

Dr. Lőrinczi Bálint

egyetemi tanársegéd

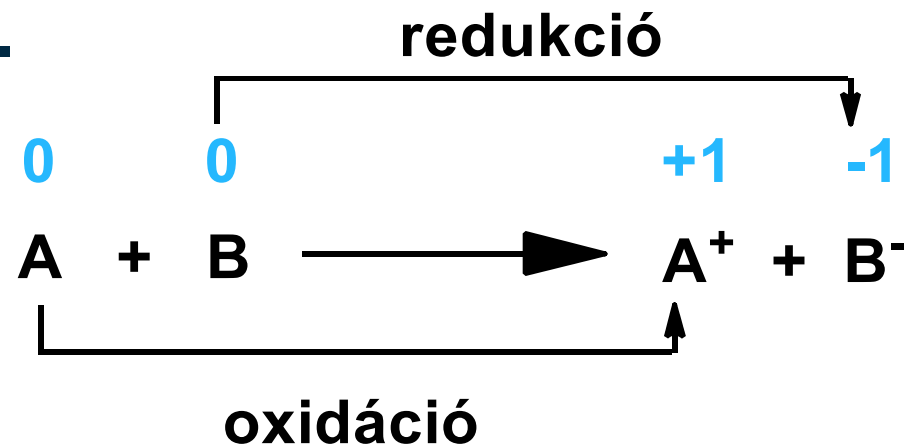
SZTE Gyógyszerésztudományi Kar

Redoxi reakciók

(a szerves kémiában)

Redoxi reakciók

- Elektronátmenettel (és oxidációs szám-változással) járó reakciók, amelyek két részfolyamatból állnak: redukcióból és oxidációból. A két folyamat csak egymás jelenlétében mehet végbe.
- A anyag: oxidálódik (oxidáció megy rajta végbe), elektront ad le, redukálószerként vesz részt (oxidációs száma nő).
- B anyag: redukálódik (redukció megy rajta végbe), elektront vesz, oxidálószerként funkcionál (oxidációs száma csökken).



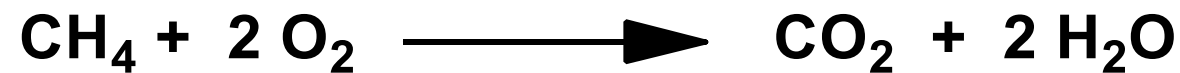
Redoxi reakciók

Redoxi reakciók a szerves kémiában:

- a) reakció oxigénnel (égés)
- b.) szénhidrogének redoxi reakciói
- c.) alkoholok reakciója nátriummal
- d.) alkoholok, oxovegyületek oxidációja
- e.) oxovegyületek, karbonsavak redukciója
- f.) pirrol reakciója káliummal

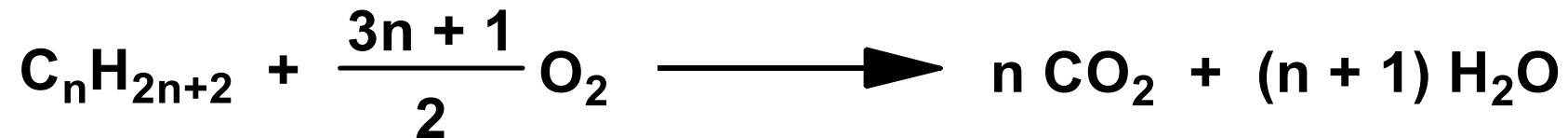
a.) Reakció oxigénnel (égés)

- A telített szénhidrogének éghetőek: a gáz halmazállapotúak a levegővel robbanóelegyet alkotnak (pl. sűjtőlég: metán + levegő), a folyadékok gyúlékonyak, gőzeik szintén robbanóelegyet alkotnak a levegővel. Tökéletes égésük szén-dioxidot és vizet eredményez.

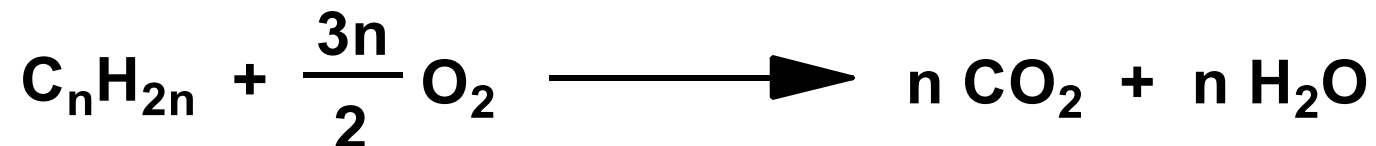


metán

- Égésük általános reakcióegyenlete alkánok esetében:



- Cikloalkánok esetében:



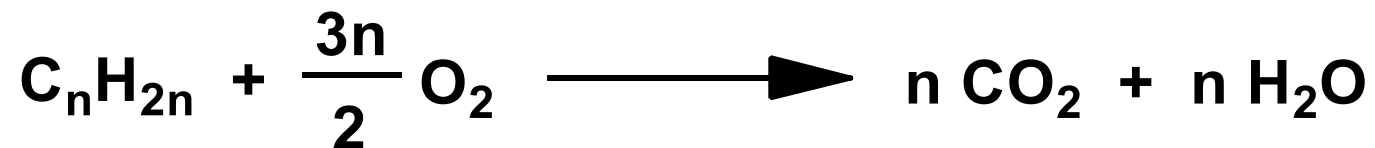
a.) Reakció oxigénnel (égés)

- A telítetlen szénhidrogének szintén éghetőek, azonban nagy szén- és kis hidrogéntartalmuk miatt kormozó lánggal égnek. Az így keletkezett koromszemcsék az étén esetében magas hőmérsékleten izzanak, aminek eredményeként a láng világító.



etén

- Égésük általános reakcióegyenlete egy darab kettős kötés esetén:



a.) Reakció oxigénnel (égés)

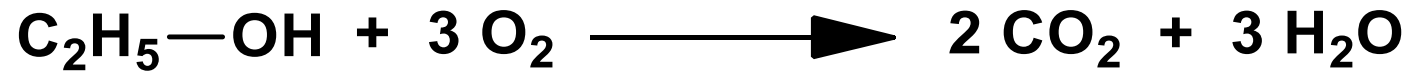
- A hármass kötést tartalmazó telítetlen szénhidrogének is éghetőek, az előző példához hasonlóan kormozó lánggal égnek.
- Az etin égése is erősen kormozó, nagy fénnyel jár (régen ezért használták karbidlámpákban). Ugyanakkor a levegővel robbanóelegyet alkot.



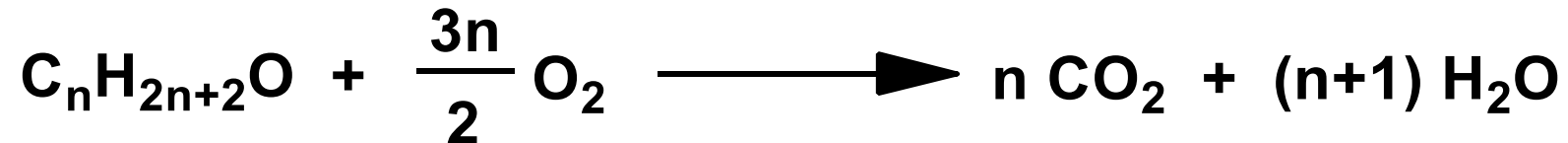
etin
acetilén

a.) Reakció oxigénnel (égés)

- Alkoholok tökéletes égése etilalkohol esetében:



- Általános képlettel:



- Aldehidek tökéletes égése formaldehid esetében:

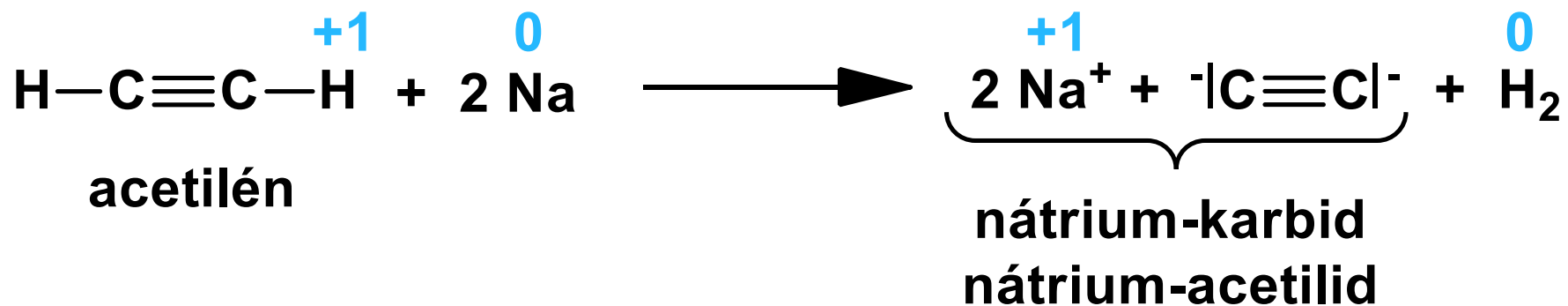


formaldehid

b.) Szénhidrogének redoxi reakciói

Acetilén reakciója nátriummal

- Az acetilénben található C–H kötés nagyobb polarizálhatósága miatt a proton (H⁺) megfelelő hatásra leszakadhat, és hidrogénné redukálódhat. Ez játszódik le az acetilén erős bázisokkal végbemenő reakciójában, ahol az acetilén gyenge kétértékű savként viselkedik. A reakció során keletkező acetilidek, azaz karbidok robbanékonyak.



b.) Szénhidrogének redoxireakciói

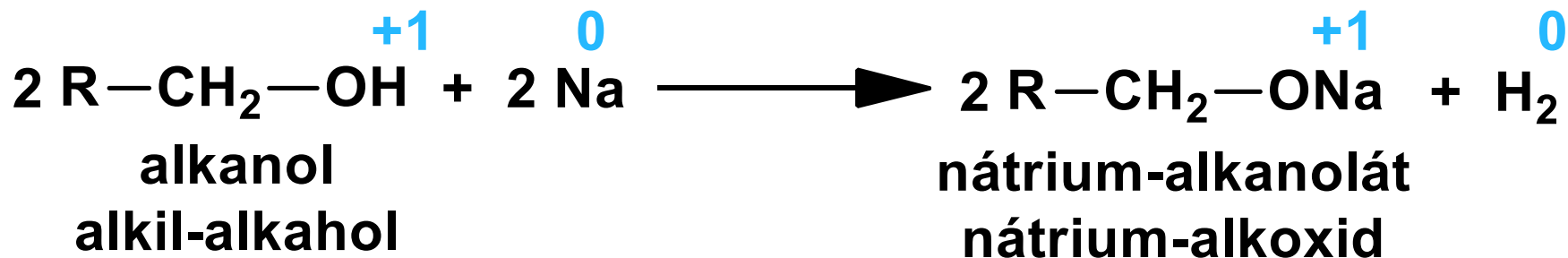
Szintézisgáz előállítása

- A földgáz energiahordozó tulajdonságán felül nagy mennyiségű metántartalma miatt felhasználható szintézisgáz előállítására. Ennek során a metán magas hőmérsékleten vízgőzzel reagál, ami szén-monoxidot és hidrogén gázt eredményez. Ezen két gáz bármilyen arányú elegyét szintézisgáznak nevezzük, és igen sok szerves vegyület (pl. metanol) előállításánál használják.



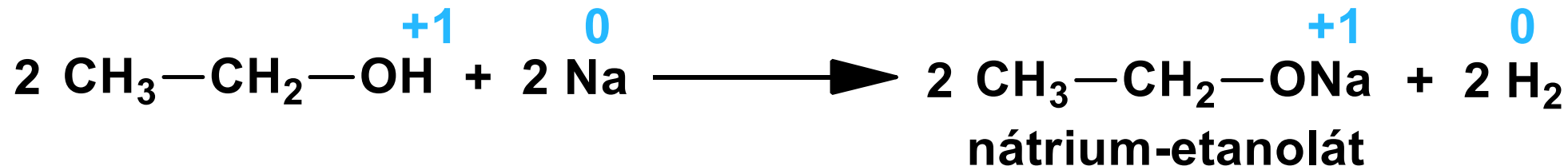
c.) Alkoholok reakciója nátriummal

- Vízmolekulához hasonlóan az alkoholmolekulák is képesek (igen kismértékben) öndisszociációra: a poláris hidroxilcsoportról proton (H^+) hasadhat le, melyet az oxigénatom nem kötő elektronpárjával képes befogadni. Ennek értelmében az alkoholok a Brönsted-elméletet követve nagyon gyenge savak (azonban vizes oldatuk semleges kémhatású).
- A gyenge savi jelleget támasztja alá, hogy nátriummal és káliummal képesek redoxi reakcióba lépni (a vízhez hasonlóan, de annál kevésbé hevesen).

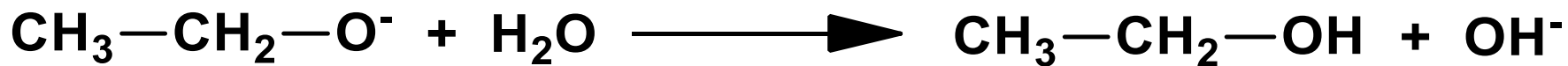


c.) Alkoholok reakciója nátriummal

- Etanollal a reakció:



- Az így keletkezett termékek ionvegyületek, amelyek vízben lúgosan hidrolizálnak (gyenge savak erős bázissal alkotott sói)



- Reaktivitás tekintetében a primer alkoholok reakciója a fém nátriummal a leggyorsabb, míg a tercier alkoholok reagálnak a leglassabban.

d.) Alkohokok, oxovegyületek oxidációja

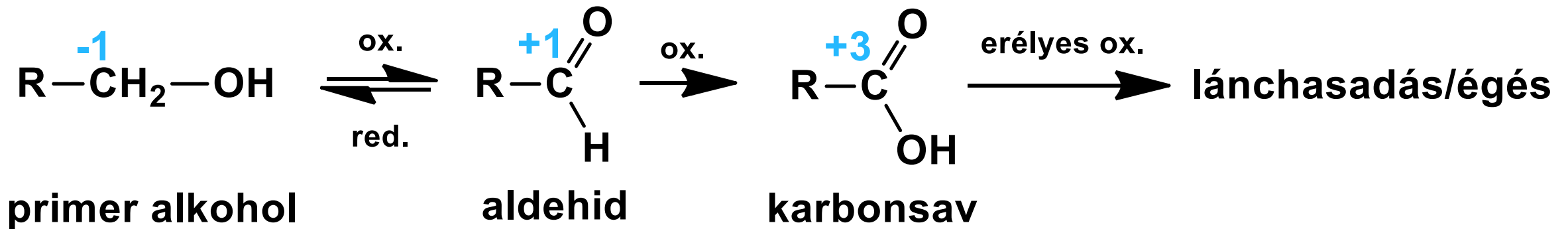
Primer alkoholok oxidációja aldehiddé és tovább, karbonsavvá

- Az alkoholok égetésén felül más módszer is rendelkezésre áll azok oxidálásához. Ha enyhe oxidálást hajtunk végre, például izzó réz(II)-oxid (CuO) felhasználásával, úgy egyértékű alkoholokból aldehideket kaphatunk.
- Erélyesebb oxidálószer használva, például kálium-permanganátot (KMnO_4) kénsavas környezetben, úgy az aldehidek tovább oxidálhatóak karbonsavvá.
- Ennél erélyesebb oxidálószer alkalmazása során a szénlánc felhasadhat, és sok komponensű elegy képződhet, vagy az adott anyag elégetéséről beszélhetünk.

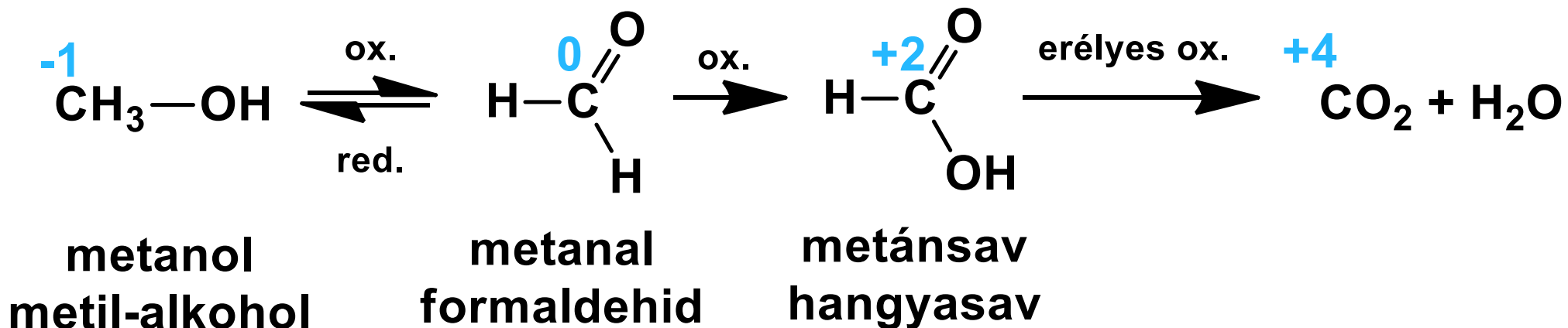
d.) Alkohokok, oxovegyületek oxidációja

Primer alkoholok oxidációja aldehiddé és tovább, karbonsavvá

- **Elsőrendű alkoholok oxidálása általános képletekkel:**



- **A metanol esetében:**

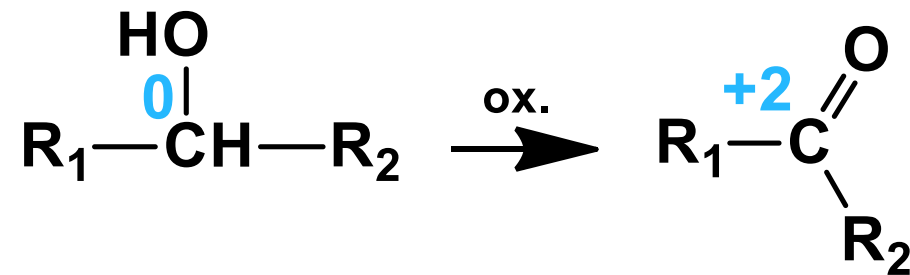


d.) Alkohokok, oxovegyületek oxidációja

Szekunder alkoholok oxidációja ketonná

- A szekunder alkoholok esetében az enyhe oxidáció (izzó CuO) ketont eredményez.

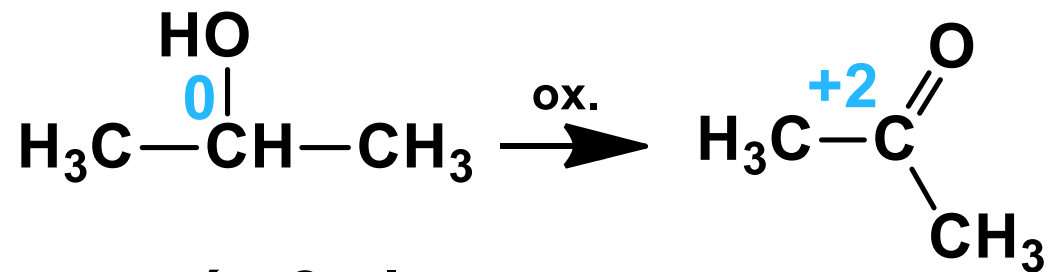
- Általános képlettel:



szekunder alkohol

keton

- Propán-2-ol esetében:



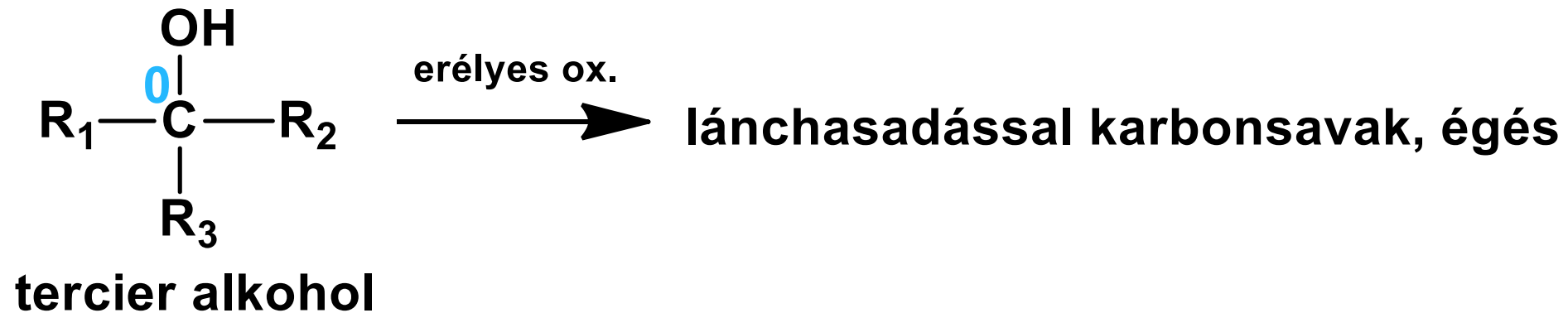
propán-2-ol

propán-2-on
aceton

d.) Alkohokok, oxovegyületek oxidációja

Tercier alkoholok: csak lánchasadással oxidálhatók

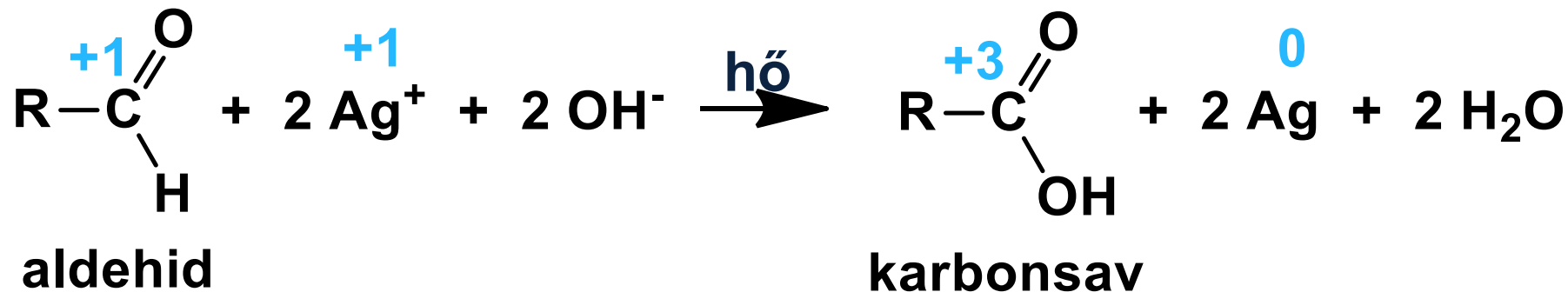
- A harmadrendű alkoholok ellenállnak az enyhe oxidálásnak, csak erélyes oxidálószerrel (pl.: forró tömény salétromsav) alkalmazása mellett hasad fel szénláncuk, karbonsavakat, széndioxidot és vizet eredményezve.



d.) Alkohokok, oxovegyületek oxidációja

Aldehidcsoport kimutatása (ezüstitűkőr-próba, Fehling-reakció)

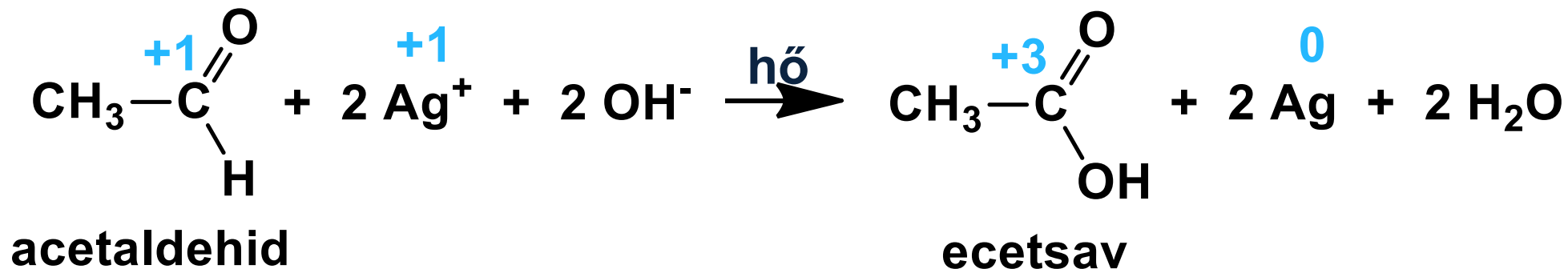
- Az aldehidek kimutatása könnyű oxidálhatóságukra épül. Adják az ezüstitűkőr- és Fehling-próbát.
- Az ezüstitűkőr-próba (Tollens-próba) esetében az aldehideket ammóniás ezüst-nitrát-oldattal reagáltatjuk, forró vízfürdőben tartva a reakcióelegyet. A reakció során az üvegedény falán elemi ezüst válik ki, ami tükörként funkcionál.
- Általános reakcióegyenlet:



d.) Alkohokok, oxovegyületek oxidációja

Aldehidcsoport kimutatása (ezüstitűkőr-próba, Fehling-reakció)

- Az aldehidek kimutatása könnyű oxidálhatóságukra épül. Adják az ezüstitűkőr- és Fehling-próbát.
- Az ezüstitűkőr-próba (Tollens-próba) esetében az aldehideket ammóniás ezüst-nitrát-oldattal reagáltatjuk, forró vízfürdőben tartva a reakcióelegyet. A reakció során az üvegedény falán elemi ezüst válik ki, ami tükörként funkcionál.
- Reakció acetaldehiddel:



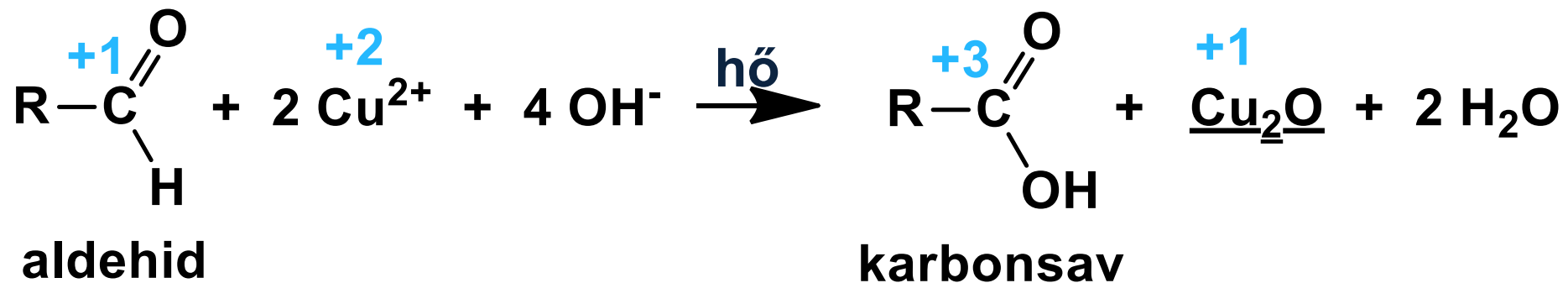
d.) Alkohokok, oxovegyületek oxidációja

Aldehidcsoport kimutatása (ezüstitűkőr-próba, Fehling-reakció)

- **Fehling-próba:**

- Fehling-I.-oldat: réz(II)-szulfát-oldat
- Fehling-II.-oldat: kálium-nátrium-tartarát + nátrium-hidroxid-oldat
- A két oldatot összekeverve réz(II)-hidroxid keletkezik, amely komplexet képez a kálium-nátrium-tartaráttal (átlátszó **kék oldat**).
- Aldehidet hozzáadva az oldathoz a réz(II)-hidroxidot réz(I)-hidroxiddá redukálja, ami enyhe melegítésre **téglavörös réz(I)-oxid** csapadékká alakul.

- **Általános reakcióegyenlet:**



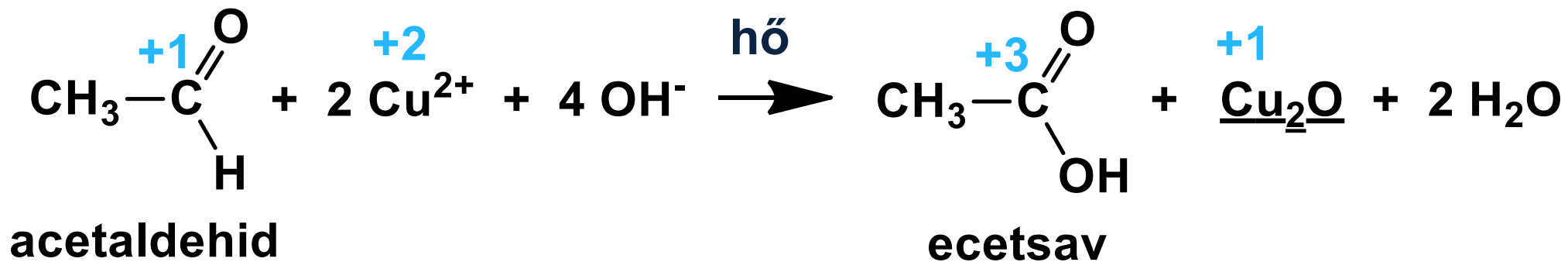
d.) Alkohokok, oxovegyületek oxidációja

Aldehidcsoport kimutatása (ezüstitűző-próba, Fehling-reakció)

- **Fehling-próba:**

- Fehling-I.-oldat: réz(II)-szulfát oldat
- Fehling-II.-oldat: kálium-nátrium-tartarát + nátrium-hidroxid-oldat
- A két oldatot összekeverve réz(II)-hidroxid keletkezik, amely komplexet képez a kálium-nátrium-tartaráttal (átlátszó **kék oldat**).
- Aldehidet hozzáadva az oldathoz a réz(II)-hidroxidot réz(I)-hidroxiddá redukálja, ami enyhe melegítésre **téglavörös réz(I)-oxid** csapadékká alakul.

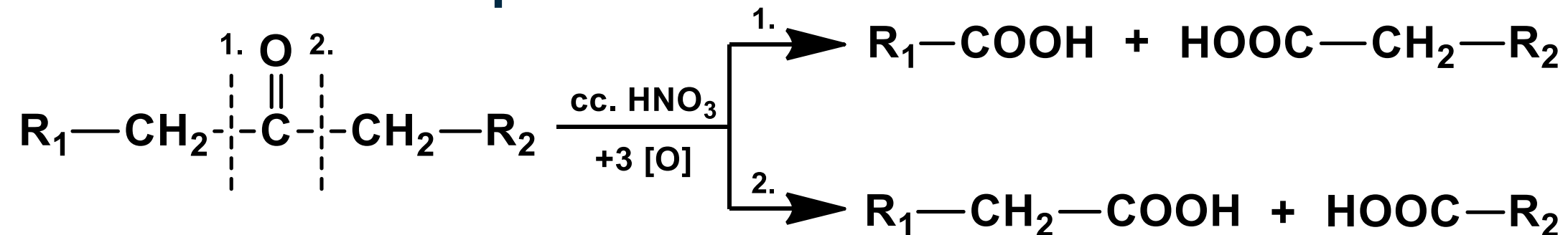
- **Reakció acetaldehiddel:**



d.) Alkohokok, oxovegyületek oxidációja

Ketonok oxidációja lánchasadással

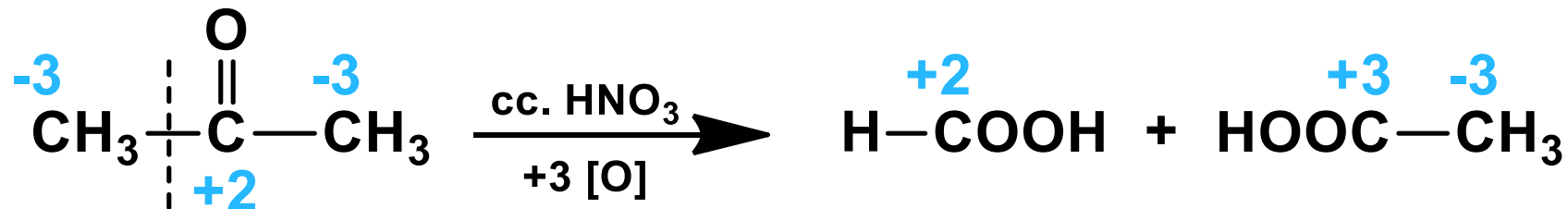
- A ketonok az aldehidekkel ellentétben nehezebben oxidálhatóak, a láncközi karbonilcsoport nehezebben vihető reakcióba (nem adják sem a Fehling-, sem az ezüstitükör-próbát).
- Erős oxidálószerekkel (pl. forró salétromsav) azonban oxidálhatóak, aminek a során a vegyület valamelyik C-C kötése felhasad, és több kisebb szénatomszámú karbonsav keletkezik.
- Általános képlettel:



d.) Alkohokok, oxovegyületek oxidációja

Ketonok oxidációja lánchasadással

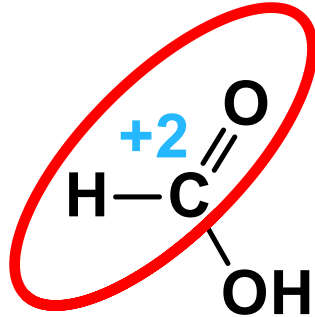
- A ketonok az aldehidekkel ellentétben nehezebben oxidálhatóak, a láncközi karbonilcsoport nehezebben vihető reakcióba (nem adják sem a Fehling-, sem az ezüstitükör-próbát).
- Erős oxidálószerekkel (pl. forró salétromsav) azonban oxidálhatóak, aminek a során a vegyület valamelyik C-C kötése felhasad és több kisebb szénatomszámú karbonsav keletkezik.
- Aceton esetében:



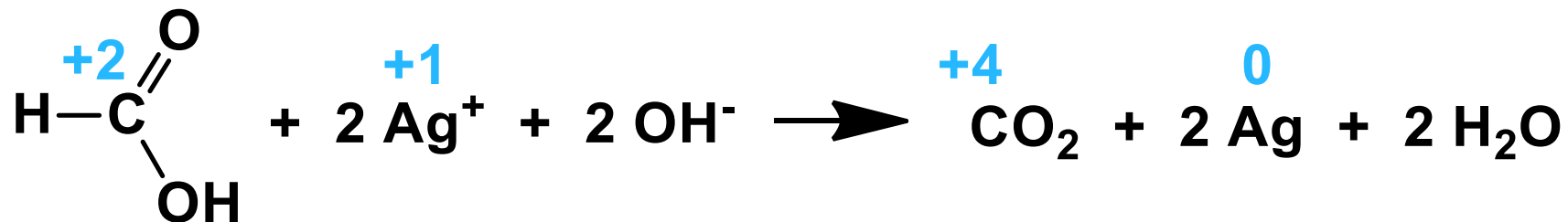
d.) Alkohokok, oxovegyületek oxidációja

Hangyasav oxidációja

- A karbonsavak többsége nem vagy csak erélyes körülmények között lép redoxi reakcióba, ellenben a hangyasav redukáló tulajdonságú. Ez a molekulájában található, az aldehidekerek jellemző, formilcsoportjának köszönhető.



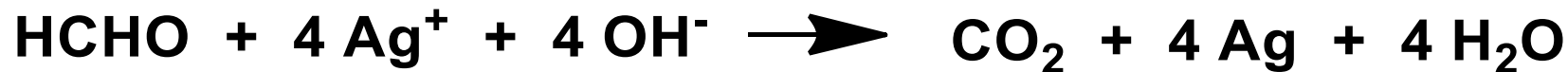
- Ezzel képes például adni az aldehidekerek jellemző ezüstitükör-próbát:



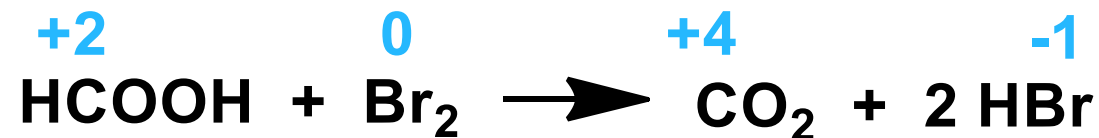
d.) Alkohokok, oxovegyületek oxidációja

Hangyasav oxidációja

- Formaldehid esetében végrehajtva az ezüstitükör-próbát, az első oxidáció következtében keletkező hangyasav szintén elreagál, így a formaldehid kétszer annyi anyagmennyiségű ezüstöt választ le, mint más egyértékű aldehid.

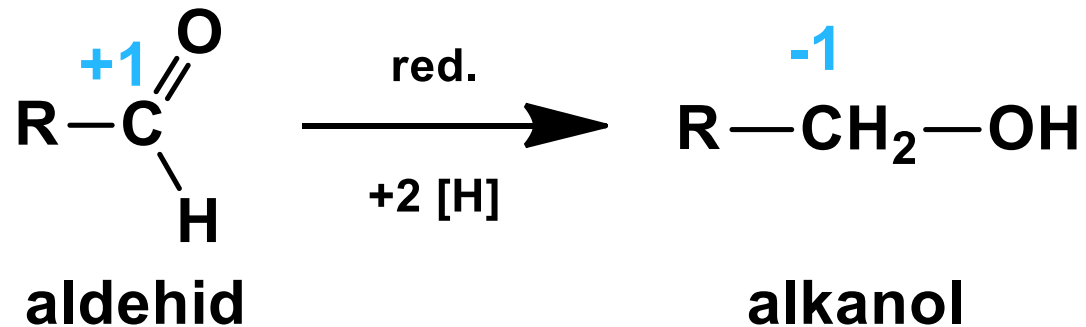


- Szintén ezen redukáló tulajdonságának tudható be reakciója brómos vízzel (elszínteleníti azt):

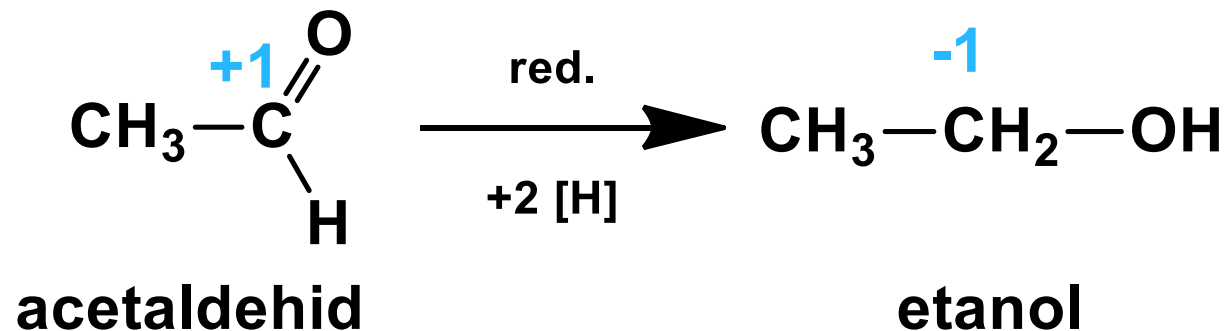


e.) Oxovegyületek, karbonsavak redukciója

- Az aldehidek redukcióra („hidrogénaddícióra”) is képesek, aminek a során elsőrendű alkoholok keletkeznek.
- Általános képlettel:

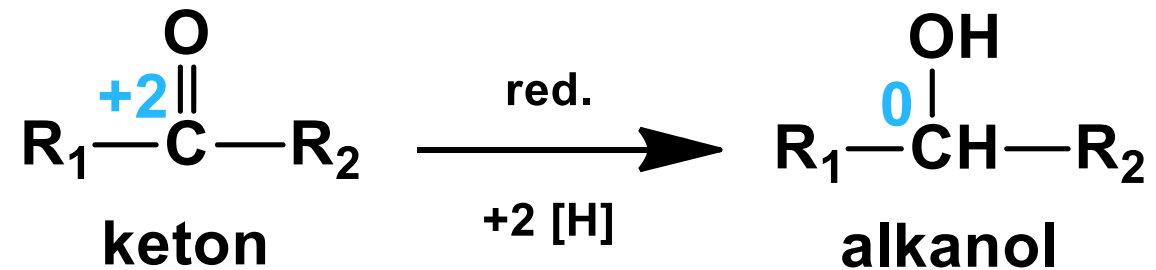


- Acetaldehid redukciója etanollá:

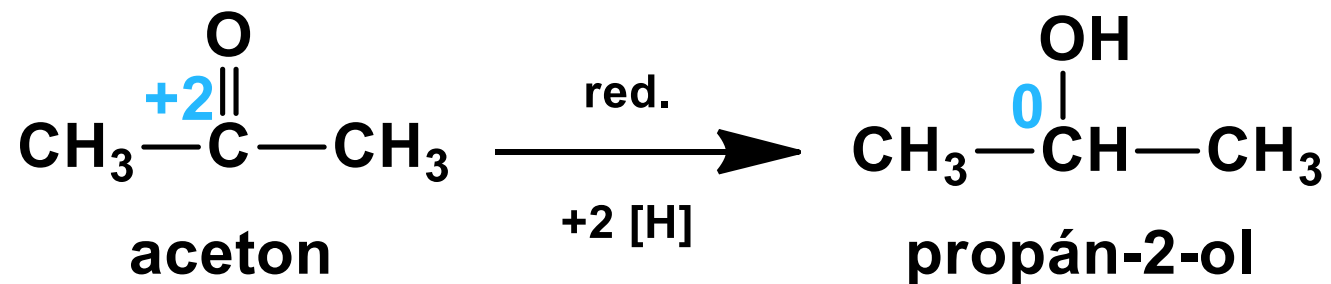


e.) Oxovegyületek, karbonsavak redukciója

- A ketonok redukciója (katalitikus hidrogénezése) során másodrendű alkoholok keletkeznek.
- Általános képlettel:

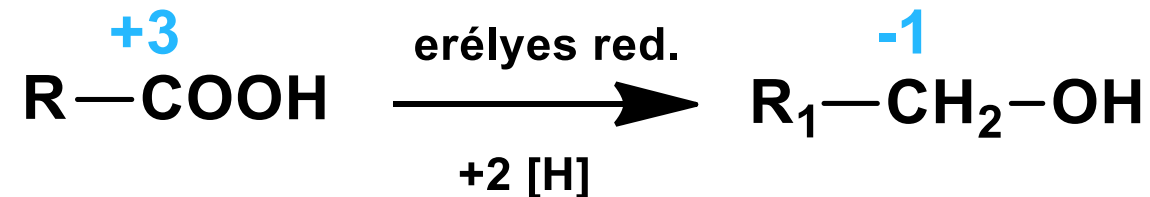


- Aceton redukciója propán-2-ollá:



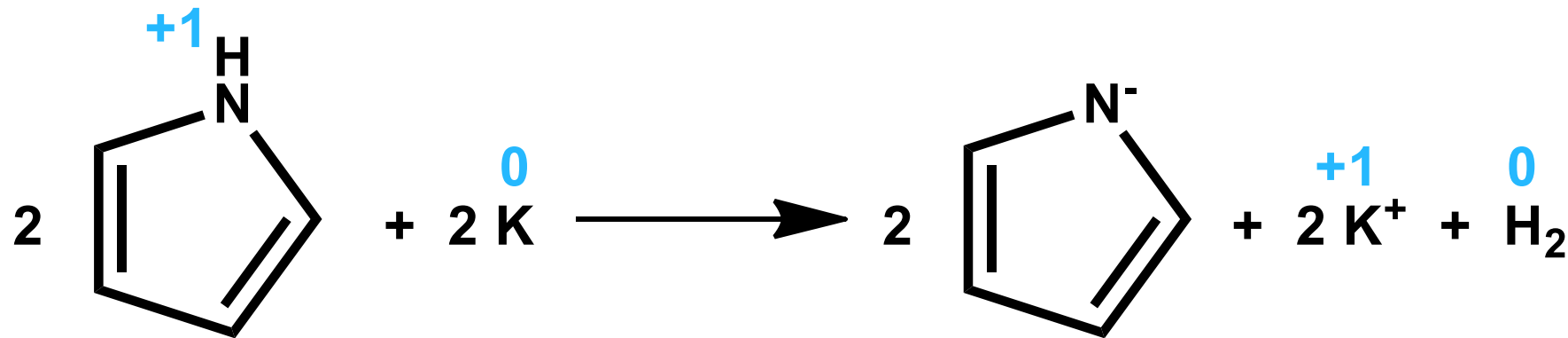
e.) Oxovegyületek, karbonsavak redukciója

- A karbonsavak csak erélyes körülmények között redukálhatóak, aminek során közvetlenül elsőrendű alkoholok keletkeznek.
- Általános képlettel:



f.) Pirrol reakciója káliummal

- A pirrol nitrogénjéhez kapcsolódó hidrogénje révén a molekula igen gyenge savként viselkedhet. Az alkoholokhoz, vagy acetilénhez hasonlóan reakcióba léphet káliummal, hidrogén gáz fejlesztése közben.



Köszönöm a figyelmet!

Sok sikert!