

Vejledning

Prøven

Opgavesættet består af 4 opgaver med i alt 16 delopgaver.

Alle hjælpemidler er tilladt.

Opgavebesvarelsen

Opgavebesvarelsen skal afleveres i et samlet dokument.

Kildehenvisning

Der skal angives kildehenvisning til informationer, data for kemiske forbindelser og lignende, som ikke er givet i opgaveteksten. Benyttes samme kilde i hovedparten af opgavebesvarelsen, kan en generel kildehenvisning angives i opgavebesvarelsen. Der skal fortsat henvises til andre benyttede kilder.

Bedømmelse

Ved bedømmelsen af din besvarelse lægges der vægt på, at du er i stand til at anvende din kemiske viden på nye problemstillinger, og at besvarelsen er ledsaget af forklarende tekst, reaktionsskemaer, beregninger, figurer og kemiske formler i et sådant omfang, at tankegangen klart fremgår.

Svarene på de stillede delopgaver indgår med lige vægt i vurderingen.

Der gives én karakter på baggrund af en helhedsvurdering.

Opgave 1: Kobber

Kobber er et vigtigt brugsmetal, og på verdensplan fremstilles årligt omkring 18 millioner ton. Metallet udvindes af kobbermalm, der hentes fra miner fx i Chile og USA. I malmen findes ofte flere forskellige kobbermineraller, opbygget af blandt andet kobberioner og sulfid, S^{2-} .

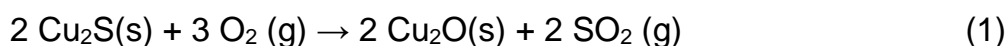
Et af de vigtigste kobbermineraller er kobberkis, der har formelen $CuFeS_2$.



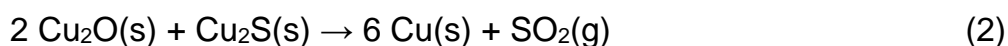
Colourbox.com

- a) Vis, at masseprocenten af kobber i kobberkis er 34,6%.

Et andet vigtigt kobbermineral er chalcocit, Cu_2S . Når man skal udvinde kobber fra chalcocit, opvarmes mineralet først til ca. 800 °C. Her forløber blandt andet reaktion 1.



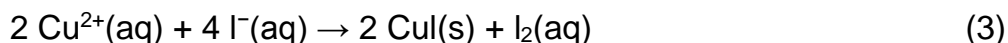
Det kobber(I)oxid, der dannes ved reaktion 1, reagerer videre med uomdannet kobber(I)sulfid og danner kobber.



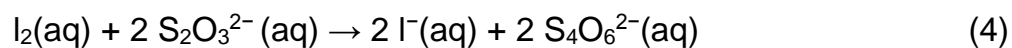
- b) Beregn ΔS° for reaktion 2.
Kommenter resultatet i forhold til reaktionsskemaet.

De fleste kobbermalme indeholder ret små mængder kobber, og typisk er masseprocenten af kobber mindre end 1 %. For at bestemme indholdet af kobber i en malm opkoncentreres 200 g af malmen ved en række processer, så man til sidst ender med 50,0 mL opløsning, hvor alt kobber fra malmen findes som $Cu^{2+}(aq)$.

For at bestemme koncentrationen af Cu^{2+} i opløsningen lader man kobber(II)ionerne reagere fuldstændigt med iodid, I^- . Herved dannes diiod og kobber(I)iodid.



Mængden af diiod, der er dannet ved reaktion 3, bestemmes ved titrering med thiosulfat, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, der reagerer med I_2 som vist herunder.



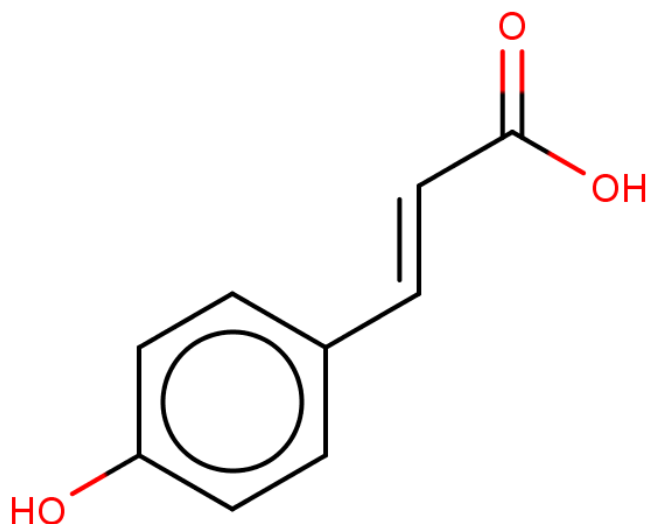
Som indikator benyttes stivelse, der giver en farvereaktion med I_2 . Af praktiske grunde tilsættes indikatoren først umiddelbart før ækvivalenspunktet.

Filmen herunder viser titreringen.

c) Beregn indholdet af kobber i malmen udtrykt i masseprocent.

Opgave 2: Cumarsyre

I naturen findes to stereoisomere stoffer med nedenstående struktur. Den ene stereoisomer, A, er vist nedenfor.



A

Figur 1



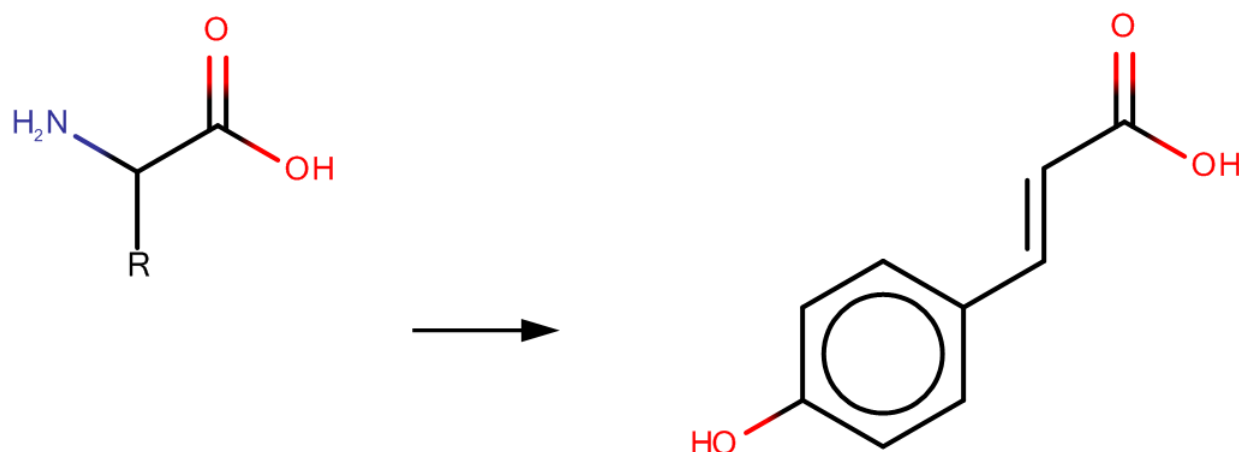
[Filer til figur 1](#)

- a) Tegn strukturen af et stof, der er stereoisomer med A. Benyt tegneprogram.

En af de stereoisomere former er en cumarsyre, der findes i honning. Denne cumarsyre har antioxidativ virkning og menes at kunne nedsætte risikoen for mavekræft.

Nyere forskning viser, at denne cumarsyre gør bier mere modstandsdygtige over for nogle pesticider.

Cumarsyren kan fremstilles ved en eliminationsreaktion katalyseret af et enzym.



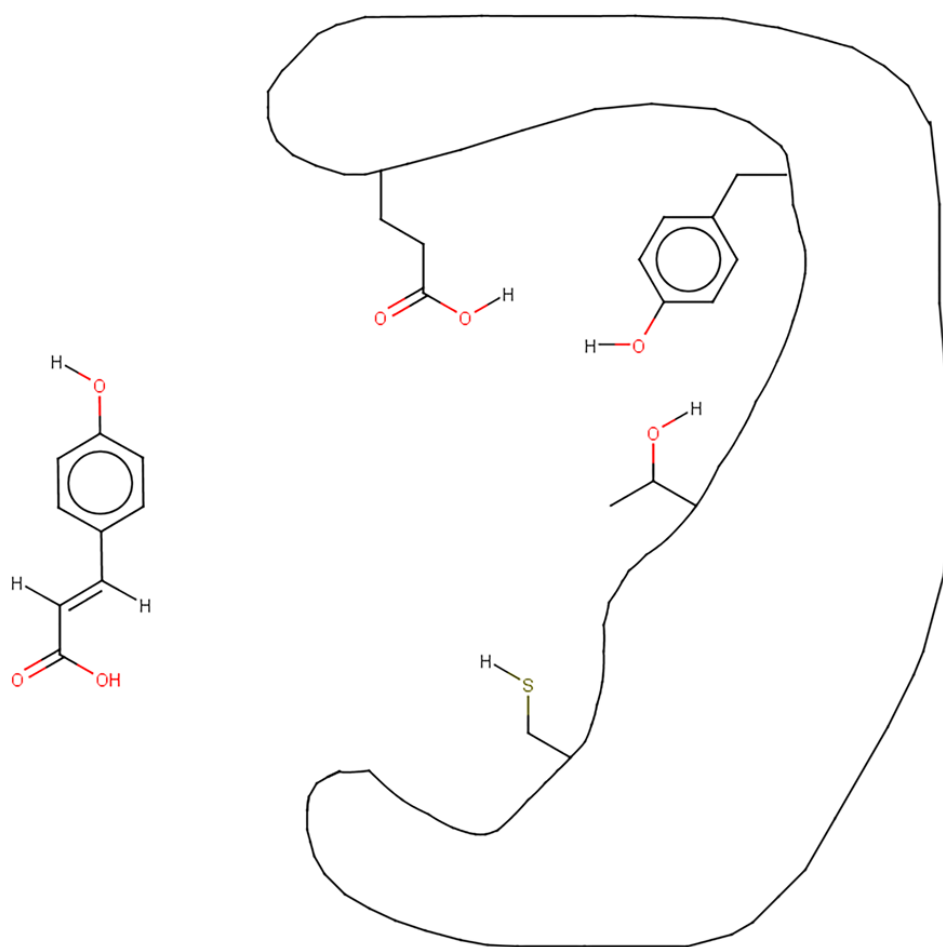
Figur 2

[Filer til figur 2](#)

- b) Anfør hvilken aminosyre cumarsyren dannes ud fra.
Færdiggør reaktionsskemaet og tegn R-gruppen ud.
Benyt eventuelt Figur 2-filen.

Fototrofe bakterier er organismer, der absorberer lys for at få energi. En type af fototrofe bakterier indeholder et protein, som kan binde cumarsyren. Ved absorption af synligt lys, omdannes cumarsyren til sin stereoisomer.

På figur 3 ses en model, der viser cumarsyren og det aktive sted i proteinet. Der er vist sidekæder i aminosyreenhederne i proteinet, der er vigtige for binding mellem cumarsyre og proteinet.



Figur 3

Figur 3 er aktiv, og kan ved dobbeltklik kun åbne i MarvinSketch. Alternativt åbnes strukturerne nedenfor.

[Filer til figur 3](#)

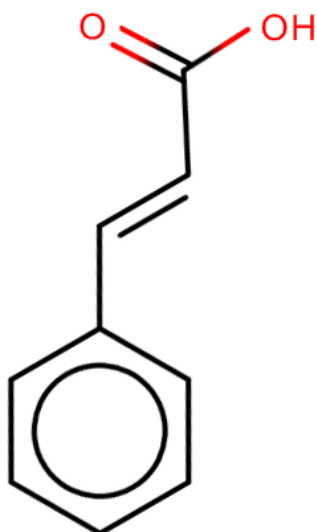
- c) Vis, hvordan substratet bindes og fastholdes til proteinet.
Gør rede for hvilke bindingstyper, der fastholder cumarsyren i proteinet.

Opgave 3: Kanelisyre

Kanelisyre udvindes af kanelolie eller af balsammer, fx storax. Methyl-, ethyl-, og benzylestere af kanelisyre anvendes i stor udstrækning i parfumer.



Colourbox.com



Kanelisyre

Figur 4

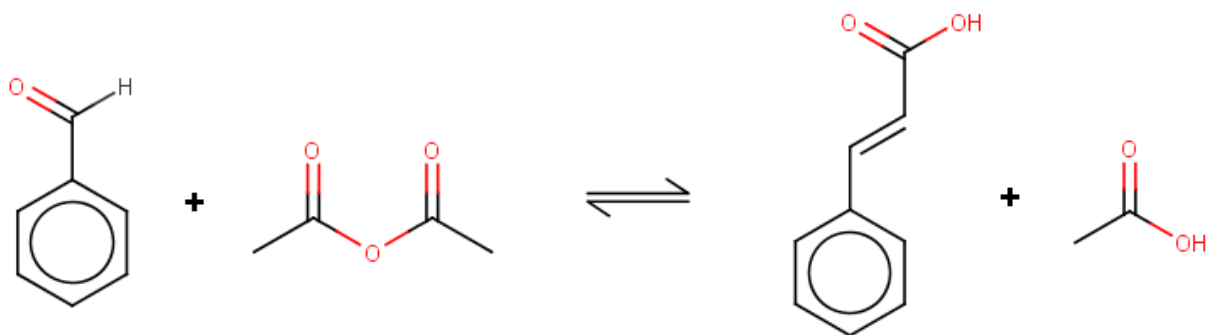
[Filer til figur 4](#)

- a) Marker de funktionelle grupper i kanelisyre, og angiv hvilke stofklasser de tilhører.

En vandig opløsning af kanelisyre har koncentrationen 0,0034 M.

- b) Angiv pK_s for kanelisyre.
Beregn pH i opløsningen.

Kanelisyre kan fremstilles syntetisk ud fra benzaldehyd og ethansyreanhydrid.

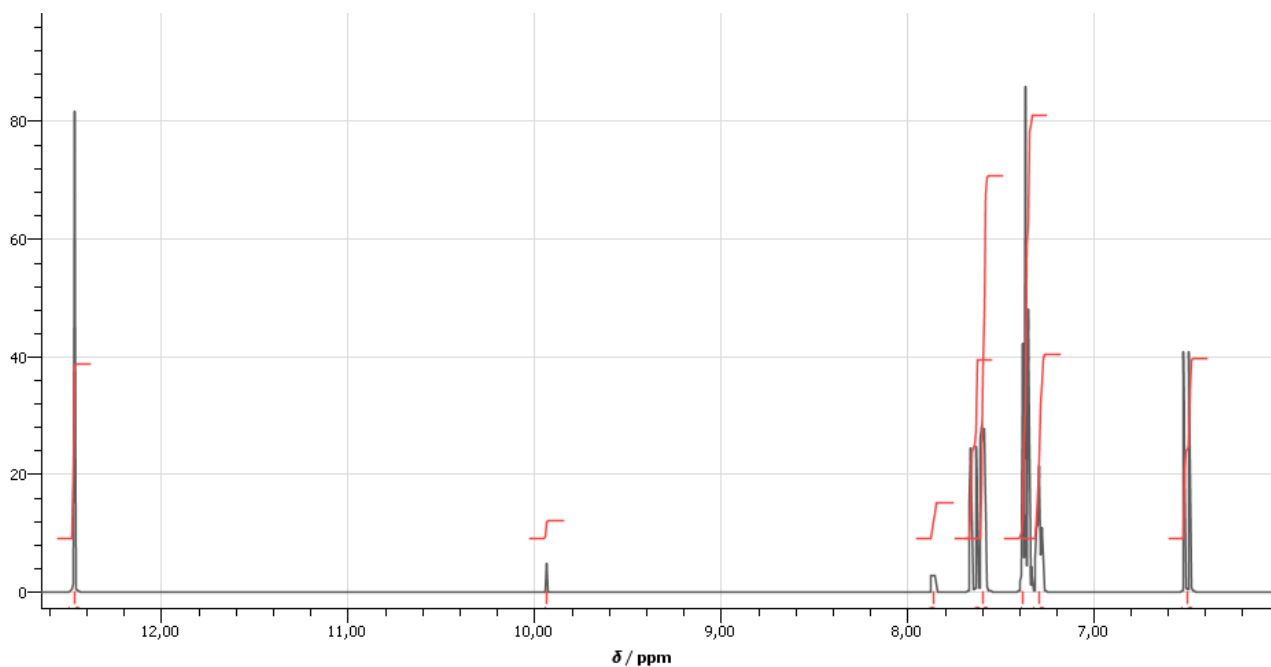


Figur 5

[Filer til figur 5](#)

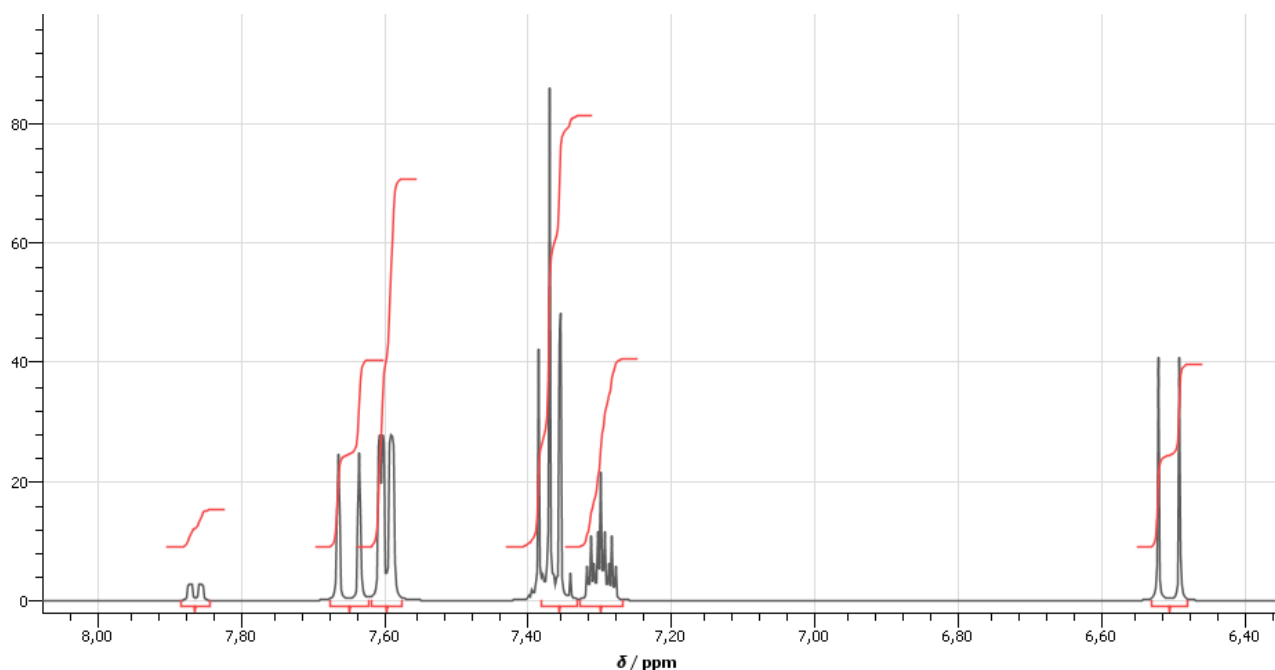
- c) Generer et ^1H -NMR-spektrum med integralkurver af kaneltsyre. Forklar integralforholdene for signalerne i spektret ud fra kanelsyres struktur.

På figur 6 ses et ^1H -NMR-spektrum af produktet. ^1H -NMR-spektret er kørt ved 500 MHz.



Figur 6

En forstørrelse af signalerne mellem 6,40 ppm og 8,00 ppm i ^1H -NMR-spektret af produktet ses i figur 7.



Figur 7

Produktet indeholder en urenhed. Integralforholdene i spektret er både et mål for forholdet mellem antallet af H-atomer med samme kemiske omgivelser i et molekyle, dvs H-atomer som er bundet på samme måde og placeret ens, og et mål for stofmængdeforholdet mellem forskellige stoffer i en blanding.

- d) Forklar koblingsmønstre for signaler, der skyldes H-atomer i kaneltsyre, som ikke sidder på den aromatiske ring.
 Identifier urenheden i produktet.
 Argumenter ud fra kemiske skift, integralkurve og koblingsmønstre.

- e) Bestem, hvor stor en procentdel af produktets masse, der er kaneltsyre.

Filmen herunder viser oprensningen af kaneltsyre.

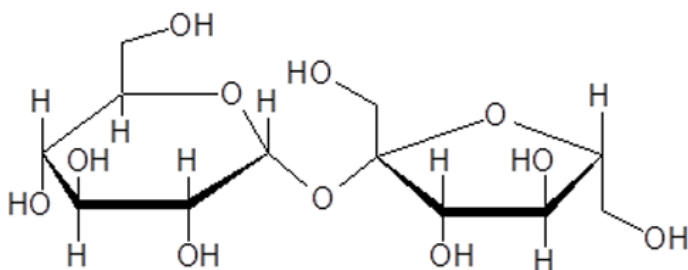
Fordelingsforholdet er udtrykt ved størrelsen D , som er forholdet mellem kanelsyres formelle koncentrationer i de to faser.

$$D = \frac{C_{\text{kaneltsyre(octan-1-ol)}}}{C_{\text{kaneltsyre(aq)}}}$$

- f) Tegn en graf, som viser, hvordan $\log D$ afhænger af pH for kaneltsyre. Forklar, hvorfor pH reguleres før ekstraktionen.
- g) Forklar, observationerne i bægerglasset, når pH sænkes, og anfør relevante reaktionsskemaer.

Opgave 4: Fyldte chokolader

Enzymet invertase anvendes i chokoladeindustrien til at fremstille fyldte chokoladestykker med flydende indhold. Ved fremstillingen sødes fyldet med sucrose.



sucrose

Figur 8



Opgavekommissionen

Fyldet er på fast form, når det dækkes med flydende chokolade. Chokoladen størkner, og efterhånden får indholdet en flydende konsistens. Det sker, fordi fyldet er tilsat enzymet invertase, som katalyserer hydrolysen af sucrose til glucose og fructose.

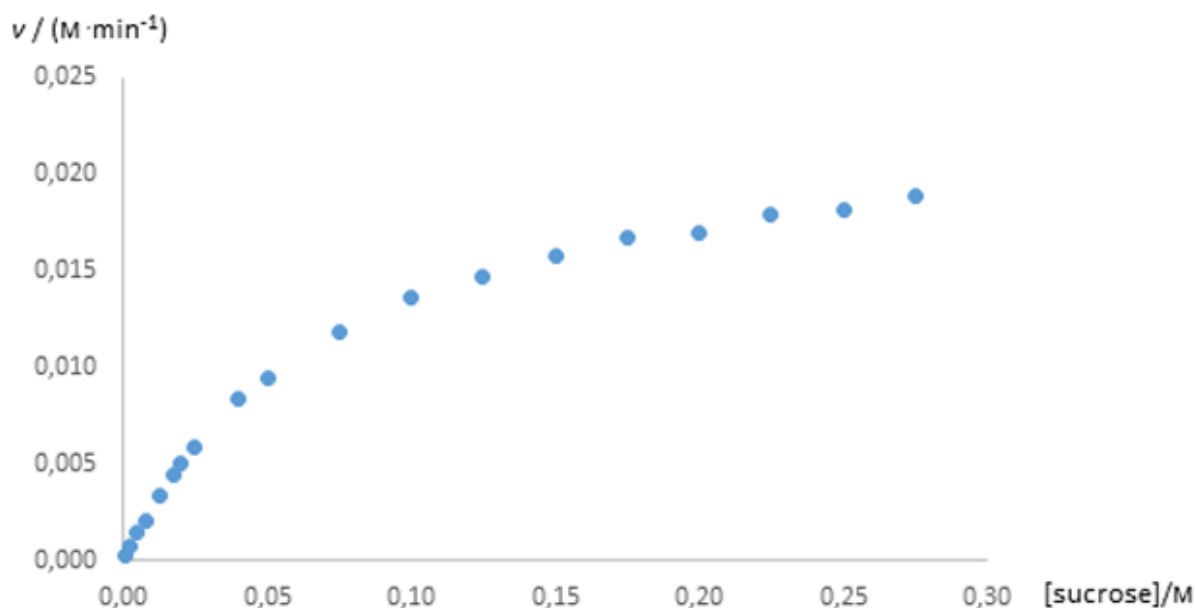
Den enzymatiske omdannelse af sucrose undersøges af en elev. En reaktionsblanding fremstilles ved at overføre 20,00 mL 2,50 M sucrose-opløsning til en 100 mL målekolbe og fylde op til mærket med en puffer-opløsning.

a) Beregn stofmængdekonzentrationen af sucrose i blandingen.

Der fremstilles en række reaktionsblandinger med forskellige koncentrationer af sucrose. Alle reaktionsblandinger indeholder enzymet invertase i samme koncentration.

Begyndelseshastigheden v for hydrolyse af sucrose bestemmes for de forskellige sucrosekoncentrationer i reaktionsblandingen. Resultaterne er vist i figur 9 og gemt i følgende filtyper

[Excel-fil DK](#), [excel-fil USA](#), [kommasepareret fil](#) og [mellemlumsepareret fil](#)



Figur 9

- b) Vis, at hastighedsudtrykket med god tilnærmelse svarer til en 1. ordens reaktion med hensyn til sucrose for sucrosekoncentrationer under 0,02 M. Beregn hastighedskonstanten for 1.ordens-hastighedsudtrykket.

Sammenhængen mellem reaktionshastigheden og koncentrationen af sucrose kan beskrives ved nedenstående lineære model

$$\frac{1}{v} = a \cdot \frac{1}{[\text{sucrose}]} + b$$

$b = \frac{1}{v_{\max}}$ og v_{\max} er den maksimale reaktionshastighed, som opnås, når enzymet er mættet med substrat.

- c) Bestem v_{\max} ud fra måleresultaterne.
Kommenter værdien af v_{\max} i forhold til det udleverede datamateriale.