

## 8/7 Síra a další chalkogeny

### Síra ${}^{32}_{16}\text{S}$ Sulphur

- v přírodě volná v sopkách a plynech, uhlí, organismech; vázaná v nerostech a horninách (sádrovec  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , baryt  $\text{BaSO}_4$ ...), v sulfidech (disulfid železa – pyrit  $\text{FeS}_2$ , chalkopyrit  $\text{FeCuS}_2$ , sfalerit  $\text{ZnS}$ , galenit  $\text{PbS}$ ...), v  $\text{SO}_2$ ...
- pevná žlutá nejedovatá látka, nerozpustná ve vodě, tvoří více modifikací (prášková – kosočtverečná, sirný květ – jednoklonná – ochlazením par síry, plastická – vzniklá prudkým ochlazením par síry), hoří modrým plamenem
- tvoří molekuly  $\text{S}_8$  ( $\text{S}_6$ ,  $\text{S}_4$ ,  $\text{S}_2$ ); užití – výroba  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , hnojiv, sirných mastí v kožním lékařství, síření sudů a sklepů, postřiky rostlin (proti virovým chorobám), střelný prach, zápalky, vulkanizace kaučuku

### Bezokyslíkaté sloučeniny síry

- 1) sulfan  $\text{H}_2\text{S}$ : – prudce jedovatý (po chvíli ochromuje čichový nerv, organismus ho přestává cítit, i když ho stále vdechuje), zapáchá po zkažených vejcích, vzniká při rozkladu bílkovin, v přírodě je v ropě a v zemním plynu; redukční činidlo; dobře rozpustný ve vodě → vzniká kyselina sulfanová (bývá v sirných minerálních vodách)
  - $\text{H}_2 + \text{S} \longrightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{Q}$ ;  $\text{FeS} + 2\text{HCl}(\text{H}_2\text{SO}_4) \longrightarrow \text{FeCl}_2(\text{FeSO}_4) + \text{H}_2\text{S}$
  - (ne)dokonalé spalování –  $(2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O})$ ;  $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
  - má redukční účinky –  $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) sirouhlík  $\text{CS}_2$  – rozpouštědlo tuků, olejů, pryskyřic, S, P, I; bezbarvá páchnoucí kapalina, hořlavá, páry jsou explozivní a jedovaté; surovina pro výrobu viskózního hedvábí
- 3) soli od  $\text{H}_2\text{S}$  – hydrogensulfidy ( $\text{HS}^-$  a sulfidy (charakteristické zbarvení –  $\text{CdS}$  žlutý,  $\text{ZnS}$  bílý,  $\text{HgS}$  rumělkový ... – užití v analytické chemii pro důkazy kationtů);  $\text{PbS}$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{HgS}$ ,  $\text{FeS}_2$ ,  $\text{ZnS}$  – pro získání kovů, sulfid antimonit  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  (nerost antimonit) – zápalky, barviva; sulfid arsenitý  $\text{As}_2\text{S}_3$  – hubení hlodavců, sulfid cíničitý –  $\text{SnS}_2$  (zlatožluté lístky) – pro „zlatění“; sulfid rtuťnatý (nerost rumělka, cinabarit) – pigment pro malířské barvy

### Kyslíkaté sloučeniny síry

- 4) oxid siřičitý  $\text{SO}_2$  – bezbarvý, ostře zapáchající plyn, hubí mikroorganismy, jehličnaté lesy, do ovzduší se dostává při spalování méně kvalitního hnědého uhlí, nafty a topných olejů; podporuje korozi; je příčinou kyselých dešťů; používá se pro desinfekci a bělení vlny, bavlny a slámy a při výrobě celulózy, papíru ze dřeva a kyseliny sírové
- 5) oxid sírový  $\text{SO}_3$  – vzniká oxidací  $\text{SO}_2$  (s katalyzátorem  $\text{V}_2\text{O}_5$ ):  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{SO}_3$
- 6) kyselina sírová  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – vzniká rozpouštěním oxidu ve vodě ( $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Q}$ ), silná kyselina, hustá, žíravá, bezbarvá, olejovitá, hygroskopická kapalina, oxidační a dehydratační činidlo; velmi dobře se mísí s vodou; přitom se zvyšuje teplota (ředí-li se kyselina vodou, musí se opatrně přidávat kyselina do vody s mícháním, ne naopak!); pro výrobu hnojiv, barviv, léčiv, plastů, výbušnin, čištění ropy, odrezování plechů, elektrolyt pro akumulátory, dehydratace tuků, olejů...; reaguje se všemi kovy (kromě  $\text{Pb}$ ,  $\text{Au}$ ,  $\text{Pt}$ )
- 7) kyselina siřičitá  $\text{H}_2\text{SO}_3$  – slabá kyselina, zředěný roztok tvoří součást kyselých dešťů;  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$   
bezvodá neexistuje; známé jsou jen soli ( $\text{SO}_3^{2-}$  a  $\text{HSO}_3^-$ ); snadno se oxiduje na  $\text{SO}_4^{2-}$
- 8) kyselina thiosírová  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ( $\leftarrow \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{S}$ ); za normálních podmínek se rozkládá na  $\text{SO}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
- 9)  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_2$  kyselina thiosiřičitá
- 10)  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  kyselina peroxodisírová
- 11)  $\text{H}_2\text{SO}_5$  kyselina peroxosírová
  - 12) síran amonný  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  a síran draselný  $\text{K}_2\text{SO}_4$  – dusíkaté a draselné průmyslové hnojivo
  - 13) pentahydrát síranu měďnatého (modrá skalice)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – roztokem se poměďuje a impregnuje (dřevo proti hnilobě), k desinfekci bazénů, postřiky se používají na rostliny jako ochrana před škůdci, plísní a hnilobou
  - 14) dihydrát síranu vápenatého (nerost sádrovec)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , vypálením → sádra (hemihydrát s  $\frac{1}{2}$  molekuly vody – užití ve stavebnictví, štukátérství a sochařství; dobře na sebe váže vodu, tvrdne a zvětšuje svůj objem
    - heptahydrát síranu železnatého (zelená skalice) –  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – pro výrobu barviv
    - heptahydrát síranu zinečnatého (bílá skalice)  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – pro konzervaci dřeva a kůže, mořidlo
    - oktahydrát síranu hlinitého  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  – používá se v barvířství, v papírenství a při čištění vod
- 18) hydrogensírany  $\text{HSO}_4^-$  – krystalické látky, dobře rozpustné ve vodě
- 19) podvojně sírany – kamence: dodekahydrát síranu draselnohlinitého  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , dodekahydrát síranu draselnochromitého  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- 20) peroxodisírany – nejsilnější oxidační činidla

### Selen ${}^{79}_{34}\text{Se}$ – Selenium

- modifikace šedá (je vodivý po osvětlení; pro polovodiče, expozimetry, usměrňovače střídavého proudu) a tmavě červená (pro barvení skla); užití na fotočlánky solárních panelů, laserové tiskárny; molekuly  $\text{Se}_8$ , selan  $\text{H}_2\text{Se}$

### Tellur ${}^{128}_{52}\text{Te}$ – Tellurium

- šedá modifikace; užití: pro slitiny, barvení skla a polovodiče; telan  $\text{H}_2\text{Te}$

### Polonium ${}^{209}_{84}\text{Po}$ – Polonium

- radioaktivní prvek, vodič