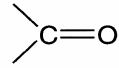


## VIII. KARBONÜÜLÜHENDID. REDOKSREAKTSIOONID

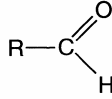
### MÕISTE JA NOMENKLATUUR

Karbonüülühendid on ained, mis sisaldavad karbonüülrühma ehk süsinikku, mille külge on kaksiksidemega seotud hapniku aatom:

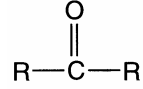


Karbonüülühendid jagunevad:

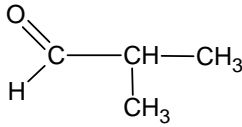
- **aldehüüdid** – sisaldavad **aldehüüdrühma** ehk karbonüülrühma, mis on seotud ühe süsiniku ja ühe vesiniku aatomiga.



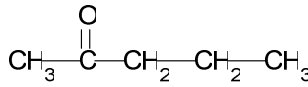
- **ketoonid** – sisaldavad **ketorühma** ehk karbonüülrühma, mis on seotud kahe süsiniku aatomiga.



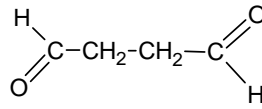
Näited ühenditest:



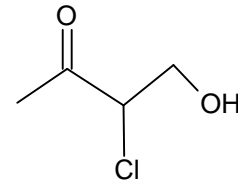
2-metüülpropanaal



pentaan-2-oon



butaandiaal

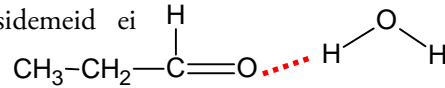


4-hüdroksü-3-klorobutaan-2-oon

### FÜÜSIKALISED OMADUSED

Enamik aldehüüde ja ketoone on **kergesti lenduvad vedelikud**. Selle põhjuseks on asjaolu, et aldehüüdide ja ketoonide molekulid **ei anna omavahel vesiniksidemeid**, sest puudub positiivse osalaenguga vesiniku aatom. Seetõttu on karbonüülühendite keemistemperatuurid madalamad vastavate alkoholide omast.

Lühema ahelaga karbonüülühendid on **veesõbralikud**. Metanaal, etanaal ja propanaal lahustuvad vees väga hästi. Nende molekulides on **negatiivse osalaenguga hapniku aatom**, mis saab anda **vee molekuli vesiniku aatomiga vesiniksidet**. Süsinikahela pikenedes lahustuvus väheneb, sest pika hüdrofoobse süsivesinikahela paigutamine vee molekulide vahele on energeetiliselt ebasoodne (tuleks lõhkuda vee molekulide vahelised vesiniksidemed, aga uusi vesiniksidemeid ei moodustu).

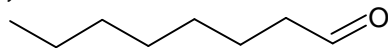


Huvitav on märkida, et ketooni lahustuvus on parem isomeerse aldehüüdi lahustuvusest, sest negatiivse osalaenguga hapniku aatom on molekuli keskel ja nii jäävad hüdrofoobsed süsivesinikahelad suhteliselt lühemaks. Meenutagem, et ka butaan-2-ool lahustuvus oli näiteks parem butaan-1-ooli lahustuvusest.

### FÜSIOLOOGILISED OMADUSED

Aldehüüdid ja ketoonid on **narkootilise toimega** ja **kahjustavad kesknärvisüsteemi**. Nad mõjuvad ärritavalt limaskestale, näiteks on rasva kõrvetamisel tekkiv propenaal kergesti lenduv mürgine aine ja tugev lakrimaator – ärritab nina ja silmi ning kutsus esile rohket pisarate voolu.

**Suurema molekuliga** aldehüüdid on aga pigem meeldiva lõhnaga – nad leiavad rakendust **parfümeerias ja toiduainetööstuses maitse ning lõhnaessentsidena!**



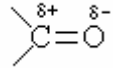
oktanaal – puuviljalõhn (apelsin, tsitruselised); nonanaal – roosilõhn!

### ESINDAJAD

- **metanaal e. formaldehüüd HCHO** on terava lõhnaga mürgine gaas, mille vesilahus on desinfitseerimisvahend (formaliin).
- **etanaal e. atsetaldehüüd CH<sub>3</sub>CHO** on toatemperatuuril keev mürgine vedelik, millel on oluline roll alkoholimürgituses ja joobele järgnevatel ebameeldivates aistingutes.
- **propanoon e. atsetoon CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>** on mürgine vedelik, mis on väga hea orgaaniline lahusti. Seda kasutatakse küünelakkides ja lakiemaldites!
- **bensaldehüüd** on mandlilõhnaline vedelik, mida kasutatakse maitse- ja lõhnaainena.

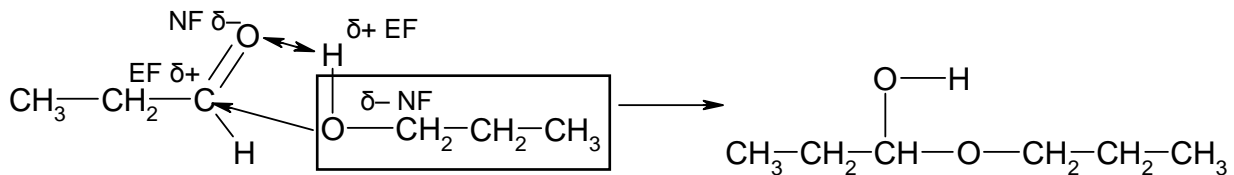
### KEEMILISED OMADUSED

Karbonüülrühmas on **kaksikside polaarne**, sest hapnik on elektronegatiivsem kui süsinik ning seega tõmbab ühiseid elektronpaare tugevamini enda poole. **Hapniku aatom omandab negatiivse osalaengu** ning on nukleofiilsete omadustega, **süsinik aga positiivse osalaenguga elektrofiilne tsepter**.



Polaarsed ühendid reageerivad karbonüülühenditega nii, et **esmalt ühineb reagenti nukleofiilne tsepter karbonüülrühma elektrofiilsustsentriga** ehk süsiniku aatomiga. Seega toimub **nukleofiilne liitumisreaktsioon**.

**Alkoholi nukleofiilne tsepter ründab** aldehüüdi elektrofiilset tseptrit ehk süsinikku. Moodustub kovalentne side. Nüüdseks juba elektrofiilne prooton (alkoholi molekuli vesiniku aatom) moodustab aga sideme karbonüülrühma hapniku ehk nukleofiilsustsentriga. Toimub ühinemisreaktsioon, saaduseks on **poolatsetaal**.

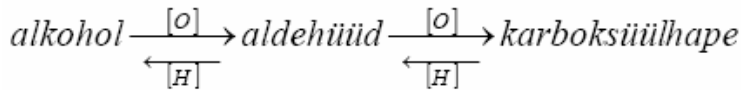


### REDOKSOMADUSED

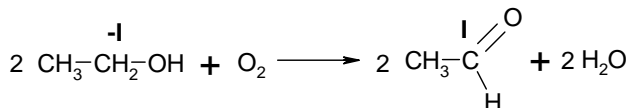
**Süsiniku oksüdatsiooniaste kasvab** järgmises reas vasakult paremale:

**primaarne alkohol → aldehüüd → karboksüülhape**

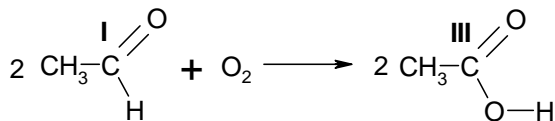
Järelikult toimuvad vasakult paremale oksüdeerumisreaktsioonid (nt O<sub>2</sub> toimel) ja paremalt vasakule redutseerumisreaktsioonid (nt H<sub>2</sub> toimel).



Inimorganismis moodustub **etanaal etanooli oksüdeerumise** tulemusena.



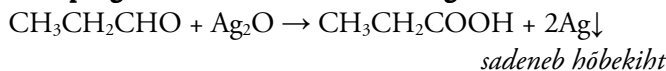
Etanaal oksüdeerub küll edasi **etaanhappeks**, kuid see protsess on aeglasem kui etanaali moodustumine.



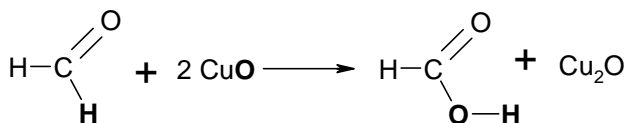
Niisiis võib organismi alkoholi tarbimise järel kuhjuda etanaali. Kuivõrd etanaal on ise õige **mürgine** ja moodustab lisaks organismis teiste ainetega väga **mürgiseid saadusi**, siis on tal oluline roll **alkoholimürgituses** ja joobele järgnevates ebameeldivates aistingutes.

Aldehüüdid võivad oksüdeeruda karboksüülhappeks ka **mõningate oksiidide toimel**:

- **hõbepeeglireaktsioon hõbe(I)oksiidiga**



- **reaktsioon vask(II)oksiidiga**



Reas **karboksüülhape → aldehüüd → alkohol** võivad aga vastupidi toimuda **redutseerumisreaktsioonid**, näiteks vesiniku H<sub>2</sub> toimel.

- etanaali hüdrogeenimine:  $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$