

KEGLEVICH KRISTÓF

SZERVETLEN KÉMIA

11. osztály

— *kézirat gyanánt* —

A jegyzet

a BODONYI SIMON (2018B), FOLYOVICH PÉTER (2018B), NAGY ANNA FLÓRA (2020D),
TAKÁCS BOGLÁRKA (2018B) és VÖRÖS ESZTER (2018B) által kidolgozott tételek,
továbbá GOLOPENCZA NÓRA (2022B) rajzai alapján készült,

VILLÁNYI ATTILA: *Kémia összefoglaló középiskolásoknak.* (Bp., Műszaki, 2012.⁸)
és RÓZSAHEGYI MÁRTA–SIPOSNÉ KEDVES ÉVA–HORVÁTH BALÁZS: *Kémia 11–12.*
(Szeged, Mozaik, 2010.) című könyvének felhasználásával.



Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium

Budapest–Józsefváros, 2019



*Budapesti Fazekas Mihály
Gyakorló Általános Iskola
és Gimnázium*

ELEKTROKÉMIA

1. Alapfogalmak

a) vezetés

$$\bullet \quad G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U} \quad G: \text{vezetés} \quad [G] = S (= \text{siemens})$$

$$[R] = \Omega$$

$$\bullet \quad \sigma = \frac{1}{R} \cdot \frac{l}{A} \quad \sigma: \text{fajlagos vezetőképesség – anyagi állandó} \quad [\sigma] = \frac{S}{m}$$

b) vezetők

- elsőfajú (unipoláris): e^- vezet
fémek, C_{gr}

legjobb vezetők: Ag ($\sigma = 6,3 \cdot 10^7$ S/m 20 °C-on), Cu, Au

↳ legkevésbé oxidálódik, ezért a legjobb elektromos kontaktusokhoz

- másodfajú (bipoláris): ion vezet
sóoldat, sóolvadék

- félvezető: az anyag vezetőképessége a hőmérséklet növekedésével nő – lyukvezetés
pl. Si, Ge, Se, SiC, GaAs

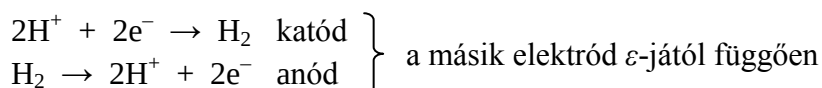
c) elektrokémia

- elektrokémiai reakció: a redukció és az oxidáció térben különválasztva zajlik
- elektrolízis: el. áram hatására végbemenő kémiai reakció (EC = elektrolizáló cella)
 $E_{\text{elektromos}} \rightarrow E_{\text{kémiai}}$ (endoterm)
- galvánelem (GC): kémiai E elektromos E-vá való átalakítására alkalmas berendezés
 $E_{\text{kémiai}} \rightarrow E_{\text{elektromos}}$ (exoterm)

- elektród: egy elem oxidált és redukált formáját is tartalmazó rendszer

- anód: az az elektród, amelyen oxidáció történik

katód: — || — redukció történik



- elektromotoros erő (E_{MF} , V): a két elektród közötti maximális feszültség, amelyet akkor mérhetünk, ha a galvánelemen keresztül nem folyik áram (a GC max. munkavégző képessége)

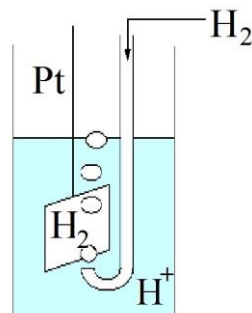
$$E_{MF} = \varepsilon_K - \varepsilon_A$$

- bontásfeszültség (U_B , V): tartós elektrolízishez szükséges minimális feszültség

d) elektródok

- elsőfajú: fém, mely saját ionjainak oldatába merül
- másodfajú: fém + saját rosszul oldódó sója
- gázelektrod: gázt vezetünk saját ionjainak oldatába
- redoxielektrod: mind az oxidált, mind a redukált forma oldatfázisban van (az áramot egy belemerített indiff. elektród vezeti el) – pl. Fe^{3+}/Fe^{2+}

indifferens elektród: nem lép reakcióba sem az oldat
összetevőivel, sem a termékekkel (Pt, C_{gr})



e) elektródpotenciál (ε , V) ~ az e^- -ok potenciális energiája az elektródon

annak a galvánelemnek az elektromotoros ereje, melynek egyik elektródja a vizsgált elektród, a másik a standard hidrogénelektród

ε függ: $\leftarrow$ anyagi minőségtől

$\leftarrow$ az ionkoncentrációtól

$\leftarrow$ hőmérséklettől

$\leftarrow$ gázelektród esetén a gáz nyomásától

standardpotenciál (standard elektródpotenciál) (ε^0 , V): annak a galvánelemnek az elektromotoros ereje, melynek egyik elektródja a vizsgált elem standard elektródja, másik a standard hidrogénelektród

ε^0 mérési feltételei: -25°C -os hőmérséklet

$-$ a vizsgált ion $1,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációja

$-$ $0,101 \text{ MPa}$ nyomás

2. Nernst*-egyenlet

az elektródpotenciál koncentrációfüggését írja le; $\varepsilon \rightarrow \varepsilon^0$

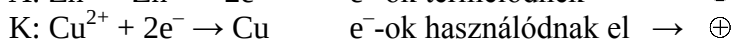
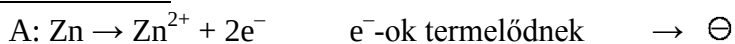
$$\varepsilon = \varepsilon^0 + \frac{R \cdot T}{z \cdot F} \ln \frac{[\text{oxidált forma}]}{[\text{redukált forma}]} = \varepsilon^0 + \frac{0,059}{z} \lg \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]}$$

z : az elektródfolyamat oxidációs szám-változása

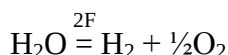
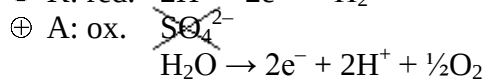
F (Faraday-állandó) = $96\,500 \text{ C/mol}$ $-$ az e^- moláris töltése

3. Példák

a) Daniell-elem**

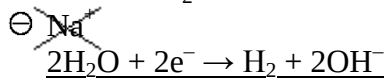
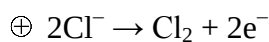


b) kénsavoldat elektrolízise

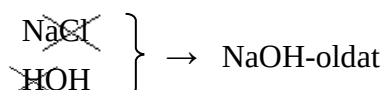


az oldat töményedik (o.sz. bomlik, o.a. = H_2SO_4 változatlan) $\rightarrow$ savasodik $\rightarrow \text{pH} \downarrow$

c) NaCl-oldat elektrolízise grafitelektródokkal



$\emptyset$ bruttó egyenlet



(esetleges mellékreakció: $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaOCl} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$)

Vizes oldat elektrolízisekor:

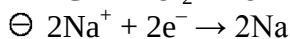
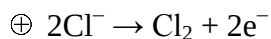
- $-$ nagyon $\ominus \varepsilon^0$ -ú fémion ($\varepsilon^0 < -0,83 \text{ V}$) helyett a katódon víz H-je redukálódik***
- $-$ összetett anion helyett az anódon a víz O-je oxidálódik

* WALTHER HERMANN NERNST (1864–1941) porosz fizikai kémikus 1920-ban kémiai Nobel-díjat kapott termokémiai munkásságáért. 1933-ban, HITLER hatalomra kerülése után visszavonult a tudományos élettől.

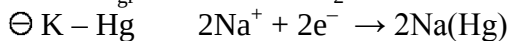
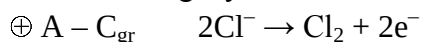
** JOHN FREDERIC DANIELL (1790–1845) angol természettudós által 1836-ban összeállított galvánelem, melyet ma, a korszerűbb szárazelemek és akkumulátorok korában a gyakorlatban már nem használnak.

*** A $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ elektródfolyamat ε^0 -ja $-0,83 \text{ V}$, az ennél negatívabb fémionok vizes oldatból elektrolízissel nem választhatók le.

d) NaCl-olvadék elektrolízise C_{gr} -elektrodok között $\rightarrow$ Na, Cl_2 ipari eá.

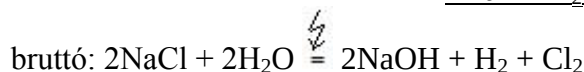
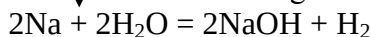


e) NaCl-oldat higanykatódos elektrolízise $\rightarrow$ NaOH ipari eá.



$\downarrow$ Na-amalgám (a katód nem indifferens!)

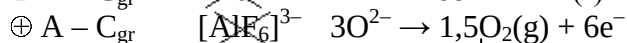
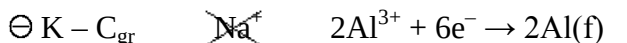
$\downarrow$ bontócella – hígítóvíz



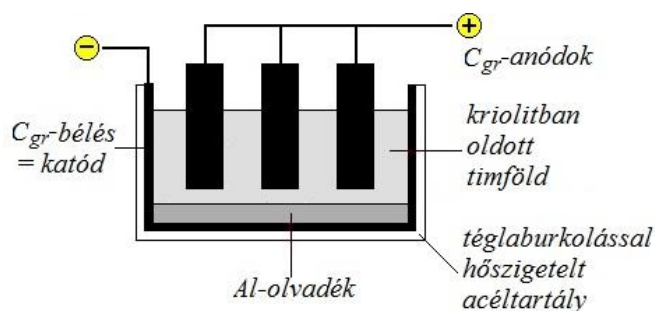
f) timföld (Al_2O_3) olvadékelektrolízise $\rightarrow$ Al ipari eá.

$\uparrow$ jégkő / Na-hexafluorido-aluminát(III)

az atomrácsos timföldet az ionrácsos kriolit (Na_3AlF_6) olvadékában oldják $\rightarrow$ alacsonyabb Op
 $\rightarrow G \uparrow$



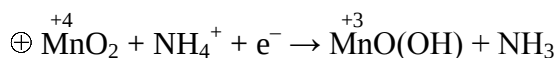
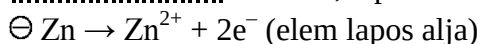
$\rightarrow$ reagál az anódszénnel (1000 °C) $\rightarrow CO/CO_2$
(az anód nem indifferens!)



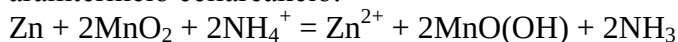
4. Galvánelemek a gyakorlatban

$\rightarrow$ áramtermelés

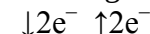
- Leclanché-elem*: ceruza-, lapos- és bébielem (1,5 V)



áramtermelő cellareakció:

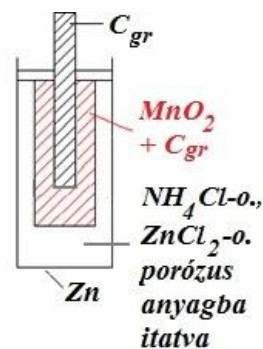


- Ruben-Mallory-elem: gombelem $\rightarrow$ kis helyigény: $Zn + HgO = ZnO + Hg$



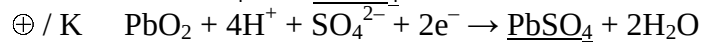
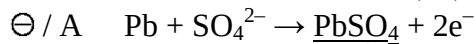
- Alkálielemek: $\ominus Cd | KOH | NiO(OH) \oplus \rightarrow$ lúgos közeg ($\rightarrow$ név)

- Tüzelőanyag-elemek: egy égési folyamat oxidációs és redukciós lépése van térben szétválasztva $\rightarrow$ elektromos energiát termel

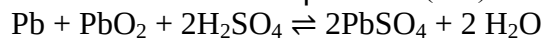


* GEORGES LECLANCHÉ (1839–1882) francia kémikus által 1866-ban elkészített szárazelem (azaz elektródjai nem folyadékból, hanem valamilyen pépes anyagból állnak).

- Ólomakkumulátor: ólom, ólom(IV)-oxid és kénsav – kocsiban



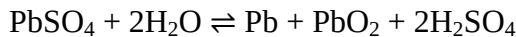
┐ kisülés (GC) = színproporció


$$\downarrow 2e^- \quad \uparrow 2e^-$$

↳ feltöltés (elektrolízis) = diszproporció

5. Elektrolízis gyakorlati jelentősége

- elektrokohászat: I-III. főcsoport fémek, halogénelemek ipari eá.
- ólomakkumulátor feltöltése



- *galvanizálás*: vékony fémbevonat készítése: a bevonandó tárgyat a bevonatnak szánt fém só-jának oldatába helyezzük és katódnak kapcsoljuk (→ rajta redukálódnak az oldat fémionjai)
 - ezüstözés → díszítés
 - nikkelezés → korrózióvédelem
 - krómozás → kopás ellen
- *eloxálás*: elektromos oxidréteg-vastagítás Al-on
 - ↳ anódnak ($\oplus$) kapcs. → Al_2O_3 -dá oxidálódik

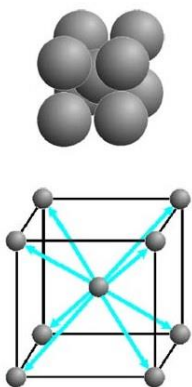
A FÉMEK ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

1. Szerkezetből fakadó fizikai tulajdonságok

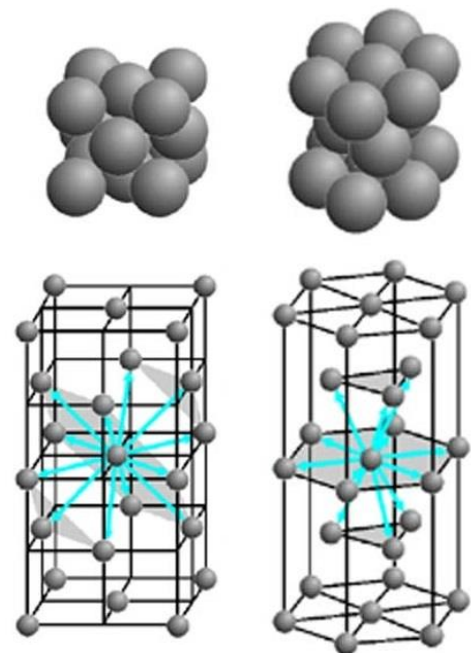
a) fémrács

- a rácspontokon: fématomtörzsek
- közöttük *fémek kötés* hat
 - ↳ elsőrendű (ezért erős) kémiai kötés, melynek lényege a $\oplus$ töltésű fématomtörzsek és a $\ominus$ töltésű delokalizált e^- -felhő közötti elektrosztatikus vonzóerő

b) a fémrács típusai – különböző szimmetriájú elemi cellák*



- *tércentrált kockarács* ($\leftarrow$)
koordinációs szám: 8
 ↳ egy részecske közvetlen szomszédainak száma
pl. I.A főcsoport fémek – igen puhák,
 Fe hidegen (α -vas) – rideg
- *lapcentrált kockarács* ($\rightarrow$)
koordinációs szám: 12
megmunkálhatóság: jó
pl. I.B, Fe 1000 °C feletti T-en (γ -vas)
- *hexagonális / hatszöges rács* ($\rightarrow\rightarrow$)
koordinációs szám: 12
megmunkálhatóság: rossz – ridegek
pl. Mg, Zn



* Az *elemi cella* a kristályrács legkisebb, a rács egészének szimmetriaviszonyait mutató része – az a paralelepipedon, amelyet a tér három irányába eltolva a teljes kristály felépíthető. Amint az ábrákon látható, a térben centrált köbös rács esetén az elemi cella egy kocka, a fématomtörzsek ennek csúcsain és középpontjában helyezkednek el (vagyis az EC átlagosan $8 \cdot 1/8 + 1 = 2$ atomot tartalmaz); a lapon centrált köbös rács esetén a kocka csúcsain és hat lapjának középpontjában vannak a fématomok (az EC $8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 = 4$ atomból áll); végül a hatszöges rács elemi cellája egy rombusz alapú hasáb, melynek csúcsain és középpontjában vannak az atomtörzsek (EC = $8 \cdot 1/8 + 1 = 2$ atom).

c) fizikai tulajdonságok

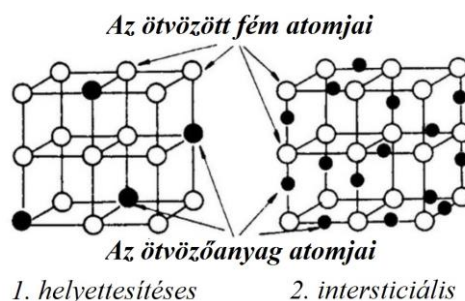
- szín
delok. e^- -ok $\rightarrow$ könnyen gerjeszthetők $\rightarrow$ a látható fény hullámhossztartományán belül bármilyen E -jú sugárzást elnyelnek $\rightarrow$ [feketét várnánk, de] } a fémek többsége szürke, csillogó
tömör illeszkedésű fémrács $\rightarrow$ felülete mindenféle λ -ú fényből vissza is ver
- Cu: vörös, Au és sárgaréz (Cu/Zn): sárga, bronz: barna
- színesfémek*: a vason kívüli ipari jelentőséggel bíró fémek
az elnevezés nem utal színükre (pl. Al, Cu, Zn, Pb)
- szag: $\emptyset$
- hő- és elektromos vez. jó $\leftarrow$ delok. e^- -ok
- $\rho < 5 \text{ g/cm}^3 \rightarrow$ könnyűfémek (I.A, II.A, Al, Ti)
 $\rho \geq 5 \text{ g/cm}^3 \rightarrow$ nehézfémek (Fe, Cu, Zn) – rekorder elem az ozmium: $\rho(\text{Os}) = 22,5 \text{ g/cm}^3$
- Op: igen változó (standard T -en és p -on túlnyomó többségük szilárd, néhány cseppfolyós)
W: 3400°C , Fe: 1540°C , Al: 660°C , Na: 98°C , Ga: 30°C , Hg: -39°C
- megmunkálhatóság: a fémrács típusától függ

2. Fémrácsos anyagok csoportosítása

a) elemek

b) *ötvözetek*: fémek kötése, összetett anyagok

- *szilárd oldat típusú*
 - *szubsztitúciós* (helyettesítési):
hasonló méretű atomok, tetszőleges arányban
pl. fehérarany (Au/Ag)
 - *intersticiális* (rácsközi):
a nagyobb méretű atomok közé kisebbek ékelődnek be
pl. a Pd-ban atomosan oldott H, acél (Fe / 1 m/m% körüli C)
- *eutektikus*: két eltérő rács típusú fém olvadáskor lehűtésével, amely során az összetevők részben külön kristályosodnak, így mikrokristályok elegye keletkezik. Op-ja alacsonyabb, mint a tiszta fémek Op-ja. Pl. forrasztóórn (Sn/Pb)
- *vegyület típusú*: állandó összetétellel jellemezhetők, pl. Fe_3C (rideg, törékeny)



c) *vegyületek* – CuFeS_2 : kalkopirit, Sb_2S_3 : antimonit

3. A fémek kémiai tulajdonságai

a) *redukálószer*ek – redukálóképességüket az EN és a ε^0 határozza meg

b) *korrozio*: a környezet hatására a fémek felületéről kiinduló és belsejük felé ható kémiai változás eltérő gyorsaságú

- alkálifémek + Ba: igen gyorsan
 $\text{Li} \rightarrow \text{Li}_2\text{O}$, $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$, $\text{K} \rightarrow \text{KO}_2$, $\text{Ba} \rightarrow \text{BaO}_2$
ezért a levegőtől elzárva, petróleum alatt kell tárolni őket
 - Ca: néhány nap alatt – jól záró üvegben tároljuk
 - Fe rozsdásodása: néhány hét alatt
 - tömör, védő oxidréteg:
 $\text{Mg} \rightarrow \text{MgO}$, $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnO}$, $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{Pb} \rightarrow \text{PbO}$, $\text{Sn} \rightarrow \text{SnO}_2$
Cu $\rightarrow$ patina*
 - Ag – felületén Ag_2S alakul ki pl. egy szulfidiontartalmú gyógyvízben
 - Au, Hg: nem korrodeálódik
- } oxidrétegük lyukacsos, nem egybefüggő, nem védi meg a fémeket

* A korrodeálódott réztárgyak jellegzetes zöld színét adó patina összetételét régen a $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ képlettel közelítették; a patina ma – a savas esők korában – zömmel oldhatatlan szerkezetű réz(II)-szulfátból áll.

c) korrózióvédelem

- védő oxidréteg
 - természetes
 - mesterségesen megvastagított, pl. eloxált Al

- passzív bevonat: addig véd, amíg ép

- festék, szinterezés
- passzív fémbevonat

pl. *fehértárgy* = ónnal bevont vaslemez

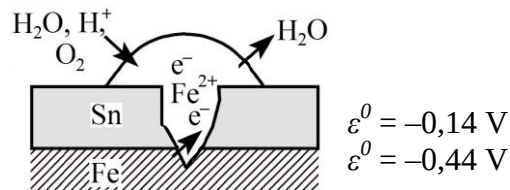
a megvédendő fém a $\ominus$ -abb ε^0 -ú

→ megsérülése után

gyorsabban korrodeálódik,

mint ha csak magában lenne, mert a helyi elem anódjává válik

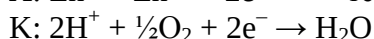
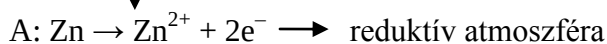
→ a bevonat lesz a katód, felületén történik a redukció ($O_2 \rightarrow H_2O$)



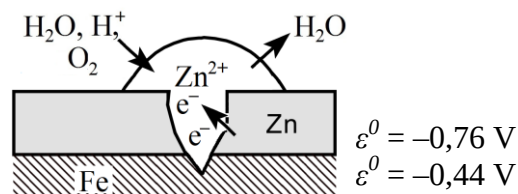
helyi elem: két fém egy közös elektroliton keresztül érintkezik

- aktív bevonat: megsérülése után is véd

1) *horganyzott tárgy* = cinkkel bevont vaslemez
a bevonat a $\ominus$ -abb ε^0 -ú



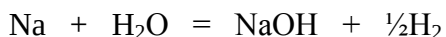
amíg van Zn, az oxidálódik



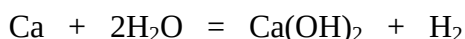
2) talajban elhelyezett fémtárgyakat (cső, benzinkút tartálya) összekötnek egy Mg-tömbbel

- katódos fémvédelem: a megvédendő fémet áram alá helyezik, katódnak ($\ominus$) kapcsolják
- korrózióálló ötvözetek

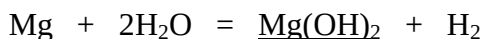
d) vízben való oldódás – a legnagyobb reakciókészségű fémek ($\varepsilon^0 < -1$ V)



az alkálifémek és a Ba hevesen oldódnak



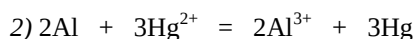
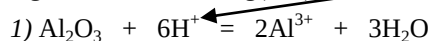
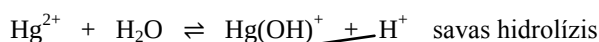
olyan hevességgel, mint a Zn sósavban



a Mg vízben nemigen oldódik, az oldódásra csak a vízbe csöpögtetett fenoltalein utal, mely rövid idő után ciklámenszínű lesz (de buborékokat nem látunk)



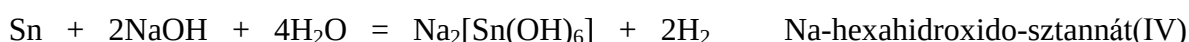
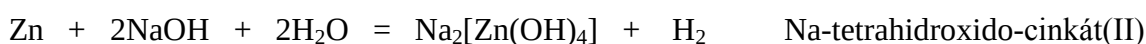
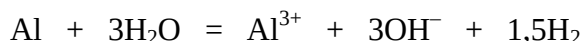
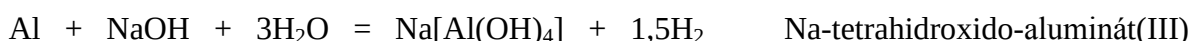
az Al védő oxidrétegének $HgCl_2$ -oldattal történő megbontása után heves oldódás



3) a Hg amalgámot képez az Al-mal → gyorsítja az Al oldódását

e) NaOH-oldatban való oldódás – *amfoter* fémek

↳ savban és lúgban is oldódnak ← van hidroxokomplexük
← $\varepsilon^0 < 0$ V



* A cink reformkorban alkotott magyar neve, mely a fém horgas törésfelületéből származik.

f) savakban való oldódás (a)

- alapelvek: – sósavból és híg kénsavból H_2 szokott fejlődni ($\varepsilon^0(\text{fém}) < 0 \text{ V}$);
 – tömény, oxidáló savakból többnyire SO_2 és NO_2 , az 1:1 hígítású HNO_3 -ból NO
 – mivel heterogén reakciókról van szó, a fém oldódásának feltétele, hogy a keletkező só oldódjék vízben – ezért nem oldódik az Pb sósavban és híg kénsavban

	HCl	híg H_2SO_4	forró, cc H_2SO_4	30 m/m% HNO_3	cc HNO_3 (g)
Mg	H_2	H_2	H_2 (c)	$[3Mg + 8HNO_3 = 3Mg(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O]$	$[Mg + 4ccHNO_3 = Mg(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O]$
Al	H_2	H_2	— (d)	$[Al + 4HNO_3 = Al(NO_3)_3 + NO + 2H_2O]$ (e)	— (d)
Zn	H_2	H_2	H_2 (e)	$3Zn + 8HNO_3 = 3Zn(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$	$Zn + 4ccHNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$
Fe	$H_2 + Fe^{2+}$	$H_2 + Fe^{2+}$	— (d)	$3Fe + 8HNO_3 = 3Fe(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$	— (d)
Pb	—	—	H_2 (f)	$[3Pb + 8HNO_3 = 3Pb(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O]$	$[Pb + 4ccHNO_3 = Pb(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O]$
Sn	H_2 (b)	—	$[Sn + 2ccH_2SO_4 = SnSO_4 + SO_2 + 2H_2O]$	$[4Sn + 10HNO_3 = 4Sn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O]$	$[Sn + 4ccHNO_3 = SnO_2 + 4NO_2 + 2H_2O]$
Cu	—	—	$Cu + 2ccH_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$	$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$	$Cu + 4ccHNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$
Ag	—	—	$2Ag + 2ccH_2SO_4 = Ag_2SO_4 + SO_2 + 2H_2O$	$3Ag + 4HNO_3 = 3AgNO_3 + NO + 2H_2O$	$Ag + 2ccHNO_3 = AgNO_3 + NO_2 + H_2O$
Hg	—	—	$[Hg + 2ccH_2SO_4 = HgSO_4 + SO_2 + 2H_2O]$	$[3Hg + 8HNO_3 = 3Hg(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O]$	$[Hg + 4ccHNO_3 = Hg(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O]$
Au (h)	—	—	—	—	—

- (a) A [szögletes zárójelbe tett és pirosított egyenleteket] az emelt szintű érettségien nem kell tudni.
 (b) $Sn + 2\text{hígHCl} = SnCl_2 + H_2$ – nem túl intenzíven; ccHCl hatására, melegítve jobban megy a reakció.
 (c) Hidegen is. (Forrón határozottabban.)
 (d) Passzíválódás: Al-ot és Fe-at cc H_2SO_4 -ba és cc HNO_3 -ba helyezve a fémek felületén tömör, védő (nem oldódó) sőrég alakul ki, amely ezután a fém más savakban való oldódását is megakadályozza.
 (e) Hidegen csak gyengén, forrón határozottabban.
 (f) A $PbSO_4$ csapadék, rosszul oldódik; a reakció csak melegítés hatására játszódik le.
 (g) A HNO_3 reakciói ritkán sztöchiometrikusak. A híg (~ 1 m/m%-os) HNO_3 -ból a fém oldódása esetén főképp H_2 fejlődik, a középtöménysből (~ 30 m/m%) zömmel NO , a töménysből pedig elsősorban NO_2 .
 (h) Csak királyvízben (3ccHCl : 1cc HNO_3) oldódik $[Au + ccHNO_3 + 4ccHCl = H[AuCl_4] + NO + 2H_2O]$.

4. A fémvegyületek színe

- a) nemesgázszerkezetű fémion – lezárt e^- -héj / alhéj → nem gerjeszthető → színtelen só
 alkálifém⁺, alkáliföldfém²⁺, Al^{3+} , Sc^{3+} ...
 b) nem nemesgázszerkezetű, de zárt e^- -szerkezetű fémion → színtelen
 Zn^{2+} , Hg^{2+} , Cu^+ , Ag^+
 c) nem zárt e^- -szerkezetű vagy összetett fémion → könnyebben gerjeszthető → lehet színes
 Cr^{3+} (zöld), MnO_4^- (lila), $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ (kék)

5. A fémek előállítása érceikből

érc: olyan anyag, amelyből gazdaságosan fém nyerhető

$Me^{n+} \rightarrow Me$ mindig redukció

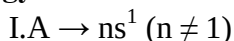
a) olvadékelektrolízis – I.A, II.A, Al (kis ε^0)

b) kémiai redukció – pl. H_2 -nel $WO_3 + 3H_2 = W + 3H_2O$
 C-nel $Fe_2O_3 + 3C = 2Fe + 3CO$ (vörösvasérc direkt red.)
 Al-mal $Fe_2O_3 + 2Al = Al_2O_3 + 2Fe$ (termitreakció)

c) termikus bontás – pl. $2HgO = 2Hg + O_2$

ALKÁLIFÉMEK (I.A)

1. Vegyértékelektronszerkezet



↳ ha kötésben van, könnyen gerjeszthető → lángfestés

Li – bíborvörös

Na – haragossárga (Alagút, kifutott leves)

K – fakóibolya

Rb – vörös

Cs – égszínkék } csak spektroszkóppal

látható

2. Fizikai tulajdonságok

fémrácsuk tércentrált kockarács → puhák, késsel vághatóak

Op: alacsony, a főcsoporton belül lefelé csökken (elsőrendű kötés kis atomok között erősebb)
kis sűrűségűek, $\rho \sim 1 \text{ g/cm}^3$

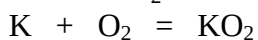
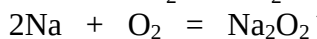
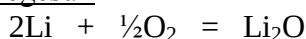
3. Kémiai tulajdonságok – $\varepsilon^0 \ll 0 \text{ V} \rightarrow$ erős redukálószer, nagyon reakcióképesek $\rightarrow \text{Me}^+$

a) reagálnak a levegő O_2 - és H_2O -tartalmával, a Li a nitrogénnel is: $3\text{Li} + \frac{1}{2}\text{N}_2 = \text{Li}_3\text{N}$
↳ Li-nitrid

→ Na, K...: petróleum

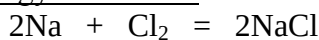
Li: paraffinolaj (a Li kisebb ρ -ű a petróleumnál) } alatt kell tárolni őket

b) égésük

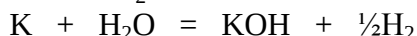
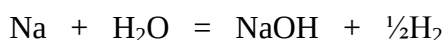


} a reakciók nem sztöchiometrikusak, ezek a főtermékek

c) egyéb reakciók



vízzel heves reakció



– víz tetején úsznak

– a H_2 -től sisteregnek, futkosnak

– gömb alakúra olvadnak

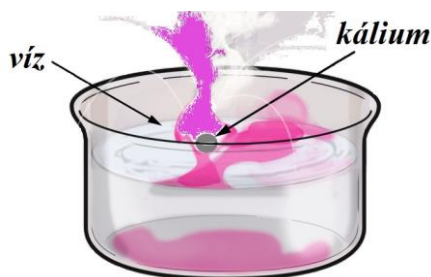
– a K esetén meggyullad a fejlődő H_2 , lila lánggal ég

(Na: hő koncentrációja papírcsónakkal → sárga láng)

– fenoltalein → az oldat ciklámen színű lesz

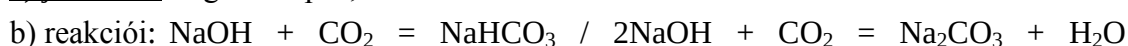
savoldat, lúgoldat: szintén heves reakció

↳ Na, K vízmolekulákkal reagál!

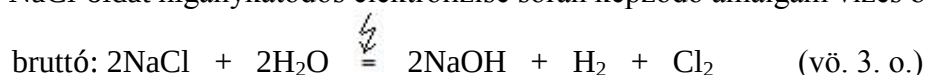


4. Nátrium-hidroxid – lúgkő (szilárdan), marónátron (oldata)

a) jellemzői: higroszkópos, elkarbonátosodik



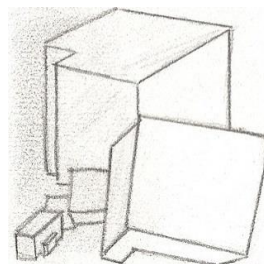
c) ipari eá.: NaCl-oldat higanykatódos elektrolízise során képződő amalgám vizes bontásával



d) jelentősége: vegyipari alapanyag, bauxit lúgos feltárása, szappanfőzés

5. Alkálifémek

közös tulajdonságok: – fehérek (ha az anion is színtelen)
– vízben oldódnak
– komplexeik nincsenek



A kőszó szabályos
kőszó kristályai



- NaCl kőszó / konyhasó / halit →
- Na₂CO₃·10H₂O szóda / szikszó
→ lúgos hidrolízis
→ szikes talaj terméketlen
- NaHCO₃ szódabikarbóna
NaHCO₃ + HCl = NaCl + H₂O + CO₂↑ – gyomorégés ellen
2NaHCO₃ = Na₂CO₃ + H₂O↑ + CO₂↑ – sütőpor
- Na₃PO₄ trisó
3Ca²⁺ + 2PO₄³⁻ = Ca₃(PO₄)₂ – zsírolószer (lúgos hidr.)
– vízlágyítószer
- NaOCl nátrium-hipoklorit / hypó – fertőtlenítőszer
- Na₂SO₄·10H₂O glaubersó – hashajtó*
- Na₂S₂O₃ nátrium-tioszulfát / fixíró
AgBr + 2S₂O₃²⁻ = [Ag(S₂O₃)₂]³⁻ + Br⁻ – fekete-fehér fotó fixálása
↳ ditioszulfáto-argentát(I)-ion
- KCl szilvin / kálisó / fedősó (a kiszáradó tengerből később vált ki)
- KCN kálium-cianid / cián(káli) – Au kioldása a meddőből
- K₂CO₃ hamuszír (növényi hamuból vonták ki) – régen zsírolás, üveg eá.
- KNO₃ salétrom – puskapor
- NaNO₃ chilei salétrom – — || —
- KMnO₄ hipermangán

6. Előfordulás → előállítás: alkálifém-halogenidek olvadáselektrolízise

- NaCl tenger (3–4 m/m%), sóbányák**
- KCl bizonyos sóbányák
- NaNO₃ chilei salétrom

7. Biológiai jelentőség

- Na/K → fiziológiás sóoldat: 0,9 m/m% NaCl (izotóniás a sejtekkel → infúzió alapadata)
→ vízegyensúly
→ ozmózisnyomás → ingerület tovaterjedése (K⁺, Na⁺ és Cl⁻ eltérő c-ja a sejtmembrán két oldalán → az idegsejt nyugalmi és akciós potenciálja)
→ sok Na⁺ → magas vérnyomás
- Li₂CO₃: mániás depresszió (lelkesült és levert állapot váltakozása) kezelése

8. Felhasználás

- Na-lámpák (Budapest fényei sárgák, nem fehérek, mint a legtöbb külföldi nagyvárosé)
- Na/K-olvadék: egyes atomreaktorban hűtőadó folyadék (az ún. tenyésztőreaktorokban)
- Rb és Cs: fotocellák katódja

* A glaubersó (Na₂SO₄) és a keserűsó (MgSO₄) hashajtó hatásának az a magyarázata, hogy a bennük lévő szulfátionokat a bélcsatorna nem képes felszívni. Az oldott só így a bélcsatornában marad, ahová ozmotikus úton víz áramlik, ennek következtében a bélsár felhígul.

** A bányászott só tisztább, mint a tengeri vagy óceáni, hiszen ugyanúgy tengeri eredetű, de ment maradt a tengervízbe került rengeteg emberi szennyezéstől, mint pl. a nukleáris kísérleti robbantások vagy a tankhajó-katasztrófák maradványaitól. Ezért az lenne a logikus és érthető, ha az élelmiszerboltokban a tengeri só lenne olcsóbb és a bányászott drágább.

ALKÁLIFÖLDFÉMEK (II.A)

1. Vegyértékelektronszerkezet

ns^2

EN kicsi

e^- -ok gerjeszhetősége $\rightarrow$ lángfestés: Ca – téglavörös

Sr – kárminvörös

Ba – fakózöld

2. Halmazszerkezet, fizikai tulajdonságok

különböző típusú fémrács $\rightarrow$ Op a főcsoporton belül (látszólag) rendszertelenül változik

$\rightarrow$ megmunkálhatóság változó (Mg: jól hajlítható, Ba: törik)

$1 \text{ g/cm}^3 < \rho < 5 \text{ g/cm}^3 \rightarrow$ könnyűfémek

3. Kémiai tulajdonságok – erős redukálószer

a) levegőn: Be, Mg: védő oxidréteg

Ca, Sr: lassan eloxidálódik $\rightarrow$ zárt üveg

Ba: petróleum alatt

b) égés: $2\text{Me} + \text{O}_2 = 2\text{MeO}$

$\text{Ba} + \text{O}_2 = \text{BaO}_2$ (Ba-peroxid)

lehetőség H_2O_2 előállítására:

$\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$

c) reakció vízzel:

$\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Mg(OH)}_2 + \text{H}_2$

forró vízben, lassan; buborékok nem látszanak,

a fenolftalein ciklámenszínű lesz a keletkező OH^- -ionoktól

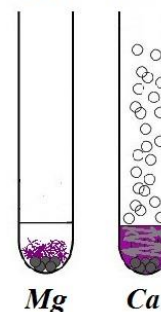
Ca és Ba – hideg vízben is:

$\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$

$\hookrightarrow$ mésztej (fehér szuszpenzió) keletkezik

d) híg savakban oldódnak $\rightarrow \text{H}_2$

víz + néhány
csepp fenolftalein



4. Vegyületeik

ionrácsosak* $\rightarrow$ szilárdak, fehérek, szagtalanok

változó vízdoldékonyság – a kloridok, nitrátok jól oldódnak

– a karbonátok és a foszfátok nem oldódnak

$\leftarrow$ a többszörös töltésű ionok miatt magasabb $E_{\text{rács}}$

– MgSO_4 oldódik, CaSO_4 igen rosszul, a BaSO_4 nem

– Mg(OH)_2 csapadék, a Ca(OH)_2 és a Ba(OH)_2 valamelyest oldódik

$\hookrightarrow$ meszes víz $\hookrightarrow$ baritvíz

5. Előfordulás $\rightarrow$ előállítás: halogenidjeik olvadákelektrolízise

a) CaCO_3 mészkő

$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ dolomit

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ gipsz / alabástrom / máriaüveg**

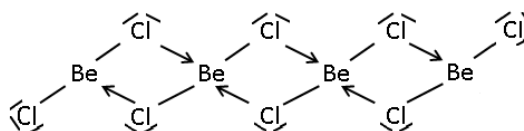
CaF_2 fluorit / folyópát

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ keserűsó

* A BeCl_2 kovalens kötésű, lineáris molekula.

Pontosabban – mivel elektronhiányos – láncpolimert képez.

** Vékony, átlátszó lemez, amelyet nagyobb, tiszta gipszkristályból hasítottak. Régen üveg helyett használták szentképken (neve SZŰZ MÁRIA nevéből származik), ablakokban. Ma gázkonvektor benéző ablakaként, illetve hőálló szigetelő gyanánt alkalmazzák.



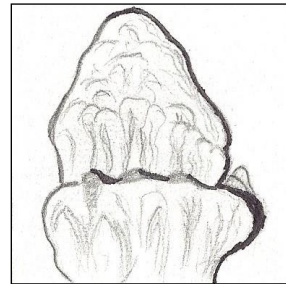
b) cseppkőképződés (karsztosodás)



- az eső és a levegő CO_2 -jének hatására végbemenő oldódás
- a karsztvíz szivárog a kőzet repedésein keresztül
- majd a CaCO_3 mechanikai hatása (Δp – a kőzet belsejében más a nyomás, mint a barlangüreg levegőjére érve, vagy a csepp leesvén nekiütődik a barlang aljának) kicsapódik:



Σ *karsztosodás*: az a jelenség, mely során a karsztvíz a mészkövet* oldja, majd változatos formákat hoz létre a mészkőhegységben



c) vízkeménység = a vízben oldott Ca^{2+} - és Mg^{2+} -vegyületek

- német keménységi fok (nk^0): az 1 liter vízben lévő Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ionok összes anyagmennyisége hányszorosa 10 mg CaO anyagmennyiségének
lágy víz: 0–5 nk^0 , kemény: 15–20 nk^0 felett
- előnye: víz íze, ásványianyag-tartalma
hátránya: – nem lehet mosni vele, mert a felületaktív anionokat csapadékba viszi:
$$\text{Ca}^{2+} + 2\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^- = \text{Ca}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2$$
 - vízkő
 - hüvelyesek nem puhulnak meg (nem készíthető babgulyás)
- változó vízkeménység: forralással megszüntethető $\leftarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2, \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
$$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\text{T}} \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

állandó vízkeménység: forralással nem szüntethető meg $\leftarrow$ minden más oldódó alkáliföldfém-só
- vízlágyítás – forralás (változó vízkem. kicsapódik)
 - desztillálás
 - ioncserélő műgyanta
(Ca^{2+} és Mg^{2+} helyett Na^+ , esetleg H^+ – ekkor anioncserélő is kell: $\text{X}^- \rightarrow \text{OH}^-$)
 - kicsapás vízlágyító szerekkel (trisó, hamuszír) $3\text{Ca}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
 - az alkáliföldfémion komplexálása (Calgon)

6. Élettani jelentőség

- Ca^{2+} – csont- és fogképződés [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, nagyvonalúban $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$] – vö. 41. o.
 - izomműködés (Ca^{2+} , Mg^{2+} -tartalmú görcsoldók)
 - CaCO_3 : mészvázás gerinctelenek váza (csiga, kagyló, korall)
- Mg^{2+} – enzimekben, idegi működés, csontok, fogak kialakulása
 - klorofill: Mg^{2+} -tartalmú, porfirinvázis szerves komplex
- az oldódó Ba^{2+} , Sr^{2+} -sók mérgezőek

7. Felhasználás

- a) építkezés
- | | |
|---|---|
| $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ | mészégetés (endoterm) |
| $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ | mészoltás (exoterm) |
| $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ | a frissen meszelt fal „izzad” (exoterm) |

b) Be, Mg: ötvözőelemek (Be: szép csengés $\rightarrow$ harangok, Mg: kis $\rho \rightarrow$ spéci bicikliváz)

c) BaSO_4 (ásványtani nevén barit vagy súlypát) – röntgenvizsgálatok kontrasztanyaga**

* 20 °C körül a mészkő jobban oldódik a szénsavas vízben, mint a dolomit. Ezért a dolomit elsősorban tördelődik (az esővíz a jéggé fagyás révén fizikailag aprózza), meredek letörések jellemzik, a mérsékelt éghajlati övben karsztformákban szegény. A mészkő viszont mállik, mert az esővíz hatására nemcsak fizikailag morzsolódik, hanem kémiai is oldódik, nem alakulnak ki meredek szirtjei, ugyanakkor karsztosodik.

** A gyomor és a bél vizsgálatok a beteggel BaSO_4 -pépet etetnek. A vízben nem oldódó vegyület bevonja a gyomor és bélfalat, és mivel elnyeli a röntgensugarakat, a keletkező kép kontrasztosabb lesz; jobban láthatóvá válnak a szöveti struktúrák, az esetleges elváltozások.

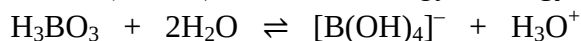
III.A főcsoport: földfémek

B – félfém

– bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ókortól zománc, üveg, kerámia adalékanyag

– B_4C nukleáris technikában használják n^0 -elnyelőként; kemény $\rightarrow$ csiszolóanyag

– bórsav (H_3BO_3): vízben oldva egyértékű gyenge sav



- fémek {
- Al**
 - Ga** – a Mengyelejev megjósolta EkaAl
 - nevét felfedezője [LECOQ DE BOISBAUDRAN; *le coq* (fr.) = *gallus* (lat.) = kakas] saját magáról (!) és hazájáról adta
 - In** – neve a színekében észlelhető (szabad szemmel nem látható) indigókék vonalról
 - Tl** – spektrumában szabad szemmel nem látható zöld vonal [*thallosz* (gör.) = zöld ág]
 - Tl_2SO_4 : régen patkányméregként használták

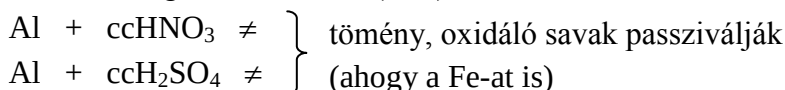
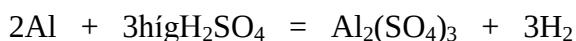
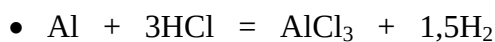
AZ ALUMÍNIUM

1. Atomi és halmaztulajdonságok

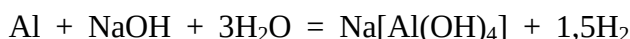
- $3s^2 3p^1 \rightarrow \text{Al}^{3+}$
 - fémrács; lapcentrált kockarács $\rightarrow$ jó megmunkálhatóság
 - $\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$ – könnyűfém
 - viszonylag alacsony O_p (660°C)
- } $\rightarrow$ széleskörű felhasználás

2. Reakciói

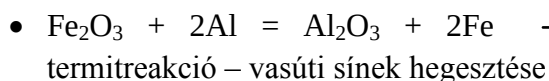
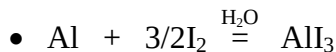
- $EN = 1,5$; $\varepsilon^0 = -1,66 \text{ V}$ $\rightarrow$ reaktív lenne (redukálóképessége nagy), de védő oxidrétege van



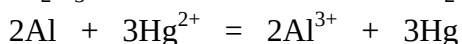
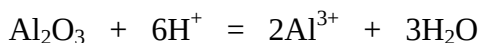
- amfoter fém:



L tetrahidroxido-aluminát(III)-ion,
pontosabb képlete: $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_4]^-$



- védő oxidréteg megbontása: HgCl_2 -oldatban való áztatással $\rightarrow$ többféle hatás érvényesül
 - L savasan hidrolizál: $\text{Hg}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Hg}(\text{OH})^+ + \text{H}^+$



a keletkező Hg amalgámot képez az Al-mal

$\rightarrow$ az oxidréteg leoldása

a ε^0 -ok különbsége

$\rightarrow$ tovább gyorsítja az Al oldódását

a védőrétegtől megfosztott Al a levegőn gyorsan oxidálódik, a vizet is bontja:



- Sn allotrópjai – szürke: $< 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ atomrácsos (gyémántrács) }
 – fehér: $13\text{--}161\text{ }^{\circ}\text{C}$ fémes – jól megmunkálható } mindhárom szürke
 – rombos: $161\text{ }^{\circ}\text{C} <$ fémes }

ónpestis: fehér ón szürke ónná történő allotróp átalakulása (az óntárgy $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt elporlad)

- középkor végétől épülő orgonák sípjait fűteni kell
- a *Grande Armée* zubbanyainak óngombjai 1812-ben az orosz hidegben szétmállanak
- 1912-ben a Déli-sark meghódításáért folytatott küzdelem során a brit ROBERT SCOTT kapitány petróleumos kannáinak forraszai peregnek ki → †
- $\rho \rightarrow$ nehézfémek
- Op: alacsony

2. Kémiai tulajdonságok

- $EN(\text{Sn}) = 1,7$, $EN(\text{Pb}) = 1,6$ – közepes
 $\epsilon^0 < 0\text{ V}$ – sósavban az Sn mégis csak igen gyengén, az Pb egyáltalán nem oldódik, mivel kloridjaik nem oldódnak jól vízben
- védő oxidrétegük van (SnO_2 , PbO)
- vízben nem oldódnak
- savakban való oldódás: Sn: híg HCl -ben valamelyest ($\rightarrow \text{H}_2$), híg és cc HNO_3 -ban, cc H_2SO_4 -ban
 Pb: csak forró, cc H_2SO_4 -ban, valamint híg és cc HNO_3 -ban (vö. 7. o.)
- amfoterek $\rightarrow [\text{Sn}(\text{OH})_3]^-$, $[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-}$, $[\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-}$
 $\text{Sn} + 2\text{NaOH} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + 2\text{H}_2$

3. Vegyületeik – többségük rosszul oldódik $\rightarrow$ sok csapadék

- vízdoldékony: $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$, SnCl_2 és SnCl_4 kellően savas közegben, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
- SnS barna, SnS₂ sárga
- PbO₂ sötétbarna, PbS fekete (H_2S , fehérjék kéntartalmának kimutatása), PbI₂ arany-sárga
- Pb_3O_4 (vegyes oxid: $2\text{PbO} \cdot \text{PbO}_2$): minium – régen vörös kerítésfesték korrózió ellen*

4. Előfordulás, előállítás – szén redukciónal

- SnO_2 – ónkő / kassziterit $\text{SnO}_2 + 2\text{C} = \text{Sn} + 2\text{CO}$
- PbS – galenit $\text{PbS} + 1,5\text{O}_2 = \text{PbO} + \text{SO}_2$
 $\text{PbO} + \text{C} = \text{Pb} + \text{CO}$

5. Felhasználás

a) Sn

- sztaniol: ónból készült fólia
- konzerv: ónbevonatú vékony acéllemez
- fehérbádóg: szintén ónnal bevont vaslemez – passzív korrózióvédelem (vö. 6. o.)
- ötvözetek: forrasztóón: (Sn/Pb – olvadáspontja $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül)
 orgonasíp (Sn/Pb)

b) Pb

- horgászat: nehezék a horogra
- akkumulátor $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- ólomköpeny – elnyeli a γ -sugárzást
- régen: vízvezetékcső
- régen: az $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4$ oktánszámnövelő adalékanyag
- ólomüveg (PbO -tartalmú): nagy fénytörő képesség

* Az 1994. évi fűszerpaprika-botrány során nagy mennyiségű, miniummal kevert paprikaőrleményt hoztak forgalomba (a két por színe ugyanolyan). Az ólmozott paprikától kb. 120 személy betegedett meg, közülük 84 kórházba is került.

A VASCSOPORT (Fe, Co, Ni)

1. VIII. B mellékcsoport: atomi tulajdonságok

a) vízszintes rokonság – Fe, Co, Ni: együtt érdemes tárgyalni őket
– a platinafémek is hasonlóan egymásra

b) vegyértékelektronszerkezet

- $\text{Fe: } 4s^2 3d^6 \rightarrow \text{Fe}^{2+}: [\text{Ar}] \boxed{} \boxed{\uparrow\downarrow} \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow}$ Fe^{2+} -vegyületek könnyen oxidálódnak $\rightarrow \text{Fe}^{3+}$
 $\rightarrow \text{Fe}^{3+}: [\text{Ar}] \boxed{} \boxed{\uparrow\downarrow} \boxed{\uparrow\downarrow} \boxed{\uparrow\downarrow} \boxed{\uparrow}$ maximális multiplicitás érvényesül $\rightarrow$ stabil
- $\text{Co: } 4s^2 3d^7 \rightarrow \text{Co}^{2+}, \text{Co}^{3+}$
- $\text{Ni: } 4s^2 3d^3 \rightarrow \text{Ni}^{2+}, \text{Ni}^{3+}$

- különböző vegyértékű ionok
ezek az ionok nem zárt elektronszerkezetűek → színesek
- komplexképzési hajlam

c) reakciókészség

- $EN(\text{Fe, Co, Ni}) = 1,8 \rightarrow$ közepes reaktivitás
- különböző redoxirendszerek

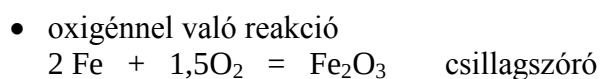
$$\begin{array}{l} \text{Fe}^{2+}/\text{Fe} \quad \varepsilon^0 = -0,44 \text{ V} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+} \neq \\ \text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} \quad \varepsilon^0 = +0,77 \text{ V} \rightarrow \text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+} \\ \text{Fe}^{3+}/\text{Fe} \quad \varepsilon^0 = -0,036 \text{ V} \\ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu} \quad \varepsilon^0 = 0,34 \text{ V}, \text{Cu}^{+}/\text{Cu} \quad \varepsilon^0 = 0,52 \text{ V}) \end{array}$$

2. Fizikai tulajdonságok

- Fe: tércentrált kockarács (α) $\xrightarrow{1000^\circ\text{C}}$ lapcentrált (γ -vas)
 └ rideg └ kovácsoltatós (*Addig üsd a vasat, amíg meleg!*)
Co: hexagonális
Ni: lapcentrált kockarács
- ferromágnesség: e három fém mágneses térbe helyezve állandó mágnessé tehető (~ MnO₂)
- Op: közép magas (1500 °C körüli)

3. Kémiai tulajdonságok

- levegőn: Fe rozsdásodik – egybe nem függő oxidréteg
Co, Ni: védő oxidréteg

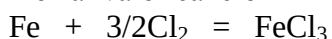
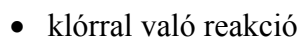


pirofóros vas vas(II)-oxalát hőbontásával

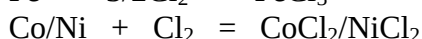


↳ sárga

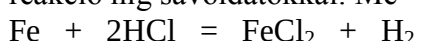
↳ fekete – igen nagy felületű, apró szemcsés por lett → *pirofóros* = öngyulladó
(~ malomrobbanás – liszt)



vas(III)-klorid (!) – okker

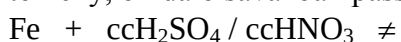


- reakció híg savoldatokkal: $\text{Me} \rightarrow \text{Me}^{2+}$



vas(II)-klorid (!) – halványzöld

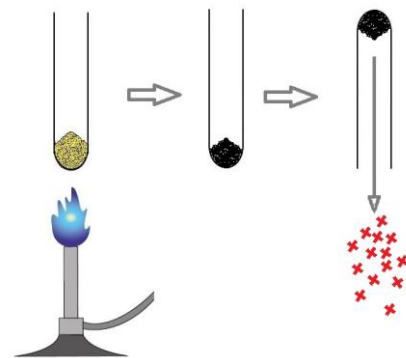
- tömény, oxidáló savakban passziválódnak



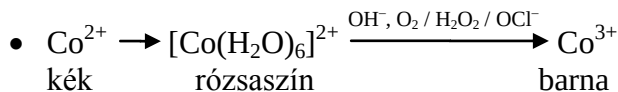
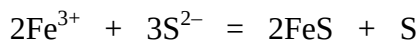
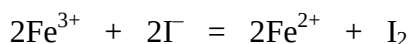
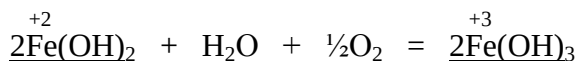
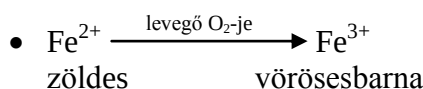
(tömény kénsav szállítható acéltartályban)

- lúgoldatban, vízben nem oldódnak

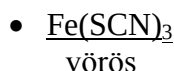
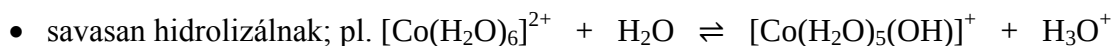
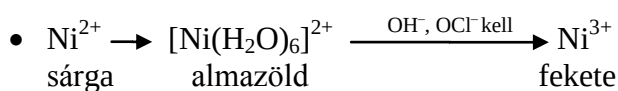
- Σ a vas erős oxidálószerke hatására vas(III)-ionná alakul: $\text{Fe} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{Fe}_2\text{O}_3$; $\text{Fe} \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{FeCl}_3$
gyengébb oxidálószerke $\rightarrow \text{Fe}^{2+}$ $\text{Fe} \xrightarrow{\text{S}} \text{FeS}$; $\text{Fe} \xrightarrow{\text{HCl}} \text{FeCl}_2$



4. Ionok és komplexek



kobaltpapír: CoCl_2 -oldattal átitatott szűrő-
papír, mely a nedvesség kimuta-
tására szolgál; kék $\rightarrow$ rózsaszín



5. Előfordulás és előállítás

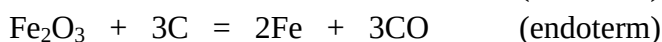
a) vasérc:	Fe_2O_3	vörösvasérc / hematit
	Fe_3O_4 ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)	mágnesevasérc / magnetit
	FeCO_3	vaspát / sziderit
	$\text{FeO}(\text{OH})$	barnavasérc / limonit
	FeS_2	pirit (bolondok aranya) – gazdaságosan nem nyerhető belőle vas

b) vasgyártás*

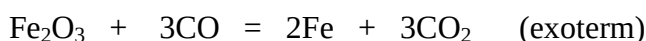
- be: vasérc, koksz, mészkő, levegő

megköti a vasérc
(savas) szennyezéseit
 $\rightarrow$ salak (régi focipálya, ház-
ban elválasztó falak)

vasérc
koksz
– fűtőanyag
– redukálószer
– ötvözőanyag
mészkő
– salakképző



↳ direkt / közvetlen redukció

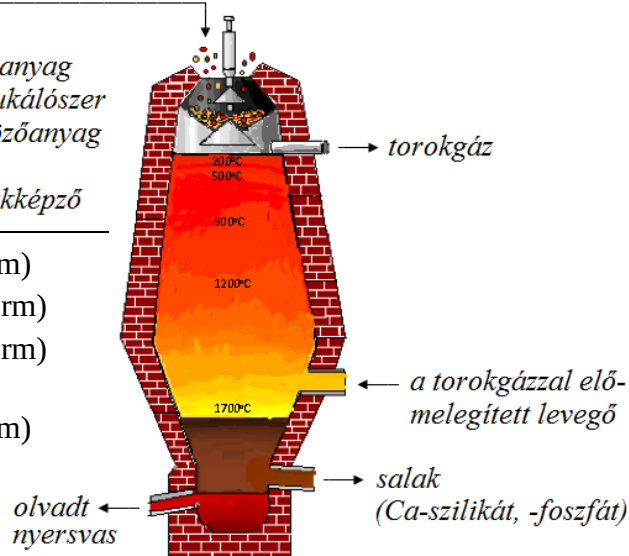


↳ indirekt / közvetett redukció

- ki: nyersvas, salak, torokgáz

3–4 m/m% C-tartalom
 $\rightarrow$ rideg

forró N_2 , CO_2 , CO , SO_2 :
hőcsere / elégetés: a bevezetendő levegő előmelegítése



c) acélgyártás – célja a nyersvas magas széntartalmának csökkentése

↳ 0,5–1,7 m/m% C-tartalmú Fe-C-ötvözet

- Siemens-Martin-eljárás (19. sz. második fele): rozsdás vas oxigéntartalmával égetik ki a nyersvas széntartalmának feleslegét
- elektroacél-eljárás: a nyersvasat elektromos ívkemencében olvasztják meg, a szennyezéseket ócskavas oxigéntartalmával, illetve salakképzővel (CaO) távolítják el
- Linz-Donawitz-eljárás: gyors O_2 -átfúvással égetik ki a szenet a nyersvas olvadékából

* A vas a Földön elemi állapotban nem fordul elő, eltekintve a meteoritvastól. Ilyenből kovácsolták a TUTANHAMON-fiaó (Kr. e. 1335–1325) sírjában talált vaskést is.

6. Biológiai jelentőség

- Fe – hemoglobin (csak Fe^{2+} !)*
 - hemoeritrin: gyűrűsférgek O_2 -szállító fehérjéje
 - citokrómok: az e^- -szállításban részt vevő hem-típusú fehérjék ($\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$) – a terminális oxidációban (a sejtlélegzés során, ATP-termelés) játszanak szerepet
- Co – B_{12} -vitamin: a porfirinvázhoz hasonló szerkezet (korrinváz) komplexálja a Co^{3+} -iont vértképzés; Co-hiány $\rightarrow$ kóródzó állatok vérszegénysége (bozótbetegség)
- Ni – allergiás bőrreakciót válthat ki

7. Felhasználás

- Fe: nehézipar (acél), eszközök, gépek
kovácsvas: 0,5 m/m%-nál kevesebb C-et tartalmazó Fe/C-ötvözet csillagszóró
- Co, Ni: ötvözetek $\rightarrow$ alpakka (Cu/Ni/Zn): régi evőeszközök
 $\rightarrow$ konstantán (Ni/Cu): ellenállása nem függ a hőmérséklettől
 $\rightarrow$ 1 és 2 €-s érme: Cu- és Ni-tartalmú

A RÉZCSOPORT (Cu, Ag, Au)

1. I.B mellékcsoport: atomi tulajdonságok

- $ns^1 (n-1)d^{10}$ rendhagyó $\longrightarrow$ (Cu^+) / Cu^{2+} , Ag^+ , (Au^+) / Au^{3+}
- Cu: mérgező lánghfestés**
- EN közepes (2,0 körül) $\longrightarrow$ többnyire kovalensbe hajló, nem tisztán ionos vegyületek
sok csapadék $\swarrow \searrow$ sok színes

2. Halmaztulajdonságok

- mindhárom fém rácsa lapcentrált kockarács $\rightarrow$ jó megmunkálhatóság
- igen jó vezetőképesség
- közepesen magas olvadáspont ($\sim 1000^\circ\text{C}$)
- nagy sűrűség – $\rho(\text{Au})^{***} = 19,3 \text{ g/cm}^3$

3. Kémiai tulajdonságok

- $\varepsilon^\circ > 0 \text{ V} \rightarrow$ nem fejlesztenek hidrogént; sósavban és híg kénsavban nem oldódnak
 $\rightarrow$ „nemesek”, azaz kis reakciókészségűek
- levegőn – Cu $\rightarrow$ zöldes patina (régén $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$, ma CuSO_4)
– Ag: kéntartalmú közegben megfeketedik: $2\text{Ag} + \text{S}^{2-} + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = \underline{\text{Ag}_2\text{S}} + \text{H}_2\text{O}$
– Au: $\emptyset$
- oxidok $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$ $2\text{CuO} \xrightarrow{800^\circ\text{C}} \text{Cu}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2$
fekete vörös
alkoholok enyhe oxidációja Fehling-próba végterméke
 $2\text{Ag}^+ + 2\text{OH}^- = \underline{\text{Ag}_2\text{O}} + \text{H}_2\text{O}$
kávébarna – az ezüsttükörreagens előállításánál képződik

* Az oxigén bekötődésével létrejövő oxihemoglobinban is vas(II)-ion van. Ha a vas mégis Fe(III)-ionná oxidálódik, methemoglobin jön létre, amely nem képes oxigént kötni. Ezért veszélyes a methemoglobinémia (kék bébi szindróma), amikor a kútvíz NO_2^- -tartalmának hatására a csecsemő vérében felszaporodik a methemoglobin, bőre kék lesz, és oxigénhiánytól szenved. Vö. 39. o. 1. jz.

** Valójában a CuCl^+ molekulaion felelős a jelenségért. Ezért igazán szép lánghfestést a sósavba mártott rézdrót produkál.

*** A valaha talált legnagyobb aranyrög, a „Welcome Stranger” kb. 65 kg tömegű és 3,5 liter térfogatú volt (1869, Ausztrália). A budapesti Operaház 1985-i felújításakor az épület díszítéséhez olyan vékony aranylemezeket (aranyfűst) használtak, hogy a teljes rekonstrukcióhoz mindössze 7,5 kg, azaz mintegy 4 dl arany volt szükséges.

- savakban való oldhatóság
 - tömény kénsavból a Cu és az Ag hatására SO₂ fejlődik:

$$\text{Cu} + 2\text{cCH}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
 - salétromsavból annak töménységétől függően NO₂ vagy NO képződik:

$$\text{Cu} + 4\text{cHNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

$$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\sim 30 \text{ m/m}\%) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Ag} + 2\text{cHNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
 - az Au csak királyvízben (3ccHCl:1ccHNO₃) oldódik → [AuCl₄]⁻: tetraklorido-aureát(III)-ion
- az aranybányászat során az aranyat kálium-cianid-oldattal oldják ki a meddőből:

$$2\text{Au} + 4\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = 2[\text{Au}(\text{CN})_2]^- + 2\text{OH}^-$$

↳ csak lúgos közegben, hogy a nagyon mérgező HCN ne szabaduljon fel
- a rézkanál idővel oldódik az ecetes uborka levében:

$$\text{Cu} + 2\text{CH}_3\text{COOH} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{O}$$

4. Komplexek, vegyületek, színek

- | | | | |
|--|------------|---------------------------|--------------|
| • Cu ²⁺ | színtelen | • csapadékok: | |
| • komplexek: | | <u>AgCl</u> | fehér |
| [Cu(H ₂ O) ₄] ²⁺ | kék | <u>AgBr</u> | sárgásfehér |
| [Cu(NH ₃) ₄] ²⁺ | mélykék | <u>AgI</u> | fehéressárga |
| [CuCl ₄] ²⁻ | sárgászöld | <u>Ag₂O</u> | kávébarna |
| [Ag(NH ₃) ₂] ⁺ | színtelen | <u>Ag₂S</u> | fekete |
| [Ag(S ₂ O ₃) ₂] ³⁻ | színtelen | <u>CuS</u> | fekete |
| | | <u>Cu(OH)₂</u> | kék |
- ↓ anion polarizáltsága
szín mélyül
oldékonyság ↓

5. Előfordulás

- termésrész, természüst, termésarany – elemi formában
- CuFeS₂ – kalkopirit (fémrácsos vegyület)

6. Élettani jelentőség

- Cu: esszenciális mikroelem* – metalloenzimek
 - hemocianin: puhatestűek O₂-szállító fehérjéje (Cu²⁺/Cu⁺)
 - nehézfém → ionja baktericid (mérgező) → *bordói lé*: CuSO₄ és Ca(OH)₂ vizes oldata
 - ↳ szőlőperonoszpóra elleni permetezőszer
- Ag⁺: baktericid
 - AgNO₃: pokolkő / lápisz (*lapis infernalis*) – leprás (poklos) fekélyek kezelése
- Au⁺ és Au³⁺: gyógyászati felhasználás: reumás ízületi gyulladás kezelése

7. Felhasználás

- Cu – ötvözetek: bronz (Cu/Sn), sárgaréz (Cu/Zn), alpakka (Cu/Ni/Zn), konstantán
 - elektromos vezeték
- Au – ékszer, félvezetőtechnika, díszítés, aranyfüst (rongyrazás): pezsgő...
- Ag – ékszer, dísz tárgy, régen fogtömés (ezüstamalgám)
 - analóg fényképezés (negatívon zselé, benne AgBr, ami fényérzékeny)
 - exponálás: $\text{AgBr} = \text{Ag} + \frac{1}{2}\text{Br}_2$
 - előhívás: redukálószerrel, hogy kontrasztosabb legyen
 - fixálás: a bomlatlan AgBr eltávolítása: $\text{AgBr} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + \text{Br}^-$
 - a negatív ismételt átvilágítása

* A réz anyagcsere-betegségei közé a Wilson-kór és a Menkes-kór tartozik. Mindkettő genetikai rendellenesség. A Wilson-kór során a Cu²⁺ nem tud ürülni, rézlerakódások keletkeznek az agyvelőben, a májban és a vesében. Más tünetek mellett törpenövéshez vezethet. A rézhiánnyal kapcsolatos Menkes-kór 30 °C-os testhőmérsékletet, epilepsziás rosszullétet, gyapjasan göndör haját, 3. életév előtti halált eredményez.

A CINKCSOPORT (Zn, Cd, Hg)

1. II.B mellékcsoport: atomi tulajdonságok és következményeik

- $ns^2 (n-1)d^{10} \rightarrow \underbrace{Zn^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}}_{\text{zárt elektronszerkezetűek} \rightarrow \text{színtelenek}}$ (illetve létezik még Hg_2^{2+} : higany(I)-ion)
am vegyületeik színe – kötéseik ionos/kovalens átmeneti jellegével összefüggésben – az anion polarizálhatóságától is függ: ZnS – fehér
CdS – sárga
HgS – vörös (cinnabarit) – fekete (ha csapadék) $\downarrow$ kation polarizáló-képessége nő, így a szín mélyül
- EN: közepes
- $\varepsilon^0(Zn^{2+}/Zn)$ és $\varepsilon^0(Cd^{2+}/Cd) < 0 \text{ V} < \varepsilon^0(Hg^{2+}/Hg)$

2. Fizikai tulajdonságok

- a Zn és a Cd fémrácsa hexagonális (~ Be, Mg; II.A ~ II.B) $\rightarrow$ ridegek
- Op: a d-mezőben a legalacsonyabb – a Hg standard körülmények között folyadék
- nehézfémek
- stabil, viszonylag zárt e^- -szerkezet $\rightarrow$ a fémek között rossz vezetőknek számítanak

3. Kémiai tulajdonságok

- Zn, Cd: védő oxidréteg; Hg: egyáltalán nem oxidálódik
- égés $2Zn + O_2 = 2ZnO$
 $2Cd + O_2 = 2CdO$
 $Hg \nrightarrow HgO$
 $HgO \xrightarrow{400^\circ C} Hg + \frac{1}{2}O_2$ termikusan instabil*
HgO kerülőúton: $Hg \xrightarrow{ccHNO_3} Hg(NO_3)_2 \xrightarrow{NaOH} HgO$
- $Zn + Cl_2 = ZnCl_2$
- $Zn + S = ZnS$ exoterm reakció – fénytűnemény
 $Hg + S \neq$ a kiömlött higanyra nem azért szórunk kénport, hogy reagáljon vele, hanem hogy ne folyék szét
- sósavból és híg kénsavból a Zn és a Cd H_2 -t fejleszt
- forró, tömény kénsav: $Zn + ccH_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$
 $Hg + 2ccH_2SO_4 = HgSO_4 + SO_2 + 2H_2O$
- Zn, Hg a tömény salétromsavból NO_2 -ot, 30 m/m%-osból NO -ot fejleszt
- $Zn + 2H_2O + 2OH^- = [Zn(OH)_4]^{2-} + H_2$ a cink amfoter
- vízzel nincs reakció

4. Előfordulás, előállítás

- $ZnCO_3$ – cinkpát, ZnS – szfalerit $\rightarrow$ cink eá.: pörkölés után szén reakcióval
 $\rightarrow$ a Cd a Zn kísérője – elválasztás elektrolízissel
- HgS – cinnabarit $\rightarrow$ higany eá.: $HgS + O_2 = Hg + SO_2$

5. Jelentőség

- Zn – esszenciális: Zn^{2+} -tartalmú enzimek pl. az anyagcsere-folyamatokban
– Leclanché-féle szárazelem (ceruzaelem) anódja
– aktív korrózióvédelem – horganyzott bádóg
– ötvözőanyag
– ZnS (atomrácsos jellegű): fehér festék, foszforeszkál (óra mutatója, számlapja)

* JOSEPH PRIESTLEY angol vegyész 1774-ben ennek a reakciónak a segítségével fedezte föl az oxigént.

- $$\begin{array}{lcl} \text{HC}\equiv\text{CH} + \text{HCl} & \xrightarrow{\text{HgCl}_2} & \text{CH}_2=\text{CHCl} \quad \text{vinil-klorid} \\ \text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} & \xrightarrow{\text{HgSO}_4, \text{ hig H}_2\text{SO}_4} & [\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH}] \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}=\text{O} \quad \text{acetaldehid} \end{array}$$

A króm (VI.B mellékcsoport)

- $$2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$$
- $\text{L}_{\text{citromsárga}}$
 $\text{L}_{\text{narancs}}$
- „kis tűzhányó”-kísérlet: $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}\uparrow$ exoterm bomlás

A mangan (VII.B mellékcsoport)

- | | | |
|------------------|-------------|---------------------|
| MnO_4^- | lúgos közeg | MnO_4^{2-} |
| | seml. közeg | MnO_2 |
| | savas közeg | Mn^{2+} |

* A Hg^{2+} szerepe valójában nem katalizátor, hanem *inhibitor*: olyan anyag, mely meggátol valamely reakciót. A fenti esetben megakadályozza, hogy a telítetlen vinil-klorid, illetve a vinil-alkohol további addíciós reakcióba lépjen.

NEMESGÁZOK (VIII.A)

1. Nemesgázszerkezet és következményei

- He: $1s^2$
Ne } $ns^2 np^6$ → reakcióképtelenek
 :
 }
- He, Ne: telített külső héj
 többi: külső héj nem telített (betöltetlen d, f-alhéjak)

2. Fizikai tulajdonságok

- egyatomosak → molekularács
 igen gyenge diszperziós kötés }
 alacsony Op, Fp* } $\begin{matrix} \text{He} \\ \downarrow \\ \text{Xe} \end{matrix} \rightarrow M \uparrow \rightarrow \text{Op, Fp} \uparrow$
- színtelen, szagtalan, vízben igen rosszul oldódó gázok
- a He-et kivéve a levegőben fordulnak elő (legnagyobb mennyiségben az Ar, kb. 1 V/V%)

3. Kémiai tulajdonságok

- XePtF₆ volt az első ismert nemesgázvegyület
- $\text{Xe} + \text{F}_2 \xrightarrow{400^\circ\text{C, Ni}} \text{XeF}_2$ (fehér, szilárd, vízdékony) / XeF₄ / XeF₆

4. Jelentőség, felhasználás

- He – a világegyetem 2. leggyakoribb eleme
 – a Földön a földgázban, kőzetek zárvényaiban fordul elő
 (a radioaktív α -bomlás mellékterméke)
 – kis ρ , nem gyúlékony → léggömb
 – mesterséges levegő: 80% He, 20% O₂ (a He rosszabbul oldódik a vízben, mint a N₂, így a bűvárok elkerülhetik a keszonbetegséget – vö. 36. o.)
- Ne – reklámcső^{**}: *gázkisülési cső* – a két végén lévő elektródok közötti feszültségkülönbség hatására a csőbe töltött nemesgázatomok gerjesztődnek, majd az alapállapotba való visszakerülésükkor az adott elemre jellemző hullámhosszú fényt bocsátanak ki (a Ne vöröset)
- Ar – hegesztésnél védőgáz
- Kr – BRÓDY IMRE szabadalma óta az izzólámpákba töltött védőgáz (BRÓDY előtt: Ar/N₂)^{***}
- Xe – narkotikus → altatószer
 – xenonlámpa (pl. egyes vakuk) töltőgáza
- Rn – radioaktív
 – egyes ásványvizekben, gyógyhatású vulkáni kigőzölgésekben (pl. Mátraderecske) fordul elő

* A He olvadási- és forráspontja: 1, illetve 4 K (azaz –272 és –269 °C) minden anyagé közül a legalacsonyabb. Csak túlnyomás (4,5 MPa) alatt kristályosodik.

** A köznyelvben helytelenül neoncsőnek nevezett fénycső valójában argongáz és higanygőz keverékével van megtöltve. Viszonylag kis feszültséggel működik. A látható fény azáltal jön létre, hogy a fénycsőbe épített izzószálak közötti gázkisülés UV-sugárzása a fénycső belső oldalára fölvert fényport – pl. ZnS – gerjeszti, amely látható fényt sugároz.

*** BRÓDY IMRE (1891–1944) 1930. évi szabadalmának lényege, hogy a kripton nagyobb M-e miatt alkalmasabb töltőgáznak (jobb hatásfok, magasabb élettartam). Az első kriptonégit 1937-ben mutatták be. Föltalálóját a vészkorszakban zsidó származása miatt a Dachauhoz tartozó mühlendorfi lágerbe hurcolták, ott is hunyt el vékony- és vastagbélgyulladásban.

A HIDROGÉN

1. Atomi tulajdonságok

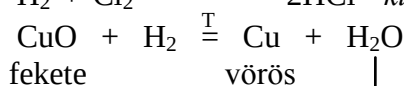
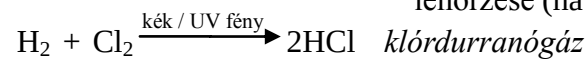
- $1s^1$
- $EN = 2,1$ } $\rightarrow$ képezhet kovalens kötést
alakulhat ionná: a) H^+ (vizes oldatban, képlete pontosabban: H_3O^+)
b) H^- = hidridion, pl. NaH, CaH_2
- izotópjai: prócium = 1_1H ; deutérium = 2_1H ; trícium = 3_1H – radioaktív (β -bomló)
 $\downarrow$ 99,98% $\downarrow$ nehézvíz (D_2O): atomreaktorban *moderátor*: a hasadás során képződő n^0 -okat fékezi le, hogy maguk is hasítsanak

2. Fizikai tulajdonságai

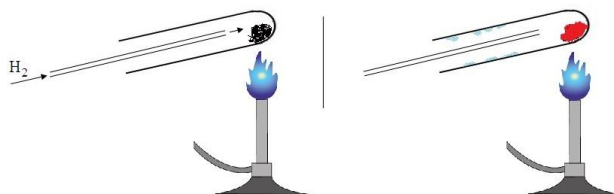
- e^- szerk. alapján az I.A főcsoportba tartozik, de nemfém
- H_2 apoláros $\rightarrow$ közöttük csak gyenge diszperziós kötések $\rightarrow$ Op, Fp alacsony
 $\rightarrow$ vízben nem oldódik
- színtelen, szagtalan
- $M = 2$ g/mol $\rightarrow$ a legkisebb sűrűségű gáz*
 $\rightarrow$ nagy diffúziósebesség

3. Reaktivitás

- H_2 -molekula erős kovalens kötése $\rightarrow$ magas aktiválási energia kell (hő, szikra)
ha ez megvan, igen heves reakciók
- jó redukálószer ($EN = 2,1$ – nemfémek közül a legkisebb)
 $H_2 + \frac{1}{2}O_2 = H_2O$ robban – *durranógáz*: H_2 és O_2 elegye
gyökös láncreakció
durranógáz-próba: gázfejlesztőben előállított H_2 tisztaságának ellenőrzése (ha csattan: O_2 is jelen van, ha hangtalanul ég el: tiszta)

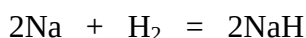


vízpára az üveg hideg részén



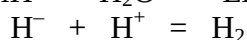
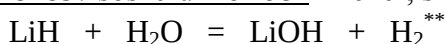
a H_2 atomos állapotban még inkább redukáló hatású

- a kis EN-ú fémeket oxidálja:



4. A hidrogén vegyületei

a) ionos / sószerű hidridek – fehér, szilárd, vízzel hevesen reagáló porok



sav-bázis és redoxireakció is

b) rácsközi / intersticiális hidridek

a Pd térfogatában atomosan oldja, a Pt felületén atomosan köti meg a hidrogént

$\rightarrow$ ezért katalizálják e fémek a telítetlen vegyületek H_2 -addícióját

* Ez okból használták a hidrogént a 20. század első felében léghajók töltésére. Így következhetett be, hogy 1937-ben a Hindenburg nevű Zeppelin-léghajó – miután Németországból indulva átröpülte az Atlanti-óceánt – New Jersey-ben le szállás közben kigyulladt és pillanatok alatt elégett. A 97 utasból 35 meghalt (a többi leugrott).

** Amerikai katonák a II. világháborúban (1939–1945) és a vietnami háborúban (1964–1973) is használták a fenti elven – az igen kis moláris tömegű, ezért fajlagosan sok gázt termelő lítium-hidriddel működő – víz hatására automatikusan fölfújódó mentőmellényeket, illetve mentőcsónakokat.

c) kovalens / molekuláris hidrogénvegyületek ← nemfémek + H₂

BH ₃	CH ₄ SiH ₄	NH ₃	H ₂ O H ₂ S	HF HCl HBr HI	— hidrogénhídkötés
apolárosak vízben nem old. Op, Fp alacsony ← M		dipólusosak vízben jól old. Op, Fp ← M ← molekulapolaritás			savasság mértéke nő NH ₃ vízben: bázis HCl, HBr, HI: erős sav

a víz kivételével mind légnemű

5. Előfordulás, előállítás

- a világegyetem leggyakoribb eleme
 - a Földön elemi állapotban ritka (magasabb légrétegekben, de onnét megszökik)
kötött állapotban gyakori: víz, szerves vegyületek stb.
 - lab. eá.* – negatív ε^0 -ú fém + sav, pl. $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$
 $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
 - ip. eá. – különböző arányú szintézisgázokban
- $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{1200^\circ\text{C}} \text{CO} + \text{H}_2$ vízgáz: CO és H₂ 1:1 arányú elegye (régi eljárás)
- $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{1000^\circ\text{C}} \text{CO} + 3\text{H}_2$ (ma legelterjedtebb)

6. Felhasználása

- ammóniaszintézis ($\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$) → műtrágya, robbanószer
- szintézisgáz → pl. műbenzin vagy metanol ip. eá. ($\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}$)
- növényi olajok hidrogénezése (azaz telítése) → margarin
- hegesztés (magas hőmérsékletű láng)

A HALOGÉNELEMEK (VII.A)

1. Atom- és molekulaszervezet

a) izotópok – F, I: „tisztá” elemek (azaz csak egy természetes izotópjuk létezik)
– Cl: 75% ³⁵Cl, 25% ³⁷Cl → $A_r(\text{Cl}) = 0,75 \cdot 35 + 0,25 \cdot 37 = 35,5$

b) EN: F Cl Br I nő
←

c) $ns^2 np^5 \rightarrow X^-$ (–1-es ox. szám a jellemző – de csak a F esetében kizárólagos)

d) F₂ Cl₂ Br₂ I₂

↓	↑	↑
kötéshossz	kötésfőlszakítási energia	elektronaffinitás **

* Gázok laboratóriumi előállításakor az a cél, hogy gyorsan és tisztán állítsunk elő kis mennyiséget, még akkor is, ha az eljárás drága. Ezért szinte kivétel nélkül szilárd anyag és folyadék (oldat) reakcióját használjuk, mely során csak egyféle légnemű termék keletkezik. Az ipari előállítás alkalmával – hiszen nagy mennyiség kell – olcsó, nagy mennyiségben előforduló alapanyagokból indulunk ki, szükség esetén a keveréktermékből vonjuk ki a számunkra fontos komponenst.

** A fluormolekula esetén a kis kötéshossz miatt az atommagok és az e[–]-ok taszító hatása jobban érvényesül, emiatt kisebb a E_k-ja, mint a klóré. Az E_a számításához a E_k is szükséges, azért kisebb annak abszolútértéke is a klóréhoz képest.

2. Halmazszerkezet, fizikai tulajdonságok

a)	F_2			zöldessárga gáz		
	Cl_2			sárgászöld gáz		
	Br_2			vörösbarna folyadék		
	I_2			lilásszürke, szilárd		
		↓	↓		↓	↑
		M	Op, Fp		szín mélyül	$E_{\text{gerjesztési}}$
					(egyre távolabbi kötésben lévő e^- -ok)	

b) molekularács, diszperziós kötések

↳ gyengék → a I_2 könnyen szublimál → gőze ibolyaszínű

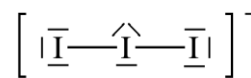
c) apoláros oldószerekben jól oldódnak

- a I_2 kötött oxigént nem tartalmazó o.sz.-ben (pl. benzin, CCl_4) saját színével, lilán oldódik
- a I_2 kötött oxigént tartalmazó o.sz.-ben (pl. CH_3CH_2OH , CH_3COCH_3) barnán oldódik, mivel az o.sz.-molekulák nagy EN-ú és részlegesen negatív töltésű „O”-atomjai polarizálják a jódmolekulák elektronfelhőjét, amelyeket így a fény könnyebben gerjeszt, színük ezért mélyül
jódtinktúra: I_2 etanolos oldata – régen sebfertőtlenítés, a Betadine elődje
- a I_2 aromás o.sz.-ben (pl. C_6H_6) vöröses színnel oldódik

d) Lugol-oldat: $KI(aq) + I_2 = KI_3(aq)$

vizes alapú jóddoldat, ahol a I^- komplexálja a I_2 -molekulát → I_3^- : trijodidion

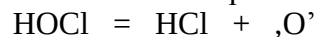
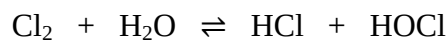
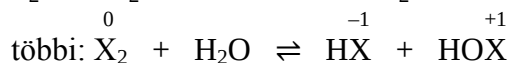
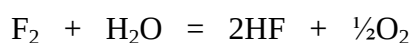
a Betadine esetén a poli(vinil-pirrolidon) vagy egyszerűbb nevén povidon komplexálja a I_2 -ot



3. Kémiai tulajdonságok

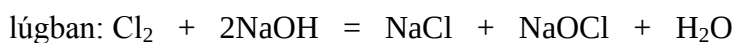
reakciókészség: F_2 ↑, mert EN ↑, ϵ^0 ↑ → ox. szám: F: csak -1
 I_2 ↑, Cl, Br, I: -1 (+1, +3, +5, +7 is)

a) vízben való oldódás



hipoklórossav
 ↓
 naszcens (most születő, atomos) oxigén

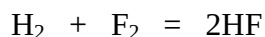
↓
 a klóros víz fertőtlenít
 (csapvíz klórozása, uszoda)*



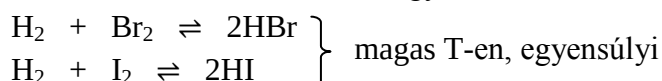
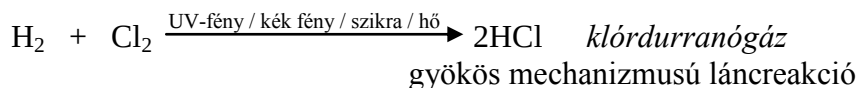
hypó ip. eá.

a brómos víz elszíntelenedik

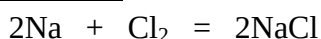
b) H_2 -nel való reakció



sötétben is, robban

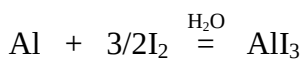


c) fémekkel közvetlenül sót képeznek (innét a főcsoport neve: halogén = sóképző)



sárga fénytűnemény

* SEMMELWEIS IGNÁC (1818–1865) magyar orvos, „az anyák megmentője” 1847-ben a bécsi kórházban jött rá a gyermekágyi láz okára: az orvosok nem fertőtlenítették kezüket. Ezért több vegyszer kipróbálása után a klórmentes – tehát valójában nem a klóros vizet! – választotta fertőtlenítőszerként: $Ca(OH)_2 + Cl_2 = CaCl(OCl) + H_2O$. SEMMELWEIS tanait az orvosi közvélemény visszautasította, a szülészorvosok ellene fordultak. Emiatt és mert súlyos önvád gyötörte – mily sok várandós nő haláláért felelős – megőrült.



fényjelenség
lila füst

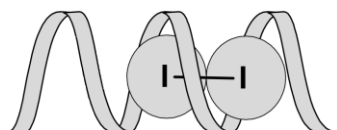


d) egymással

- $\text{Cl}_2 + 3\text{F}_2 = 2\text{ClF}_3$ → interhalogének
 - $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$
 - $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- = 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$
 - $\text{I}_2 + 2\text{Cl}^- \neq$
- a $\oplus$ -abb standardpotenciálú halogén oxidálja a $\ominus$ -abb redukált formáját

e) szerves vegyületekkel

- szubsztitúció $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{UV}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$
- addíció $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 = \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$
- oxidáció $\text{HCOOH} + \text{Br}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{HBr}$



f) I_2 kimutatása keményítővel

a jódmolekulák beférnek az amilóz hélixébe → az O-atomok polarizálják elektronszerkezetüket, könnyebben gerjeszthetők, színük mélyül (kékes, sokszor fekete)

4. Előfordulás

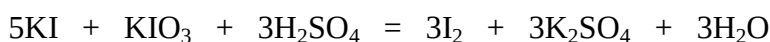
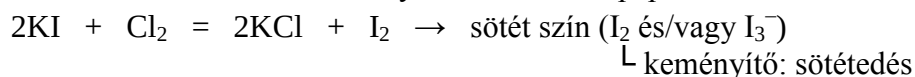
F: CaF_2 folypát
 Na_3AlF_6 kriolit

Cl: NaCl kősó / halit
 KCl kálisó / fedősó / szilvin
Br: ásványvizek
I: tengeri algák, korall, szivacs

5. Előállítás

- lab.: $2\text{KMnO}_4^{+7} + 16\text{HCl}^{-1} = 5\text{Cl}_2^0\uparrow + 2\text{MnCl}_2^{+2} + 2\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$
- $\text{MnO}_2^{+4} + 4\text{HCl}^{-1} = \text{Cl}_2^0\uparrow + \text{MnCl}_2^{+2} + 2\text{H}_2\text{O}$

a keletkező klór kimutatása KI- és keményítőoldatos szűrőpapírral



- ip.: sóik (NaCl , KHF_2) olvadékelektrolízise $2\text{NaCl} \xrightarrow{2\text{F}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2$

6. Felhasználás

F_2 – teflon: $-(\text{CF}_2-\text{CF}_2)_n-$

– régen freonok: hűtőfolyadékként és hajtógázként alkalmazott fluor- és klórtartalmú szerves vegyületek (pl. freon-12: CF_2Cl_2), melyek az ózonréteg elvékonyodását okozták

Cl_2 – fertőtlenítés

– vegyipari alapanyag → PVC, hypó gyártása

Br_2 – telítetlenség kimutatása

– régen: nyugtató (KBr)

– fényképészet (AgBr) – ld. 18. o.

I_2 – fertőtlenítőszer: Betadine, jódtinktúra

– keményítő kimutatása

– Lugol-oldat

– élettani jelentőség: a pajzsmirigyben termelődő thyroxin hormon jódtartalmú

Γ -hiány → a pajzsmirigy megnagyobbodik (golyva = strúma)

gyermekkori Γ -hiány → kreténizmus (fogycatékos, törpe)

← a konyhasót jódozzák (KI -dal vagy KIO_3 -tal)

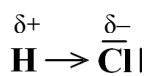
A HALOGÉNEK VEGYÜLETEI

1. Halogenidek ← ox. szám: -1

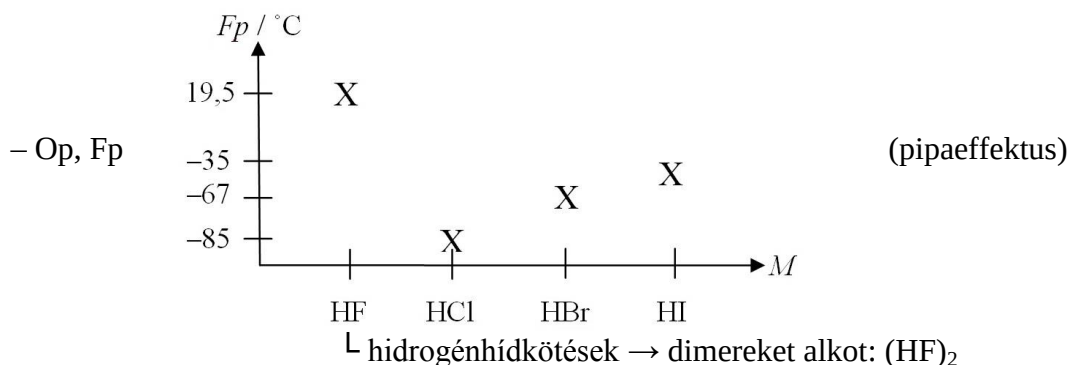
a) kovalens halogenidek

- nemfémek, egyes nagy EN-ú fémek halogenidjei
 - d, p-mező fémeinek magas oxidációs állapotú vegyületeiben a kötés polarizált, kovalens jellegű
- molekularács, viszonylag alacsony Op, Fp
- vízoldékonyság
 - nem oldódik: CCl_4 (apoláros oldószer)
 - hidrolizál: $\text{SnCl}_4(\text{f}) + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Sn}(\text{OH})_4 + 4\text{H}^+ + 4\text{Cl}^-$ heves reakció
 - az Sn^{4+} csak sósavval vihető oldatba
 - $\text{PCl}_5 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{HCl}$ heves reakció
 - kitűnően oldódnak: H-halogenidek
 - a szökökútkísérletet HCl-dal (vagy NH_3 -val) szokás végezni
 - a tömény sósav kb. 37 m/m%-os*

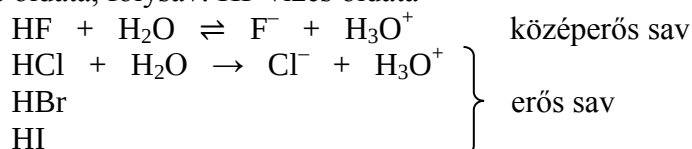
• H-halogenidek



- színtelen, szúrós szagú gázok

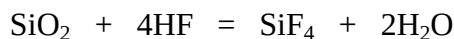
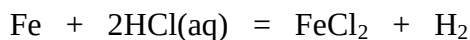


- sósav: HCl vizes oldata, folyosav: HF vizes oldata



↓
 K_s (savi erősség)

- reakciók:



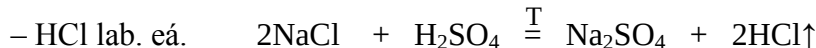
üvegmaratás

szerves telítetlen vegyületekkel addíció

- HCl kimutatása: szalmiákszeszbe mártott vattával → fehér füst (NH_4Cl)

- HCl előfordulása a természetben: vulkáni gőzökben, emberi gyomornedvben

↓
pepszin aktiválása



- HCl ip. eá. PVC-gyártás mellékterméke:



- sósav felhasználása: fémmaratás

vízkőoldás (háztartási sósav: 20 m/m%)

* A legfontosabb, erős ásványi savak tömény oldatának tömegszázalékos összetétele véletlenül majdnem megegyezik moláris tömegükkel. HCl: 36,5 g/mol, ~37 m/m%; H_2SO_4 : 98 g/mol, ~96 m/m%; HNO_3 : 63 g/mol, ~65 m/m%.

b) ionos halogenidek

- kis *EN*-ű fémek → tisztán ionrácsos (NaCl, CaCl₂, KCl, KBr, Na₃AlF₆ ...)
 – magas Op

$$\text{Op}(\text{NaF}) = 993\text{ }^{\circ}\text{C} > \text{Op}(\text{NaCl}) = 801\text{ }^{\circ}\text{C} > \text{Op}(\text{NaBr}) = 755\text{ }^{\circ}\text{C} > \text{Op}(\text{NaI}) = 662\text{ }^{\circ}\text{C}$$

←————— kisebb anionok – erősebb ionos kötés

 – többnyire jó vízdoldékonyság
 CaF₂ (folypát): tisztán ionos, de nagy rácsenergiája miatt nem oldódik
- közepes *EN*-ű fémek → ionos/kovalens átmeneti kötés
 – a kation polarizálja az aniont (minél nagyobb az anion, annál inkább)

<u>AgCl</u> <u>AgBr</u> <u>AgI</u>		
szín mélyül		egyre rosszabbul oldódnak

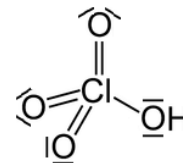
 – vízben nem oldódnak

2. Halogéntartalmú oxosavak és sóik – halogén ox. száma pozitív

a) halogén-oxosavak

- | | | |
|--|--|---------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • HOCl^{+1} hipoklórossav ($\rightarrow$ hipokloritok) • HClO_2^{+3} klórossav ($\rightarrow$ kloritok) • HClO_3^{+5} klórsav ($\rightarrow$ klorátok) • HClO_4^{+7} perklórsav ($\rightarrow$ perklorátok) | $\uparrow$
$\uparrow$
$\downarrow$ | bomlékonyság oxidáló hatás K_s |
|--|--|---------------------------------------|

 - HClO_4 : az egyetlen tiszta formában is előállítható klór-oxosav (a többi csak vizes oldat / sói formájában létezik)
színtelen, a levegőn füstölő, robbanásveszélyes folyadék
vízben korlátlanul oldódik, erős sav
 - a bróm- és jód tartalmú oxosavak képlete és neve hasonló
fluortartalmú nem létezik (hiszen a F ox. száma csak -1 lehet, az oxigén nem tudja oxidálni)



b) fontosabb sók

- NaOCl bomlékony, csak lúgos kémhatású vizes oldatban létezik → hypó

$$\text{NaOCl} = \text{NaCl} + \underset{\text{L fehérít}}{\text{O}^{\cdot}}$$

$$\text{NaOCl}^{+1} + 2\text{HCl}^{-1} = \text{NaCl} + \overset{0}{\text{Cl}_2}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$$
 hypót sósavval tilos összeönteni
 szinproporció
- CaCl(OCl) klórmész – fertőtlenítőszer
- KClO₃ erős oxidálószer → gyufa feje, pirotechnika, tűzijáték
 → „gumimaci a máglyán”-kísérlet $\text{KClO}_3(\text{f}) = \text{KCl} + 1,5\text{O}_2$

3. Interhalogének

- a halogének egymással alkotott vegyületei
- bomlékonyak
- a nagyobb EN-ú és kisebb méretű halogén ($\rightarrow$ ligandum, jellemzően: F) oxidálja a másikat
- központi atom: Cl, Br, I

- pl. IF, IF₃: $\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{I} \\ \diagdown \quad \diagup \\ |\underline{\text{F}}| \quad |\underline{\text{F}}| \\ | \text{F} | \end{array}$ (sárga, szilárd anyag), IF₅, IF₇

A kalkogénelemek (VI.A)

L = közetalkotó

O

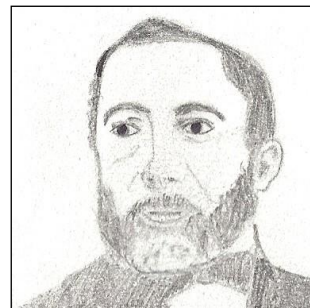
S

Se – $\text{Se}_8 \xrightarrow{\text{T}}$ (fél)fémes Se
 vörös szürke → szeléncella: elektromos vezetése a megvilágítás
 mértékétől függően változik

– (+ vörös, amorf Se, fekete, üveges Se – Σ 4 Se-allotróp)

Te – csak egy, félfémes, szürkésfehér módosulat létezik
 – felfedezése: 1782-ben FRANZ MÜLLER ausztriai
 mineralógus, bányagazgató az erdélyi Szász-
 földön, a Nagyág melletti aranyércek vizsgálata során
 → az egyetlen Magyarországon felfedezett elem

Po – MARIE SKŁODOWSKA-CURIE fedezte fel 1898-ban a
 csehországi (akkoriban az Osztrák-Magyar Monar-
 chiához tartozó) Jáchymov mellett bányászott uránszurokércben



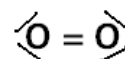
AZ OXIGÉN ÉS VEGYÜLETEI

1. Allotróp módosulatok

[He] $2s^2 2p^4$

• O_2

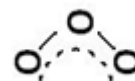
- színtelen, szagtalan, vízben kis mértékben oldódó gáz
 L halak, vizek öntisztulása, víz alatti korrózió
- szobahőmérsékleten kevésbé reaktív, melegítve majdnem minden elemmel reagál
 (kiv. VIII.A, nemesfémek)
- a levegő 21 V/V%-a → ip. eá.: cseppfolyósítást követő frakcionált desztilláció
 kötötten a bioszféra és a földkéreg egyik fő összetevője
- lab. eá.: H_2O_2 katalitikus bontása (MnO_2)
- kimutatása: a parázsló gyújtópálcát lánggra lobbantja
- fölhasználása: hegesztés, kohászati technikák (pl. LD-eljárás, vö. 16. o.)



• O_3

- molekulájában delokalizált elektronrendszer, $\alpha \approx 117^\circ$
- világoskék, jellegzetes szagú* gáz, vízben kis mértékben oldódik
- előfordulása: magaslégköri ~ ózonpajzs (UV-fotonok elnyelése)
 az O_3 keletkezés és bomlása is elnyeli az UV-sugárzást:

$$3\text{O}_2 \xrightleftharpoons[\text{UV B}]{\text{UV C}} 2\text{O}_3$$
 alacsonylégköri – szmog**
 elektromos kisülések nyomán keletkezik (fénymásoló gép)
 mérgező
- lab. eá.: a) megadott töménységű kénsavoldat elektrolízise → O_2/O_3 -keverék az anódon
 b) $\text{Ba} + \text{O}_2 = \text{BaO}_2$; $\text{BaO}_2 + \text{ccH}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$
- felhasználása: $\text{O}_3 = \text{O}_2 + \text{'O'}$ → oxidáló hatású → víztisztítás, korhási szoba levegője



* Innét származik neve: *ózein* (gör.) = bűzleni. A hasonló nevű, szagtalan ozmium tetraoxidjának (OsO_4) köszönheti nevét.

** Az ózon az oxidáló (Los Angeles-típusú, másként fotokémiai) szmogban fordul elő a nitrogén-oxidok társaságában. A Los Angeles-típusú szmog erős napsugárzás hatására, a közlekedési szennyezésekkel összefüggésben alakul ki. Emellett létezik redukáló (London-típusú) szmog, amelyet pl. kén-dioxid, szén-monoxid, por, korom alkot – fosszilis tüzelőanyagok égéstermékei miatt, szélesesedő időben jön létre.

↳ két elemből álló vegyületek

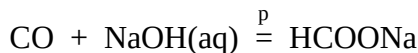
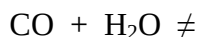
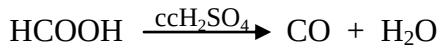
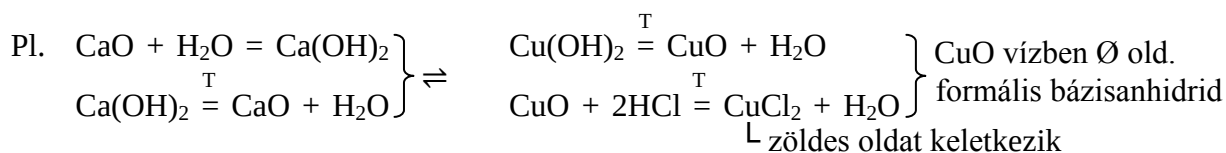
$$^{+2}\text{OF}_2$$

peroxidok: H_2O_2 , Na_2O_2 , BaO_2

szuperoxidok: KO_2

```

graph TD
    Root[ ] --- Racsos[rácsos]
    Root --- Molekularis[molekuláris]
    Root --- Atomracsos["atomrácsos: SiO2 (kvarc)  
Al2O3 (korund)  
B2O3  
Ø vízoldékonyak"]
    
    Racsos --- Kovalens["kovalens/ionos átm.  
MgO + többi  
fém-oxid  
FORM. B.ANH."]
    
    Molekularis --- VizbenOld["vízben old.  
SO3, P2O5, NO2  
SAVANHIDRID"]
    Molekularis --- VizbenNemOld["vízben Ø old.  
NO, CO  
FORMÁLIS  
SAVANHIDRID"]
    
    VizbenOld --> Oxosav[oxosav]
    Oxosav --> Sok[sók]
    Kovalens --> Sok
  
```

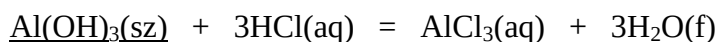
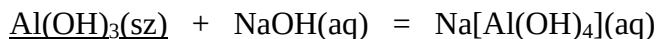


↳ ionvegyületek → szilárdak

- | | | |
|---|---|-------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> erős bázisok: az I.A főcsoport fémjeinek hidroxidjai
+ a II.A főcsoportból: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ | } | fehérek,
vízben jól oldódnak |
| <ul style="list-style-type: none"> gyenge bázisok: $\text{Mg}(\text{OH})_2$ + d-, p-mező fémjeinek hidroxidjai | – | fehérek vagy színesek
csapadékok |

egyesek *amfoterek*: savban és lúgban is oldódnak

(ha az őket alkotó fém is amfoter: Al, Zn, Sn, Pb, Cr...)



- NaOH – szilárdan lúgkő, oldata: nátronlúg (vö. 8. o.)
 - higroszkópos
 - ↳ használható lúgos karakterű gázok, pl. NH₃ szárítására
 - $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$

majd Na_2CO_3
 - ip. eá.: NaCl-oldat higanykatódos elektrolízise (vö. 3. o.)
 - felh.: szappanfőzés, * timföldgyártás
- } elfolyósodik

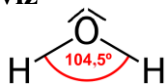
29

- Ca(OH)_2 – emulzióként oltott mész, híg vizes oldata: meszes víz ($\leftarrow \text{CO}_2$ kimutatása)
- Al(OH)_3 – *derítés*: a szennyvíztisztítás kémiai fázisa

$$\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al(OH)}_3$$
 - ↳ a) a szennyvízben kolloid csapadékot választanak le, mely jó adszorbens (vö. 43. o.), megköti a szennyezést
 - b) a kolloid flokkulál (pelyhesedik), leülepszik
 $\rightarrow$ kiszűrhető
- egyes hidroxidok nem léteznek – vízvesztéssel bomlanak

$$2\text{Ag}^+ + 2\text{OH}^- = 2[\text{AgOH}] = \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$$
 - ↳ kávébarna ezüsttükörreagens készítése
$$\text{Hg}^{2+} + 2\text{OH}^- = [\text{Hg(OH)}_2] = \text{HgO} + \text{H}_2\text{O}$$
 - ↳ sárga

4. A víz



- molekulák között: diszperziós, dipólus-dipólus és hidrogénhídkötések
- $\rho = 1 \text{ g/cm}^3 \leftarrow 4^\circ\text{C-on}$ (ekkor maximális)
- $\rho(\text{jég}) < \rho(\text{víz})$
 - ↳ hatszöges jellegű rács $\rightarrow$ rossz térkitöltés $\rightarrow$ nem szoros illeszkedés
- $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ *autoprotolízis*
 $K_v = 10^{-14}$
- reakciói:

$$\left. \begin{array}{l} \text{H}_2\text{O} + \text{Na} = \text{NaOH} + \frac{1}{2}\text{H}_2 \\ 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ca} = \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2 \end{array} \right\} \text{ vízben oldódó fémek – lásd 6. o.}$$

$$\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_x\text{O}_y(\text{OH})_z$$

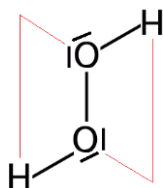
$$\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HOCl}$$

$$\text{H}_2\text{O} + \text{C} \xrightarrow{1200^\circ\text{C}} \text{CO} + \text{H}_2 \quad \text{vízgázreakció}$$

(1:1 arányú szintézisgáz)

5. A hidrogén-peroxid

- molekulája nyitott könyv alakú



- színtelen, szagtalan, vízben minden arányban oldódó folyadék
- 30 m/m%-os oldatát forgalmazzák
- maró, bomlékony
- $$\overset{2(-1)}{\text{H}_2\text{O}_2} = \overset{-2}{\text{H}_2\text{O}} + \overset{0}{\frac{1}{2}\text{O}_2}$$
 diszproporció
 - ↳ a bomlást sok minden katalizálja; O_2 lab. eá. esetén MnO_2 -ot használunk
- redoxiamfoter

$$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KI} = \text{I}_2 + 2\text{KOH}$$
 oxidálószer

$$2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$$
 redukálószer
- jelentősége – hajszőkítés
 - színtelenítő, fehéritőszer
 - a Hyperol fertőtlenítő tabletta oldata is H_2O_2 -ot tartalmaz

A KÉN ÉS VEGYÜLETEI

1. Elemi kén

- S_8 – gyűrű alakú molekula



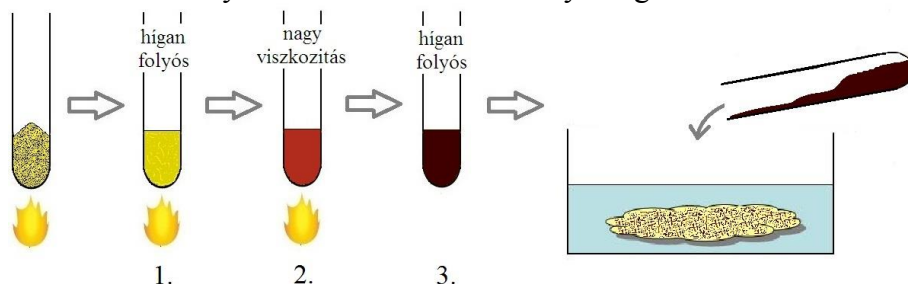
- allotrópia – rombos molekulárcs

↓ 96 °C

– monoklin molekulárcs (tű alakú kristályok)

- vízben nem oldódik, szénkénegben (CS_2) és toluolban ($C_6H_5CH_3$) igen
- olvadás

viszkózitás: a folyadék belső súrlódása / folyósságának mértéke



1. a diszperziós kötések gyengék → alacsony O_p (119 °C) → kristályrács $\emptyset$ → $S_8(f)$

2. $T \uparrow$ → kovalens kötés is elhasad → gyűrű felszakad → egymásba akadó S_8 -láncok

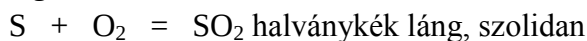
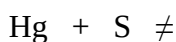
3. $T \uparrow$ → láncok tovább darabolódnak → S_2, S_3

↓ hideg víz

amorf kén (nem allotróp, hiszen nem kristályos)

szín mélyül

- reakciók – miután hevítéssel biztosítottuk az $E^\#$ -t, heves reakciókra képes



- előfordulás

vulkáni vidékeken elemi áll. ← $2H_2S + SO_2 = 3S + 2H_2O$

szulfidok, pl. galenit (PbS)

szulfátok, pl. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

- ip. eá.

kőolaj 2 m/m%-a kötött $S \rightarrow H_2S \rightarrow S$

↳ kénteleníteni kell (az égése során keletkező kén-oxidok korróziót okoznának a motorban)

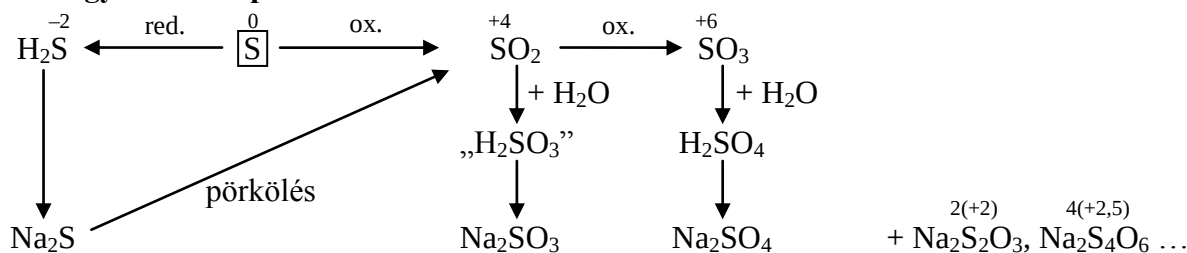
- felhasználás – H_2SO_4 -gyártás (→ akkumulátor, detergens, műtrágya)

– vulkanizálás

– lőpor

– hordó kénevése

2. A kénvegyületek csoportosítása



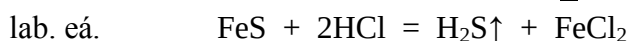
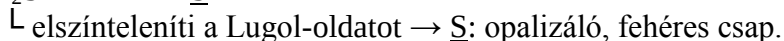
3. Szulfidok

a) molekuláris

- $$\langle S=C=S \rangle$$

-
- A Lewis structure of hydrogen sulfide (H₂S) is shown. The central sulfur atom (S) is bonded to two hydrogen atoms (H) in a bent arrangement. The bond angle between the two H-S bonds is labeled as 92.1° with a red arc. There are two lone pairs of electrons on the sulfur atom, represented by two pairs of short lines above the S.

redukálószer $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$



jelentősége – sok színes csapadékot képez → analitika

- kéntartalmú fehérjék bomlása során képződik

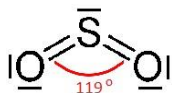
b) atomrácson

FeS₂ (pirit, bolondok aranya): fémeshez közelítő atomrács

c) fémrácson CuFeS_2 (kalkopirit)
 Sb_2S_3 (antimonit)

d) ionrácós I.A., II.A fémeknek szulfidjai, pl. Na_2S
 $\text{(NH}_4\text{)}_2\text{S}$ csak oldatként létezik
 ↳ vízben old., lúgos hidrolízis

4. A kén-dioxid



- a kénessav még híg vizes oldatban sem létezik
- $$\rightarrow \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$$

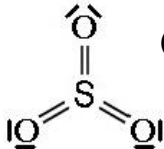
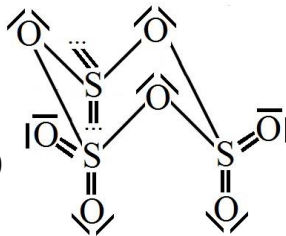
- $$\overset{+4}{\text{SO}_2} + \overset{0}{\text{I}_2} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\overset{-1}{\text{HI}} + \overset{+6}{\text{H}_2\text{SO}_4}$$
- ↳ elszínteleníti a Lugol-oldatot

$$2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} \quad \text{szinproporció}$$

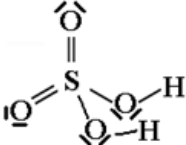
* A klór és a kén-dioxid színtelenítő hatása között alapvető különbség, hogy a Cl_2 oxidálja a pigmentet, a SO_2 redukálja.

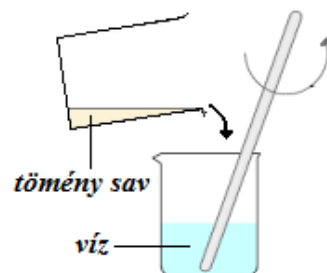
- baktérium-, gombaölő → hordók kénezése ($S + O_2 = SO_2$)
zuzmók nem élnek meg SO_2 -dal szennyezett levegőben
- levegőszennyezés – főképp hőerőművekből
↳ a kőszénnek mindig szennyezettek több-kevesebb kénnel
- kimutatása: kálium-jodát- és keményítőoldattal átitatott szűrőpapír megsötétedik
 $2IO_3^- + 5SO_2 + 4H_2O = I_2 + 5SO_4^{2-} + 8H^+$
↳ a keményítő a jódot indikálja
- lab. eá. $Na_2SO_3 + 2HCl = 2NaCl + SO_2\uparrow + H_2O$
esetleg: $Cu + 2cch_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$
- ip. eá. kőolaj $\rightarrow S \rightarrow SO_2$
- felh. $\rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$ ip. eá.
– savanyúság, torma tartósítása (E220, antioxidáns)
borászat (reduktív technológiával készített borok előállítása)
a szulfitok is tartósítószer
– hűtőfolyadék (dipól-dipól-kötések → könnyen cseppfolyósítható)

5. A kén-trioxid

-  (g) apoláros molekula
st.áll. $\xrightarrow{\text{trimerizáció}}$ $(SO_3)_3$: színtelen folyadék
 $\downarrow$ Op = 17 °C (Fp = 45 °C)
 $-(O-SO_2-)_n-$: szilárdan polimer 
- a SO_2 levegőn nem ég tovább, csak katalizátor* jelenlétében:
 $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \xrightleftharpoons[V_2O_5, 500\text{ °C}]{} SO_3$
- $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$ vízben való oldódása igen exoterm
 $SO_3 + cch_2SO_4 = H_2S_2O_7$ az iparban ezért tömény kénsavban nyelik el
↳ a kénsavgyártás ↳ dikénsav
közterméke (óleum) → ezt hígítják vízzel, így az $SO_3 \rightarrow H_2SO_4$ hő két lépésben szabadul fel – jobban eloszlik

6. A kénsav

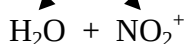
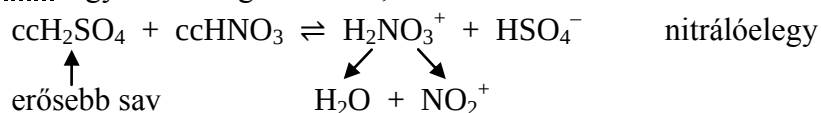
- 
- $\left. \begin{array}{l} \text{színtelen} \\ \text{szagtalan} \\ \text{nagy } \rho\text{-ű} \\ \text{viszkózus} \end{array} \right\} \text{folyadék}$
magas Fp
vízben korlátlanul old. ← H-hidak
- hígítása nagyon exoterm – veszélyes → a savat öntjük óvatosan, kevergetés közben a vízbe



* A kén-dioxid kén-trioxiddá való oxidációját a nitrogén-oxidok is katalizálják. Ennek káros következménye, hogy a légkörbe jutó SO_2 SO_3 -dá alakul és kénsav formájában képez savas esőt. A SO_3 -gyártás során ugyanakkor a NO_x nem használható, mert a reaktánsokhoz és a termékhez hasonlóan gázfázisú, és nehéz lenne különválasztani a SO_3 -tól. Ezért az ipar ált. szilárd katalizátorokat használ. Szaknyelven: a vanádium-pentaoxid a kénsavgyártás kontakt (felületi) katalizátora.

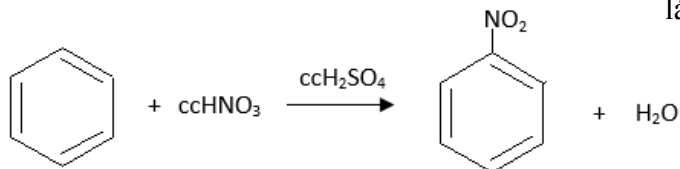
- kémiai tul.

a) erős sav – gyakorlatilag kétértékű, erős*



nitroniumion

elektrofil támadó ágens → a kénsav az aromás vegyületek nitrálásának katalizátora

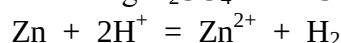


b) oxidálószer



oxidáló hatású sav: a savmolekula központi atomjának ox. száma csökken, nem hidrogéntartalma redukálódik

→ oldhat $\oplus \varepsilon^0$ -ú fémeket (miközben H_2 helyett H_2O és SO_2 képződik)



} a H_2SO_4 itt oxidálószer, de nem oxidáló sav

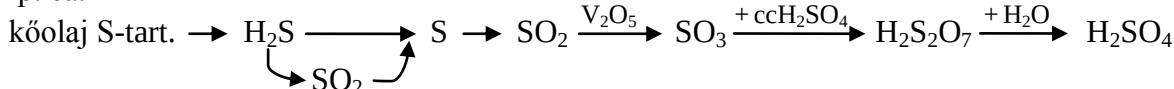
Fe, Al: passzíválódnak a cc H_2SO_4 -ban – vö. 7. o.

c) vízfelvonó → roncsoló → cukor elszenesítése

ruha kilyukasztása

→ szerves kémiában kondenzációs, vízeliminációs reakciók katalizátora

- ip. eá.

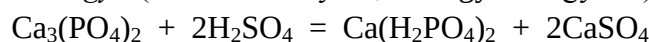


- felh. – ólomakkumulátor (akkumulátorsav = H_2SO_4)

– szerves vegyületek nitrálása

– gyógyszer, festék gyártása

– *műtrágya* (= vízdoldékony N-, P- vagy K-vegyület) gyártása



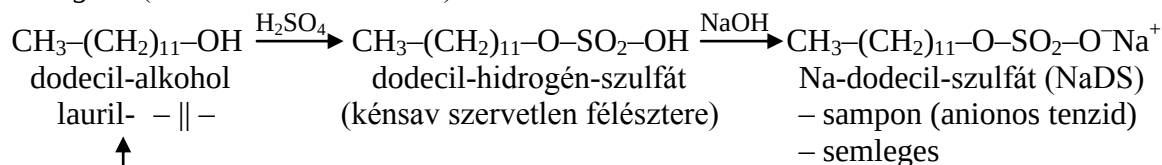
foszforit

szuperfoszfát

nem old.

a kalcium-dihidrogén-foszfát vízdoldékony

– *detergens* (= szintetikus mosószer) eá.



dodecil-alkohol

dodecil-hidrogén-szulfát

Na-dodecil-szulfát (NaDS)

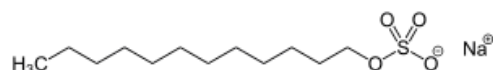
lauril- – || –

(kénsav szervesetlen félésztere)

– sampon (anionos tenzid)

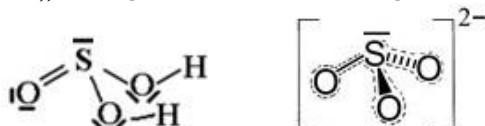
– semleges

↑
laurinsavtartalmú trigliceridek
(pl. palma-, kókuszpálmaolaj)



7. Ionok és sók

- „ H_2SO_3 ” → SO_3^{2-}

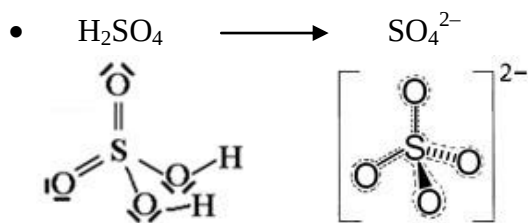


K_2SO_3

– redukálószer (mint minden szulfit)

→ tartósítószer (E225)

* $K_{s,2} = 0,012$, vagyis a hidrogén-szulfát-ion valójában már csak középérső sav ($\text{HSO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$).



Γ anionja leadatlan savi H-t tartalmaz

savanyúsók is: pl. NaHSO_4

$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ glaubersó

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ keserűsó } hashajtó (vö. 9. o. 1. jz.)

$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 / 2\text{H}_2\text{O}$

megköt

– gipsz / alabástrom / máriaüveg (vö. 10. o. 2. jz.)

BaSO_4 barit / súlypát

– röntgenvizsgálat kontrasztanyaga (vö. 11. o. 2. jz.)

$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ timsó

– vérzéscsillapító (borotválkozás)

– bőrök cserzése

PbSO_4

– fehér festék

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ rézgálic

– kék, kihevítve fehér

– *bordói lé*: CuSO_4 és $\text{Ca}(\text{OH})_2$ oldata

szőlőperonoszpóra (gomba) ellen

a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ellensúlyozza a Cu^{2+} savas hidrolízisét, illetve $\text{Cu}(\text{OH})_2$ csapadékot képez

→ a permet a levélen marad, nem mossa le az eső

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ vasgálic

– zöld

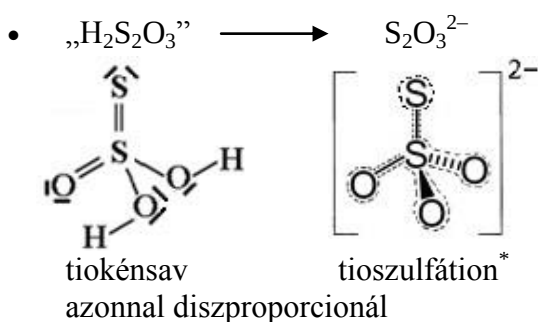
– levegőn $\rightarrow \text{Fe}^{3+}$

$\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Mohr-só

– világoszöld

– levegőn állandó

Σ gálicok = szulfátok



$\begin{matrix} 2(+2) \\ 0, +4 \end{matrix}$

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ fixírsó

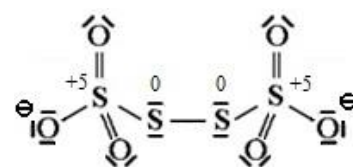
– fotó előhívása (vö. 18. o.) után a kép fixálása:

$\text{AgBr} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + \text{Br}^-$

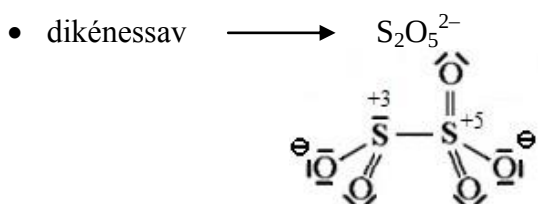
– jodometria:

$\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\Gamma + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

tetratiónátion



– $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{SO}_2 + \underline{\text{S}} + \text{H}_2\text{O}$



$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ borkén / K-diszulfit / K-metabiszulfit

– antioxidáns (E224): bor, must

$\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

* A tiosulfátion – ami tulajdonképp nem más, mint egy kénatommal meghekkelt szulfátion – neve etimológiai szempontból érdekesen, duplán képzett. *Theion* (gör.) = kén, *sulphur* (lat.) = kén.

Az V.A főcsoport elemei

N	ox. szám: -3, 0 ... +5 max. 4 vegyérték! (L-héjon 8 e ⁻ , azaz 4 e ⁻ -pár számára van hely)	HNO_3	
P	P ₄ és P _∞ , illetve létezik még ibolya és fekete foszfor is PH_3 , PCl_3 , H_3PO_4		
As, Sb	<i>félfémek</i> : fizikai tul. a fémekéhez hasonlítanak, kémiai tul. a nemfémekére emlékeztetnek sárga, illetve szürke módosulat mindkettőnél ↓ mol.rács fémes – stabilabb az elemi As nem mérgező, oldódó sói viszont erősen		
Bi	fémrács jelentősége: a régi nyomdai dúcot alkotó betűfém (Sn/Pb/Bi) összetevője WOOD-féle ** ötvözet (Bi/Pb/Sn/Cd) – Op = 71 °C → olvadásbiztosíték, tűzjelző		

A NITROGÉN ÉS VEGYÜLETEI

1. A nitrogén

- $|\text{N} \equiv \text{N}|$ színtelen, szagtalan gáz
vízben légköri nyomáson nagyon gyengén oldódó gáz – magas nyomáson jobban
→ *keszonbetegség*: ha a nyomás túl gyorsan csökken, a N₂ nem csak a tüdőben oldódik ki → buborékok keletkeznek a vérben → †
- kis reakciókészség
gyakorlatilag éghetetlen, csak villámcsapáskor: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{3000\text{ °C}} 2\text{NO}$
T_{szoba}: $6\text{Li} + \text{N}_2 = 2\text{Li}_3\text{N}$
pillangósvirágú növények gyökérgümői – nitrogénmegkötő baktérium
↳ bab, borsó, lóhere, lucerna
 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 500 °C, nagy p, Fe kat.: HABER-BOSCH-szintézis, ld. 37. o.!
- ip. eá. elemi állapotban a levegő 78 V/V%-a → cseppfolyósított levegő frakcionált deszt.
lab. eá. $\text{ccNH}_4\text{Cl(aq)} + \text{KNO}_2\text{(aq)} \xrightarrow{\text{T}} \text{N}_2 + \text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ színproporció
- jelentőség – indifferens gáz → inert atmoszféra (labor, szalámi, chips)
– gyorsfagyasztás
→ NH₃ → HNO₃ → műtrágya, robbanószer

2. A nitridek

a) sószerű Li₃N ionos-kovalens átmenet

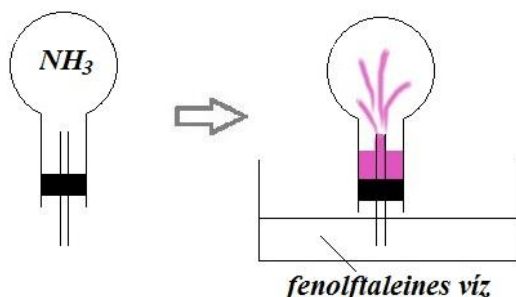
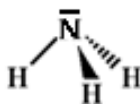
b) molekuláris – (CN)₂ dicián
|N≡C–C≡N| + 4H₂O = (COOH)₂ + 2NH₃ hidrolízisével FRIEDRICH WÖHLER megdöntötte a vis vitalis-elméletet (1824)
– NH₃
– H₂N–NH₂ hidrazin: színtelen folyadék
 $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
nem korrozív végtermékek → ideális rakétahajtóanyag

* A P és a H elektronegativitása a leggyakrabban használt PAULING-féle skálán ugyanannyi: 2,2. Az ALLRED-ROCHOW-féle skálán viszont EN(P) = 2,1, EN(H) = 2,2. A foszfin dipólusos, negatív pólusa a foszfor felől esik ennek nemkötő elektrópárja miatt (a molekula valóban bázisos, hasonlóan az ammóniához).

** Nevét felfedezőjéről, BARNABAS WOOD (1819–1875) amerikai fogorvosról és feltalálóról kapta.

3. Az ammónia

- színtelen, szúrós szagú,
a levegőnél kisebb sűrűségű gáz
- H-hídkötések → nagy párolgáshő → hűtőfolyadék
→ vízben kitűnően oldódik → szalmiákszesz (cc: 25 m/m%)
szökőkút-kísérlet (NH₃, HCl adja mint a vízben legjobban oldódó gázok)

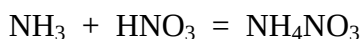
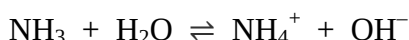


egy csepp víz hatására a lombikban lévő összes NH₃ oldódik (nagy térfogati kontrakció)

$$p_{\text{belső}} \downarrow < p_{\text{külső}} = \text{áll}$$

a légnyomás bepréseli a vizet

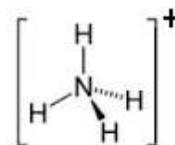
- reakciói
sav-bázis



- komplexek



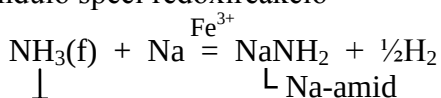
vízzel szemben gyenge bázis
NH₃ kimutatása ccHCl-ba mártott vattával → fehér füst



[tetraammin-réz(II)]-ion

[diammin-ezüst(I)]-ion (ezüsttükörreagens)

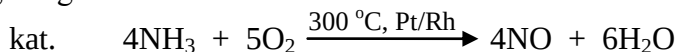
savi lépéssel induló spéci redoxireakció



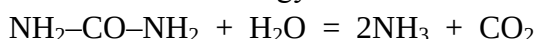
ha nincs jelen Fe³⁺, csak fizikailag oldja a Na-ot → kék oldat

NH₃ igen gyengén savas is (mint az etanol)

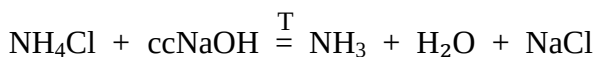
levegőn éghetetlen



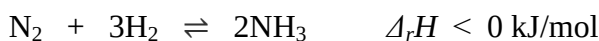
- természetben N-tartalmú szerves vegyületek bomlásakor képződik (trágya, pangó vizelet)*



- lab. eá.

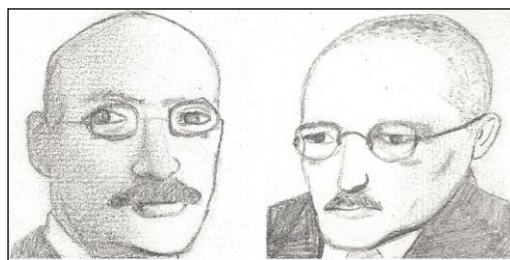


- ip. eá.



HABER-BOSCH-szintézis:

- igen nagy *p* (25 MPa)
- mérsékleten magas *T* (4–500 °C)
- kat. (Fe)
- *n*(H₂) : *n*(N₂) = 3 : 1



FRITZ HABER és CARL BOSCH**

* Az ókori rómaiak az állott vizeletet – amit e célból félretettek – mosásra használták, természetesen utána öblítettek. Az ammónia neve is az AMON-RÉ egyiptomi főisten líbiai zárandokhelye mellett felhalmozódó vevetrágyával függ össze.

** A két német tudós, FRITZ HABER (1868–1934) és CARL BOSCH (1874–1940) eltérő életpályát futott be. A zsidó származású HABER, a vegyifegyverek atyja személyesen volt jelen, amikor a németek 1915-ben a klórgázt először vetették be harci gázként az I. világháborúban a belgiumi Ypernnél. 1918-ban kémiai Nobel-díjat kapott az ammóniaszintézis elméletének kidolgozásáért, ami igencsak megosztotta a nemzetközi közvéleményt. Felesége, CLARA IMMERWAHR, aki szintén kémikus volt, 1915-ben öngyilkos lett, mivel férje szerinte a tudományt a tömeggyilkosság szolgálatába állította. HABER származása miatt a náci diktatúra kezdetén, 1933-ban kénytelen volt elhagyni Németországot, svájci emigrációban halt meg. Fiatalabb pályatársa, a szintén Nobel-díjas (1931, az ammóniaszintézis ipari megvalósításáért) BOSCH, a BASF és az IG Farbenindustrie vegyész-mérnöke kritikusan állt a náci hatalomhoz, főképp annak antiszemitizmusát támadta. Ezért mellőzötté lett és alkoholistaként halt meg 1940-ben.

- felh. – hűtőfolyadék hűtőszekrényekben
 - szalmiákszesz: tisztítószer (lúgos → zsíroló)
 - gyógyszergyártás, salétromsav- és műtrágyagyártás

- sói fehérek, vízdékonyak, hőre bomlanak

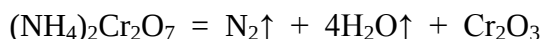


szalalkáli – sütőpor

– T_{szoba} : lassanként elillik

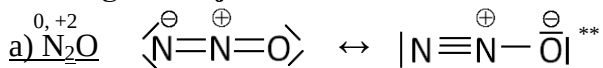


szalmiáksó / repülőőő



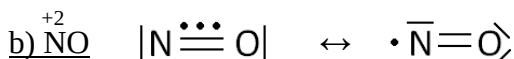
kis tűzhányó-kísérlet

4. A nitrogén oxidjai

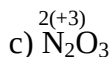


dinitrogén-oxid / kéjgáz / nevetőgáz

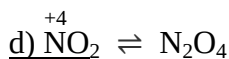
- színtelen, édeskés, vízben nem oldódó gáz
- lab. eá. $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\text{óvatos hevítés}} \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$
- jelentőség – tejszínhabpatron hajtógáza
– altató



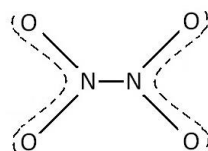
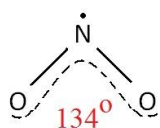
- színtelen, vízben nem oldódó gáz
- levegőn azonnal megbarnul: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$
- lab. eá. $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(30 \text{ m/m}\%) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$



- -10°C alatt kék folyadék
- -10°C felett bomlik: $\text{N}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{NO}_2$
- formálisan a salétromossav anhidridje

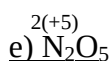


- gyök ($\leftarrow \text{ptn } e^-$)

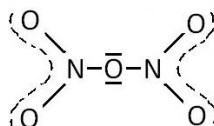


dimerizáció

- vörösbarna, szúrós szagú, mérgező gáz
- hűtés és összenyomás hatására elszíntelenedik
Le Chatelier-elv – a dimerizáció exoterm és sztöchiometriai szám-csökkenéssel jár
- lab. eá. $\text{Cu} + 4\text{cchHNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2 = \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$ vegyes savanhidrid, diszproporció
- a salétromsavgyártás köztterméke – ekkor oxigén befűvésével nyeletik el vízben
 $\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 = 2\text{HNO}_3$
- *nitrozus gázok* (NO_x): NO és NO_2 mérgező keveréke – kocsik kipufogója (rossz katalizátor)
→ Los Angeles-típusú / fotokémiai szmog (vö. 28. o. 2. jz.)



- fehér, szilárd $\longrightarrow$ g: molekuláris
ionos: $\text{NO}_2^+ \text{NO}_3^-$
formálisan a salétromsav anhidridje

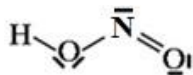


* Az irodalom egy része az ammónium-karbonátot $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ – nevezi repülőőőnek; ez a vegyület azonban szilárd formában nem is létezik, mivel azonnal bomlik és elfolyósodik. Másutt az NH_4HCO_3 vagy az NH_4Cl szerepel repülőőőként (*sal volatile*). A név arra utal, hogy ezek a vegyületek szublimálnak. Olvasni azt is, hogy az $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ a szalalkáli.

** A molekula képlete két határszerkezettel közelíthető, akár a benzol (KEKULÉ-képlet) vagy a buta-1,3-diéné.

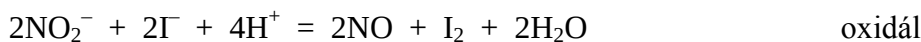
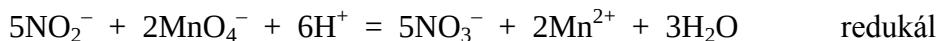
5. Oxosavak

a) „HNO₂”



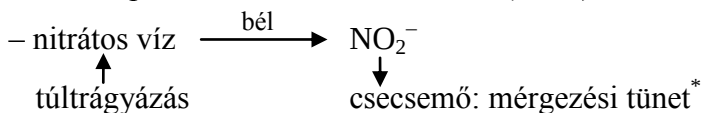
- még híg vizes oldatban is bomlik, gyenge sav

- N ⁺³ → redoxiamfoter

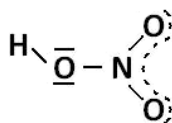


- sói: nitritek – stabilak ($\text{NaNO}_3 \xrightleftharpoons{\text{T}} \text{NaNO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$)

– nitrites pácsó = NaNO₂ tartósítószer (E250)



b) HNO₃

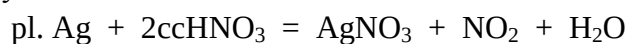
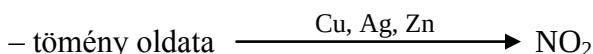


- színtelen, szúrós szagú folyadék
vízben korlátlanul old. (65 m/m%-os oldatát forgalmazzák)
- $2\text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ fény hatására bomlik → sötét üvegben tárolandó
L a salétromsavoldat gyakran sárgásbarna

- reakciói

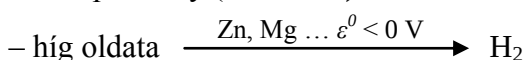
a) erős sav

b) erős oxidálószer – vö. 7. o.



L innét köznapi neve: választóvíz (ezüstöt oldja, aranyat nem)

cc oldata passziválja az Al-t és a Fe-t



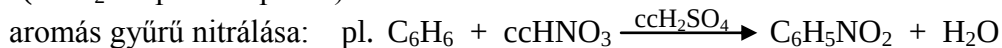
– nitrálóelegy: ccH₂SO₄ és ccHNO₃ keveréke

L a terpentinolajat lánggra lobbantja

– királyvíz: ccHCl és ccHNO₃ keveréke → Au, Pt oldása

c) szerves

– nitrálás (–NO₂ csoport beépítése)



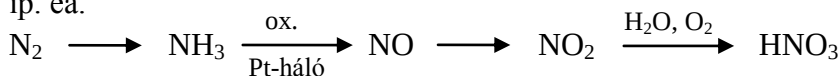
toluol → 2,4,6-trinitrotoluol

fenol → pikrinsav

xantoproteinpróba (aromás oldalláncú aminosavak)

– észterezés: glicerín → glicerín-trinitrát / nitroglicerín

- ip. eá.



- felh. – pétisó eá.

– szerves vegyipar (nitrálás): festékek, pirotechnika

* A NO₂[–] – miként a NO is – a vér hemoglobinját (Fe²⁺) methemoglobinná (Fe³⁺) oxidálja, a szövetek oxigénszállítása elégtelenné válik. Ennek külső jele a bőr kékes elszíneződése (kék bébi szindróma). A csecsemők szervezetében kb. tíz hónapos életkorukra alakul ki a diaforáz enzim, mely megakadályozza, hogy a nitrátion nitritté bomoljék le.

- sói – minden nitrát vízzel oldékony
 - kevés ásvány (számottevő: NaNO_3 : chilei salétrom)
 - olvadás után hőbomlanak $\rightarrow$ oxidálnak (ez a KNO_3 szerepe a puskaporban)
- KNO_3 salétrom $\rightarrow$ fekete (füstös) lőpor: S, C, KNO_3
- AgNO_3 pokolkő / lápisz (*lapis infernalis*) – leprás (poklos) fekélyek kezelése
- NH_4NO_3 robbanékony, higroszkópos, savasan hidrolizál
 - $\rightarrow$ műtrágyaként mészkő- vagy dolomitporral keverik
 - pétisó*: N-műtrágya, $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$ keveréke

A FOSZFOR ÉS VEGYÜLETEI

1. Atomi tulajdonságok

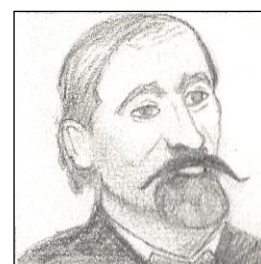
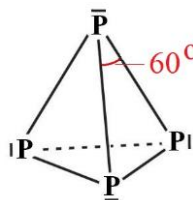
- izotóptiszta: ^{31}P (~ F, Na, Al, Au)

2. Allotróp módosulatok

a) fehérfoszfor



- mindig sárga színű a benne lévő P_∞ miatt kellemetlen szagú, szilárd apoláros $\rightarrow$ vízben $\emptyset$ old.
 - $\rightarrow$ alacsony O_p
 - $\rightarrow$ zsírolékony $\rightarrow$ fokozza mérgező hatását
- mindkét allotróp gőzében P_4 -molekulák vannak, a gőz lehűtéskor fehérfoszfor keletkezik**
- öngyulladó
- kemolumineszcencia****: a P_4 gőzeit vízgőz jelenlétében a levegő oxigénje oxidálja $\rightarrow$ zöld fény



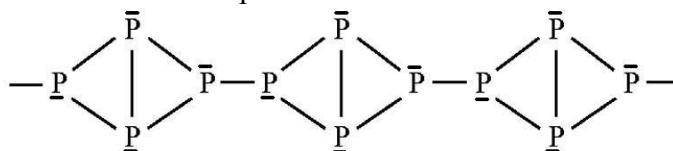
IRINYI JÁNOS*

b) vörösfoszfor



- láncpolimer $\rightarrow$ atomrácsos jellegű $\rightarrow \emptyset$ old.
 - $\rightarrow \emptyset$ mérgező
 - láncok között: diszperziós kötések
- termodinamikailag stabilabb****
- 400 °C-on meggyullad, sárga lánggal ég:

$$4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$$
- a gyufásdoboz oldala tartalmazza: P_∞ , üvegpór, ragasztóanyag...



$\text{P}_\infty \xrightarrow{\text{súrlódás} \rightarrow \text{hő}} \text{P}_4 \rightarrow \text{lánggra lobban} \rightarrow \text{lánggra gyújtja a gyufa fejét is}$
 $\quad \quad \quad \text{L S, enyv, KClO}_3 \text{ (oxidálószer)}$

* IRINYI JÁNOS (1817–1895) zajtalan gyufáját 1840 körül a vörösfoszfor felfedezése előtt alkotta meg. Feje fehérfoszforból és ólom-peroxidból (PbO_2) állt, ezt érdes felülethez kellett dörzsölni. Mérgező és veszélyes volt, a többi hasonló kísérlet közül zajtalanságával tűnt ki. Irinyi az 1848/49-i szabadságharcban a nagyváradi lőporgyárat és ágyúöntőt vezetett; öccse, IRINYI JÓZSEF hírlapíró a márciusi ifjak egyikeként szerzett magának nevet.

** Ha a fehérfoszfort oxigénmentes térben 250 °C-ra hevítjük, vörösfoszfor képződik belőle.

*** A fehérfoszfor nem foszforeszkál! A *foszforeszkálás* ugyanis utánvilágítást jelent. Egy anyag elnyel (abszorbeál) valamilyen hullámhosszú elektromágneses sugárzást, atomjai gerjesztődnek, de kvantummechanikai okokból nem azonnal kerülnek vissza az alapállapotba, így csak másodpercekkel-órákkal később sugározzák ki az elnyelt energiát fény formájában (pl. ZnS vagy $\text{SrO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, stroncium-aluminát). A fehérfoszforra valójában a *kemolumineszcencia* jellemző: az a jelenség, mely során egy exoterm reakció főként fényt bocsát ki, hőleadása igen korlátozott. A szentjánosbogár is kemolumineszkál; potrohában a luciferin oxidálódik, nem foszfor.

**** Történeti okokból, rendhagyóan mégis a fehérfoszfor képződéshője 0 kJ/mol. $\Delta_f H(\text{P}_\infty) = -17,7 \text{ kJ/mol}$.

3. A foszfor biner vegyületei

- ionos Ca_3P_2 Ca-foszfid
 $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{PH}_3$ hidrolizál
- kovalens PH_3 foszfin – mérgező, színtelen, fokhagymaszagú gáz
 – kis koncentrációban gabona gázosítása a silóban (rovar, rágcsáló †)

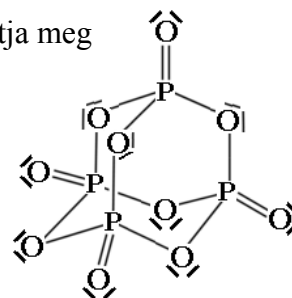
P_2H_4 difoszfín – öngyulladó gáz → lidércfény (meggyújtja a metánt)

P_2O_3 foszfor-trioxid (valójában P_4O_6 -molekula)

tapasztalati képlet: csak az alkotó atomok arányát mutatja meg

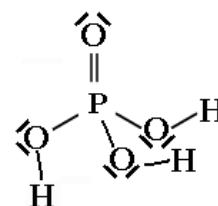
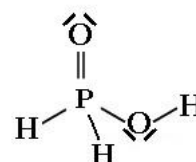
P_2O_5 foszfor-pentaoxid (valójában P_4O_{10} -molekula)

- fehér, szilárd, higroszkópos
- savas karakterű gázok szárítása
- foszforsavvá hidrolizál:
 $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$



4. Foszfortartalmú savak és sóik

- H_3PO_2 foszfinsav / hipofoszforsav
 – alacsony $\text{O}^{\ominus}$ -ú, színtelen, kristályos, egyértékű sav
- H_3PO_3 (orto)foszforsav, a P_2O_3 -ból származtatható, sói a foszfítok
- H_3PO_4 (orto)foszforsav*
 – színtelen, szilárd, szagtalan, vízzel korlátlanul elegyedik
 higroszkópos, elfolyósodik
 – háromértékű, középérős sav
 – kóla savanyítása
 – biokémiai szerep: foszfátészterek: AMP és többi nukleotid
 foszfolipidek
 sói: csont, fog, vér pH-ja



- foszfátok → két- és háromértékű fémionokkal csapadékot képeznek (nagy $E_{\text{rács}}$)
 → a vízben oldódók lúgosan hidrolizálnak
- Na_3PO_4 trisó vizes oldata tisztítószer: zsíroló (← lúgos)
 vízlágyítószer $3\text{Ca}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ foszforit → szuperfoszfát műtrágya (vö. 34. o.)
 ↳ a hidrogén- és dihidrogén-foszfátok jobban oldódnak vízben
- $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ hidroxi-apatit
 + kollagén (rostos, elastikus fehérje)
 + CaCO_3 , MgCO_3 , SiO_2 ... } *biomineralizáció* → gerincesek csontja
- $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3 + \text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3 \rightarrow \text{fluorapatit (fog)}$
- $\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-$ a vér állandó pH-ját biztosító egyik pufferrendszer**

* Az ortofoszforsavból (H_3PO_4) molekulánként egy vízmolekula kilépésével származtatható a metafoszforsav ($[-\text{O}-\text{PO}(\text{OH})-]_n$), mely egy polimer. Két H_3PO_4 -molekulából vízvesztéssel képződik a pirofoszforsav / difoszforsav $[(\text{HO})_2\text{P}-\text{O}-\text{P}(\text{OH})_2]$. Ez színtelen, szagtalan, higroszkópos anyag. Sói, a difoszfátok (pirofoszfátok) élelmiszeripari adalékanyagok, így a tetranátrium-difoszfát ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) E450iii néven pufferanyag, emulgeálószer, ezenkívül a fémionokat is megköti, így elejét veszi a fémek által okozott élelmiszer-elszíneződésnek. A szóda-bikarbóna alapú sütőpor a NaHCO_3 -on kívül dinátrium-difoszfátot ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, E450i) is tartalmaz – ez savas hidrolízise révén a szén-dioxid felszabadulásának sebességét szabályozza.

** A vér 7,40-es pH-ját több különböző pufferrendszer tartja fenn. A legfontosabb a hidrogén-karbonát / szénsav ($\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$). Szerepet kap emellett a hidrogén-foszfát / dihidrogén-foszfát ($\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-$) puffer is, illetőleg a hemoglobin globuláris fehérjéjének savasan disszociáló hisztidin-imidazol oldalláncai, végül a plazmafehérjék N- és C-terminálisai ($-\text{NH}_2/-\text{NH}_3^+$, $-\text{COO}^-/-\text{COOH}$) is befolyásolják a kémhatást.

A IV.A főcsoport

$ns^2 np^2 \rightarrow \text{C, Si, Ge: túlnyomórészt 4 vegyérték}$
 $\rightarrow \text{Sn, Pb: Me}^{\text{II}} / \text{Me}^{\text{IV}}$

nemfém	C	}	atomrács
félfém	Si		
	Ge		
nemfém/fém	Sn	}	fémrács
fém	Pb		

A SZÉN ÉS VEGYÜLETEI

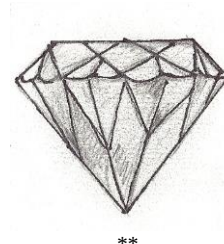
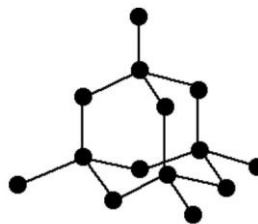
1. Izotópok

- ^{12}C (99%) – A_r def.
- ^{13}C (mindössze 1% arányban)
- ^{14}C (elenyészően kevés) (negatív β -bomló; felezési ideje 5730 év; radiokarbon kormeghatározás*)
 $^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N}^+ + e^- + \gamma$

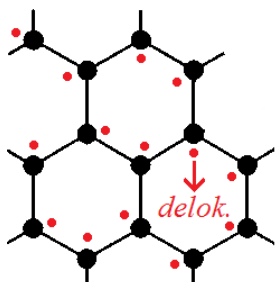
2. Allotrópok

a) gyémánt C_{gy}

- térhálós (tetraéderes) atomrács $\rightarrow 109,5^\circ$
- fiz. tul.: átlátszó, nagy fénytörőképesség
magas Op
legkeményebb természetes anyag
elektromos szigetelő (de: jó hővezető)
szagtalan, semmiben sem oldódik
- felh.: – *briliáns*: csiszolt, víztiszta gyémánt
metrikus karát = 0,2 g ($\leftrightarrow$ aranyból: tisztaság – 24 karát = 100%)
– üvegágás, fűrőfej



b) grafit C_{gr}



- réteges atomrács (fém- és molekularácsos jelleggel)
 - minden atom 3 kovalens kötést létesít $\rightarrow 120^\circ$
 - a 4. e^- delokalizálódik $\rightarrow$ elsőfajú vezető, fekete
 - a rétegeket diszperziós kötés tartja össze $\rightarrow$ puha, kenhető
- magas Op (magasabb a C_{gy} -énál), szagtalan, nincs oldószere
- felh.: – elektród, áramszedő kefe
– ceruza, tömítő és gépkenő anyag
– az atomreaktorban *moderátor*: a maghasadás során keletkező n^0 -okat lelassítja, hogy nagyobb valószínűséggel hozzanak létre újabb hasadást
- a delok. miatt a C_{gr} a stabilabb allotróp $\rightarrow \Delta_k H(\text{C}_{\text{gr}}) = 0 \text{ kJ/mol} < \Delta_k H(\text{C}_{\text{gy}}) = 2,1 \text{ kJ/mol}$
- $\text{C}_{\text{gr}} \xrightarrow{1500^\circ\text{C}, 5000 \text{ MPa}} \text{C}_{\text{gy}}$ mesterséges gyémántgyártás (C_{gy} : $\rho \uparrow, V_m \downarrow$)

* WILLARD FRANK LIBBY (1908–1980) amerikai fizikai kémikus által kidolgozott kémiai Nobel-díjas (1960) régészeti eljárás, mely az 50 ezer évesnél fiatalabb szerves eredetű leletek keltezésére alkalmas. Az élő szervezetekben a ^{12}C és a ^{14}C aránya állandó, mivel utóbbi bomlása és a légköri nitrogénből a kozmikus sugárzás hatására való keletkezése, majd széndioxidként a táplálékláncban keresztül az élőlényekbe történő beépülése egyensúlyban van egymással. Az egyensúly a halál pillanatában megbomlik; minél nagyobb a $^{12}\text{C}/^{14}\text{C}$ arány az eredeténél, annál régebben következett be a halál.

** A Koh-i-noor (perzsa nyelven ‘hegyi fény’) gyémánt 109 karátos, Indiában találták. VIKTÓRIA királynő (1837–1901) óta a brit korona legszebb gyémántja.

c) fullerének / C₆₀, C₇₂...

↳ focilabda alak – a C-atomok öt- és hatszögek csúcspontjain

- molekularács
- fiz. tul.: szilárdak
a gömb felszínén a C-atomok 4. e⁻-ja delok. → színesek
egyes ap. oldószerekben, pl. benzolban oldódnak

d) amorf szén (mikrokristályos C_{gr})

- ásványi szén
← szerves anyagokból keletkeznek *fosszilis körülmények* között: levegőtől elzártan, nagy nyomáson, magas hőmérsékleten, évmilliók alatt

↓
tőzeg

lignit

barnaköszén – fekete színű (neve: mázatlan porcelánon barna karcnyom)

feketeköszén

↓
antracit

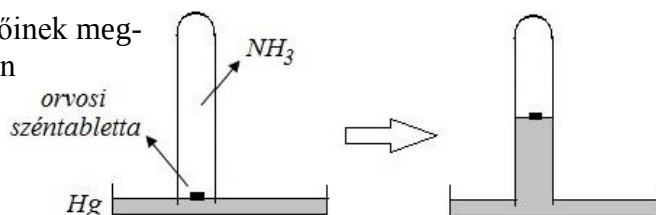
növekvő széntartalom (növekvő fűtőérték)

- mesterséges szén
← természetes C-tartalmú anyagok *száraz lepárlása* (levegőtől elzárt hevítése) → sz + f + g
fa → faszén (+ fakátrány: CH₃OH, aromások stb. + fagáz: CH₄, CO, N₂ stb.)
hús → hússzén, vér → vérszén, kőszén → kokszt
üreges szerk. – nagy fajlagos A (orvosi / aktív szén: 800–1000 m²/g)

- jó *adszorpciós* készség

↳ gázok vagy oldatok egyes összetevőinek megkötődése egy szilárd anyag felületén

- felh. – orvosi szén
– tüzelőanyag, energiaforrás
– redukáló, ötvözőanyag
– korom: finom eloszlású, porszerű szén
← tökéletlen égés
metán levegőtől elzárt hevítése
gumi kopásállóvá tétele



3. Kémiai tulajdonságok

- atomrács → szobahőmérsékleten Ø reakció
- magas T – redukálószer

$$\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 \quad \text{izzik}$$

(lánggal ég, ha az adott amorf szénből éghető gázok szabadulnak fel)

$$\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO} \quad \text{rosszul szelelő kályha}$$

$$\text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{1200^\circ\text{C}} \underbrace{\text{CO} + \text{H}_2}_{\text{szintézisgáz}} \quad \text{vízgázreakció}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 2\text{Fe} + 3\text{CO} \quad \text{vasgyártás: direkt redukció}$$

4. A szén biner vegyületeinek csoportosítása

a) ox. szám szerint

-4	-3 ... -1	0	+2	+4
CH ₄	többi szénhidrogén	C	CO	CO ₂

b) kötésrendszer szerint

- ionrácsos: pl. CaC₂, Na₂C₂
- atomrácsos: pl. SiC (karborondum, csiszolópor), WC, B₄C (gyémántnál is keményebb)
- molekuláris: pl. CCl₄, CO, CO₂, CH₄

5. A szén-monoxid (CO)

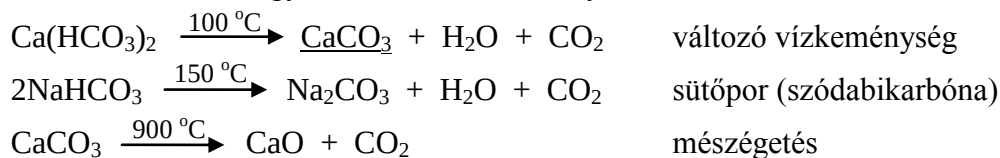
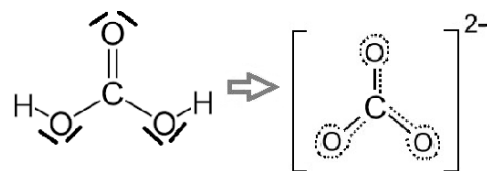
- $\text{C} \equiv \text{O}$ $\left| \text{C} \equiv \text{O} \right|$ $\left. \begin{array}{l} \Delta EN \rightarrow \text{O}^{\delta-} \\ \text{datív kötés} \rightarrow \text{O}^{\delta+} \end{array} \right\} \rightarrow \text{apoláros molekul.} \rightarrow \text{vízben nem old.}$
- színtelen, szagtalan gáz
- erősen mérgező (az O_2 -nél 300x erősebben kötődik a hemoglobinhoz $\rightarrow$ stabil komplex)
- keletkezése: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$
 $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$ $\left. \right\} \text{C} + \text{O}_2 \neq \text{CO}$ egy lépésben
- égése: $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ kékes láng
- lab. eá.: $\text{ccHCOOH} \xrightarrow{\text{ccH}_2\text{SO}_4} \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ (a CO a hangyasav formális anhidridje)
- ip. eá.: szintézisgáz
- felh.: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ indirekt red. (vaskohó)
 szintézisgáz: vegyipari alapanyag

6. A szén-dioxid (CO_2)

- $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ apoláros molekul. $\rightarrow$ szilárd formája, a szárazjég szublimál
- színtelen, szagtalan, a levegőnél nagyobb ρ -ű gáz – nem mérgező (!)
 $\hookrightarrow$ borospince, barlang: O_2 -hiány $\rightarrow$ fejfájás, majd fulladás
- vízben valamelyest oldódik (kémiaiilag): $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$
 $\hookrightarrow$ részben HCO_3^- , CO_3^{2-}
- $2\text{Mg} + \text{CO}_2 = 2\text{MgO} + \text{C}$ az égést nem táplálja, de az égő Mg továbbég benne
- $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{klorofill}]{\text{fény}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ fotoszintézishez nélkülözhetetlen
- savanhidrid $\rightarrow$ lúgos kémhatású oldatban elnyelődik
 $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ kimutatása meszes vízzel történik
- lab. eá. $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- ip. eá. bányásszák (pl. Répcelakon CO_2 -feltörés, vagy a földgázutak mellékterméke)
- üvegházhatású gáz (a H_2O és a CH_4 szintén) – a levegő 0,03 V/V%-a
- felh. – szénsavas üdítőitalok
 – tűzoltó készülék
 – mélyhűtés szárazjéggel
 – a koffeinmentes kávé előállítása során a kávébabból a koffein kivonása szuperkritikus (folyékony) szén-dioxiddal történik
 – vegyip. alapanyag (pl. karbamid eá. $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \xrightarrow{200^\circ\text{C}, 15\text{ MPa}} \text{NH}_2\text{CONH}_2 + \text{H}_2\text{O}$)

7. A szénsav („ H_2CO_3 ”) és sói

- bomlékony, csak híg vizes oldatban (~ szódavíz) létezik
- gyenge, kétértékű sav
- karbonátok – sok nem oldódik vízben
 – pl. oldódik: Na_2CO_3 (szóda / sziksó, lúgos hidr.), K_2CO_3 (hamuzsír, lúgos)
 – savanyúsók: NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 – többé-kevésbé mindegyik karbonát hőérzékeny



A SZILÍCIUM ÉS VEGYÜLETEI

1. Szerkezet, fizikai tulajdonságok

- egy stabil módosulata van: tetraéderez atomrács $\sim C_{gy}$
 $r(\text{Si}) > r(\text{C}) \rightarrow d(\text{Si-Si}) > d(\text{C-C}) \rightarrow$ a gyémánnál kevésbé kemény, Op-ja is kisebb (1410 °C)
elsőrendű kötés erőssége a mérettel fordítottan arányos
- szürkés, szagtalan, szilárd
- félfém*: fizikai tulajdonságai a fémekéhez hasonlítanak, kémiai tulajdonságai a nemfémekére
- félvezető*: vezetőképessége a hőmérséklet emelkedésével nő

2. Kémiai tulajdonságok

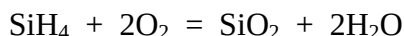
- atomrács $\rightarrow$ nem túlzottan reakcióképes
- szobahőmérsékleten: $\text{Si} + 2\text{F}_2 = \text{SiF}_4$ az elemek közül csak fluorral reagál
 $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2$ lúgos feltárás
magas T: többi halogénnel, oxigénnel, szénnel is reagál

3. Előfordulás, előállítás, felhasználás

- kvarc, vulkanikus kőzetek: szilikátok ($m/m\%$ -ban a földkéreg 2. leggyakoribb eleme)
- eá. $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} = 2\text{MgO} + \text{Si}$ kvarcból termitreakcióval
- felh. elektronika (integrált áramkör, tranzisztor, mikrochip, fényelem)
saválló ötvözetek

4. Vegyületei

a) szilán / SiH_4 – öngyulladó gáz (molekuláris)

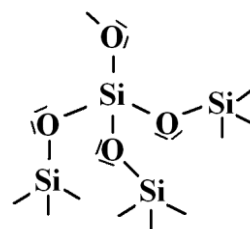


b) / szilícium-karbid (karborondum) / SiC – atomrácsos, csiszolóanyag

c) SiO_2 – atomrácsos

- 3 polimorf módosulat (SiO_4 -tetraéderek eltérő szimmetriája): kvarc

tridimit
krisztobalit



- kvarc: hegyikristály
kvarchomok
szennyezett formája: játszótéri homok
- kvarc + bizonyos kristályrácsába épült szennyezések $\rightarrow$ féldrágakő
 $\text{Mn}^{\text{VII}} \rightarrow$ ametiszt, rózsakvarc
 $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ opál, ónix, jáspis, achát
- reakciói
 $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ üvegmaratás
 $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ magas hőmérsékleten feltárás
- jelentősége
– *üveg*: amorf szerkezetű, SiO_2 -alapú keverék
 $\leftarrow \text{SiO}_2, \text{CaCO}_3, \text{Na}_2\text{CO}_3$ összeolvasztásával + adalékanyagként egyéb fém-oxidok
fajtái: α) tiszta kvarcüveg – hőálló
– átengedi az UV-fényt $\rightarrow$ szoláriumlámpa
 β) jénai üveg: $\text{B}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3$ -adalékanyaggal – hőálló
 γ) ablaküveg – a SiO_2 -, CaCO_3 -, Na_2CO_3 -olvadékot folyékony ónra öntik, hogy
sima legyen és lassabban hűljön ki

- δ) ólomüveg – nagy fénytörő képesség ($\leftarrow \text{Pb}^{2+}$): pohár, váza
- ε) színes üveg – fém-oxidoktól ($\text{CoO} \rightarrow \text{kék}$, $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{smaragdzöld}$)
 - finom eloszlású $\text{Au} \rightarrow \text{rubinvörös}$
- ζ) golyóálló: több vékony üvegréteg, közöttük műanyaghátrtyák (~ biztonsági üveg)
- piezoelektromos: a kvarckristályban összenyomás hatására feszültség ébred, feszültség alá helyezve pedig állandó frekvenciával rezeg
 - $\rightarrow$ időmérés (kvarcóra)
- dinamit (nitroglicerín elnyelése kovaföldben $\sim \text{SiO}_2$ -ban)
- homokkal oltó tűzoltó készülék

d) kavasav / „ H_2SiO_3 ”

- amint kialakul, rögtön vízvesztéssel bomlik: $\text{H}_2\text{SiO}_3 = \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- sói a szilikátok
 - ásványok: pl. topáz, smaragd, zsmrkő ($\rightarrow$ hintőpor)
 - kőzetek: pl. bazalt, andezit, riolit

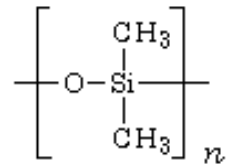
e) vízüveg / Na_2SiO_3 – csak vizes oldatban

- lúgos hidrolízis $\text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSiO}_3^- + \text{OH}^-$
- tűz elleni impregnálás, ragasztóanyag
- „kémikus virágoskertje”-kísérlet
(ozmózis a fém sók és vízüveg reakciója során képződő szilikáthártyán keresztül)

f) azbeszt – szilikátkeverékből álló ásvány

- régen: építkezésnél hő- és hangszigetelő, égésgátló
a laborban lángosztó lap
- pora rákkeltő!

g) szilikonolajok – Si-O-Si-O-Si láncú (sziloxánkötések) műanyagok
csak Si-atomokból nem épülhet stabil lánc
Si hiányzó vegyértékei: szerves csoportok



- láncpolimer / térhálósított $\rightarrow$ szilikonolaj – pl. transzformátorolaj
 - $\rightarrow$ szilikonkaucsuk – csőszereelőipari menettömítő paszta
 - $\rightarrow$ szilikongyanta – pl. plasztikai sebészeti (mivel szövetbarát)

TARTALOMJEGYZÉK

Elektrokémia	1
 <i>Fémek</i>	
A fémek általános jellemzése	4
Alkálifémek (I.A)	8
Alkáliföldfémek (II.A)	10
III.A főcsoport: földfémek	12
Az alumínium	12
Az ón és az ólom	13
A vas csoport (Fe, Co, Ni)	15
A rézcsoport (Cu, Ag, Au)	17
A cinkcsoport (Zn, Cd, Hg)	19
A króm	20
A mangán	20
 <i>Nemfémek</i>	
Nemesgázok (VIII.A)	21
A hidrogén	22
A halogénelemek (VII.A)	23
A halogének vegyületei	26
A kalkogénelemek (VI.A)	28
Az oxigén és vegyületei	28
A kén és vegyületei	31
Az V.A főcsoport elemei	36
A nitrogén és vegyületei	36
A foszfor és vegyületei	40
A IV.A főcsoport	42
A szén és vegyületei	42
A szilícium és vegyületei	45