**13.7 ELEMENTÁRNÍ SÍRA** (273 – 275)

**VÝSKYT**

- Elementární

* Vulkanického původu
* Biologického původu

- Přírodní sloučeniny

* Sírany: Glauberova sůl (Na2SO4∙10H2O), sádrovec (CaSO4∙2H2O), baryt (BaSO4)
* Sulfidy (těžkých kovů): pyrit (FeS2), galenit (PbS), chalkosin Cu2S), chalkopyrit (CuFeS2), sfalerit (ZnS), rumělka-cinnabarit (HgS)
* Zemní plyn, uhlí, ropa, mořská voda

- Vázána v bílkovinách, je to biogenní prvek

- Síra je žlutá, pevná, látka nerozpustná ve vodě, rozpustná v nepolárních rozpouštědlech, špatný vodič tepla i elektřiny

- selen a tellur v nepatrných množstvích provázejí síru v jejich sloučeninách

**PŘÍPRAVA**

- V laboratoři se prakticky nepřipravuje, protože je běžně komerčně dostupná

- Vznik síry pozorujeme při reakcích

**A. Oxidací sulfanu, polysulfanů, sulfidů a polysulfidů nepříliš silnými oxidovadly:**

*H2S + I2* ⇋ *S + 2 HI* (příprava jodovodíku)

*2 S2- + O2 + 4 H3O+* ⇋ *2 S + 6 H2O* (samovolně při styku vodných roztoků sulfidů se vzdušným kyslíkem)

*S22- + H2O2 + 2 H3O+* ⇋ *2 S + 4 H2O*

*(x – 1) S + S2- →*  *Sx2-* (vyloučená síra se ve větší nebo menší míře, podle podmínek reakce, rozpouští v dosud nezoxidovaném sulfidu za vzniku polysulfidů)

**B. Redukce síry v kladných oxidačních stupních silnými redukovaly:**

*SO2 + 2 CO* ⇋ *S + 2 CO2*

*SO2 + 2 H2* ⇋ *S + 2 H2O*

*SO2 + 4 HI* ⇋ *S + 2 I2 + 2 H2O*

**C. Vnitřní oxidačně-redukční změna sloučenin obsahujících síru ve dvou odlišných oxidačních stavech:**

*S2O32- + 2 H3O+* ⇋ *S + SO2 + 3 H2O* (okyselení roztoku thiosíranu)

*2 H2S + SO2* ⇋ *3 S + 2 H2O* (reakce dvou sloučenin, z nichž jedna má oxidační a druhá redukční vlastnosti)

*H2S + H2SO4* ⇋ *S + SO2 + 2 H2O*

**VÝROBA**

- Zdroje pro průmyslovou výrobu: přírodní síra, sulfidy, sírany, síra ve formě organických a anorganických sloučenin v zemním plynu, ropě a uhlí

**A. Vytavování přehřátou vodní párou**

* Z vytěžených hornin
* Vyplavování přímo z vrstev síronosných hornin (Frashův způsob)

**B. Oxidace sulfanu z plynů**

* Sulfan se získává ze zemního plynu, plynů získaných při krakování ropy a při její katalytické hydrogenaci a též plynů vznikajících koksováním a zplyňováním tuhých paliv
* Sulfan se odstraní z těchto plynů a zpracovává se na síru oxidací na hydratovaném železe

*Fe2O3* ∙ *3 H2O + 3 H2S* ⇋ *2 FeS + 6 H2O + S*

*4 FeS + 6 H2O + 3 O2* ⇋ *2 Fe2O3* ∙ *3 H2O + 4 S* (oxidace vzdušným kyslíkem zpět na

oxid železitý)

* Sorbce sulfanu do vodných roztoků organických sloučenin (alifatických aminů, aminoalkoholů), teplem se uvolní a vzdušným kyslíkem (za katalýzy bauxitu) je oxidován

*2H2S + O2 → 2S + 2H2O*

* Zpracováním sulfidů kovů (nejčastěji ale na SO2 pro výrobu H2SO4)

**C. Redukce siranů uhlíkem na SO2 a nakonec na S:**

*CaSO4 + C → CaO + CO + SO2*

*SO2 + 2CO → 2CO2 + S*

*CaSO4 + 4C → CaS + 4CO*

*CaS + H2O + CO2 → CaCO3 + H2S*

**STRUKTURA (S8)**

- Elementární síra je tvořena cyklickými molekulami S8 (*cyklo*-oktasíra)

- Úhel ∢ SSS = 107,5° (velmi blízký středovému tetraedru)

- Hybridizace SP3

- V tuhé síře jsou molekuly uspořádány dvojím způsobem = dvě modifikace

* Kosočtverečná síra α
* Jednoklonná síra β

- Mohou být také cyklické molekuly S6, S7, S9, S10, S12

- Nízkomolekulární látka

- Jednoduché kovalentní vazby

- Měkká

- Elektricky nevodivá

- Poměrně těkavá

- Molekuly S8 při zahřívání roztavené síry (nad 119,25°C) ztrácejí cyklickou strukturu a tvoří dlouhé nerozvětvené řetězce (*katena*-polysíra) → zvýšení viskozity (vzrůst molekulové hmotnosti, změna tvaru molekul) → rychlým ochlazením vzniká amorfní síra

- Další zahřívání vede k fragmentaci řetězců a viskozita opět klesá, po přechodu do plynné fáze (444,6°C) se tvoří molekuly S6, S4 a S2

- Při 900°C jsou molekuly převážně dvouatomové (analogie O2) – paramagnetické, dva nepárové elektrony (extrémně rychlá kondenzace par → přechodný vznik tuhé paramagnetické síry)