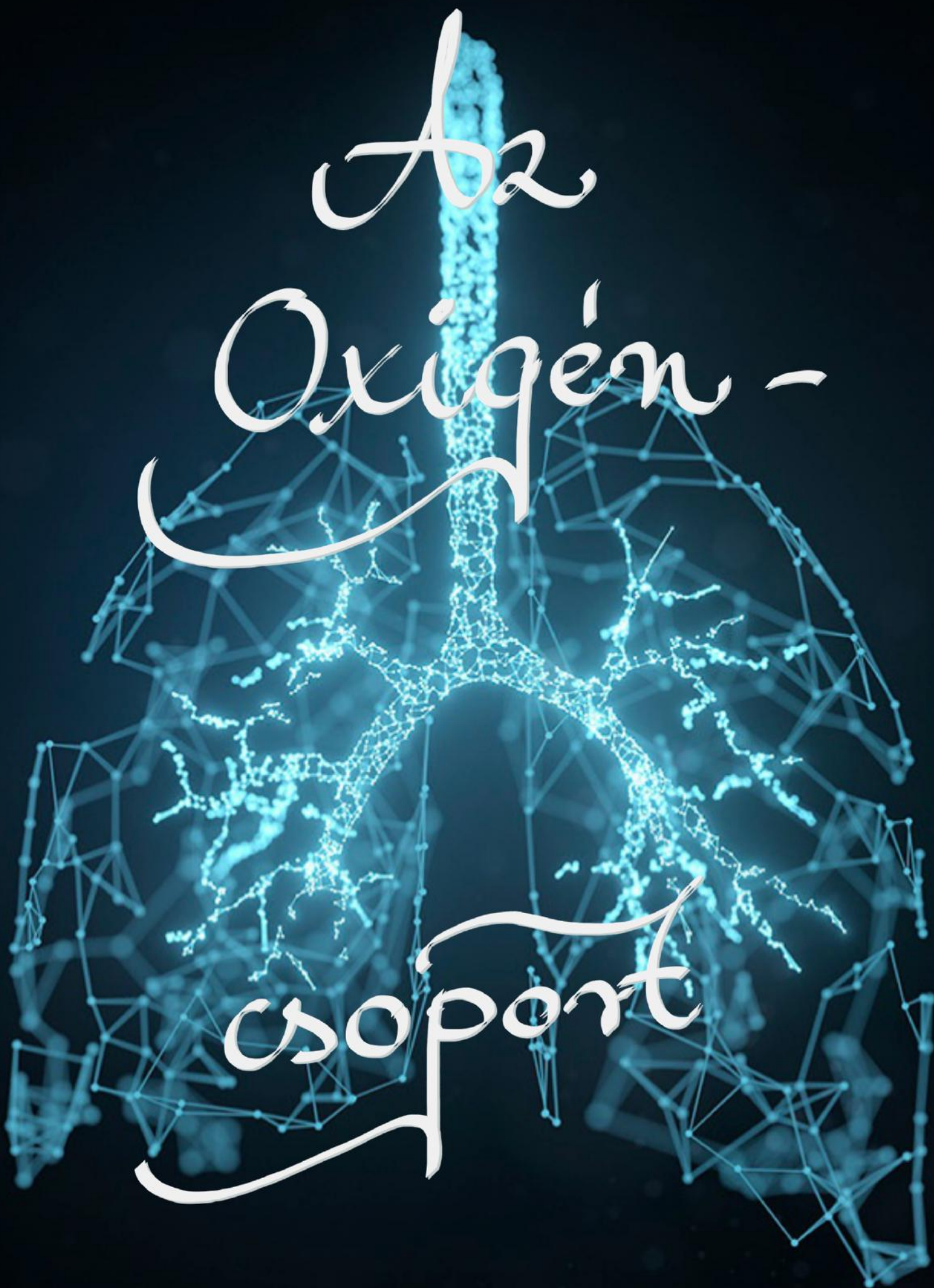


Az  
Oxigén-

Csoport

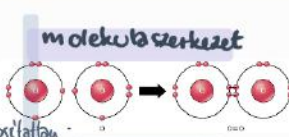


# A2 OXIGÉNCSOPORT ELEMÉI

**Kalkogén elemek:** a földkéreg felépítésében jelentős szerepet játszanak  
VI. főcsoport

8	<b>Oxigén</b> O	EU: 9,5 Oxigén olv./fonsz: 16.0 / -218,8 / -183,0	Székén gáz
16	<b>Kén</b> S	EU: 2,5 Sulfur olv./fonsz: 32.1 / 119,0 / 444,6	Sárga, székén
34	<b>Szelen</b> Se	EU: 2,4 Selenium olv./fonsz: 79.0 / 217 / 685	Vörös, székén
52	<b>Tellúr</b> Te	EU: 2,1 Tellurium olv./fonsz: 127.6 / 475,5 / 383,8	Sötét - fekete, székén
84	<b>Polonium</b> Po	EU: 1,0 Polonium (209) olv./fonsz: 254 / -	Sötét, székén

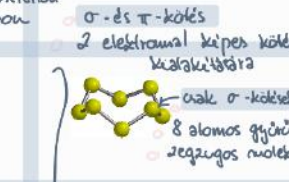
**vegyértékjel:**  
 $ns^2 np^4$   
[He]2s<sup>2</sup>2p<sup>4</sup>  
2 párosított elektron  
2 alapállapotú elektrontól



**Allotropia** = bizonyos elemek kétféle körülmények közötti előbb kristályszerkezeti módosításokat képesnek

**Élettani szerep**  
- nélkülözhetetlen

[Ne]3s<sup>2</sup>3p<sup>4</sup>



nem fémek

fontos fehérjék alkotóeleme

[Ar]3d<sup>10</sup>4s<sup>2</sup>4p<sup>4</sup>

csak σ-kötés  
- növekedő atomrádiusz  
- csökkenő EU miatt  
6 elektronnal képes kötés kialakítására

**vörös Se:** fémek  
- 8-atomos molekulák  
- hevítté se székén szelén stábel

**sötét Se:** fémek  
- elektronos vezeték a magfűtőgőztől  
- szelencellák

csak fémek módosulata  
kémiai tulajdonságai ~ szelen  
otrókanyag (korrosziós tárolg)  
- mérgező, arzén- és ezüstökkel keverve  
1782. Koller Ferenc (Erdély)

szén-dioxidban

[Kr]4d<sup>10</sup>5s<sup>2</sup>5p<sup>4</sup>

**oxidációs szám:** -2 → +6  
- kalkogénidek (-2): oxidok, szulfidok  
- kalkogénidok (+x): SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, S<sub>2</sub>

csak fémek módosulata  
kémiai tulajdonságai ~ szelen  
otrókanyag (korrosziós tárolg)  
- mérgező, arzén- és ezüstökkel keverve  
1782. Koller Ferenc (Erdély)

szén-dioxidban

[Xe]4f<sup>14</sup>5d<sup>10</sup>6s<sup>2</sup>6p<sup>4</sup>

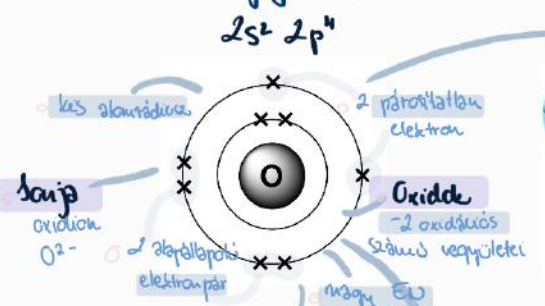
**nemergát-konfiguráció**  
- 2 elektron felvételével

**kristályrács**  
- molekulaszerkezet

szén-dioxidban

## A2 OXIGÉN

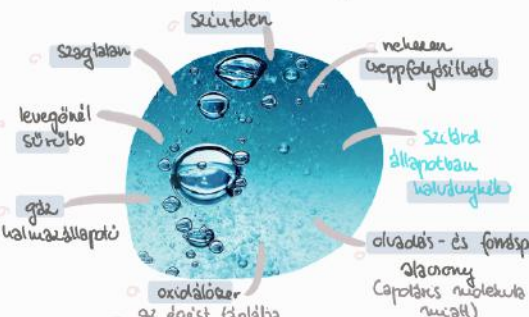
### Anyagszerkezet



### Isotópok



### Fizikai tulajdonságok



### Kémiai reakciók

egyik legreakcióképesebb elem  
- mindennapi életünk része  
- csak magasabb hőmérsékleten + atomos állapotban

### alkáliföld-fémekkel



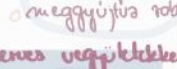
### alkálifémekkel



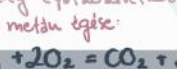
### Molekulaszerkezet



### hidrogénnel



### szerves vegyületekkel



### Élefordulás



### Előállítás

**ipar:** levegő weppfolytatás, frakcionált desztilláció

**laboratórium:** oxigént könnyen leadó vegyületekből hevíttel vagy (II)-oxidból

$2HgO = 2Hg + O_2$

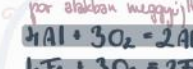
kálcium-permanganáttól

$2K_2MnO_4 = K_2MnO_4 + O_2$

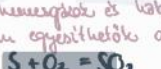
hidrogén-peroxidból katalizátor (HgCl<sub>2</sub>) segítségével

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$

### többi fémekkel



### neufémekkel



### nitrogénnel

csak az elektronos infény hőmérsékleten oxidálható



### Felhasználás

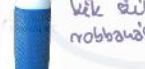
szén-dioxid előállítás

### vegyületek oxidálása



### légzés folyamat

### oxigénpalack



### gyógyászati felhasználás



# Oxigénvegyületek csoportosítása

Oxidok	hidroxidok	oxosavak	oxosavas sók	Peroxidok
<ul style="list-style-type: none"> <li>fémek / nemfémek elemek oxigénnel alkotott vegyületei</li> <li><math>\text{CaO}; \text{CO}_2</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>elsősorban fémek elemek oxigénnel és hidrogénnel alkotott vegyületei</li> <li><math>\text{NaOH}; \text{Al(OH)}_3</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>elsősorban nemfémek elemek oxigénnel és hidrogénnel alkotott vegyületei</li> <li><math>\text{H}_2\text{SO}_4; \text{HNO}_3</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>az oxosavak számszabályozásból és utólagosan kationból álló vegyületek</li> <li><math>\text{CaCO}_3; \text{KNO}_3</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vegyületek peroxo-kötéssel</li> <li><math>-\text{O}-\text{O}-</math> benne két oxigén-atom egymáshoz kapcsolódás</li> <li>az O-atom oxidációs száma -1</li> <li><math>\text{H}_2\text{O}_2; \text{Na}_2\text{O}_2</math></li> </ul>

## ÓZON

**keletkezés**  
 endoterm  
 térfogatnövekedés  
 UV-sugárzás hatására a légkör felső részében

$\text{O}_2 + \text{O} \rightleftharpoons \text{O}_3$

**bontás**  
 exoterm  
 térfogatnövekedés  
 bomlástermék fény erővel keletkező O elemes oxidálóerő

**előállítás**  
 oxigénből  
 jellegzetes szag  
 oxigénnél 1,5x sűrűbb  
 mérgező  
 szilárd állapotban sáfrányos kristályos molekulákban

**jellegzetes szag**  
 mérgező  
 szilárd állapotban sáfrányos kristályos molekulákban

**előállítás**  
 oxigénből  
 jellegzetes szag  
 oxigénnél 1,5x sűrűbb  
 mérgező  
 szilárd állapotban sáfrányos kristályos molekulákban

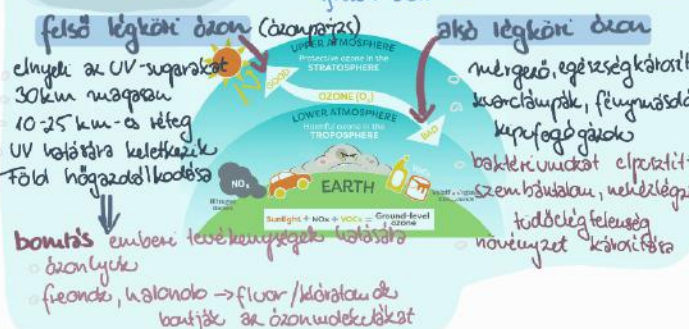
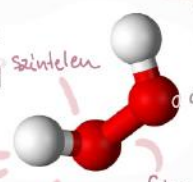
## DIHIDROGÉN-PEROXID $\text{H}_2\text{O}_2$

**Molekulaszerkezet**  
 két oxigénatom egy peroxokötéssel kapcsolódik  
 a második pár nélküli e<sup>-</sup>-jük egy-egy hidrogénnel alkot kötést  
 a molekula alakja „nyitott könyv”  
 -1°C-on fagy meg  
 szagtalan  
 színtelen  
 fagyás pont emelt  
 a víznél másfélszer sűrűbb

**Polaritás**  
 erősen poláros  
 a molekulák között hidrogénkötések alakulhatnak ki

**molekuláris**  
 de elsősorban víz oldatban fordul elő

**újjel, vizes oldat**  
 minden irányban elegendő vizes oldatú gyeze sav  
 $\text{HOOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HO}^-$   
 a disszociáció második lépése erős lúgos környezetben játszódik le  
 $\text{HOO}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OO}^-$



**Kémiai reakciók**

**bontás**  
 redoxireakció  
 hőforrást közben bontja  
 $\text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + 0,5\text{O}_2$   
 $\Delta H = 180 \text{ kJ/mol}$   
 katalizálja: MnO, KI, FeCl<sub>3</sub>, kataláz enzím  
 nárciszcsész oxigén szabadul fel → erőteljes oxidálóerő

**hővel**  
 gyors melegítés, ütés hatására felbomolhat  
 csak 30%-os vizes oldatként forgalmazzák

**fehér ólom-szulfiddal**  
 fehér ólom-szulfiddal oxidálja  
 $\text{PbS} + 4 \text{H}_2\text{O}_2 = \text{PbSO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$

**Felhasználása**

- fertőtlenítés szagtalanítás
- hajszőkítés, színtelenítés palmit, gyapjú
- fordítottítás hyperol, 1-2 UNV

**előállítás**  
 laboratóriumban  
 bárium-peroxidból hig kénsavval  
 $\text{BaO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$

**oxidálószer**  
 laboratóriumban

**üzemanyag**  
 vízmentes  $\text{H}_2\text{O}_2$   
 sugárkötéses repülőgépek rakéták

**fémekkel**  
 a hidrogén-peroxid hidrogénjait fém helyettesíti peroxidok  
 a hidrogén-peroxid sói alkálifémekkel

**kálium-permanganáttal**  
 biokémiai redukálják egymást  
 a kálium-permanganát színtelen mangán(II)-sóvá redukálódik  
 $2\text{KMnO}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2$

**sóssal**  
 klórt fejlelt  
 $2\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**Víz  $\text{H}_2\text{O}$**

**Molekulaszerkezet**  
 V-alakú, statikus  
 poláros  
 poláros kötés az aszimmetrikus térszerkezet

**Fizikai tulajdonságok**  
 színtelen  
 szagtalan  
 ízetlen  
 folyadék

**képződése**  
 exoterm reakció hidrogént meggyújtja  
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$

**Bontás**  
 elektromos áram hatására  
 endoterm reakció  
 stabilis molekula → energiarögzítés

**Kristályrács**  
 molekularács  
 a molekulák között hidrogénkötések alakulnak ki  
 hőmérséklettel függő molekula-asszociáció  
 hőmérséklet nő → csökken az asszociációban lévő molekulák száma  
 sűrűség: attól függ, mennyi molekula áll asszociációban  
 +1°C-on a legnagyobb

**Az oxigén-csoport hidrogénvegyületei**  
 $\text{H}_2\text{O}; \text{H}_2\text{S}; \text{H}_2\text{Se}; \text{H}_2\text{Te}$

**Molekulaszerkezet**  
 torzult tetraéder  
 poláros  
 poláros kötés az aszimmetrikus térszerkezet  
 kötésszög: víznél a legnagyobb  
 nagyobb rendszámú elemekkel csökken

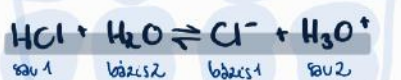
**faqás (0°C)**  
 az asszociáció molekularács tetraéderes szerkezet alakulnak ki  
 gáz nem szoros illeszkedés, ezért térfogatnövekedéssel jár

**forrás (100°C)**  
 gázos alakul

# Kémiai reakciók

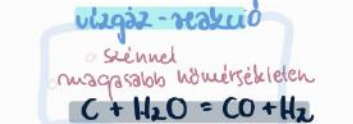
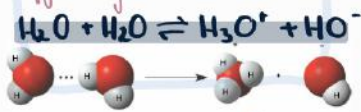
## amfotéria

reakciópartnerétől függően savként és bázisként viselkedhet



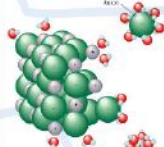
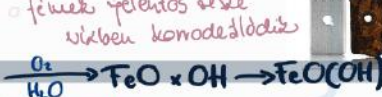
## autoprotolízis

a vízben oxónium- és hidroxidionok is jelen vannak egyensúlyra vezető sav-bázis kh.

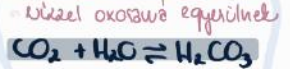


## fémekkel

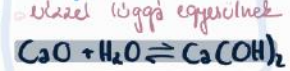
s-mező fémeivel lúgt képez



## neufém-oxidok



## fém-oxidok



## Korsajjelenségek

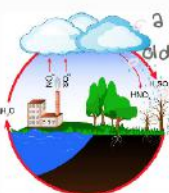
- CO<sub>2</sub>-ben gazdag természetes vizek
- karbonátos kőzeteket oldja
- meiszkó (CaCO<sub>3</sub>) váltak ki



## Savas esők

a normál esőnél kevesebb pH-ju oldott SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, HCl

károsítja természetes és mesterséges környezetet



## sók hidrolízise

a víz gyenge savként/bázisként viselkedik...

ammonium-klorid vizes oldata savas az ammoniumion protonát vesz fel a víztől



nátrium-karbonát vizes oldata lúgos a karbonátion protonát vesz fel a víztől



ammonium-karbonát vizes oldata semleges az amon és kation hidrolízis

a keletkező oxónium- és hidroxidionok az is azonos

## kristályos vegyületek

számos oldatból az anyag meghatározott mennyiségű vizes kristályosodik ki

rézgálc



kék kristályos + H<sub>2</sub>O → hevítes (-H<sub>2</sub>O)



fehér por, elvörös kristályvizek



gipsz



szóda



## Természetes vizek

kémiailag nem tisztá, oldott anyagokat, szennyeződésekkel tartalmaz

az összetétel függ a környezetben található anyagoktól

édes vizek kevés oldott só

tenger-vizek viszonylag sok oldott só

SEA WATER    FRESH WATER

## csapadékok

csak a légtérből beoldódó gázokat tartalmazza

## víz szennyező anyagok

### oldott oxigén mennyiségét csökkentik

- szerves anyagok, hulladékok
- hőszennyezés
- műtrágyák



### kőzettel módosul a víz

- a víz rétegt. szagát, ízt megváltoztatja
- üledékek
- olajszennyezés

### beleegészt, egyéb károsító okoznak

- útriszta, bakteriumok
- oldható nehézfém-vegyületek
- radioaktív anyagok
- hőmélyvédő szerek



## Vízkeménység

keménységi fokozat mérjük



### változó

- vízforrás társítással megszámítható
- kalcium-, magnézium-hidrogén-karbonátok miatt
- kloridok, nitrátok, szulfátok

### állandó

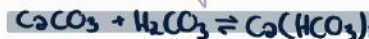
a vízforrás után is megmarad kloridok, szulfátok miatt

### CO<sub>2</sub>

a vízben oldott szén-dioxid a vizes részben szén-savó egyensúly



a szén-sav miatt több, tisztá vízben oldhatatlan ásványt, kőzetet old



Ca- és Hg-kloridok és szulfátok karbonátok, foszfátok, hidroxidok

## vízgyűjtési eljárások

Sóddal



trésóval



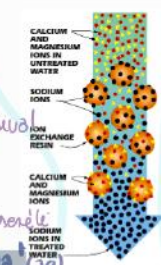
## ioncsere

az összes keménység eltávolítható cserélőgyanta



## csapadékképzés

- vegyszeres kezelés
- a keménységet okozó sók csapadékot képez, ami szűréssel eltávolítható
- Ca- és Hg-ionok Na-ionokra cserél



## levegő (O<sub>2</sub>)

hidrogénatomok helyett deutériumatomok

>10% tal sűrűbb

faéget, forrás, magaslatok

magasabb koncentráció

kis mennyiségben minden természetes vízben előfordul

tengerekben több

## Előállítás

víz elektrolízise

## Alkalmazás

neutronlassító hűtőszerszerek

## forrás

- a víz oldott CO<sub>2</sub>-tartalma csökken
- a hidrogén-karbonátok oldhatatlan karbonátokká alakulnak vissza



vízke formájában kiválasztás, szűrés

a változó keménységet csökkentik



# OXIDOK

= az oxigén különböző elemekkel alkotott vegyületei

- leggyakrabban egyféle elemmel

**oxidációs szám: -2**

• mindkét pár nélküli elektronnal az oxidokból elem állapotba kapcsolódnak

## ionkötésű

oxidok kis EW

az atomok EW-ától függ

## kovalens kötésű

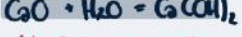
oxidok nagy EW

### ionos

- kis EW-ű fémek
- s-mező fémei

#### szárazhidroxidok:

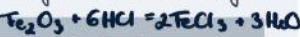
• toxos oxidok és vízmolekulák közötti hidroxidok



### átmeneti

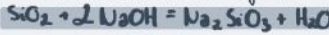
átmeneti oxidok

- közepes EW-ű fémek, nemfémek
- d-mező elemek
- az EW növekedésével egyre kovalensabbak
- vízrel kezelem/ nem reagálhat
- össényi savak vizes oldattal reagálhat



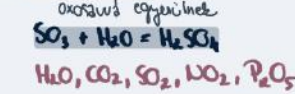
### száraz

- félfémek oxidjai
- vízben nem oldódnak
- vízben hidroxidokkal reagálhat



### molekuláris

- vagy EW-ű nemfémek
- p-mező elemek
- vízben kisebb- nagyobb arányban oldódnak



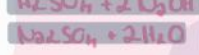
### átmeneti fémek

kötés- és oxidációs számától függ

- +2: közös  $MnO$
- +3, +4: átmeneti, kovalens jellemző  $Mn_2O_7$
- +5, +6, +7: kovalens  $Mn_2O_7$

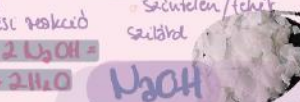
### fém-hidroxidok

• savakkal kationcserélési reakció



• 18-20 eldől a legelterjedtebb kőg

• textil-, papírpár



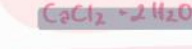
### nátrium-hidroxid kőg, márványlú



### calcium-hidroxid oldott mész

• erős bázis

• savakkal sőt képez



### alumínium-hidroxid



### alumínium-hidroxid

• erősen higroszkóp

• hideg zsírdó



### zink-hidroxid

• gombaölő szer

• ammóniumoldatban komplexképzés közben oldódik



• hűtőközeletben

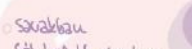
• réz és ólomszennyező levegővel érintkeznek

• gombaölő szer

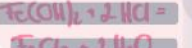
• ammóniumoldatban komplexképzés közben oldódik



• savakkal sósavoldatban oldódik



• savakkal sósavoldatban oldódik



• savakkal sósavoldatban oldódik



• savakkal sósavoldatban oldódik



• savakkal sósavoldatban oldódik

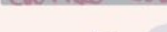


• savakkal sósavoldatban oldódik

• kémiai reakciók közben oldódnak

• **mész**

• nagyon exoterm

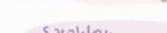


• mérgező vize

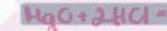
• CO2 kiuntatás



• bázisok, savakkal jól oldódnak



• savakkal oldódnak



• gőzök, sav- megkötés

• sazeletés

• vízálló építőanyagok

• elektronikus fotóterés

• fém por

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

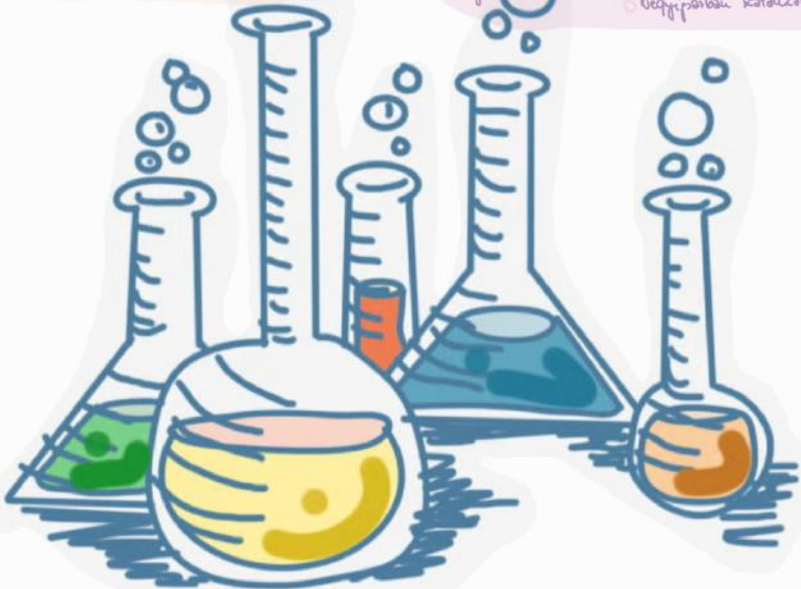
• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak

• savakkal, alkoholban, éterben alig oldódnak

• vízben nem oldódnak



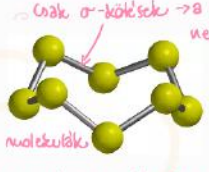
# KÉN

## Anyagszerkezet

**16** Atomic number  
**S** Symbol  
**Sulfur** Name  
**[Ne] 3s<sup>2</sup> 3p<sup>4</sup>** Electron Configuration  
**115.21 °C** Melting Point  
**444.6 °C** Boiling Point  
**32.06** Atomic Weight  
**2.07 (alpha)**  
**1.96 (beta)**  
**1.92 (gamma)** Density (g/cm<sup>3</sup>)  
**32** Crystal structure  
**2, 4, 6** Valence electrons  
**3s<sup>2</sup> 3p<sup>4</sup>** Valence orbitals

- Sárga
- Kis keménység
- Törékenny
- Részközd
- Oldóds:
  - vízben nem
  - CS<sub>2</sub> jól oldja
  - szerves oldószerek bizonyos mértékig (toluol)

## Molekulaszerkezet



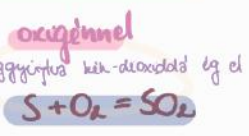
Molekulájában kristályosodó = gyenge intermolekuláris kötésekkel

- 8 atomos gyűrű
- 2 atomos gyűrű
- szerves felületű molekulák
- 2 kétatomos két síkban rendeződnek el felülről
- 2 két síkban 4-4 atom van

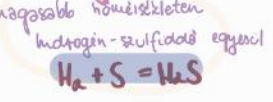
## fémekkel, félfémekkel

- sulfidokká egyszerűen
- vasakkal, más szervesoldószerekkel reagál
- hagyományosan párdrog, gőzei mérgezőek
- klóppal leoldva fekete HgS keletkezik
- Hg + S = HgS** nem mérgező
- egyes fémekkel magasabb hőmérsékleten
- többszörösen kémben
- szulfidok keletkeznek
- 2Zn + S = 2ZnS**
- vasakkal vas-sulfid keletkezik
- Fe + S = FeS**

## Kémiai reakciók



## hidrogénnel



## Előfordulás

elemi állapotban vulkáni vidékeken

## Felhasználás

- ipar: kén- és gumgyártás
- gyógyászat: bőrbelegyógyítás, kúrtópán, kénos kenőcsök
- mezőgazdaság: növényvédőszer, permetezés (kén-szulfid)

## Allotropia



β-módosulat monoklin



α-módosulat rombus

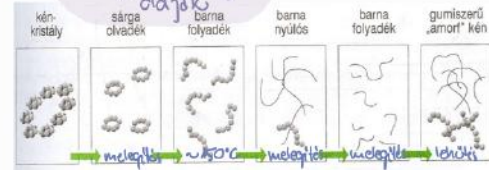


amorf kén

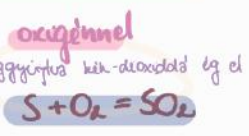
- törékvonalai ~ rombus kén
- olvadáspontja kicsit eltér

- szobahőmérsékleten stabil
- 35,5 °C felett alakul
- sárga, kis keménységű, törékenny
- nem vezet
- vízben nem oldódik
- CS<sub>2</sub> jól oldja
- egyes szerves oldószerek bizonyos mértékig oldják

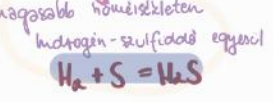
- az olvadt kint hirtelen lefűtve
- alakul, gumiszzerű, nyúlós
- felszakadt gyűrűkkel
- szerves oldószerek
- néhány óra alatt rombolás kezűd alakul



## Kémiai reakciók



## hidrogénnel



## Előfordulás

elemi állapotban vulkáni vidékeken

## Felhasználás

- ipar: kén- és gumgyártás
- gyógyászat: bőrbelegyógyítás, kúrtópán, kénos kenőcsök
- mezőgazdaság: növényvédőszer, permetezés (kén-szulfid)

## Előszervezetek

- ásványi szén
- kénhidrogén
- szerves eredetű



Előállítás

- kénlevegő: bányászati és tisztítás
- ásványi szén: kőszénhidrogén metilénből
- sulfidok: oxidáció
- kén-hidrogén és kén-dioxid reakciója



# A KÉN VEGYÜLETEI

## Dihidrogén-szulfid, kén-hidrogén

### H<sub>2</sub>S

#### Fizikai tulajdonságok

- színtelen
- szagtalan
- levegőnél sűrűbb
- gáz
- felismerhető egyke bontószerekkel
- vízben jól oldódik
- víz oldata fontos laboratóriumi reagens
- kationok kimutatására használják

#### redoxi tulajdonság

- könnyen oxidálható
- halogéneket elszíntelenít
- $H_2S + Br_2 = 2HBr + S$
- kén-savot redukál
- $H_2S + H_2SO_4 = H_2SO_3 + H_2O + S$

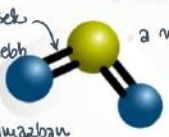
#### vízzel

víz oldatban hidrogén-sulfid és oxóniumionok disszociál gyenge sav  
 $H_2S + H_2O \rightleftharpoons HS^- + H_3O^+$

#### égetés

- tökéletes égés: oxigénnel, levegőn, alacsony hőmérsékleten
- H<sub>2</sub>S és levegő elegye robbanékony
- levegőn meggyújtva kén-dioxidot és vizet ég el
- halványkék láng
- $2H_2S + 3O_2 = 2H_2O + 2SO_2$
- nem tökéletes égés: kevés levegőn, kén válik ki
- $2H_2S + O_2 = 2H_2O + 2S$

## Anyagszerkezet



## Élettani hatása

### HÖRBEZŐ

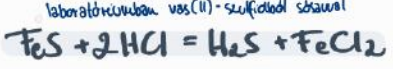


nagy koncentrációban cs. fejfájást, rosszullét okoz

### csőszegély

mesterséges lélegzetelvezés

### Előállítás



## vulkán



## Előfordulás



## források (H<sub>2</sub>S)



## felismerés

szaga, robbanás, robbanás közepén keletkezik

## Előállítás



## vesztés

kénhidrogén-sulfid (színes)

## olvasztás

$Pb(FeO)_2 + H_2S = 2HNO_3 + PbS$

## vesztés

kénhidrogén-sulfid (színes)

## olvasztás

$Pb(FeO)_2 + H_2S = 2HNO_3 + PbS$

## Sói, sulfidok

S<sup>-</sup>-ionnal alkotott sók

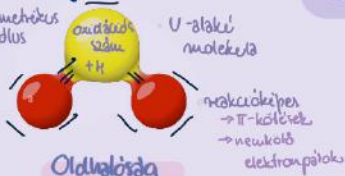
kadmium-sulfid (sárga)  
 $CdSO_4 + H_2S = H_2SO_4 + CdS$

cink-sulfid (fehér)  
 $ZnSO_4 + H_2S = H_2SO_4 + ZnS$

arzen-sulfid  
 arzen-hidrogén-sulfid tömörített levegőn  
 arzen-sulfidok átalakul, megfeketednek  
 $2H_2S + O_2 + 4Ag = 2Ag_2S + 2H_2O$

# Kén-dioxid SO<sub>2</sub>

## Anyagszerkezet



## Oldhatóság

viszonylag nagy mennyiségben, bele képez kén-dioxid lép

## Kémiai reakciók

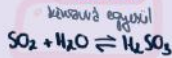
### redoxi-reakciók

reakciópartnerrel függően redukáló-oxidáló  
 erős redukálószer  
 jó oldószer, kalcium-permanganáttal, növényi fehéreséget elszíntelenít  
 például  $SO_2 + I_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HI$   
 erős oxidálószerrel szemben

### oxidálószer

dihidrogén-szulfidtal  
 azaz H<sub>2</sub>S kénre oxidálva  
 → vulkáni kénlevegő keletkezésére  
 $SO_2 + 2H_2S = 2H_2O + 3S$

### víz



### oxigénnel

magasabb hőmérsékleten (500°C)  
 katalizátor  
 Hétfoglaltsal szemben  
 $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$

## Előfordulás



## Előállítás

kén égésével  
 $S + O_2 = SO_2$   
 piros porok égésével  
 $K_2S_2O_8 + 2HCl = 2HCl + H_2O + SO_2$   
 kén-savból, rézsal

## Felhasználás

### konzerválás

borok, likőrök, kávék

## Környezetszennyező hatás

erős redukáló, vízben keltegesen ható  
 savas eső  
 szén-dioxid a klórosított víz oldata  
 savas eső okozója

### papírgyártás

cellulóz fehéritése

### háztartás

ferál kén, fémlevegő

# KÉN-TRIOXID

2 kén-savgyártás katalizátoraként  
 kén-dioxid oxidációjával állítják elő



nagy sűrűségű, színtelen, folyadék  
 pokornyú szélű, nem stabilis, szelvényű, kén-savból áll

## Szén előállítás

- olvasztott kén égése → SO<sub>2</sub> előállítás
- SO<sub>2</sub> → (katalizátor, 450°C, FeO) → SO<sub>3</sub>
- SO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (katalizátor)
- dioxid-sav hígítás vízzel  
 $H_2S_2O_7 + H_2O = 2H_2SO_4$

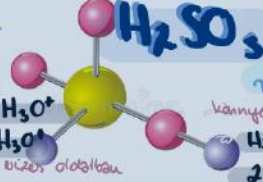
## maró hatás

nem mérgező, röviddel tombogó  
 károsítja a bőrt, a szemet, a nyálkahártyát, a légutakat, a szöveteket

# KÉNÉSSAV és sói H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

## sav-bázis jellege

gyenge kiterjedő sav  
 kétféle disszociáció  
 $H_2SO_3 + H_2O \rightleftharpoons HSO_3^- + H_3O^+$   
 $HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + H_3O^+$   
 bomlási hőmérséklet miatt csak vízben oldható  
 bomlás főleg savas környezetben  
 $H_2SO_3 \rightleftharpoons SO_2 + H_2O$



## sói SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>-ionból

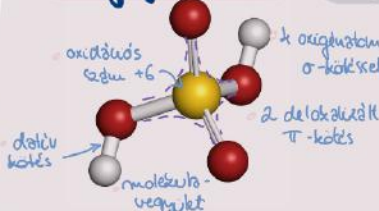
viszonylag könnyen hidrolizálhat  
 kénnel főzve a kén megkötkezik

## Triofoszfát (foszfát)

redukálószer  
 elől, bróm szulfidok oxidálva  
 színtelen, vízben jól oldódik kristályos  
 sóként kénlevegő, kén-dioxid  
 $K_2S_2O_8 + 2HCl = 2HCl + SO_2 + H_2O$   
 komplexképző sajátosság (cisz- és transz-izomerek)  
 $AgBr + 2K_2S_2O_8 = K_2[Ag(S_2O_8)_2] + 2KBr$

# Kénsav H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

## Anyagszerkezet



## Fizikai tulajdonságok

színtelen, szagtalan, olajszennyező, nem mérgező, magas fagyáspont, higroszkópos

## Kémiai reakciók

vízzel  
 minden anyagban elegyedik  
 erősen exoterm keveréskor  
 hígításkor kén-savat kell vésze óvni  
 hűtővízzel keletkezik  
 $H_2SO_4 + H_2O = H_2SO_4 \cdot H_2O$   
 feloldódás hőmérsékletig nő  
 (amivel kisebb sűrűségű vízmolekulák keletkeznek)



## vételvond hatás

H+ és O- tartalmú anyagokból  
 cukrot, fát, papírt, bőrt... karbonizálja  
 az elszennyező anyag felfűvődik  
 → szén-teljes oxidációja alatt képződik gázok, szén  
 $C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 12C + 11H_2O$  (répaktor)

## fémekkel

híg oldat  
 hidrogén fejlődése közben oldja  
 oxidok képződnek  
 fémek sói, szulfidok keletkeznek  
 példa:  $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$  (cink-sulfid)  
 $Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2$  (vas-sulfid)  
 alumíniummal:  $2Al + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$  (alumínium-sulfid)

## tömlény oldat

>H stádiumot fémek egy részét  
 kén-dioxid fejlődése közben oldja  
 rézsal:  $Cu + H_2SO_4 = CuO + SO_2 + H_2O$

## passzíváló hatás

ars, alumínium  
 a passzívált fém híg kénsavban már nem oldódik

## Felhasználás



### redoxi-reakciók



### koncentráció



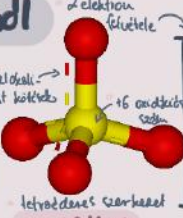
ipar  
 győzőgáz, ammónia, nitrogén, kénlevegő

### hidrogén-szulfid

## sói SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-ionból

### gipsz

kalcium-sulfát  
 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$   
 égetett gipsz - emulge hatóanyag  
 elvált kristályos - tartalmú  
 vízrel szembe exoterm folyamatban  
 magasságú gipsz  
 egyenlő gipsz - nem hipo-irradiáció  
 vízben kis mértékben oldódik  
 kőbányák, öntvények, gyógyászati  
 keverékek előállításakor keletkezik (kőbányák)  
 autószerelés (kőbányák)  
 a borsó (kőbányák, kőbányák)



### keserűsó

magnézium-sulfát  
 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$   
 kőszén keserűs, kőszén  
 mosópor

### kalcium-sulfát

viszonylag oldhatatlan, nagy sűrűségű, színtelen, papírgyártásban, kőbányák, nitrogén-szulfidok elvegyezése

### dihidrogén-sulfidok

kénsav savanyú sói  
 (hidrogén tartalmú)  
 $N_2H_5SO_4$

nátrium-hidrogén-sulfát  
 $NaHSO_3$

kalcium-sulfát  
 $CaSO_3$

nátrium-sulfát  
 $Na_2SO_3$