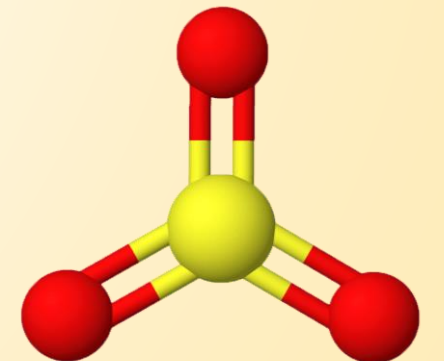
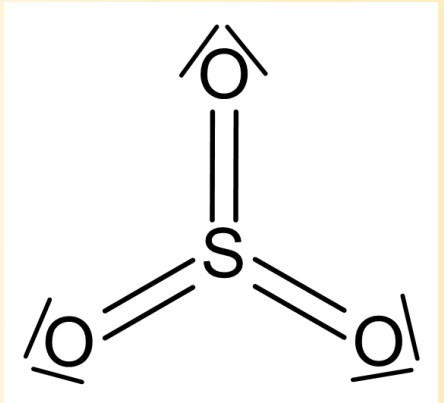
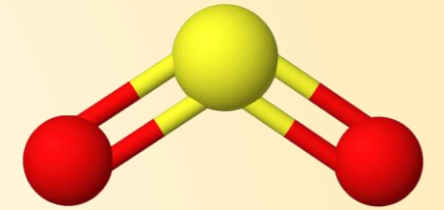
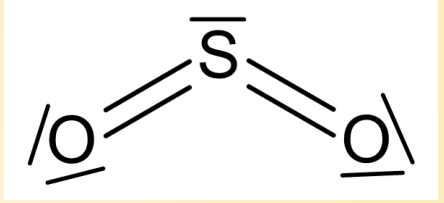




31. A kén oxidjai és oxosavai

A kén oxidjai – szerkezeti sajátságok

- ▶ a kén-dioxid (SO_2)
 - ▶ háromatomos molekulából áll
 - ▶ poláris, V alakú molekula
 - ▶ a kötésszög értéke $119,5^\circ$
 - ▶ szilárd halmazállapotban molekularácsot képez
 - ▶ a rácsot dipólus-dipólus kölcsönhatás tartja egyben
- ▶ a kén-trioxid (SO_3)
 - ▶ négyatomos molekulából áll
 - ▶ apoláris, síkháromszög alakú molekula
 - ▶ a kötésszög értéke 120°
 - ▶ szilárd halmazállapotban molekularácsot képez
 - ▶ a rácsot gyenge diszperziós kölcsönhatás tartja egyben



A kén oxidjai – fizikai tulajdonságok

➤ SO₂

- színtelen, szúrós, fojtó szagú gáz
- olvadás- és forráspontja a moláris tömegnek megfelelő
- könnyen cseppfolyósítható
- vízben jól oldódik (a folyamatot reakció is segíti)
- a levegőnél nehezebb (nagyobb sűrűségű) gáz

➤ SO₃

- színtelen, nagy sűrűségű folyadék
- olvadás- és forráspontja alacsony
- könnyen párolog
- vízben jól oldódik (a folyamatot reakció is segíti)

A kén oxidjai – kémiai tulajdonságok

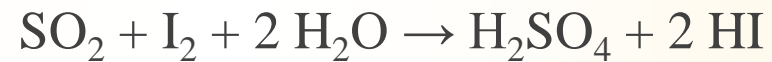
- ▶ közönséges körülmények között nagy a reakciókészségük
- ▶ a kén-dioxid éghető gáz:
 - ▶ kén-trioxid keletkezik (az már nem tud tovább égni)
 - ▶ egyensúlyra vezető folyamat
 - ▶ vanádium(V)-oxid katalizátor (V_2O_5) jelenlétében (kontakt katalízis)
 - ▶ 500 °C hőmérsékleten



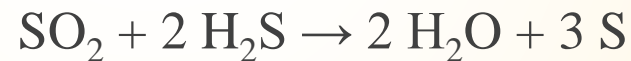
A kén oxidjai – kémiai tulajdonságok

- ▶ a kén-dioxid redukáló- és oxidálószerként is viselkedhet (redoxi amfoter tulajdonságú):

- ▶ a jódos vízben található jóddal szemben redukálószer:



- ▶ kénhidrogénnel szemben oxidálószer:



A kén oxidjai – kémiai tulajdonságok

- ▶ reakció vízzel

- ▶ a kén-dioxid kénessav képződése közben reagál:



- ▶ a kén-trioxid kénsav képződése közben reagál:

- ▶ erősen exoterm folyamat

- ▶ a keletkező kénsavköd nehezen cseppfolyósítható



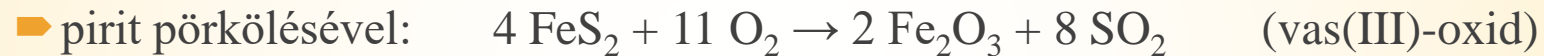
A kén oxidjai – előfordulás

- ▶ SO_2 :
 - ▶ vulkanikus eredetű gázokban
- ▶ SO_3 :
 - ▶ mesterséges vegyület

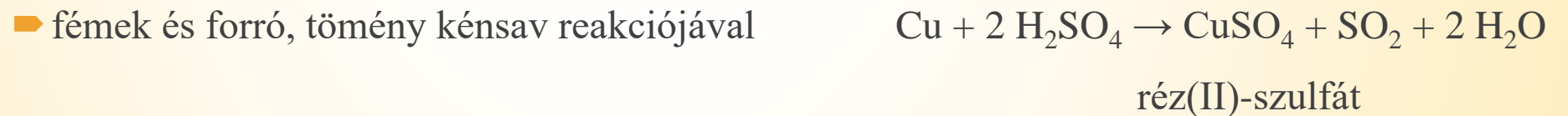
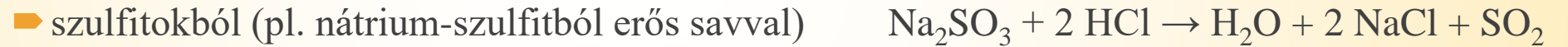
A kén oxidjai – előállítás

▶ kén-dioxid:

▶ iparban:



▶ laboratóriumban:



▶ kén-trioxid:



A kén oxidjai – felhasználás és élettani hatás

- ▶ a kén-dioxid felhasználása:
 - ▶ kénsavgyártás
 - ▶ élelmiszeripar: boroshordók fertőtlenítése, ételek tartósítása
- ▶ a kén-trioxid felhasználása:
 - ▶ kénsavgyártás
- ▶ a kén-dioxid élettani hatása: mérgező gáz (fulladást okoz)
- ▶ a kén-dioxid az esővízben oldódva okozza a savas esőt

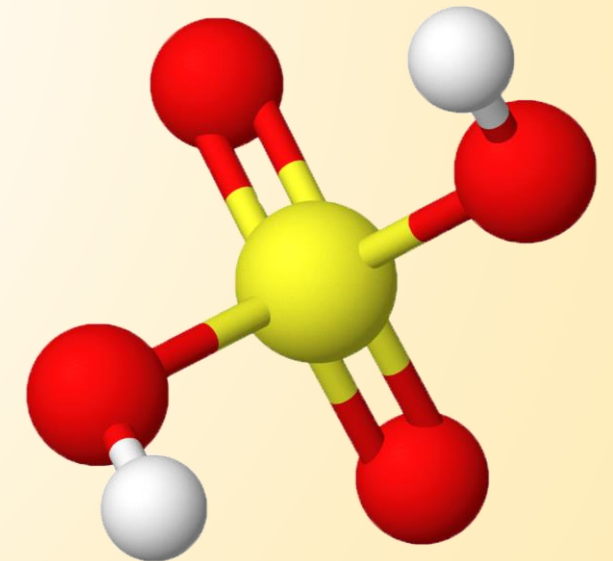
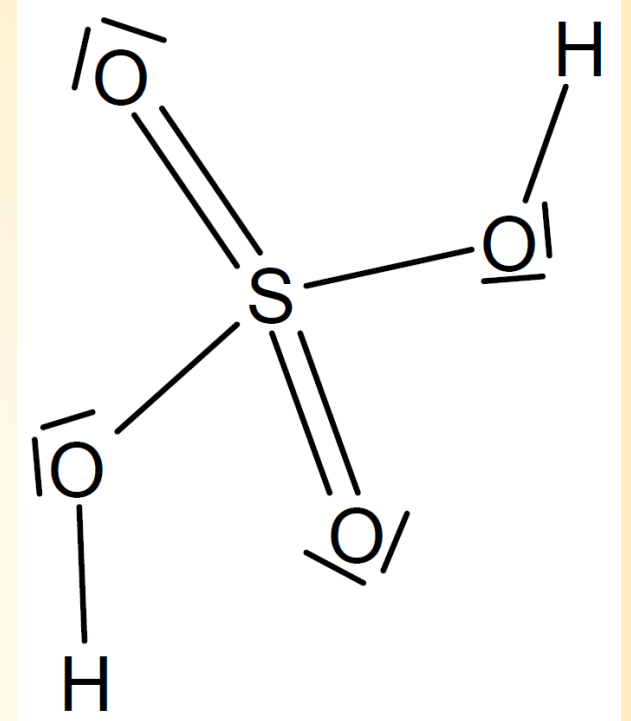


A kénessav

- ▶ H_2SO_3
- ▶ bomlékony vegyület: kén-dioxid és víz keletkezik
- ▶ sói a szulfitok (pl. Na_2SO_3) és a hidrogén-szulfitok (pl. NaHSO_3)
 - ▶ a kénessavnál stabilisabb vegyületek

A kénsav – szerkezeti sajátosságok

- ▶ H_2SO_4
- ▶ héttatomos molekulákból áll
 - ▶ poláris, torzult tetraéderes alakú molekula
- ▶ szilárd halmazállapotban molekularácsot képez
- ▶ a rácsot erős hidrogénkötés kölcsönhatás tartja egyben



A kénsav – fizikai tulajdonságok

- ▶ színtelen, szagtalan, olajszerűen folyó folyadék
- ▶ olvadás- és forráspontja kiemelkedően magas
 - ▶ a hidrogénkötések miatt
- ▶ vízzel korlátlanul elegyedik
 - ▶ a kénsav- és a vízmolekulák között hidrogénkötés alakul ki
 - ▶ erősen hőtermelő folyamat
 - ▶ a savat kell a vízhez adni, védőfelszerelésben, kis adagokban, kevergetés közben
- ▶ higroszkópos anyag (nedvességmegkötő hatású)
- ▶ a víznél nagyobb sűrűségű (a tömény oldat $1,84 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű)

A kénsav – kémiai tulajdonságok

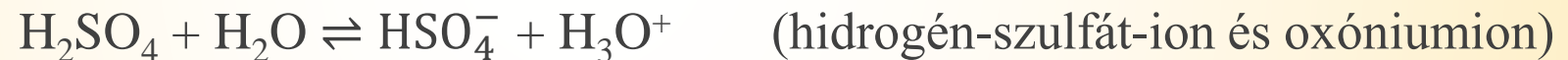
- ▶ nagy a reakciókészsége
- ▶ többféle reakciótípus jellemzi (sav-bázis és redoxireakció)
- ▶ nem éghető folyadék

A kénsav – kémiai tulajdonságok

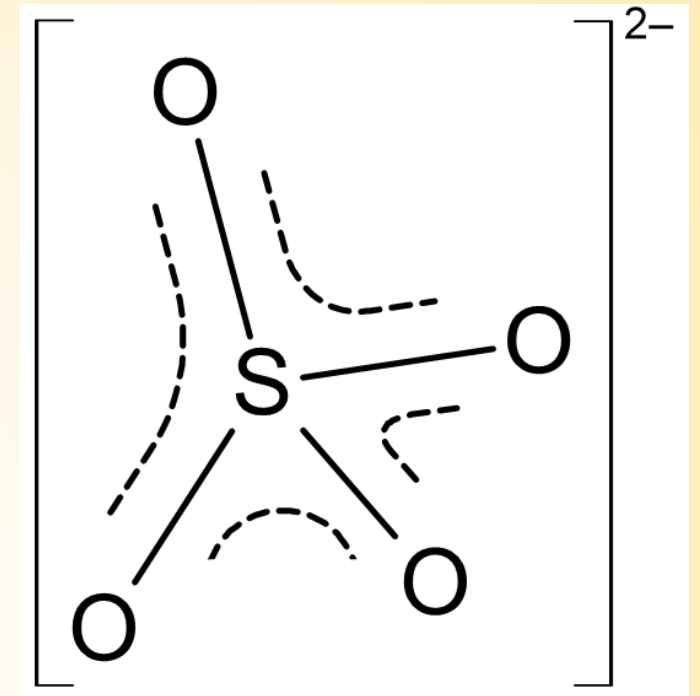
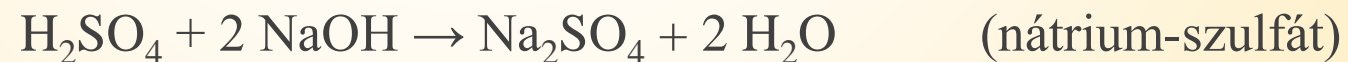
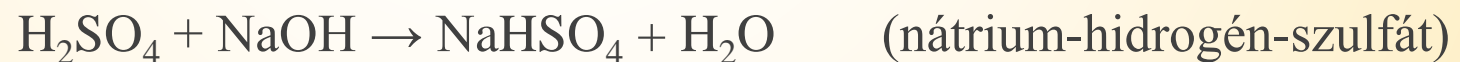
- ▶ sav-bázis reakciói:

- ▶ vízzel szemben erős, kétértékű savként viselkedik:

- ▶ a második protont már csak közép-erős savként adja le



- ▶ lúgokkal közömbösíthető, hidrogén-szulfátokat és szulfátokat képezve:



A kénsav – kémiai tulajdonságok

▶ reakció fémekkel:

▶ híg oldatával reagálva a nagy reakciókészségű fémek hidrogéngázt képeznek

▶ nem reagál a Cu, Ag, Au, Pt, Hg

▶ $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ (cink-szulfát)

▶ $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ (vas(II)-szulfát)

▶ forró, tömény oldatával még a kis reakciókészségű fémek is reakcióba lépnek

▶ kén-dioxid-gáz keletkezik

▶ nem reagál az Au, Pt, Hg

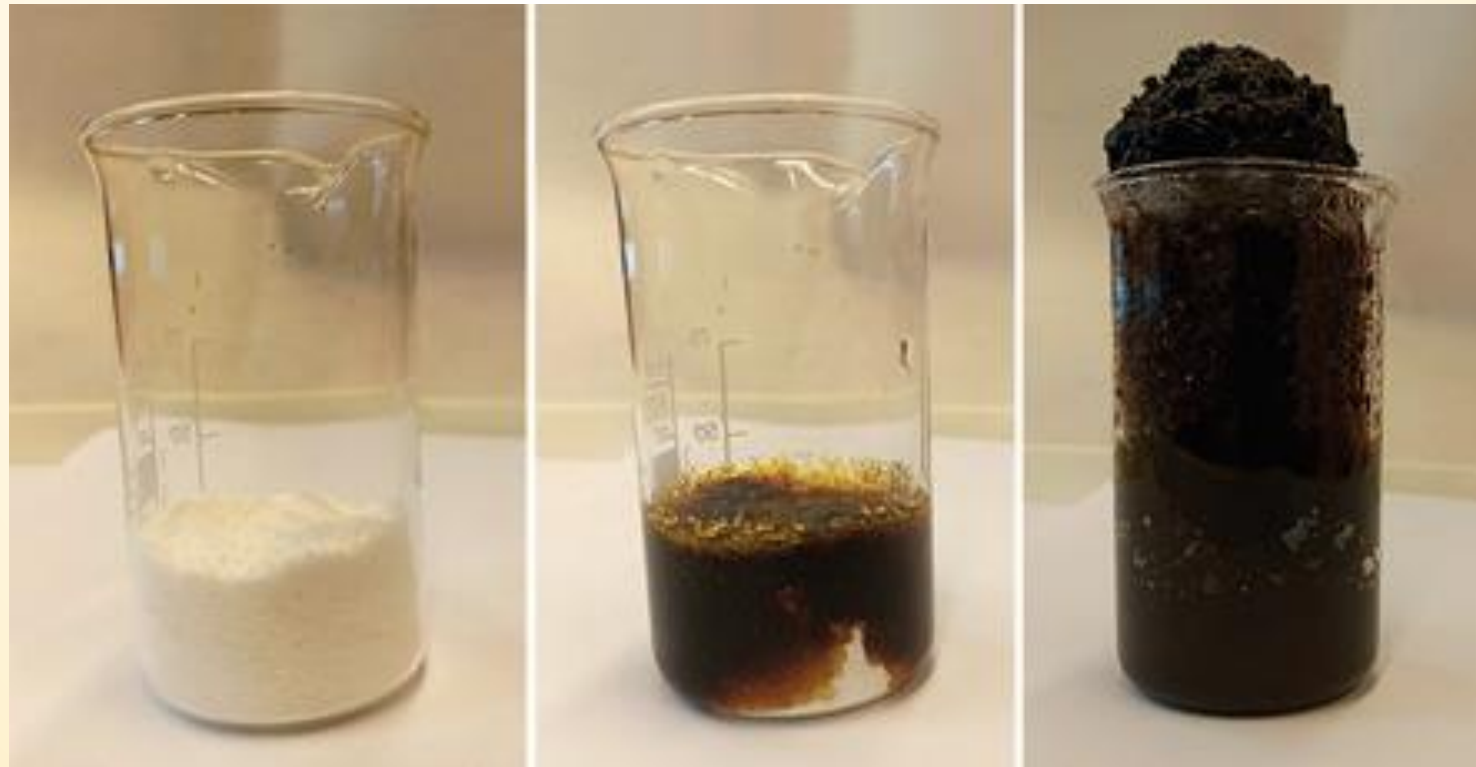
▶ passziválódik a Fe és az Al

▶ $2 \text{Ag} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ (ezüst(I)-szulfát)

▶ $\text{Cu} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ (réz(II)-szulfát)

A kénsav – kémiai tulajdonságok

- ▶ vízelvonás vegyületekből:
 - ▶ pl. kristálycukorból
 - ▶ elszenesedik, kén-dioxid, szén-monoxid, szén-dioxid, vízgőz keletkezik



A kénsav – előfordulás

- ▶ előfordulás:
 - ▶ a természetben nagyon ritkán fordul elő
 - ▶ legfeljebb a vulkanikus eredetű folyók vizében
 - ▶ sói (különösen a szulfátok) gyakoriak a természetben

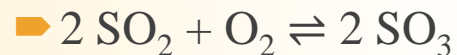
A kénsav – előállítás

➤ 4 lépésben (kontakt kénsavgyártás)

➤ 1. lépés: a kén-dioxid előállítása



➤ 2. lépés: a kén-dioxid katalitikus égése kén-trioxiddá



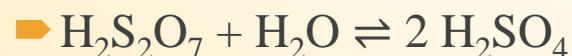
➤ 3. lépés: a kén-trioxid elnyeletése kénsavoldatban

➤ kevésbé exoterm, mint a vízben történő elnyeletés

➤ $H_2S_2O_7$ (dikénsav, óleum, vitriol) keletkezik



➤ 4. lépés: a dikénsav vízzel történő elegyítésével igény szerinti töménységű kénsavoldat keletkezik:



A kénsav – felhasználás és élettani hatás

▶ felhasználás:

- ▶ fontos vegyipari laboratóriumi vegyszer
- ▶ festék, bőr, műtrágya, robbanóanyag, gyógyszer és ólomakkumulátor előállítása/készítése

▶ élettani hatás:

- ▶ erősen maró hatású
- ▶ a bőrön súlyos égési sérülést okoz
- ▶ a seb környéke szürkés színű

Felhasznált források

- ▶ OH-KEM910TB/I. tankönyv: *31. A kén oxidjai és oxosavai* (Oktatási Hivatal, 2021, 138-141. oldal)