

Fontosabb szerves vegyületek előállítása: segítség az emelt szintű érettségire.

(37. fejezet)

Legfontosabb laboratóriumi előállítások

Vegyület neve	Laboratóriumi előállítása (Néhány vegyület esetében több megoldás is lehetséges, melyek közül számosat nem szokás alkalmazni, illetve melyek közül valamelyik nem szerepel a lent felsoroltak között, próbáltam csak az emelt szintre fókuszálni)
Hidrogén (H ₂)	Tipikusan: cink + sósav vagy híg kénsav reakciója lévén $\text{Zn} + 2 \text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
	Lehetséges amfoter fémek (Al, Zn, Sn) és nátrium-hidroxid reakciójával. Ilyenkor egy hidroxo komplex képződik. $2 \text{Al} + 2 \text{NaOH} + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3 \text{H}_2$
	Fém-hidridekből víz hatására $\text{CaH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}_2$
Klórgáz (Cl ₂)	hipermangán más néven kálium-permanganát (KMnO ₄) és sósav reakciója lévén $2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} = 2 \text{MnCl}_2 + 5 \text{Cl}_2 + 2 \text{KCl} + 8 \text{H}_2\text{O}$
	Barnakőpor más néven mangán-dioxid és sósav reakciója lévén $\text{MnO}_2 + 4 \text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Hidrogén-fluorid (HF)	<p>Erősebb sav a gyengébbet kiszabadítja sójából elv alapján fluoridokból nála erősebb sav segítségével</p> $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2 \text{HF}$
Hidrogén-klorid (HCl)	<p>Erősebb sav a gyengébbet kiszabadítja sójából elv alapján kloridokból nála erősebb sav segítségével</p> $2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HCl}$ <p>Bár laboratóriumi gyakorlatok során nem sűrűn szokták alkalmazni.</p>

Oxigén (O ₂)	<p>Bomlékony-fém oxidokból, ilyen például a higany(II)-oxid. (Ez igazából egy történelmi jelentőségű előállítás, kémcsőkísérletekhez használják, nagyobb mennyiséghez a hidrogén-peroxidos előállítást preferálják)</p> $2 \text{HgO} = 2 \text{Hg} + \text{O}_2$
	<p>Hidrogén-peroxid katalitikus bomlásával. Katalizátorként mangán-dioxidot használnak.</p> $2 \text{H}_2\text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
	<p>Hipermangán és kénsavval előre megsavanyított hidrogén-peroxid oldat segítségével. A folyamat reakcióegyenlete nem tananyag</p>

kén-hidrogén (H ₂ S)	Erősebb sav a gyengébbet kiszabadítja sójából elv alapján szulfidokból nála erősebb sav segítségével $\text{FeS} + 2 \text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$
kén-dioxid (SO ₂)	pozitív standard elektrópotenciálú fémek (pl.: réz) és forró tömény kénsav segítségével: $2 \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu} = \text{CuSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
	Erősebb sav a gyengébbet kiszabadítja sójából elv alapján szulfitokból a kénessavnál erősebb sav segítségével. Ilyenkor a fejlődő kénessav kén-dioxidra és vízre esik szét. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2 \text{HCl} = 2 \text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
ammónia (NH ₃)	Erősebb bázis a gyengébbet kiszabadítja sójából elv alapján ammónia sóiból (tipikusan ammónium-klorid) az ammóniánál erősebb bázis segítségével. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} = \text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
	szalmiákszesz hevítésével

<p>nitrogén-monoxid (NO)</p>	<p>Előállítása réz és hígabb (kb. 30 m/m%-os) salétromsav reakciójával:</p> $3 \text{ Cu} + 8 \text{ HNO}_3 = 3 \text{ Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{ NO} + 4 \text{ H}_2\text{O}$
<p>nitrogén-dioxid (NO₂)</p>	<p>Laborban előállítható tömény salétromsav és réz segítségével:</p> $\text{Cu} + 4 \text{ HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{ NO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$
<p>dinitrogén-oxid (kéjgáz, N₂O)</p>	<p>Ammónium-nitrát hevítésével</p> $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + 2 \text{ H}_2\text{O}$
<p>foszfor-pentaoxid (P₂O₅)</p>	<p>foszfor égetésével</p> $4 \text{ P} + 5 \text{ O}_2 = 2 \text{ P}_2\text{O}_5$
<p>szén-monoxid (CO)</p>	<p>Hangyasavból vízelvonással (tömény kénsav a vízelvonószer)</p> $\text{HCOOH} = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ <p>(tömény kénsav hatására)</p>
<p>szén-dioxid (CO₂)</p>	<p>Erősebb sav a gyengébbet kiszabadítja sójából elv alapján karbonátokból (általában kalcium-karbonát) a szénsavnál erősebb sav (általában sósav) segítségével. A szénsav bomlékony sav, egyből szétesik szén-dioxidra és vízre.</p> $\text{CaCO}_3 + 2 \text{ HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
<p>szilícium (Si)</p>	<p>A következő eljárást laborban nem igazán alkalmazzák, inkább iparban, de laboratóriumi körülmények között is</p>

	<p>megoldható: szilícium-dioxid redukciójával alumínium vagy magnézium segítségével magas hőmérsékleten (gyakorlatilag termitreakcióval)</p> $3 \text{ SiO}_2 + 4 \text{ Al} = 3 \text{ Si} + 2 \text{ Al}_2\text{O}_3$
--	---

Legfontosabb ipari előállítások:

Hidrogén ipari előállítása

Ipari előállítására is számos módszer ismert. Vannak olyan módszerek, melyekben szintézisgáz komponenseként kapjuk meg a hidrogént, de vannak olyanok is, melyeknél tisztán. A **szintézisgáz** (szerves vegyipari alapanyag) **szén-monoxid és hidrogén 1:1, 1:2 vagy 1:3 térfogatarányú keveréke**.

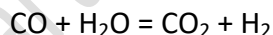
- **Metán és vízgőz reakciójában:**



- **Hidrogén fejlődik akkor is, ha izzó szénre vízgőzt fuvatnak.** A szén redukálja a vizet:

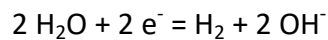


- **Szén-monoxid is képes körülbelül 500 °C-on, katalizátor [vas(III)-oxid] jelenlétében redukálni a vizet.** Ebben az esetben nem szintézisgáz keletkezik:



- Néhány reakció esetében nagyon fontos az, hogy nagyon **nagy tisztaságú hidrogént** használjanak. Nagy tisztaságú hidrogént **víz elektrolízisével lehet előállítani**. Az eljárás nem túl elterjedt, mivel drága. A tiszta víz elektrolízise különösen költséges, mivel benne csak nagyon kis koncentrációban vannak jelen az áramvezetéshez elengedhetetlen, töltéssel rendelkező részecskék, így az elektrolízis hatásfoka nagyon kicsi. Ezért a valóságban híg sóoldatokat szoktak elektrolizálni, melyben a vízbontás

érdekében valamilyen nagyon negatív standard-elektrodpotenciálú fémionnak és összetett anionnak kell lennie (pl. Na_2SO_4). **A hidrogén a katódon fejlődik:**



Oxigén és nitrogén

Az oxigént és nitrogént az iparban levegő cseppfolyósításával, majd annak frakcionált desztillációjával nyerik. Nagytisztaságú oxigén elektrokémiai úton (elektrolízissel) is előállítható, azonban ez az eljárás nagyon drága.

Kénsavgyártás

A kénsav alapvegyyszer, laborban nem állítjuk elő. Iparban legelterjedtebben a **kontakt kénsavgyártással** termelik. A módszer elemi kénből indul ki.

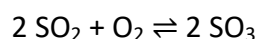
A technológia főbb lépései:

- **kén-dioxid előállítása,**
- **kén-trioxid előállítása,**
- **kén-trioxid elnyelése tömény kénsavban,**
- **a kapott oldat visszahígítása.**

A fent említett lépések természetesen nagyon elnagyoltak, csak a folyamat lényegét mutatják.

Kén égetésével vagy szulfidércek pörkölésével állítják elő a kén-dioxidot.

A következő lépésben az előzőleg előállított **kén-dioxidot kén-trioxiddá oxidálják:**



A folyamat **egyensúlyra vezető és exoterm**. Ez egy kulcslépése a kénsavgyártásnak. Fontos, hogy a reakció minél gyorsabban menjen végbe úgy, hogy az egyensúly minél inkább a termék képződésének az irányába legyen eltolva. Mivel a **reakció exoterm**, ezért pl. **a hő elvonás (hűtés) tolja el az egyensúlyt a termék képződésének az irányába. A hűtéssel**

azonban vigyázni kell, mert a rendszert minél jobban lehűtjük, annál lassabban megy végbe a folyamat, illetve egy bizonyos hőmérséklet alatt a reakció egyáltalán nem megy végbe. Ennek az az oka, hogy minél alacsonyabb a hőmérséklet, annál kevesebb reaktáns rendelkezik a reakcióhoz szükséges energiával (lásd a reakciókinetikánál korábban). Mit tegyünk ilyenkor, ha a hűtés a képződés irányába tolná el az egyensúlyt, azonban ugyanez a reakciósebességet lassítaná? Katalizátort kell alkalmazni! A valóságban tehát **vanádium-pentaoxid (V₂O₅) katalizátor mellett, optimalizált 400-500 °C-on játszatják le a reakciót.**

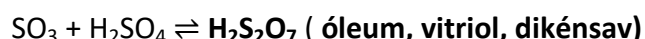
A katalizátor és a megfelelő 400-500 °C közötti hőmérséklet mellett még viszonylag **nagy nyomást is kell alkalmazni,** mert az is kedvez a reakció termékképződés irányába való eltolódásának. Ennek oka: a reakció gázfázisú és közben anyagmennyiség-változás történik. A kiindulási anyagok oldalán 3-rész (mól, térfogat ...etc), míg a termékek oldalán 2-rész anyag található és a nyomás növelése a kevesebb mennyiségű anyag képződésének irányába tolja el az egyensúlyt (lásd legkisebb kényszer elve).

Összegezve, a körülmények a következők:

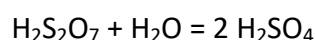
- **nagy nyomás,**
- **magas hőmérséklet (400-500 °C),**
- **katalizátor használata (V₂O₅).**

Az így előállított kén-trioxidot kb. 60-70 %-os kénsavban nyeletik el. Azért nem vízben történik az elnyeletés, mert az a reakció túlságosan exoterm, a fejlődő hő miatt a víz **felforrna és kénsavköd keletkezne,** ami nagyon nehezen kezelhető így sem egészségügyi sem munkavédelmi szempontból nem volna kedvező. Az elnyeletés után úgynevezett óleumot (amely 100%-os kénsav, ami további oldott SO₃-at is tartalmaz) kapnak, amelyet – igény szerint- visszahígítva nyerik a kész kénsavat.

Kén-trioxid oldása kénsavban:

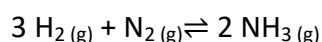


Az óleum hígítása:



Ammónia előállítása

Iparban direkt szintézissel (ammóniaszintézis). A reakció alapja a következő:



Jól látható, hogy a reakció egyensúlyi. Megfelelő körülményeket kell biztosítani ahhoz, hogy a reakció végbemenjen, és viszonylag jó hatásfokkal legyen eltolva a termék képződésének irányába. A kénsavgyártásnál megismert kén-trioxid előállítással analóg körülményeket kell biztosítani, mivel ez a reakció is exoterm, és a bal oldalon több térfogategységű gáz van. A szintézis főbb lépései a következők:

- **nitrogén és hidrogén előállítása;**
- **előállított gázok tisztítása;**
- **megfelelő körülmények biztosítása mellett a szintézis megvalósítása.**

Nitrogént levegő cseppfolyósításával, hidrogént pedig a korábban megismert módokon állítanak elő (pl. metán+ vízgőz). A gázokat ezután külön-külön egy gáztisztító berendezésen vezetik át a szintézis szempontjából zavaró szennyezők eltávolítása végett. A megtisztított gázokat egy nagy reaktorba vezetik, ahol a szintézist előidézik. A reakciót a következő paraméterek mellett végzik:

- **nagy nyomás (kb.:30 MPa);**
- **viszonylag alacsony hőmérséklet (400-500 °C);**
- **vaskatalizátor alkalmazása.**

A nagy nyomás alkalmazására azért van szükség, mert a termék oldalon kevesebb térfogategységű gáz van, a nagyobb nyomás pedig a kisebb térfogategység felé tolja el az egyensúlyt.

A hőmérséklettel már bonyolultabb játszani. A helyzet a kén-trioxid esetén megismertekhez hasonló. Mivel a reakció exoterm, ezért a minél alacsonyabb hőmérséklet tolja el az egyensúlyt a képződés irányába, azonban vigyázni kell, mert alacsony hőmérsékleten a reakció vagy nagyon lelassul, vagy végbe sem megy. Ezért katalizátor (amely gyorsítja a reakciót) jelenlétében 400-500 °C az optimális a szintézisre.

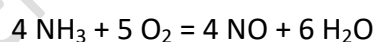
A fent említett paraméterek között egy lépésben a kiindulási gázelegy mindössze 15%-a alakul csak át ammóniává, azonban az elreagálatlan gázokat újra felhasználják, egymás után többször, és így a szintézis konverziója (teljes átalakulása a kiindulási elegynek többszöri visszavezetés és újbóli reakció után) elérheti a 97-98%-ot, ami már kielégítő hatásfoknak mondható.

Salétromsav

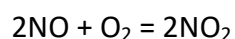
Laborban nem állítják elő, alapvegyszernek számít. Ipari előállítása számos lépésből áll. Kiindulási anyagként ammóniát használnak. A főbb lépések a következők:

- ammónia oxidálása nitrogén-monoxiddá;
- nitrogén-monoxid nitrogén-dioxiddá való oxidációja;
- nitrogén-dioxid elnyelése vízben oxigén jelenléte mellett.

Az első lépést platina katalizátor mellett 700 °C-on végzik:



A keletkező NO a levegő oxigénjével azonnal nitrogén-dioxiddá oxidálódik:

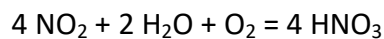


Írta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

Honlapcím: <https://www.emeltkemiaerettsegi.hu/>

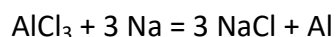
37. fejezet: Összefoglaló, fontosabb szerves vegyületek előállítása (kémia emelt szintű érettségire)

Utolsó lépésben a **nitrogén-dioxidot oxigén jelenlétében elnyeletik vízben**. Az oxigén jelenléte kulcsfontosságú, anélkül nem tisztán salétromsavat, hanem csak egy savelegyet (salétromossav és salétromsav elegyét) kapnánk.



Alumínium előállítása

Alumíniumra nagy mennyiségben van szükség az iparban. Régen az úgynevezett *Wöhler-eljárást* alkalmazták, melynek lényege az, hogy az alumíniumot alumínium-kloridból nátrium segítségével kiredukálják. Ma már ez az eljárás nem használatos.



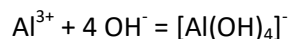
Manapság az előállítása alumínium-oxid (timföld, Al_2O_3) elektrolízisén alapul. Az alumíniumgyártás nyersanyaga, az alumínium érce a bauxit. Az előállítási folyamat két nagy lépésre bontható szét:

- **timföld előállítása bauxitból,**
- **timföld olvadékelektrolízise.**

Timföld előállítása bauxitból

Legelterjedtebben a **Bayer-féle eljárást** alkalmazzák. Ennek kezdeti lépése egy **lúgos feltárás**. A kibányászott bauxit vöröses. Alumíniumvegyületeken kívül nagy mennyiségben tartalmaz még vas-oxidokat és különböző szilikátokat. Színét is a benne lévő vas-oxidoknak köszönheti.

Az **eljárás során magas hőmérsékleten, tömény, erős lúggal (NaOH) kioldják a bauxitból az alumínium tartamú vegyületeket**. Ez azért **lehetséges, mert az alumíniumvegyületek többsége amfoter sajátságot mutat**, míg a bauxitban található többi összetevő nem. Ily módon a tömény lúg hatására az alumíniumvegyületek komplex formában oldatba mennek, és az oldatfázis részeként elválaszthatóak a salakanyagoktól.



A visszamaradó vörös színű salakanyagot **vörösiszapnak** hívják. A lúgos feltárás után **ülepítés és szűrés segítségével elválasztják tehát az alumíniumot tartalmazó oldatot a vörösiszaptól**. A vörösiszap tárolását nagy körültekintéssel kell kivitelezni.

Az elválasztott alumíniumot tartalmazó **oldatot lehűtik és hígítják**. A hűtés és hígítás hatására hatására **vízben rosszul oldódó fehér alumínium-hidroxid csapadék válik ki az oldatból**:



A kiváló csapadékot leszűrik, és csőkemencében kivitelezett magas hőfokú izzítással timfölddé alakítják; ezt a folyamatot kalcinálásnak nevezik.



Az így kapott timföld ekkor áll készen az elektrolízisre.

Timföld olvadékelektrolízise

A folyamatnak ezen a pontján azonban szembesülni kell egy hatalmas **problémával**. A **timföld megolvasztásához nagyon sok energia kell**, mert olvadáspontja nagyon magas, 2070 °C körüli, ilyen feltétel mellett nagyon drága, veszteséges lenne az alumínium gyártása. **Ennek kiküszöbölésére egy ásványt, kriolitot** (nátrium-hexafluoro-aluminát, Na_3AlF_6) **használnak adalékanyagként, amely csökkenti a rendszer olvadáspontját**. A kriolit olvadáspontja alacsonyabb, 1000 °C körül van. Megolvasztják a kriolitot, majd ebben az olvadékban oldják fel a timföldet, a hőmérsékletet továbbra is kellően magasán tartva, de így jóval gazdaságosabban 900 °C körüli hőmérsékleten végezhetik az elektrolízist.

Az elektrolizáló berendezés érdekesen néz ki. Az alumíniumkohó (ebben zajlik az elektrolízis) alja grafitval van bélelve, ez az elektrolizáló cella negatív pólusa, vagyis a katód. Itt történik az alumíniumionok redukciója. Anódként egy hatalmas grafitömb van kapcsolva, melyet egyszerűen a timföldes olvadékra helyeznek. Itt történik az oxidáció, oxigéngáz fejlődik. Az elektrolízis alatt a kohó alján redukálódik ki tehát az alumínium, melyet folyamatosan elvezetnek. A frissen keletkező, folyékony alumíniumot a felette lévő olvadékréteg védi az visszaoxidálódástól. További érdekesség, hogy az anód elektród anyagát, vagyis magát a grafitömböt időnként pótolni kell, ugyanis a felületén keletkező

magas hőmérsékletű oxigéngázzal a grafit reakcióba lép, szén-monoxid/szén-dioxid gázelegy képződése mellett.

anód: $6 \text{O}^{2-} = 3 \text{O}_2 + 12 \text{e}^-$ (pozitív pólus, oxidáció)

katód: $4 \text{Al}^{3+} + 12 \text{e}^- = 4 \text{Al}$ (negatív pólus, redukció).

A folyamat bruttó egyenlete: $2 \text{Al}_2\text{O}_3 = 4 \text{Al} + 3 \text{O}_2$

A fent leírt egyenletek más sztöchiometriai együtthatókkal is felírhatóak, a lényeg csupán annyi, hogy a anódos és katódos folyamatban a leadott és felvett elektronok mennyisége megegyezzen.

Az alumíniumgyártás rendkívül energiaigényes. Sok energiát kell fordítani az olvadék előállítására és még többet magára az elektrolízisre. Az alumíniumgyárakat ezért érdemes erőművek mellé telepíteni (főleg olyanok közelébe, melyek olcsó villamos energiát tudnak előállítani).

A vas ipari előállítása, a vasgyártás

Az iparban hatalmas mennyiségben állítanak elő vasat. **Előállítása meglehetősen energiaigényes.** A módszer a különböző **vasérc** **szenes redukcióján alapul.** Vasércek közül a következők keverékét használják:

- **magnetit**, más néven mágnesvasérc (Fe_3O_4)
- **hematit**, más néven vörösvasérc (Fe_2O_3)
- különböző **barnavasérc**, például a limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \times \text{XH}_2\text{O}$)
- **sziderit**, más néven vaspát (FeCO_3)

A különböző **vasércet először aprítják**, majd **salakképző anyaggal** (mészke vagy **dolomit**) **keverik össze.** Ezután ezt fokozatosan **elkezdik a koksszal váltakozva felülről beadagolni a nagykohóba**, ahol a különböző **redukciós folyamatok** végbemennek.

A nagykohóban a **hőmérséklet fentről lefele nő**, legalul a maximális hőmérséklet elérheti az 1500 °C-ot is. A magas hőmérséklet hatására beindulnak a redukációs folyamatok. A **koksznak hármass szerepe van** a vasgyártásban. **Egy része elég**, és exoterm égése lévén **biztosítja a redukációs folyamatokhoz szükséges hőmérsékletet**, a **másik része részt vesz magában a redukcióban**, harmadrészt pedig **ötvözi a vasat**.

A vasgyártásnál **segédanyagként forró levegőt fúvatnak be alulról a salakréteg felett**. Erre azért van szükség, hogy a **koks égni tudjon**, és ezáltal a folyamat energiaigénye fedezve legyen. Hideg levegőt nem lehetne befúvatni, mert az lehűtené a rendszert. (A levegőt hőcserélő berendezésen átfújatva melegítik fel, hőmérséklete elérheti az 1200-1300 °C-ot is.) Fontos megjegyezni, hogy nagy körültekintést igényel a **kénszennyezés elkerülése**, ugyanis a kén rontaná mind az nyersvas, mind az acél tulajdonságait.

A **salakképzőnek** is kulcsfontosságú szerepe van. Ez a segédanyag a **vasérc különböző szennyeződéseivel reagál és képez olvadt salakot**. Ez a salakréteg alul a **nyersvas tetején úszik**. Ily módon **egyrészt képes tisztítani a nyersvasat a szennyezőktől, valamint elzárja azt az oxigéntől, így megvédi az oxidációtól**. A **kohó legalján keletkező vasat folyamatosan csapolják** a salakanyaggal együtt. Emiatt az alapanyagokat is folyamatosan adagolni kell.

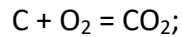
A **kohó tetején távozik a torokgáz**, amely a folyamat során képződött forró gázokat (CO, CO₂ stb.) jelenti. Ezeket a gázokat is felhasználják, például úgy, hogy hőcserélőkbe bevezetik, és a leadott hőjükkel felmelegítik a befúvandó levegőt.

A kohóban **nem csak a szén redukálja a vasércet, hanem a szén égéséből keletkező szén-monoxid is:**

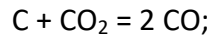
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} = 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}$ Ez az úgynevezett **közvetlen redukció**, azért közvetlen, mert maga a szén redukál. A folyamatot természetesen minden beadagolt vasércel külön-külön fel lehet írni.
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{CO} = 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$ Ez az úgynevezett **közvetett redukció**, mivel itt nem a szén redukál, hanem a belőle képződött szén-monoxid.

A nagyolvasztóban természetesen **más kémiai folyamatok** is végbemennek. Ilyen például a

- **szén égése**, amely biztosítja a redukcióhoz szükséges hőt:



- **a szén-dioxid is képes redukálódni az izzó szén által:**



- **salakképzés**, melyben különböző szilikátok (CaSiO_3) képződnek.

A kohóban **előállított nyersvas nem tiszta**. Viszonylag **nagy mennyiségben** (3-4 tömegszázalékban) **szénnel van ötvözve**. Emiatt **rideg, törékeny, csakis öntésre alkalmas**. A nyersvas egy kisebb részéből öntött vasat készítenek, nagyobb részét pedig **acél előállítására használják**.