

Alt det søde – carbonylforbindelser og spejlbilledisomeri

Den rumlige opbygning af molekyler spiller en vigtig rolle i forståelsen af sukkers og andre sødestoffers egenskaber. Alle suktermolekyler, fx glucose, eksisterer i to former, som har forskellig rumlig opbygning og er hinandens spejlbilleder. Vi ser det samme fænomen ved aminosyrer. Imidlertid er det kun den ene af de to spejlbilledformer, som indgår i opbygningen af levende organismer.

På samme måde som en venstre handske kun passer til en venstre hånd, så vil receptorerne i kroppens celler kun vekselvirke med den ene af to spejlbilledformer – i fx lægemidler.

Carbohydrater, der i daglig tale kaldes kulhydrater, er næringsstoffer i vores kost. Det vigtigste carbohydrate er glucose, $C_6H_{12}O_6$, som også er en byggesten i mange andre carbohydrater. Glucose dannes ved fotosyntese i planter og omdannes ved fordøjelse af kosten til energi.

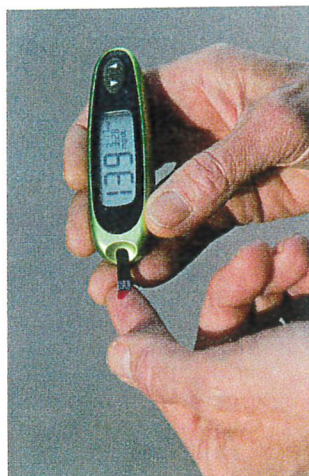
På grund af mange menneskers livsstilssygdomme som fedme og diabetes søges den eftertragtede søde smag i drikkevarer og mad i mange lightprodukter ved tilsætning af andre sødemidler, som ikke afgiver energi.



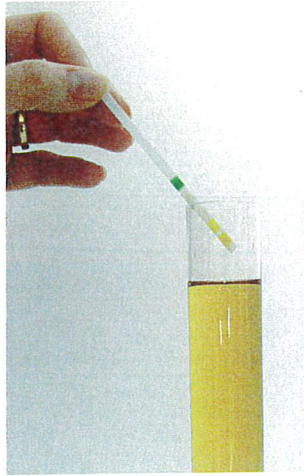
Cola Light er sødet med aspartam og acesulfamkalium, som begge er syntetiske sødemidler.

Mange sødestoffer er syntetiske, men et af de nyeste, stevia, forekommer i naturen og findes i planten *Stevia rebaudiana*.

For diabetikere er det vigtigt at kontrollere og regulere blodsukkerkoncentrationen. Det kan gøres med glucometre. Urin kan også testes for sukkerindhold med glucoseticks, der danner et farvestof med glucose.



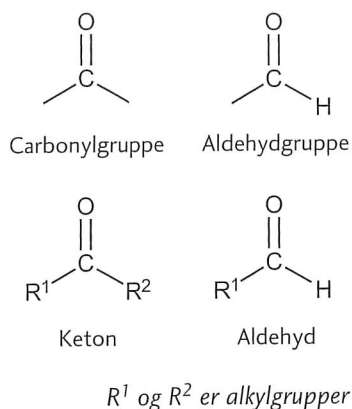
Glucometeret viser glucosekoncentrationen i blodet.



Test af urinprøver kan afsløre mange sygdomme. Hvis der er glucose og ketonstoffer i urinen, er der risiko for at patienten har sukkersyge.

Begge analysemetoder er baseret på, at glucose er et reducerende sukker med en carbonylgruppe $>\text{C}=\text{O}$, som kan oxideres.

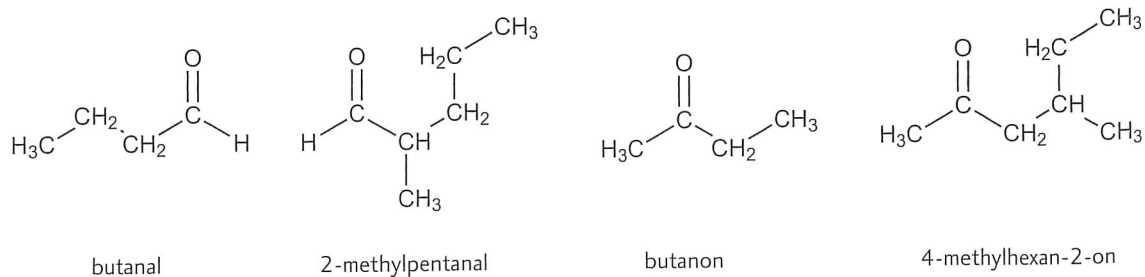
Carbonylforbindelser



Organiske forbindelser, som indeholder *carbonylgruppen* $>\text{C}=\text{O}$ kaldes carbonylforbindelser. Når carbonylgruppen sidder i enden af en carbonkæde og derfor er bundet til et H-atom, kaldes den funktionelle gruppe en *aldehydgruppe*. Den tilhørende stofklasse kaldes *aldehyder*. I stoffklassen *keton* er carbonylgruppen placeret inde i en carbonkæde.

Navngivning

Carbonylforbindelser navngives som de tilsvarende carbonhydrider (se *Kend Kemien 1*, kapitel 9), men tilføjes endelsen *-on* for ketoner og endelsen *-al* for aldehyder. For ketoner angives carbonylgruppens placering i carbonkæden med C-atomets nummer i kæden. Der anføres ikke et nummer for aldehydgruppens placering, da denne gruppe kun kan sidde i enden af en carbonkæde.



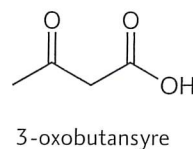
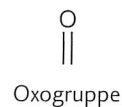
Begrund, hvorfor carbonylgruppens placering ikke angives med et nummer i butanon.

Når carbonylgrupper sidder i molekyler, som indeholder en funktionel gruppe med højere prioritet, opfattes $=O$ som en sidegruppe og kaldes en *oxogruppe*. Prioriteringen af funktionelle grupper ses i tabel 2 side 333.

Carbonylgrupperes egenskaber

Carbonylgrupper er polære, så ketoner og aldehyder har højere kogepunkter end de tilsvarende upolære alkaner. Da carbonylgrupper ikke kan danne hydrogenbindinger med hinanden, har ketoner og aldehyder meget lavere kogepunkter end de tilsvarende alkoholer og carboxylsyrer.

Tænk selv 6-1



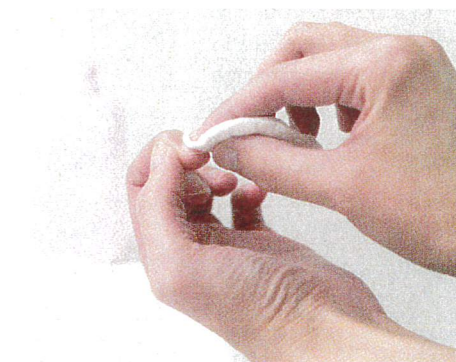
Tabel 6-1 Kogepunkter for organiske forbindelser med to C-atomer

Navn	ethan	ethanol	ethanal	ethansyre
Struktur	H_3C-CH_3	H_3C-CH_2-OH	$H_3C-C(=O)-H$	$H_3C-C(=O)-OH$
Kogepunkt/ $^{\circ}C$	-88,6	78,29	20,1	117,9

Forklar, hvorfor ethansyre har højere kogepunkt end ethanol.

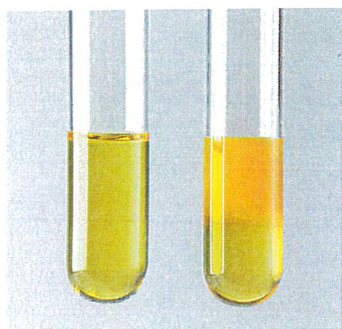
Tænk selv 6-2

Carbonylgrupper er hydrofile, da de kan danne hydrogenbindinger med vandmolekyler. Det er forklaringen på, at carbonylforbindelser med korte carbonkæder er blandbare med vand.

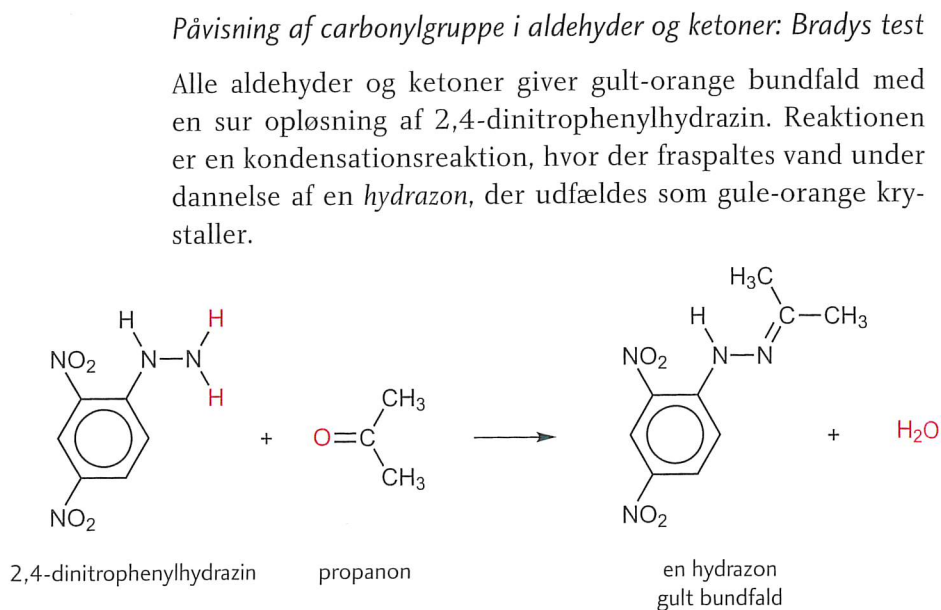


Acetone er en keton, propanon, som kan fjerne neglelak. Da acetone udtørre huden, bruges der i dag ofte nye neglelakkjernere, som ikke indeholder acetone.

Methanal er giftig og blandbar med vand. Medicinske præparater, som fx hjerner opbevares i en vandig opløsning af methanal, formalin.

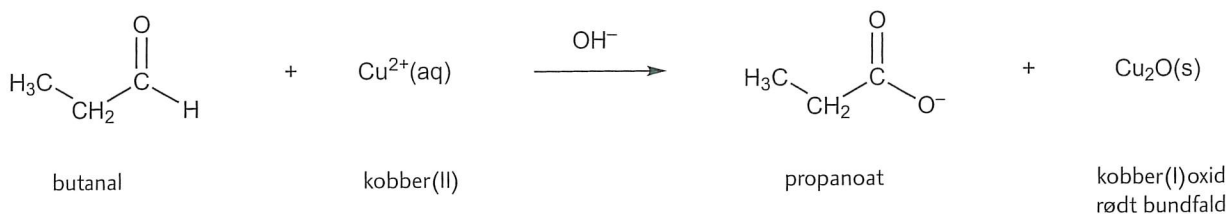


Den sure opløsning af 2,4-dinitrophenylhydrazin er svagt gullig. Ved tilsætning af en carbonylforbindelse dannes gul-orange krystaller.



Påvisning af aldehyder: Fehlings test

Aldehydgrupper giver rødt bundfald med Fehlings væske, der er en basisk opløsning af kobber(II)sulfat tilsat et salt af vinsyre. Det røde bundfald er kobber(I)oxid, der dannes ved reduktion af kobber(II)ioner. Samtidig oxideres aldehydgruppen til en carboxylgruppe, som afgiver en hydron i det basiske miljø og bliver til carboxylsyrens korresponderende base, carboxylat.



Tænk selv 6-3

Gør rede for, hvilket atom der oxideres, og hvilket atom der reduceres. Anfør oxidationstal for de atomer, der ændrer oxidationstal.

Tænk selv 6-4

Afstem redoxreaktionen.

Demo

Fehlings test

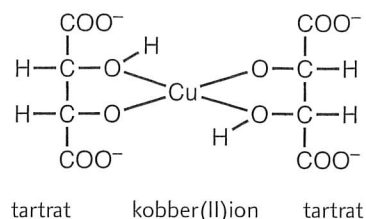
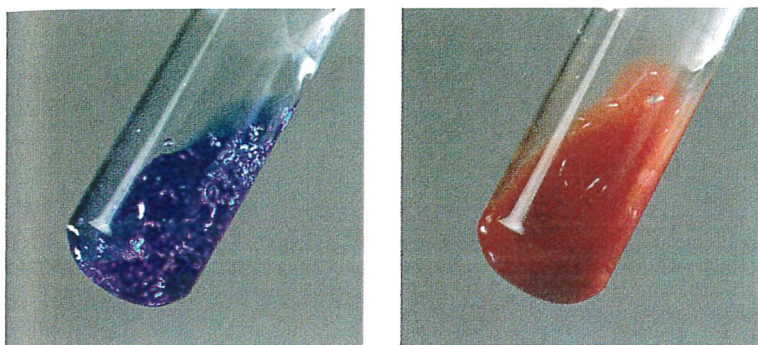
Fehlings væske er en mørkeblå opløsning af kobber(II)ioner i basisk væske sammen med et salt af vinsyre. Da kobber(II)ioner danner lyseblåt bundfald med hydroxid, beskyttes metalionerne med tartrat, T^{2-} , som kompleksdanner.

Tænk selv 6-5

Skriv reaktionsskemaet for reaktionen mellem kobber(II)ioner og hydroxid, hvor der dannes kobber(II)hydroxid.

Kobber(II)ionen binder to tartrationer, der hver afgiver en hydron, hvorved der dannes det mørkeblå kompleks CuT_2^{4-} . Kobber(II)tartrat er et kompleks med en kraftig blå farve. Hydroxygrupperne binder sig til kobber(II)ionen med deres ledige elektronpar i en plankvadratisk struktur.

Det er nemt at iagttage reduktionen af kobber(II)ionen til kobber(I)ion, der ikke danner kompleks med tartrat. Den blå farve forsvinder, og der ses et rødt bundfald af kobber(I)oxid, $\text{Cu}_2\text{O}(s)$.



Farveskift fra blå til rødt ved Fehlings test.

Ketoner reagerer ikke med Fehlings væske. Hvis en prøve giver gul-orange bundfald med Bradys test, kan en efterfølgende Fehlings test således afgøre, om carbonylforbindelsen er en aldehyd eller en keton.

Isomeri

Isomere stoffer har samme molekylformel, men forskellig opbygning. De adskiller sig fra hinanden ved at have forskellige strukturformler eller ved at have forskellig rumlig opbygning. Stoffer med samme molekylformel, men forskellige strukturformler er *strukturisomerer*, mens kemiske forbindelser, der kun adskiller sig fra hinanden ved deres rumlige opbygning, er *stereoisomerer*.



Hermann von Fehling
(1811-85)

Tysk kemiker, professor ved Polyteknisk Læreanstalt i Stuttgart. Han udviklede en analytisk metode til at bestemme glucose i en opløsning ved at veje det bundfald af kobber(I)oxid, der dannes ved reduktion af kobber(II)ioner.

Strukturisomerer inddeles i

- *kædeisomerer* med forskel i carbonskelettet
- *stillingsisomerer* med forskellig placering af den funktionelle gruppe
- *funktionsisomerer* med forskellig funktionel gruppe.

Butanal og butanon er isomere forbindelser. Gør rede for isomeriformen.

Tænk selv 6-6

Tegn strukturformlen for et stof, som er stillingsisomer med hexan-3-on.

Tænk selv 6-7

Tænk selv 6-8

Der findes tre kædeisomerer til pentanal. Skriv navnene på de tre stoffer.

Vi har tidligere omtalt *cis/trans*-isomeri omkring C=C-dobbelbindinger. Denne form for stereoisomeri skyldes, at der ikke er fri drejelighed omkring C=C-dobbelbindinger. I mange naturprodukter findes kun den ene af de *cis/trans*-isomere former.



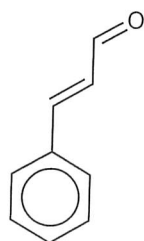
Kanel



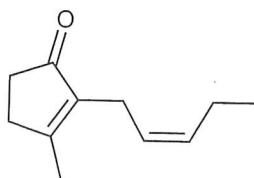
Jasminte



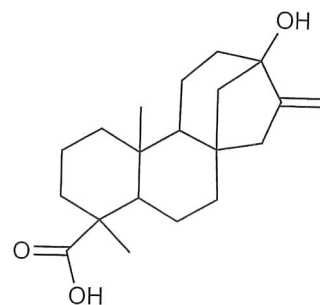
Stevia



kanelaldehyd
trans-form



jasmon
cis-form



steviol
ingen *cis*- eller *trans*-form

I kanelsyre sidder H-atomerne på hver sin side af C=C-dobbelbindingen i kæden, så kanelsyre er en *trans*-form, mens de i jasmon sidder på samme side af dobbeltbindingen svarende til en *cis*-form. I steviol sidder der to H-atomer på et af C-atomerne i C=C-dobbelbindingen, derfor er der ikke *cis/trans*-isomeri.

Tænk selv 6-9

Angiv det systematiske navn for kanelsyre. Tegn den stereoisomere *cis*-form.

Tænk selv 6-10

Det systematiske navn for jasmon er *cis*-3-methyl-2-(pent-2-en-1-yl)cyclopent-2-en-1-on. Kommenter navnet ud fra jasmons struktur. Tegn den stereoisomere *trans*-form.

Den anden form for stereoisomeri kaldes spejlbilledisomeri og er omtalt på næste side.

De
mo-
lige
hin-
for

Det
bille
Begr-
syre
den
Såda
der e
kiralt

Byg to
og afg