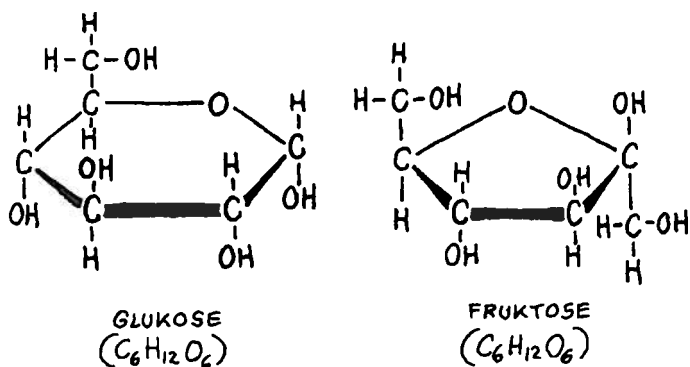


5. Sukkerkemi

Glukose og fruktose

Glukose (druesukker) og fruktose (frugtsukker) har samme molekylformel, altså $C_6H_{12}O_6$. Deres molekylstrukturer er imidlertid forskellige, sådan som stregformlerne viser. Så derfor er der tale om to forskellige stoffer (anvend ikke for megen energi på at lære formlerne udenad).



Glukose og fruktose findes bl.a. i honning, i frugter og i bær. Honning består af næsten lige dele glukose og fruktose.

Glukose kan påvises med en glukoseindikator, med hvilken det giver et bundfald med rødligt skær.

Forsøg 5.1

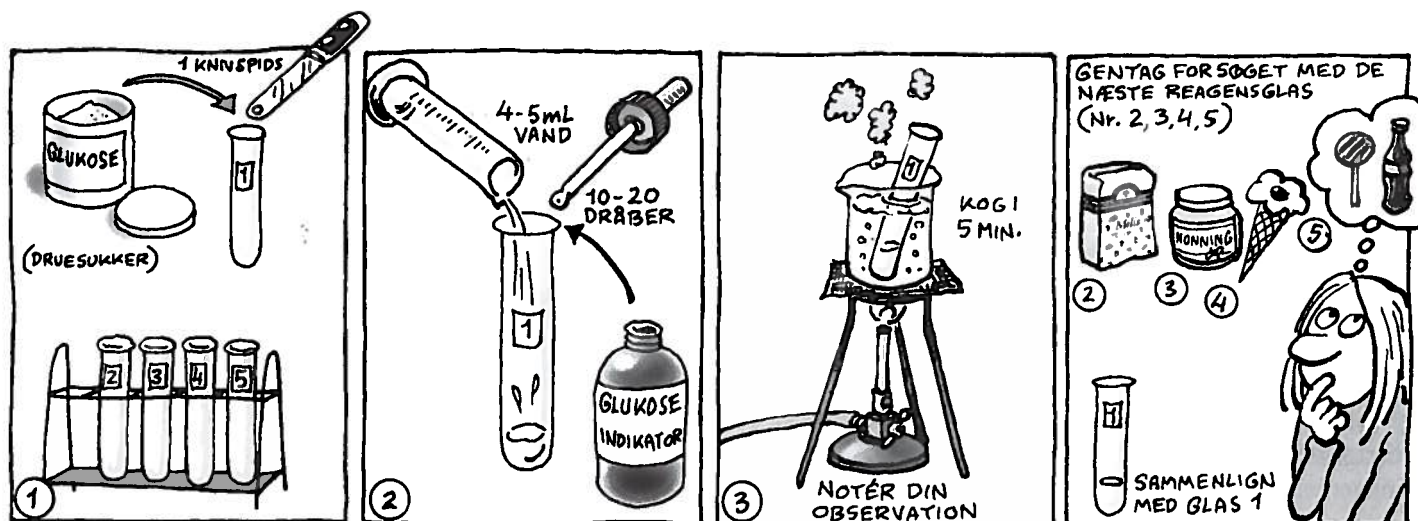
Indikator for glukose

Materialer:

Reagensglas; bægerglas; glukose (druesukker); fruktose (frugtsukker); honning; sukker; is; chokolade; saften fra forskellige modne frugter (æble, banan,), og grønsager (gulerod, porre, ...); glukoseindikator.

- Mærk en række reagensglas med nummer.
- Anbring en meget lille knivspids ren glukose i glas nr. 1 (til efterfølgende sammenligning).





- Tilsæt 4-5 mL vand og derefter 10-20 dråber glukose-indikator.
- Hold reagensglasset neddyppet i kogende vand i ca. 5 min.
- Noter din observation i resultatskemaet.
- Gentag ovenstående med de næste reagensglas i rækken (nr. 2, 3, ...), idet glukose udskiftes med samme meget lille mængde af andre stoffer fra materialelisten. Du kan evt. selv supplere med flere. Føj evt. selv flere felter til i skemaet!
- I hvilke af dine produkter kan du påvise glukose?

Resultatskema til forsøg 5.1 (udfyld de blanke felter)

	Glas 1 Glukose	Glas 2 Sukker	Glas 3 Honning	Glas 4 Is	Glas 5 Vælg selv
Bundfalds farve med glukose-indikator					
Indeholder glukose; ja/nej	Ja				

Sådan virker glukoseindikatoren

Glukoseindikatoren indeholder kobbersulfat, CuSO_4 , som giver indikatoren dens blå farve. Opløsningen indeholder tillige nogle hjælpestoffer. Når glukosemolekyler reagerer med kobbersulfat, dannes rødt kobber(II)oxid, Cu_2O . En rød farve er altså indikatorens signal til os om, at der er glukose-

se i den anvendte prøve. Enkelte andre stoffer end glukose kan give den samme reaktion, bl.a. fruktose (frugtsukker). Så prøven for glukose er ikke helt sikker.

Mono-, di- og polysakkarider

Både glukose og fruktose er kulhydrater med en forholdsvis simpel molekylformel. De tilhører den gruppe af kulhydrater, som kaldes monosakkarider.

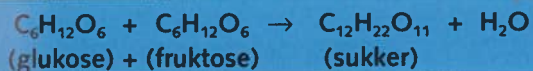
Der findes andre kulhydrater, såkaldte disakkarider. De dannes ved sammenkobling af to ens eller forskellige molekyler af monosakkarider; samtidig fraspaltes et molekyle vand. Så hvis to kulhydratmolekyler, begge med formlen $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, sammenkobles under fraspaltning af vand, så bliver molekylformlen for det dannede disakkarid $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Eksempler på sådanne disakkarider er laktose, maltose og sukker, jf. tabel 2.1.

Ved sammenkobling af mange molekyler af monosakkarider (også under vandfraspaltning) opnås et såkaldt polysakkarid (mono betyder én, di betyder to og poly betyder mange). Eksempler på polysakkarider er stivelse og cellulose, jf. kapitel 10.

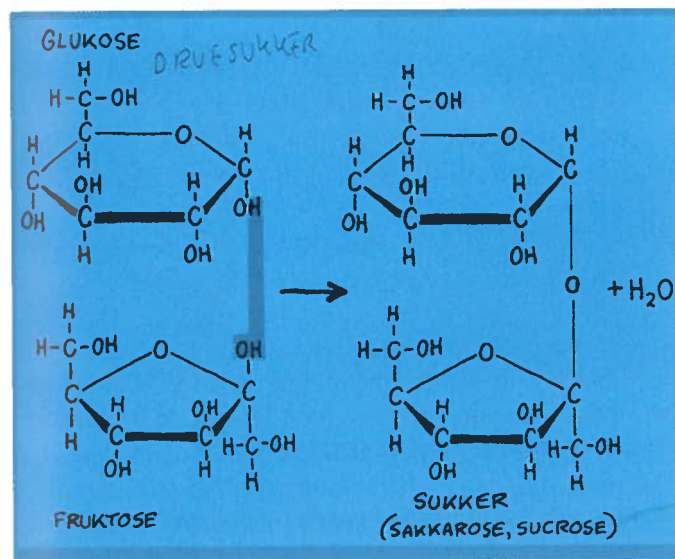
Suktermolekylet

Et suktermolekyle dannes ved sammenkobling af to forskellige monosakkarider, nemlig ét glukose- og ét fruktosemolekyle. Samtidig fraspaltes vand.

I forenklet form kan reaktionsskemaet skrives sådan:



Med stregformler ser reaktionsskemaet sådan ud:



Opgave 5.1

Af tre monosakkarider med molekylformlen $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, dannes et trisakkarid (tri betyder tre). Hvilken molekylformel

får dette trisakkarid (i en sukkerroe findes små mængder af et trisakkarid, som hedder raffinose)?

Forsøg 5.2

Indikator for sukker

Materialer:

Reagensglas; bægerglas; sukker; søde produkter (uden syntetiske sødemidler): f.eks. syltetøj, bolcher (opløses i vand), læskedrikke; citronsyre; soda, Na_2CO_3 ; indikatorpapir; glukoseindikator; stivelsesindikator (frisk).

Farvekode for sukker

Vi skal nu på jagt efter sukker. Først undersøger vi, hvilke farver der fremkommer, når helt rent sukker i tre reagensglas tilsættes forskellige kemikalier.

- Anbring et par krystaller sukker i tre reagensglas.
- Tilsæt 4-5 mL vand til hvert glas.
- Noter de efterfølgende observationer i skemaet.

Glas nr. 1:

- Tilsæt et par krystaller citronsyre til glas nr. 1. Mål pH med indikatorpapir.
- Anbring glasset neddyppet i kogende vand i mindst 5 minutter.
- Tilsæt krystaller af soda indtil opløsningen er basisk (når det ikke bruser mere); kontroller med indikatorpapir.
- Tilsæt 10-20 dråber glukoseindikator.

Resultatskema til forsøg 5.2 (udfyld de blanke felter)

	Glas 1	Glas 2	Glas 3
	Sukker eller X og citronsyre	Sukker eller X og soda	Sukker eller X
pH			
Farve med glukoseindikator	A	B	
Farve med stivelsesindikator			C

Hver gang samme stof i de tre reagensglas.

X er: ¹⁾Sukker (farverne anvendes som reference ved de efterfølgende stoffer), ²⁾Bolcher (nogle dråber af et opløst bolche), ³⁾En sød læskedrik (et par mL), ⁴⁾Et valgfrit stof.

- Anbring igen glasset neddyppet i kogende vand i ca. 5 minutter.
- Noter farven på indholdet i glas nr. 1 (farve A).

Glas nr. 2:

- Tilsæt et par krystaller soda til glas nr. 2. Mål pH med indikatorpapir.
- Anbring glasset neddyppet i kogende vand i mindst 5 minutter.

- Tilsæt 10-20 dråber glukoseindikator.
- Anbring igen glasset neddyppet i kogende vand i ca. 5 minutter.
- Noter farven på indholdet i glas nr. 2 (farve B).

Glas nr. 3:

- Anbring glas nr. 3 neddyppet i kogende vand i mindst 5 minutter.
- Afkøl glassets indhold til stuetemperatur (glasset holdes neddyppet i koldt vand) og tilsæt derefter 2-3 dråber stivelsesindikator. Omryst.
- Noter farven på indholdet i glas nr. 3 (farve C).

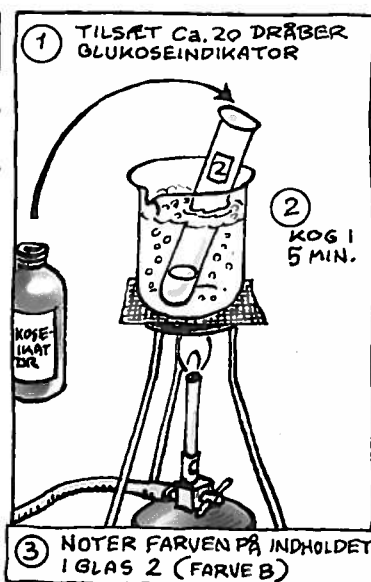
De tre farver (A, B og C) registreres som en slags farvekode for sukker.

På jagt efter sukker

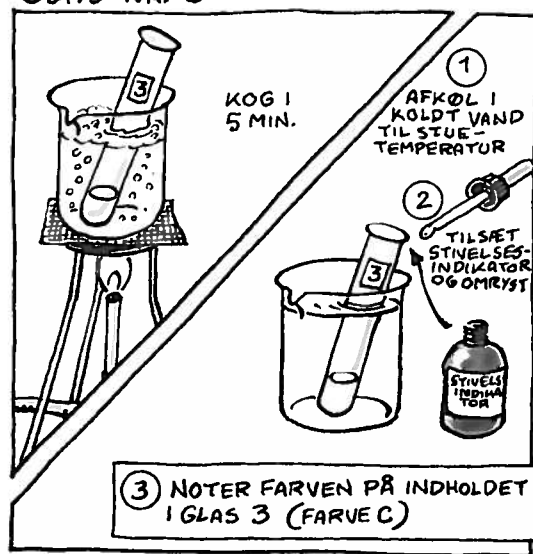
Nu udfører vi de samme prøver igen, men erstatter sukker med noget ukendt. Fås de samme farver i de tre reagensglas, er der sukker i det ukendte stof.

- Følg samme fremgangsmåde som i forsøg 5.2, men erstat sukkerkrystallerne med en meget lille mængde af noget ukendt, f.eks. stofferne nævnt i skemaet eller i materialelisten. Du skal udføre prøverne i samme rækkefølge som ovenfor og derefter sammenligne med den fundne farvekode.

GLAS NR. 2



GLAS NR. 3



PÅ JAGT EFTER SUKKER

GENTAG FØRSØGENE I DE 3 GLAS, MEN ERSTAT SUKKERKRYSALLERNE MED LIDT AF NOGET UKENDT



Et sukkersignal: Rød – lyseblå – gullig (A – B – C)

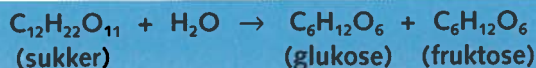
Opnås med det ukendte stof i de tre reagensglas i forsøg 5.2 farvekombinationen rødlig (undertiden med et okkerfarvet skær), lyseblå, lysegul (næsten farveløs), er det et signal om, at det ukendte stof indeholder sukker (sukkarose). Hvis der foruden sukker også er andre kulhydrater i et produkt, vil farvekombinationen ikke blive som angivet ovenfor. Derfor har prøven begrænset anvendelighed.

Kunne du påvise sukker (sukkarose) i nogen af de undersøgte produkter?

Nogle ekstra erfaringer fra forsøg 5.2 angående sukker

I forsøg 5.2 konstateres, at almindeligt sukker, som kortvarigt opvarmes med citronsyre (syre), omdannes til glukose.

Blandingen giver nemlig en rød farvereaktion med glukoseindikator, sådan som du også så i forsøg 5.1. Omdannelsen af sukker til glukose og fruktose, er den modsatte proces af den, som fører til dannelse af sukker ud fra glukose og fruktose. Reaktionsskemaet herfor kan derfor skrives sådan:



I neutral og basisk væske omdannes sukker ikke til glukose, idet blandingen efter behandling med glukoseindikator stadig er blå (indikatorens oprindelige farve).

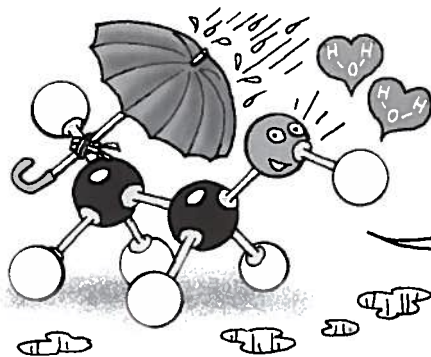
Ved sukkerfremstilling er det derfor vigtigt, at pH ikke bliver væsentlig mindre end 7 (pH=7 er neutralpunktet). Ellers risikerer man, at sukkeret omdannes til glukose og fruktose.

I forsøg 5.2 blev der anvendt en såkaldt stivelsesindikator. Den viste intet tydeligt farveskift; indikatorens oprindelige gulligbrune farve blev nemlig ikke forandret. Hvis stivelsesindikatoren kommer i kontakt med stivelse, ses en blåsort farve. Efterprøv selv dette ved at anbringe en knivspids kartoffelmel i et reagensglas. Tilsæt 4-5 mL vand og 2-3 dråber stivelsesindikator. Omryst! Kartoffelmel er næsten ren stivelse! Du møder stivelsesindikatoren igen i forsøg 6.3 og 10.2.

Kulhydrater elsker vand

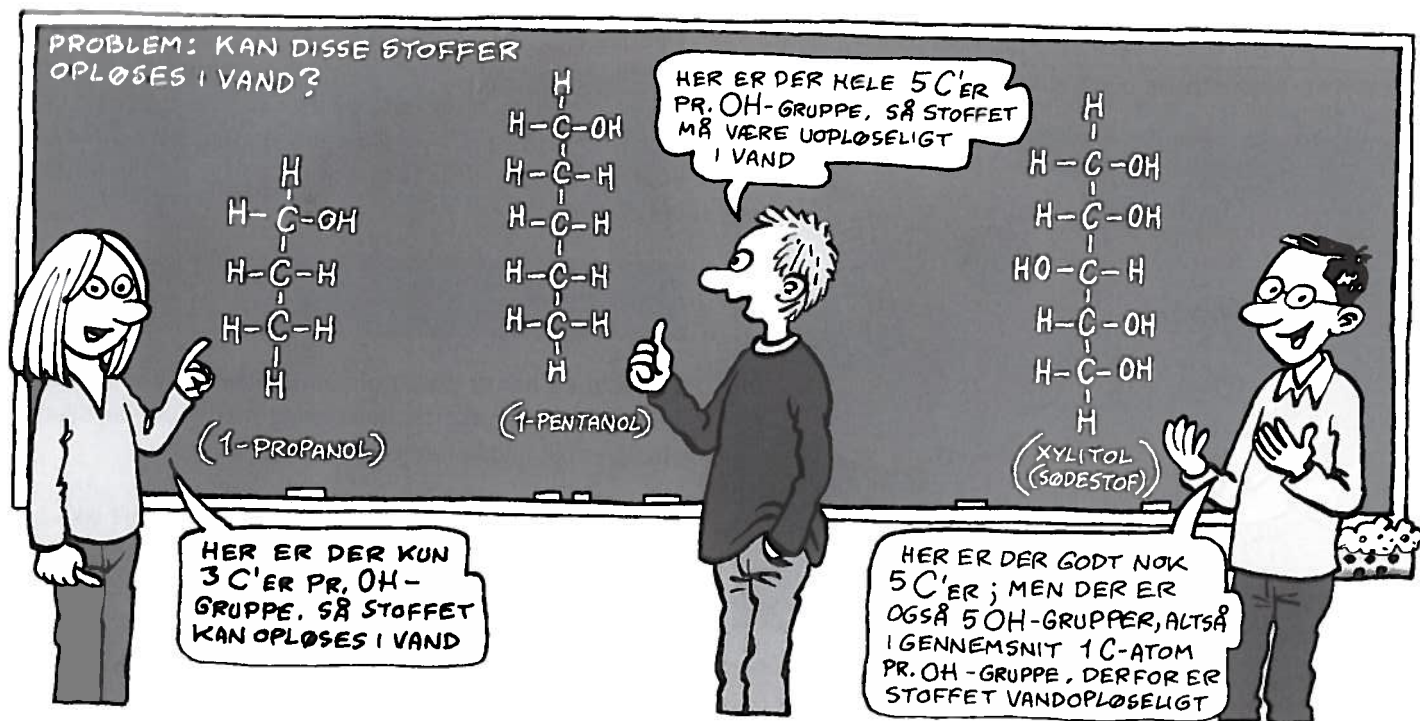
Hvis du tidligere har beskæftiget dig med organisk kemi, så vil du vide, at såkaldte carbonhydrider er helt uopløselige i vand. Betegnelsen carbonhydrid bruges som fællesnavn for

KEMISK "ELSKOV" – KEMISK "AFSKY"



MIT HOVEDE LIGNER EN DEL AF ET VAND-MOLEKYLE OG DET ELSKER VAND.

MIN KROPLIGNER ET KULBRINTE-MOLEKYLE. DERFOR AFSKYR DEN VAND.



molekyler, hvori der kun indgår C- og H-atomer; de findes f.eks. i råolie. Et eksempel på et carbonhydrid er CH_4 (methan), som også findes i naturgas. Læs evt. herom i temabogen "Olie – et dansk råstof".

Hvis et eller flere H-atomer i et carbonhydrid er erstattet af såkaldte vandelskende grupper, så har det vist sig, at det nye molekyle er mere opløseligt i vand end det oprindelige carbonhydridmolekyle. OH-gruppen er et eksempel på en såkaldt vandelskende gruppe.

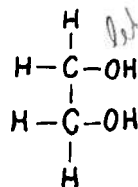
Eksempel: CH_4 (methan) er uopløseligt i vand. CH_3OH (methanol) er opløseligt i vand.

En praktisk "tommelfingerregel" har vist sig at gælde: Hvis der højst er tre C-atomer pr. vandelskende gruppe i et organisk stofs molekyler, så er stoffet vandopløseligt. Læs mere herom i temabogen "Alkohol – også et kemikalie".

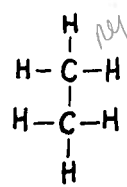
Se på stregformlerne for glukose og sukker på side 23. I disse er der til næsten alle C-atomer knyttet én vandelskende OH-gruppe. Dvs. i gennemsnit er der næsten én vandelskende OH-gruppe pr. C-atom. Det er derfor ikke overraskende, at begge stoffer er meget letopløselige i vand. F.eks. kan der opløses ca. 200 g sukker i 100 mL vand.

Opgave 5.2

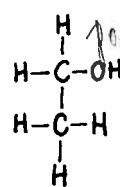
Se på stregformlerne for disse forbindelser. Hvilke af forbindelserne er vandopløselige? Begrund svarene!



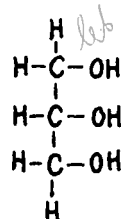
a) ETHANDIOL
(KØLERVÆSKE)



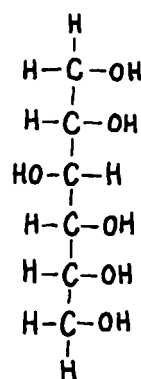
b) ETHAN



c) ETHANOL
(ALKOHOL)



d) PROPANTRIOL
(GLYCEROL)



e) SORBITOL