odbúravania živín</li> <li>• súčasť AMK, bielkovín, vitamínov B1, H, hormónov</li> </ul>  |

**Využitie**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>O<sub>2</sub></b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zváranie a rezanie kovov (autogénové zváranie= acetylén v čistom kyslíku, teplota 3000°C)</li> <li>• výroba ocele, spaľovanie palív- získanie energie, raketové palivo</li> <li>• oxygenoterapia, dýchacie prístroje</li> </ul>  |
| <b>O<sub>3</sub></b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ozónová vrstva, dezinfekcia (ozonizátory, priestory alebo pitná voda), bielenie látok, odstraňovanie zápachu tukov</li> </ul>  |
| <b>S</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• výroba kyseliny sírovej, sírouhlika, siričitanov, sulfidov</li> <li>• poľnohospodárstvo- superfosfát, insekticídy, fungicídy</li> <li>• vulkanizácia kaučuku</li> <li>• hlavičky zápaliek (chlorečnan draselný + antimonit + síra)</li> <li>• pasivácia kovov</li> </ul> |

|  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pušný prach- (sírny kvet + drevené uhlie a dusičnan sodný)</li> <li>• dezinfekcia- sudy v pivovarníctve</li> <li>• farmaceutický priemysel- sírne maste na kožné choroby ( svrab)</li> </ul> |
|--|---|

## Príprava a výroba

### Kyslík

#### 1. v prírode

- $O_3$ - v atmosfére počas elektrických výbojov, blesku, pôsobením UV, na plynný kyslíka lebo oxidy
- $O_2$ - fotosyntézou, v atmosfére

#### 2. laboratóriu

- Rozkladom peroxidov, solí kyslíkatých kyselín, oxidov

- Elektrolýzou vody

#### 3. v priemysle: frakčnou destiláciou skvapalneného vzduchu a elektrolýzou vody

### Síra

- získavanie priamo z ložísk
- pražením sulfidových rúd

## Zlúčeniny

### Oxidy

#### Rozdelenie podľa reakcie s vodou, kyselinami a hydroxidmi

| kyselinotvorné  | hydroxidotvorné  | amfoterné  | Neutrálne( inertné)                                 |
|---|--|--|---|
| reakciou s vodou vznikajú kyseliny s hydroxidmi tvoria soli         | reakciou s vodou vznikajú hydroxidy s kyselinami tvoria soli | reagujú s kyselinami a hydroxidmi za vzniku solí | nereagujú ani s vodou, ani s kyselinou a hydroxidom |
| $SO_3$ ( kov s vyšším ox. č. ako V), $Mn_2O_7$ , $Cl_2O_5$ , $SO_2$ | $CaO$ , $K_2O$ , $Na_2O$ kov ox.č. menšie ako IV)            | $ZnO$ , $Al_2O_3$                                | $CO$ , $NO$   |

## Oxid siričitý

### Vlastnosti

- Bezfarebný plyn **štipľavého** zápachu
- **Toxický**, dráždi dýchacie cesty (kašľanie, slzenie)- 0,1% vo vzduchu spôsobuje udusenie
- **Redoxné vlastnosti**
  1. **oxidačné:**
  2. **redukčné :**
- Kontaminant ŽP- pôvodca vzniku kyslých dažďov
- **Rozpustný vo vode**, tvorí kyselinu siričitú ( *solí siričitany, hydrogénsiričitany*)
- **Využitie:**
  1. potravinárstvo (E220)- konzervant (*bráni množeniu plesní, kvasiniek, proti hnednutiu marhulí, müsli tyčinka, sušený kokos...*)
  2. dezinfekcia (*vinných sudov, pivníc, včelích úľov, sírne sviečky a knôty*)
  3. bielenie(*celulózy, odevov*)
  4. Výroba  $H_2SO_4$

### Geometria a tvar molekúl

| SO <sub>2</sub>  | SO <sub>3</sub>  | SF <sub>6</sub>   |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• a= 2, b =1, z = 3</li> <li>• základný tvar trigonálna, lomená molekula</li> <li>• Väzbový uhol 119°</li> <li>• Neekvivalentná sp<sup>2</sup> hybridizácia</li> <li>• <math>\mu=5,36 \cdot 10^{-30} \text{C.m}</math>= polárna molekula</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• a= 3, b = 0, z =3</li> <li>• Trigonálna ( rovnostranný trojuholník)</li> <li>• Väzbový uhol 120°</li> <li>• sp<sup>2</sup> hybridizácia</li> <li>• <math>\mu=0 \text{C.m}</math>= nepolárna molekula</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• a= 6, b = 0, z =6</li> <li>• tetragonálna ( štvorboká) bipiramída-pravidelný osemsten</li> <li>• väzbový uhol 90°</li> <li>• sp<sup>3</sup>d<sup>2</sup> hybridizácia</li> <li>• nepolárna molekula</li> </ul> |

### Peroxid vodíka

- bezfarebný, kvapalný, vo vode rozpustný, slabá kyselina
- Koncentrovaný leptá pokožku
- Nestály ľahko sa rozkladá ľahko sa rozkladá ( *urýchľujú MnO<sub>2</sub>, Pt, krv*), spomaľujú (*kyselina sírová, močovina*)
- Silne oxidačné účinky

### Oxidačné vlastnosti

#### A. Silné oxidačné činidlo

#### B. Redukčné činidlo

**Význam:**

1. **dezinfekčné účinky** (3% roztok súčasť lekárničiek na rany, silnejší na prevádzky, výrobné pásy)
2. **bieliace účinky**- odfarbovanie a farbenie vlasov, bielenie papiera

**Sulfán**

- Bezfarebný **zapáchajúci** plyn (skazené vajcia), vzniká rozkladom bielkovín
- **Ťažší** ako vzduch, veľmi **toxický**
- **Redukčné účinky:**
  
- Príčina **černania striebra:**
  
- **Rozpustný vo vode**- vodný roztok sulfánu- slabá kyselina sulfánová ( *solí sulfidy, hydrogénsulfidy*)
- **Supravodivý**( za urč. podmienok nekladie žiadny elektrický odpor)
- **Význam:** spracovanie kože, dôkaz kovov v analytickej chémii, medicína: migrény, cievne a črevné ochorenia, poruchy erekcie

**Dôkazové reakcie:**

**Porovnanie vlastností**

| H <sub>2</sub> O   | H <sub>2</sub> S   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Všetky skupenstvá, bez chuti a zápachu</li><li>• Mr: 18</li><li>• <b>TV:100°C</b></li><li>• 104,45°väzbový uhol, neekvivalentná, sp<sup>3</sup> hybridizácia, tetraéder, polárna molekula</li><li>• Polárna väzba O-H</li><li>• Medzimolekulové sily- vodíkové mostíky</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Plynný, jedovatý, zápach, odporná chuť</li><li>• Mr: 34</li><li>• <b>TV: -60°C</b></li><li>• 92° väzbový uhol, sp<sup>3</sup> hybridizácia, tetraéder, polárna molekula</li><li>• Nepochárna väzba S-H</li><li>• Neobsahuje vodíkové mostíky</li></ul> |

**Kyselina siričitá**

**Elektrónový štruktúrny vzorec**

**Kyselina sírová**

**Elektrónový štruktúrny vzorec**

- Bezfarebná olejovitá kvapalina
- Veľmi silná žieravina
- S vodou miešateľná v ľubovoľnom pomere
- Predáva sa koncentrovaná ako 96%

## Disociácia

### Výroba:

- 1.
- 2.
- 3.

oxid sa zavádza do koncentrovanej kyseliny, vzniká **óleum** (zmes oxidu sírového a kyseliny disírovej), následne sa riedi vodou na potrebnú koncentráciu

- 4.

### Porovnanie vlastností:

| Zriedená H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | Koncentrovaná H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Silná kyselina</b></li><li>• <b>Bez hygroskopických</b> účinkov</li><li>• Jemnejšie oxidačné účinky</li><li>• reaguje <b>iba neušľachtilými kovmi</b> za vzniku vodíka</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Silná kyselina</b></li><li>• Silné <b>hygroskopické</b> a korozívne účinky, spôsobuje zuhoľnatie organických látok</li><li>• Silné oxidačné účinky</li><li>• Reaguje <b>so všetkými kovmi</b> (okrem Pb, Pt, Au) pri zvýšenej teplote za vzniku oxidov</li></ul> |

### Význam:

- Surovina v chemickom priemysle hnojivá, liečivá, výbušniny, plasty, farbivá,
- akumulátor do áut- elektrolyt, rafinácia (čistenie) minerálnych olejov
- pasivácia kovov

### Pravidlá riedenia kyselín

**Príčina:** riedenie kyselín prudko exotermická reakcia, hrozí zovretie a vyprsknutie zmesi

#### Pravidlá riedenia:

- Vždy lejeme kyselinu do vody
- Stále miešanie
- Pomaly (alebo po tyčinke)
- Pri veľkom riedení ochladzujeme

**Modrá skalica (CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O)**- fungicíd, ošetrovanie bazénov proti riasam, moridlo na drevo, osivo, ochranu preparátov, pomedovanie predmetov

**Zelená skalica (FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O)**- výroba farbív

**Biela skalica ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ )**- očné kvapky, potravinárske doplnky, pozinkovanie predmetov, výroba farbív, impregnácia dreva

## Ekologické okienko

### Ozónová vrstva

#### Podstata:

- Vrstva stratosférického ozónu
- Vzniká v atmosfére počas elektrických výbojov, blesku, pôsobením UV
- najtenšia nad rovníkom, najhrubšia nad pólmi
- hrúbka sa udáva v Dobsonových jednotkách (priemer 290DU, 3mm)

**funkcia:** chráni Zem pred účinkami UV

**Ozónová diera**- stenčovanie ozónovej vrstvy

**Príčina:** nadzvukové lietadlá, dusíkaté hnojivá, spaľovanie fosílnych palív, jadrové výbuchy, freóny

**Následky:** Rakovina kože, ochorenia zraku, slepota zvierat, oslabenie imunity, znížený rast rastlín, pokles tvorby planktónu, narušenie potravinového reťazca

#### Ochrana ozónovej vrstvy

- Obmedzovanie výroby a spotreby látok poškodzujúcich ozón- halogénderiváty uhľovodíkov (freóny, halóny...) využívaných hlavne v chladničkách, klimatizáciách..
- Ekologické formy dopravy a energie

## Kyslé dažde

#### Podstata

- Normálny dážď pH= 5,6, kyslý dážď= 2-5
- Najkyslejší dážď pH= 1,5 Wheeling v USA v roku 1980
- oxidy síry a dusíka sa v atmosfére zlučujú so vzdušnou vlhkosťou, vzniká kyselina sírová a dusičná, ktoré sa na zemský povrch dostávajú v podobe zrážok

**Príčina**- sopečná činnosť, činnosť mikroorganizmov v močiaroch, planktónu v oceánoch, spaľovanie fosílnych palív, hutníctvo, spracovanie ropy

#### Následky

- Strata výživných látok z pôdy
- Ľahšia absorpcia toxických látok rastlinami
- Ničenie mikroorganizmov rozkladajúcich organické látky
- Poškodenie rastlín- spomalenie rastu koreňov, rozklad povrchu listov, menšia odolnosť proti mrazu, škodcom
- Škody na stavebných materiáloch, kultúrnych pamiatkach
- Korózia kovových konštrukcií
- Vymiera fytoplanktón- voda je neprirodzene čistá
- Dráždia sliznice dýchacích ciest a umožňujú vstup infekcie