

Eksamensoppgaver - Organisk kjemi 2

Separasjon og instrumentell analyse.

- **Flervalgsoppgaver**

- ❖ Det er kun 1 riktig svar per oppgave. Det gis ikke minuspoeng for å svare feil, så la aldri en oppgave stå ubesvart!
- ❖ Noen ganger kan det være at flere alternativer er «delvis riktig». Velg da den som er «mest riktig»
- ❖ God læringsstrategi: Gå gjennom hvert eneste alternativ. Det er like nyttig å vite hvorfor et alternativ er riktig som hvorfor det er feil 😊
- ❖ Vær flink til å bruke kjemitabellen/vedlegget som følger med – det er til god hjelp!

- **Kortsvarsoppgaver**

- ❖ Del 1 på eksamen uten hjelpemidler.
- ❖ Det skal gjerne svares kort og konsist på disse oppgavene 😊

- **Langsvarsoppgaver**

- ❖ Alle hjelpemidler tillatt.
- ❖ Typisk lenge besvarelser på disse oppgavene enn på kortsvarsoppgaven → høyere faglige krav i forhold til innhold, siden alle hjelpemidler er tilgjengelige

- **LES ALLTID OPPGAVETEKSTEN NØYE – spesielt hvor de er ute etter hva som IKKE er riktig. Her er det fort gjort å ta det riktige alternativet 😊!**
 - Gjør som oppgaven ber deg: Hvis oppgaven krever f.eks. strukturformel, kan ikke svaret angis med en kjemisk formel eller en strekformel. Du risikerer og ikke få full uttelling.
 - **SKRIV ALLTID OPP REAKSJONSLIKNINGER HVIS DU FÅR MULIGHETEN TIL DET! HUSK AGGREGATILSTANDER.**
 - **IKKE UNDERVURDER TIDEN: Det er stort sett ikke tid til å kladde oppgavene, for så å føre de inn. Ikke la perfeksjonisten i deg skape tidsmangel og stress!**
-

*Høst 2017***Del 1: Flervalgsoppgaver**
Oppgave 1.

d) Organisk syntese

Hva er formålet med omkrystallisering?

- A. få renere stoff
- B. fjerne løsemiddel
- C. senke smeltepunktet
- D. øke utbyttet av reaksjonen

e) Massespekter

Hvilken av disse toppene vil du finne i massespekteret til propanon?

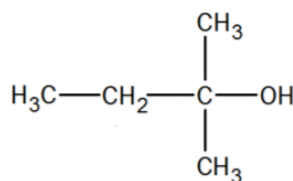
- A. $m/z = 20$
- B. $m/z = 50$
- C. $m/z = 58$
- D. $m/z = 60$

f) $^1\text{H-NMR}$

Figur 1 viser en alkohol.

Hvor mange ulike hydrogenmiljøer er det i denne forbindelsen?

- A. 3
- B. 4
- C. 5
- D. 6



Figur 1

h) Organisk syntese

32 g metanol ble oksidert til metansyre. Utbyttet var på 35 g. Omtrent hvor mange prosent av teoretisk utbytte er dette?

- A. 50 %
- B. 75 %
- C. 100 %
- D. 110 %

j) Organisk syntese

En løsning inneholder en blanding av to organiske stoffer med 6 karbonatomer i hvert stoff. Du gjør en fraksjonert destillasjon, og de to stabile temperaturområdene du finner, er 60 °C og 158 °C.

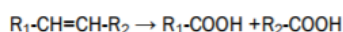
Hvilke typer stoff kan være i løsningen?

- A. ett alkan og en alkohol
- B. ett alkan og ett keton
- C. ett alken og en alkohol
- D. ett alken og ett aldehyd

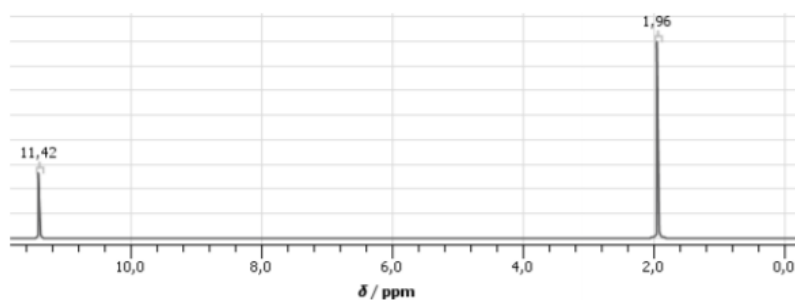
Del 2 - Lansvarsoppgaver

Oppgave 5.

e) Et alken reagerer med KMnO_4 og gir to produkter:

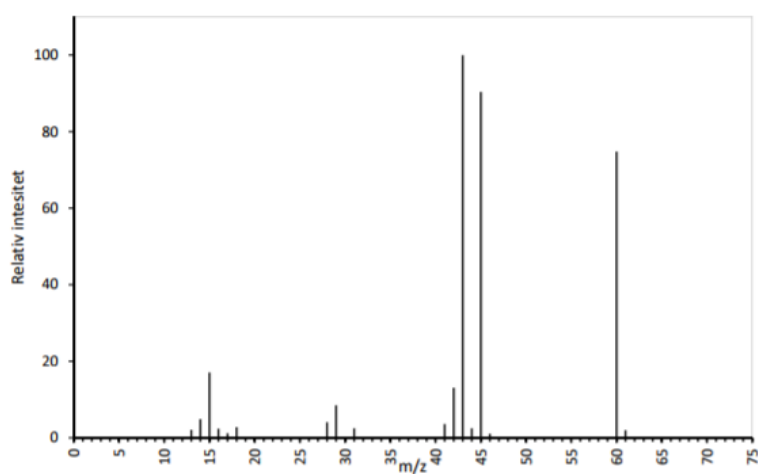


$\text{R}_1\text{-COOH}$ er produkt 1, og $\text{R}_2\text{-COOH}$ er produkt 2. $^1\text{H-NMR}$ - og MS-spektrene til de to produktene er vist i figurene 14, 15, 16 og 17:



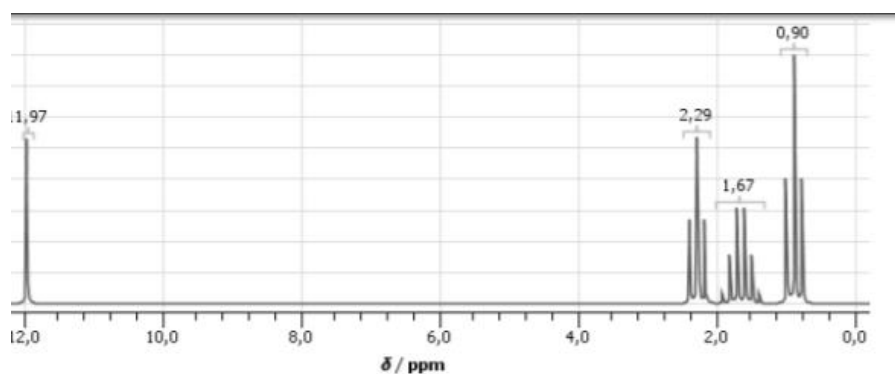
Figur 14

$^1\text{H-NMR}$ -spektret til produkt 1. Tallene over toppene viser gjennomsnittlig skiftverdi.



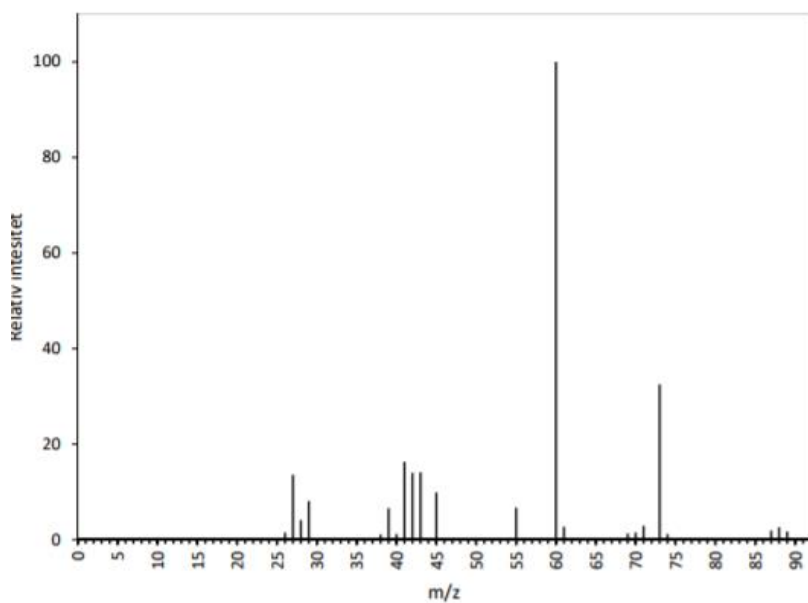
Figur 15

MS-spektret til produkt 1 (molekylion: $m/z = 60$)



Figur 16

^1H -NMR-spektret til produkt 2. Tallene over toppene viser gjennomsnittlig skiftverdi.



Figur 17

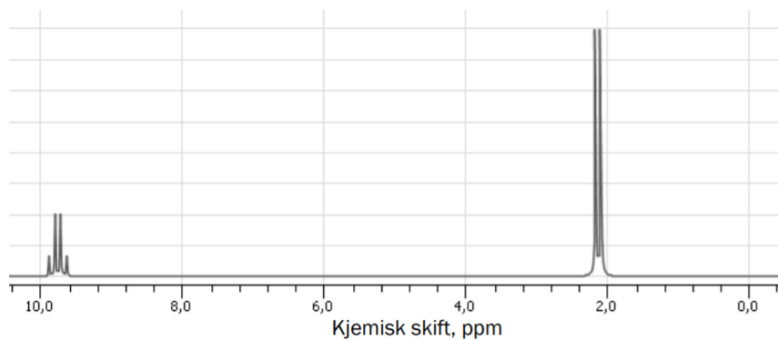
MS-spektret til produkt 2 (molekylion: $m/z = 88$)

Bruk informasjonen i spektrene til å forklare hva produkt 1 og 2 er, og tegn strukturen til det opprinnelige alkenet.

Vår 2017

Del 1: Flervalgsoppgaver

Oppgave 1.

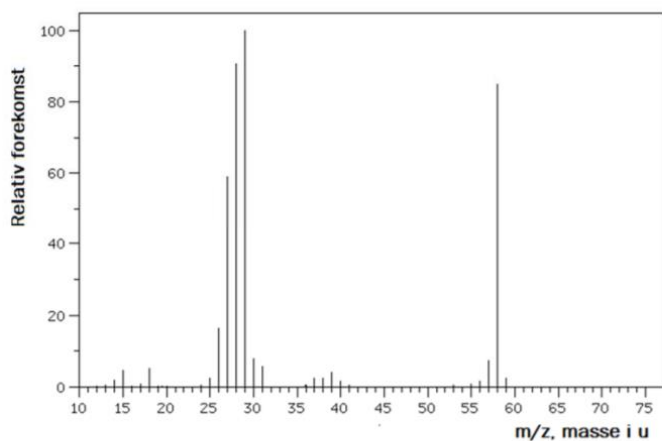
e) Organisk analyse, ^1H -NMRFigur 1 viser ^1H -NMR-spekteret til en ukjent organisk forbindelse.

Figur 1

Hva er den ukjente forbindelsen?

- A. etanal
- B. etansyre
- C. propanal
- D. propanon

r) Organisk analyse, massespekter



Figur 6

En ukjent organisk forbindelse tester positivt med kromsyreagens og har massespekter som vist i figur 6.

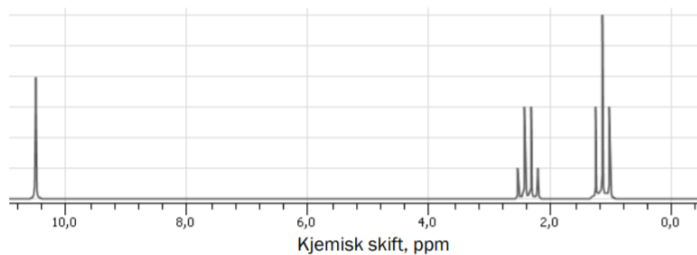
Hva kan den ukjente forbindelsen være?

- A. etansyre
- B. propanal
- C. propanon
- D. propan-2-ol

Del 1. Kortsvarsoppgaver

Oppgave 2

- 2) I en syntese ble vann addert til propen. Det ble dannet to produkter, A og B.
- Tegn strukturformelen til forbindelsene A og B.
- 3) Forbindelsene A og B fra oppgave 2a) 2) ble skilt fra hverandre. En av disse ble oksidert med et kraftig oksidasjonsmiddel til forbindelse C. Figur 8 viser $^1\text{H-NMR}$ -spekteret til forbindelse C:



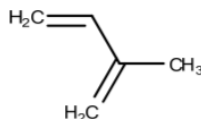
Figur 8

Bruk spekteret til å forklare hvilken av forbindelsene A og B som var utgangspunkt for syntesen av forbindelse C.

Del 2 - Lansvarsoppgaver

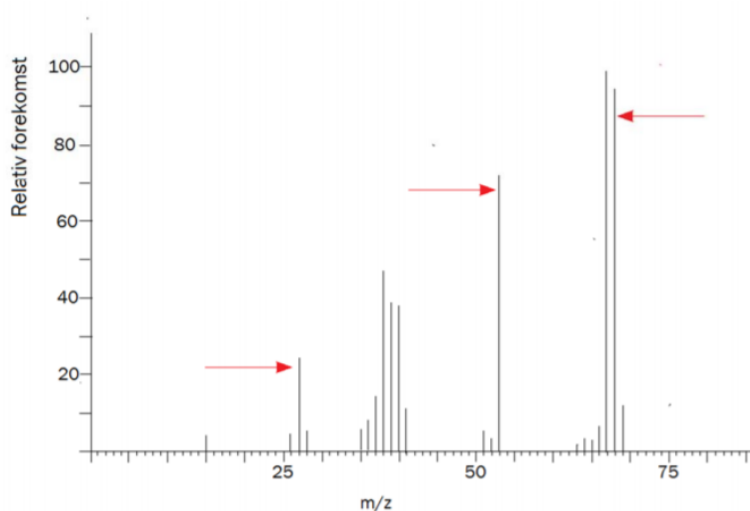
Oppgave 3

Figur 10 viser den organiske forbindelsen isopren. Isopren blir dannet i planter. Planter bruker isopren som utgangsstoff for syntese av større molekyler og som monomer i makromolekyler.



Figur 10: isopren

- a) Figur 11 under viser massespekteret til isopren.

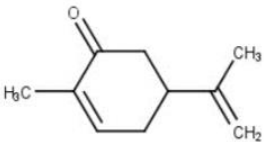
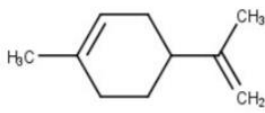
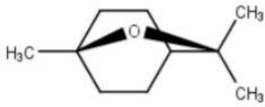
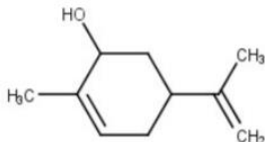


Figur 11: Massespekteret til isopren

Hvilke fragmenter av isopren gir de markerte toppene i spekteret? Bruk strukturformler i forklaringen din.

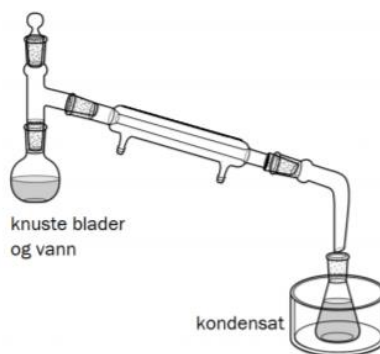
- b) Forbindelser som er laget av to isoprenmolekyler, blir kalt monoterpener og monoterpenoider. Mange av disse forbindelsene lukter godt, og kalles eteriske oljer.

Tabell 1 viser noen slike forbindelser i eterisk olje av planten grønnmynte.

Tabell 1		
Navn	Strukturformel	Kokepunkt, °C
Karvon		230
Limonen		178
Eucalyptol		176
Karveol		226

- c) For å framstille den eteriske oljen fra grønnmynte kan en bruke enkel destillasjon. Til destillasjonskolben tilsetter en knuste blader og vann. Kondensatet består av to separate faser. Se figur 12.

- Forklar hva den øvre og den nedre fasen i det oppsamlede kondensatet består av.
- Bruk blant annet tabell 1 og forklar hvorfor det er vanskelig å separere den eteriske oljen i de enkelte forbindelsene ved enkel destillasjon.



Figur 12

Høst 2016

Del I: Flervalgsoppgaver

Oppgave 1.

- f) Organisk analyse

Hvor mange ulike hydrogenmiljøer viser ^1H -NMR-spekteret til dietyleter, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$?

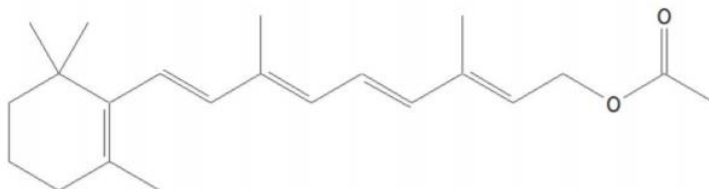
- A. 1
B. 2
C. 4
D. 10

Del 1. Kortsvarsoppgaver

Oppgave 2

c)

Vitamin A kan blant annet tas opp og lagres i kroppen som retinyletanat, se figur 8. I netthinnen i øyet blir retinyletanat omdannet til retinal via retinol.



Figur 8: Strukturformelen til retinyletanat

- 1) Tegn strukturformelen for retinol.
- 2) Forklar hva som er **forskjellen** i m/z for molekylionene til retinol og retinal i et massespekter.

Del 2 - Lansvarsoppgaver

Oppgave 3

Her er en liste med 10 organiske stoffer:

Heptan
Heks-1-en
Sykloheksen
Metanol
2-Metylpropanal
Propanon
Butanon
Etansyre
Propensyre
Etylmetanat

En væske består av en blanding av tre organiske stoffer fra denne lista. Du skal finne ut hvilke.

- a) 500 mL av blandingen ble separert i tre fraksjoner ved enkel destillasjon. Tabell 1 viser hvilket temperaturintervall de ulike fraksjonene ble destillert ved. Hver av fraksjonene inneholder bare ett av de tre stoffene.

Tabell 1

	Temperaturintervall for fraksjonen
Fraksjon 1 med stoff 1	Opptil 70 °C
Fraksjon 2 med stoff 2	Mellom 75 og 85 °C
Fraksjon 3 med stoff 3	Over 90 °C

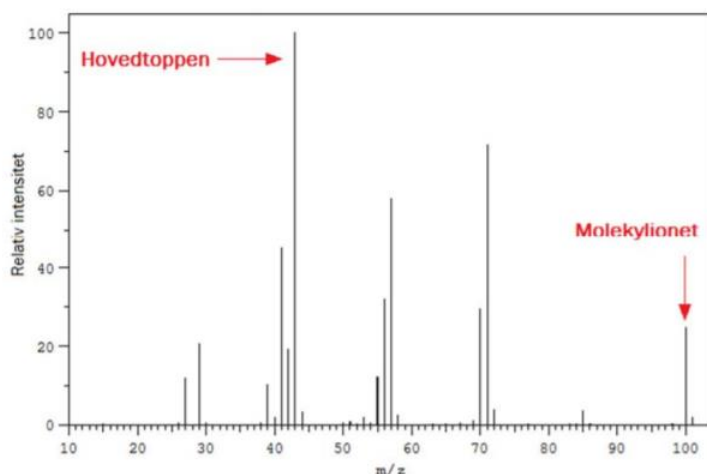
Grupper de 10 organiske stoffene etter hva som kan være i de ulike fraksjonene.

- b) Du tester først alle fraksjonene med brom. Det ble positivt resultat i fraksjon 2 og negativt resultat i de to andre fraksjonene.

Forklar hva stoff 2 må være.

- c) Deretter skal du finne ut hvilket stoff som er i fraksjon 1. Forklar hvordan du ved hjelp av relevante kjemiske tester kan avgjøre hva som er i fraksjon 1.

- d) Figur 10 viser massespekteret til stoff 3.



Figur 10: Massespekteret til stoff 3

- Forklar hvilket stoff dette er.
- Tegn en mulig strukturformel til fragmentet som gir hovedtoppen. Husk eventuell ladning.

- e) ^1H -NMR-spekteret til stoff 1 har kjemisk skift som vist i Tabell 2.

Tabell 2

Topp	Kjemisk skift, ppm	Splitting
A	1,2	Triplett
B	4,2	Kvartett
C	8,0	Singlett

Bruk all informasjon i tabell 2 og resultatene fra a) til å forklare hva stoff 1 må være.

Vår 2016

Del 1: Flervalgsoppgaver

Oppgave 1.

l) Organisk analyse

^1H -NMR til en forbindelse har kjemisk skift ved ppm lik 1,20 (dublett), 2,58 (septett) og 11,88 (singlett).

Hvilken av disse forbindelsene kan gi dette spekteret?

- A. butan-1-al
- B. butan-2-on
- C. 2-metylpropan-2-ol
- D. 2-metylpropansyre

n) Organisk analyse

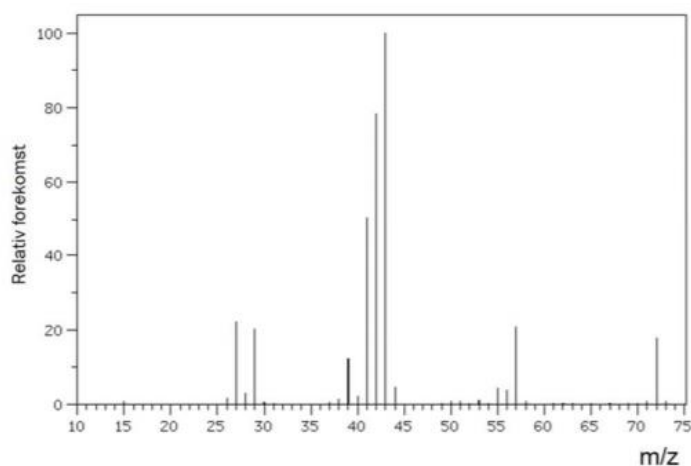
^1H -NMR til en forbindelse med kjemisk formel $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ viser bare et signal, en singlett, ved ppm = 2,21.

Hvilken av disse forbindelsene er det?

- A. 1,1-diklorpropan
- B. 1,2-diklorpropan
- C. 1,3-diklorpropan
- D. 2,2-diklorpropan

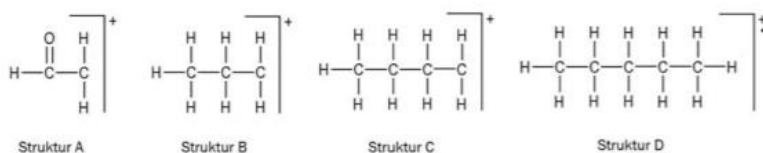
o) Organisk analyse

Figur 3 viser massespekteret til et alkan med kjemisk formel C_5H_{12} .



Figur 3

Hvilken av strukturene vist i figur 4 viser det fragmentet som gir opphav til hovedtoppen i spekteret?



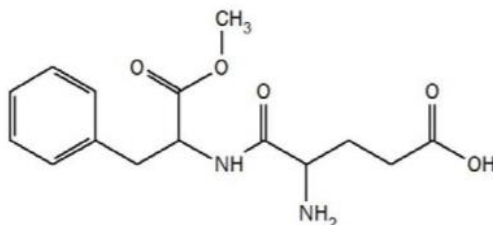
Figur 4

- A. Struktur A
- B. Struktur B
- C. Struktur C
- D. Struktur D

Del 2 - Lansvarsoppgaver

Oppgave 3

Aspartam er et kunstig søtningsmiddel og blir brukt i sukkerfrie drikkevarer. Strukturen til aspartam er vist i figur 7. Aspartam er satt sammen av tre ulike komponenter: metanol og de to aminosyrene fenylalanin og asparaginsyre.



Aspartam, $C_{14}H_{18}N_2O_5$
Molar masse: 294,3 g/mol

Figur 7

- a) Hovedtoppen i massespekteret til aspartam er et fragment med $m/z = 91$ u. Tegn av strukturformelen til aspartam, og marker tydelig hvilken del av molekylet som kan gi opphav til dette fragmentet.
- e) Tabell 1 inneholder opplysninger om sukrose og aspartam.

Tabell 1

	Sukrose	Aspartam
Molar masse	342,30 g/mol	294,31 g/mol
Tetthet	1,587 g/cm ³	1,347 g/cm ³
Smeltepunkt	Dekomponerer ved 186 °C	246-247 °C
Kokepunkt	-	Dekomponerer
Løselighet i vann	Ca. 2000 g/L ved 25 °C	Ca. 10 mg/L ved 25 °C
pK _a	12,62	4,5

En blanding inneholder om lag 10 g sukrose og 1 g aspartam. En elev har fått i oppgave å separere aspartam fra sukrose, der produktet skal være fast aspartam.

- Vurder hva som er den beste metoden for å skille disse stoffene på skolelaboratoriet.
- Forklar kort hvordan eleven i praksis kan gå fram for å få størst mulig utbytte av ren aspartam.

Høst 2015

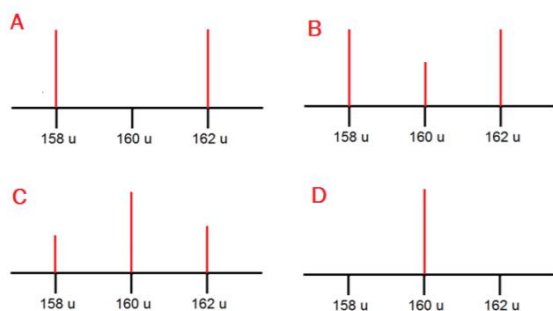
Del 1: Flervalgsoppgaver

Oppgave 1.

j) Analyse

Brom består av to isotoper med omtrent samme relative forekomst. Massen til de to isotopene er 79 u og 81 u.

Hvilket av alternativene i figur 3 viser hvordan Br_2^+ vil se ut i et massespekter?



Figur 3

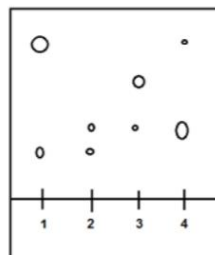
- A. alternativ A
- B. alternativ B
- C. alternativ C
- D. alternativ D

l) Kromatografi

Vi har fire blandinger av stoffer (se tabell 1).

Tabell 1: Kromatografiblandinger

Blanding	Innhold
1	Stoffene A og B
2	Stoffene A og C
3	Stoffene C og D
4	Ukjent



Figur 5

Kromatogrammet i figur 5 viser de fire ulike blandinger hver for seg.

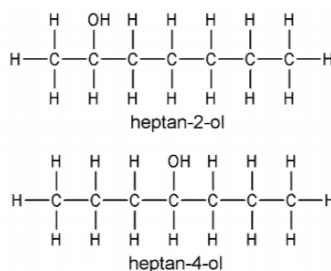
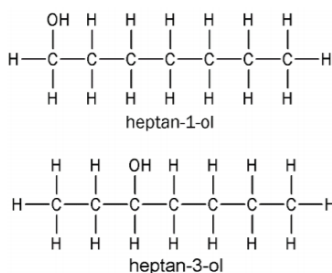
Hvilke to stoffer inneholder blanding 4?

- A. A og C
- B. B og C
- C. B og D
- D. Dette kan vi ikke vite ut fra figuren.

m) Organisk analyse

En alkohol med kjemisk formel $C_7H_{15}OH$ blir oksidert. 1H -NMR spekteret til oksidasjonsproduktet har 3 signaler ved ppm lik 0,92, 1,59 og 2,36.

Hvilken av alkoholene i figur 6 ble oksidert?



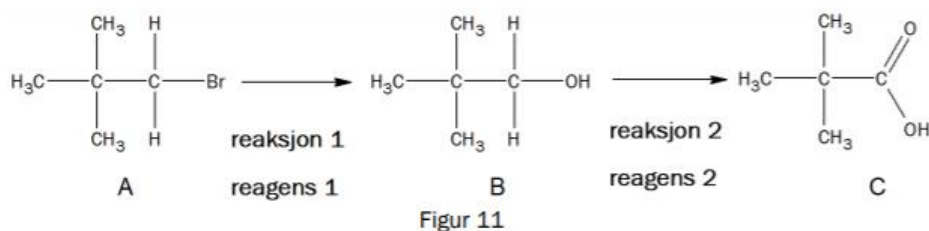
Figur 6

- A. heptan-1-ol
- B. heptan-2-ol
- C. heptan-3-ol
- D. heptan-4-ol

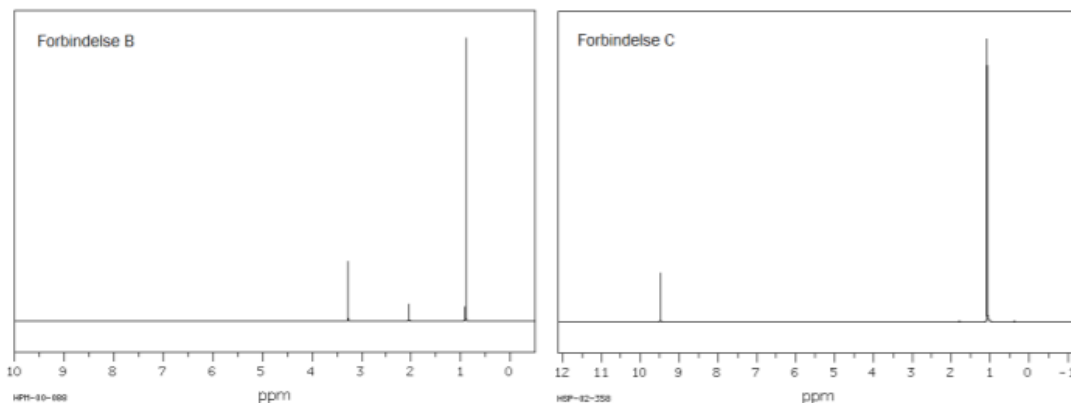
Del 1. Kortsvarsoppgaver

Oppgave 2

- a) Figur 11 viser en syntese av 2,2-dimetylpropansyre. 2,2-dimetylpropansyre er forbindelse C i figur 11.



- 3) Figur 12 viser 1H -NMR-spekterene til forbindelsene B og C. Forklar de ulike signalene (toppene) i de to spektrene.

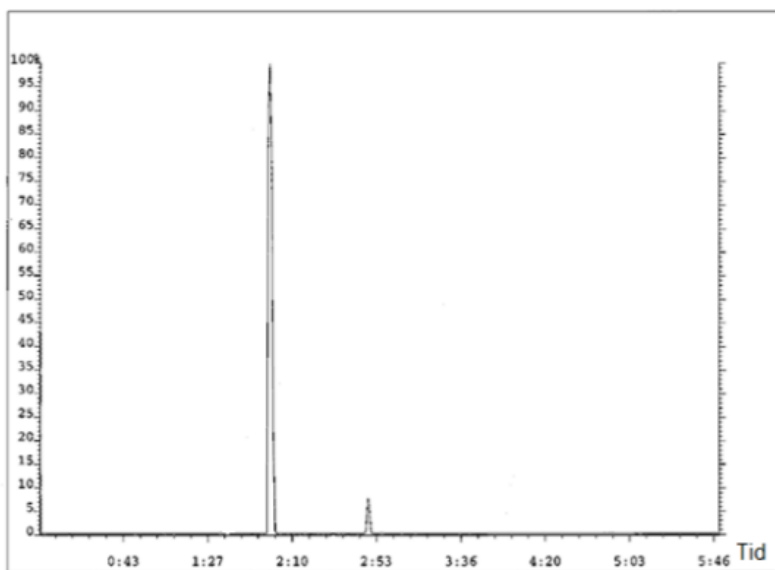


Figur 12

Del 2 - Lansvarsoppgaver

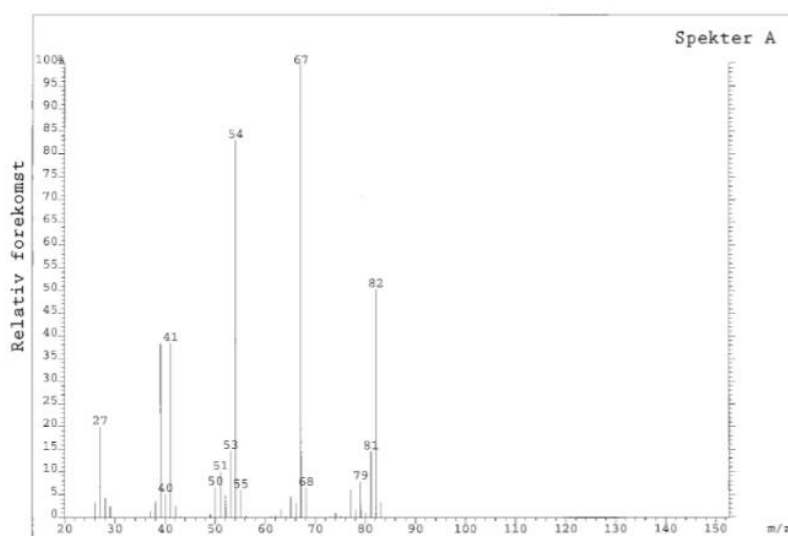
Elevene renset produktet ved destillasjon. Etter destillasjonen ble det tatt GC-MS av produktet. Gasskromatogrammet er vist i figur 18. Sykloheksen ga en topp etter cirka 2 minutter.

- b) Bruk gasskromatogrammet i figur 18 og vurder om elevene klarte å rense produktet sitt.

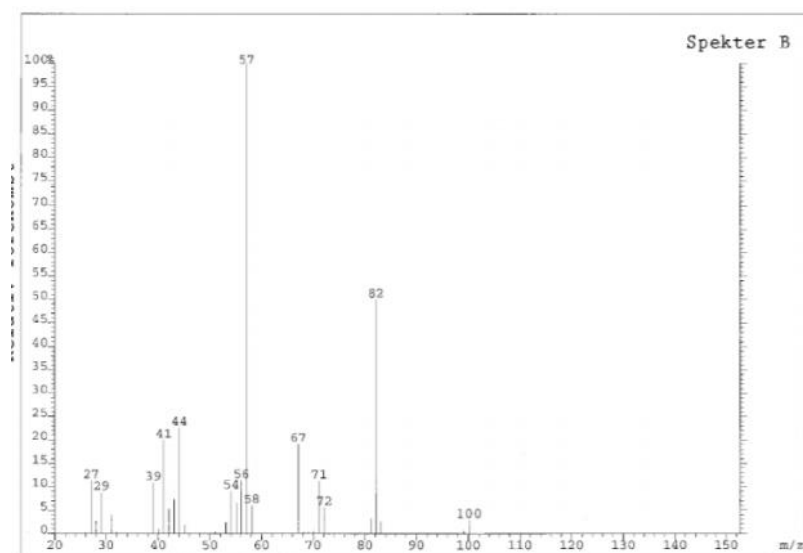


Figur 18

- c) Massespektrene til de to toppene fra gasskromatogrammet er vist i figur 19 og 20. Bruk toppene til **molekylionene** til å finne ut hvilken forbindelse som gir hvert av de to spektrene, spekter A og spekter B. Mulige forbindelser er sykloheksanol, sykloheksen, svovelsyre og vann.



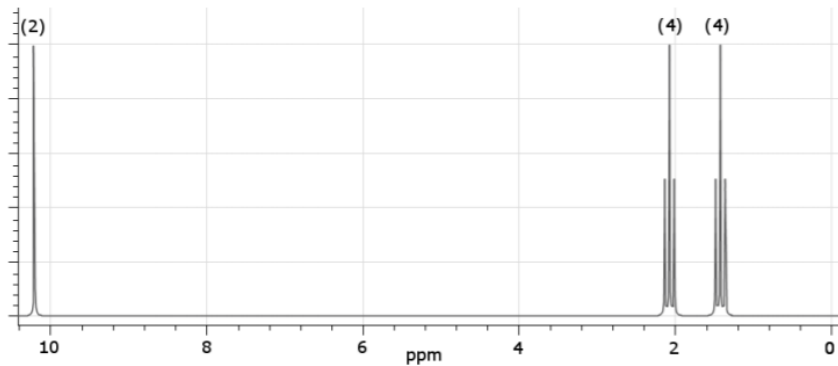
Figur 19



Figur 20

- d) Elevene startet syntesen med 20,0 gram sykloheksanol. Produktet etter destillasjon veide 9,0 gram. Gasskromatogrammet viste at produktet etter destillasjonen besto av 93 % (masseprosent) sykloheksen. Beregn elevenes utbytte av sykloheksen.
- e) Sykloheksen kan oksideres med KMnO_4 i sur løsning. Produktet som blir dannet, har molar masse 146,14 g/mol.

Figur 21 viser $^1\text{H-NMR}$ til produktet. Tallene over signalene viser antall protoner som tilskrives signalet. Bruk spekteret til å finne strukturformelen til produktet.



Figur 21

Vår 2015

Del 1: Flervalgsoppgaver

Oppgave 1.

g) Omkrystallisering

En reaksjonsblanding inneholder adipinsyre, vann, MnO_2 , Mn^{2+} og SO_4^{2-} . Reaksjonsblandingen blir varmet opp til kokepunktet og filtrert med en gang. Hva inneholder filtratet (løsningen som har rent gjennom filteret)?

Bruk informasjonen i tabell 1.

Tabell 1. Løselighet i vann ved ulike temperaturer

Forbindelse	Kjemisk formel	Løselighet i vann, g/L Verdiene er anslag
Mangan(II)sulfat	MnSO_4	Kaldt vann: 52 Varmt vann: 70
Mangan(IV)oksid	MnO_2	Uløselig
Adipinsyre	$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Kaldt vann: 1 Varmt vann: 160

- A. bare adipinsyre og vann
- B. bare vann, Mn^{2+} og SO_4^{2-}
- C. Mn^{2+} , SO_4^{2-} , vann og adipinsyre
- D. vann, MnO_2 , Mn^{2+} og SO_4^{2-}

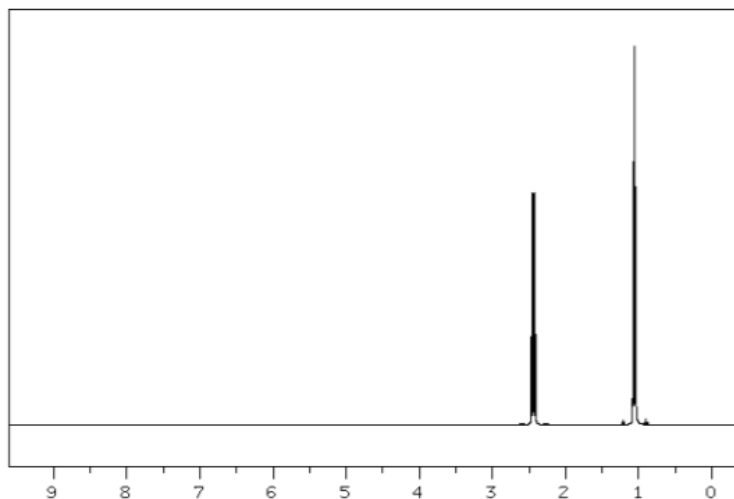
b) Denne oppgaven handler om organisk analyse.

På en fagdag besøkte elevene universitetet for å analysere organiske stoffer i en væskeblanding. Elevene hadde fått en liste med organiske stoffer, alle med fem karbonatomer. De fikk vite at de to stoffene i væskeblandingen var å finne på denne lista:

pentan-1-ol
 pentan-2-ol
 pentanal
 pentan-2-on
 pentan-3-on
 pentansyre
 metylbutanat

Elevene destillerte væskeblandingen. De fikk to fraksjoner med kokepunkt 95–105 °C (fraksjon 1) og 115–125 °C (fraksjon 2).

- 1) Forklar hvilket stoff som må være i **fraksjon 2**. Hvilket påvisningsreagens vil reagere med denne forbindelsen?
- 2) Stoffet i **fraksjon 1** reagerte med 2,4-dinitrofenylhydrazin, men ikke med Tollens reagens. Hvilke av stoffene i lista kan være i **fraksjon 1**?
- 3) Figur 13 viser et forenklet ^1H -NMR-spekter til forbindelsen i **fraksjon 1**. Hvilket stoff var i **fraksjon 1**?



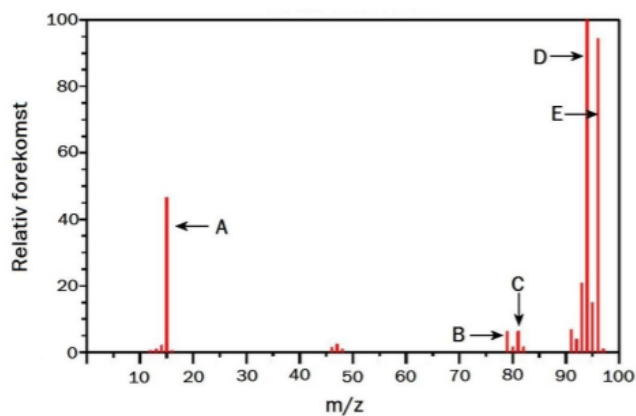
Figur 13

Del 2 - Lansvarsoppgaver

Oppgave 4

Organiske forbindelser med brom blir brukt som reagens i organisk kjemisk syntese.

- d) Massespekteret til brommetan, CH_3Br , er vist i figur 18. Skriv hva de ulike toppene A - E representerer. Forklar hvorfor D og E har tilnærmet samme relative forekomst.



Figur 18

Høst 2014

Del 1: Flervalgsoppgaver

Oppgave 1.

f) SEPARASJON AV ORGANISKE STOFFER

Tabell 1 viser fire alkoholer.

Tabell 1

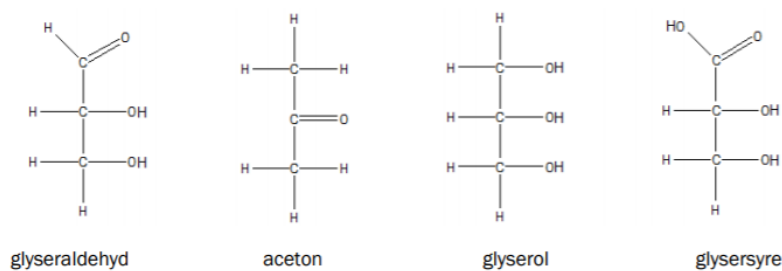
Strukturformel	Navn
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	metanol
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \end{array}$	etanol
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	etan-1,2-diol
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \quad \text{H} \end{array}$	propan-2-ol

Hvilken blanding av disse alkoholene kan skilles best ved enkel destillasjon?

- A. metanol og etanol
- B. etan-1,2-diol og metanol
- C. etanol og propan-2-ol
- D. propan-2-ol og metanol

i) ORGANISKE REAKSJONER

Hvilket av stoffene i figur 3 vil reagere med både 2,4-dinitrofenylhydrazin og Fehlings væske?



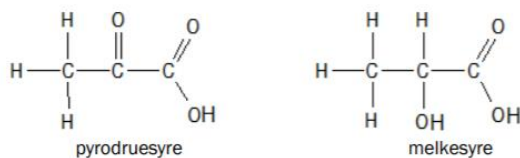
Figur 3

- A. glyseraldehyd
- B. aceton
- C. glyserol
- D. glysersyre

Del 2 - Lansvarsoppgaver

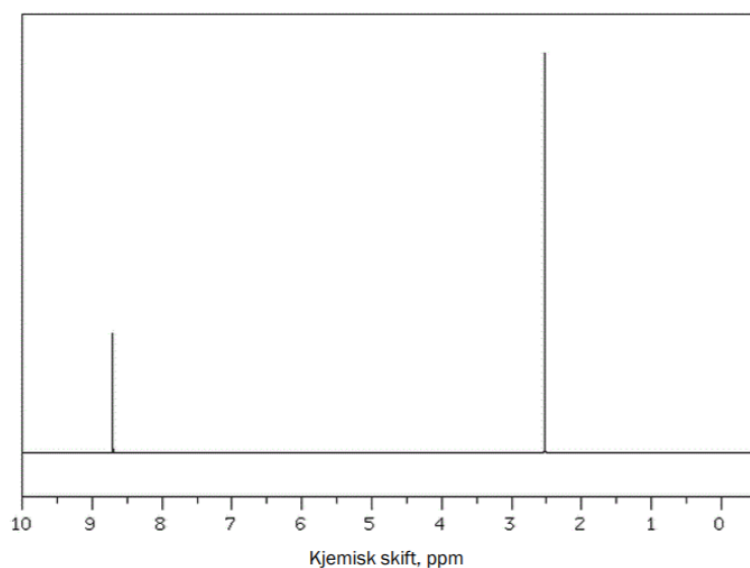
Oppgave 4

Figur 13 viser pyrodruesyre (2-oksopropansyre) og melkesyre (2-hydroksypropansyre). Disse forbindelsene deltar i biokjemiske reaksjoner i kroppen.



Figur 13

- b) Figur 14 viser et ^1H -NMR-spekter. Hvilken av de to forbindelsene, melkesyre eller pyrodruesyre, er vist i dette spekteret? Begrunn svaret.

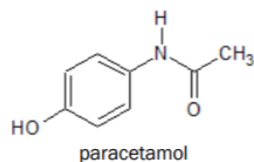


Figur 14

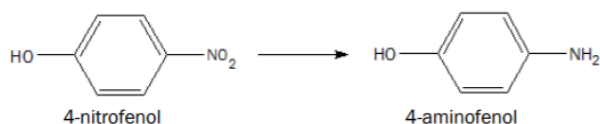
Oppgave 5

Figur 17 viser Paracetamol, som er et smertestillende og febernedssettende legemiddel.

- a) Utgangsstoffet for syntese av paracetamol er 4-aminofenol. Dette stoffet blir framstilt fra 4-nitrofenol, se figur 18.



Figur 17



Figur 18

- b) Forklar hvorfor 4-nitrofenol vil ha tre hovedtopper i et ^1H -NMR-spekter, mens 4-aminofenol vil ha fire.
- c) Skriv den balanserte reaksjonslikningen for syntese av paracetamol fra 4-aminofenol.

En gruppe elever skulle bestemme innholdet av paracetamol i en tablett.

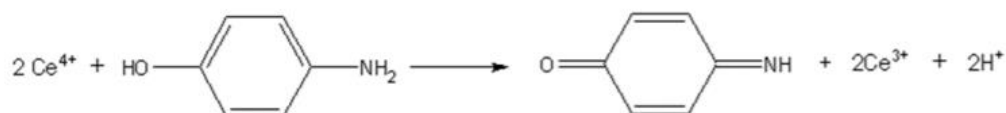
Først isolerte de paracetamol fra tablett.

Paracetamolen ble deretter rensed ved omkrystallisering. Løseligheten til paracetamol er 14,9 mg per mL ved 25 °C og over 50 mg pr mL i varmt vann. Krystallene ble filtrert fra ved 25 °C. Elevene brukte 10,0 mL vann til å omkrystallisere paracetamolen,

- d) Innholdet av paracetamol i tablett er oppgitt å være 500 mg. Beregn hvor mange mg paracetamol som maksimalt kan isoleres ved denne omkrystalliseringen.

Paracetamolen ble deretter hydrolysert til 4-aminofenol med svovelsyre og løsningen ble fortynnet med vann til 100,0 mL.

25,0 mL av denne løsningen ble titrert med en løsning med Ce^{4+} - ioner. Da skjer denne reaksjonen:



Forbruket av 0,100 mol/L Ce^{4+} -løsning var 11,2 mL.

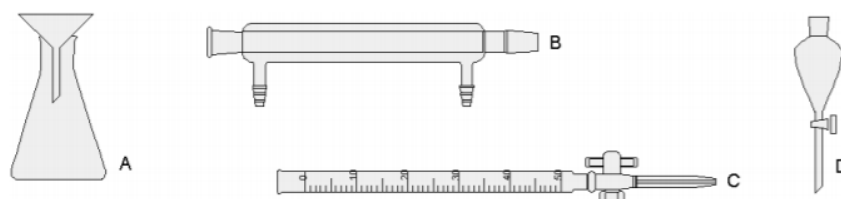
Vår 2014

Del I: Flervalgsoppgaver

Oppgave 1.

o) Destillasjon

Figur 3 viser et utvalg glassutstyr som brukes i et skolelaboratorium.



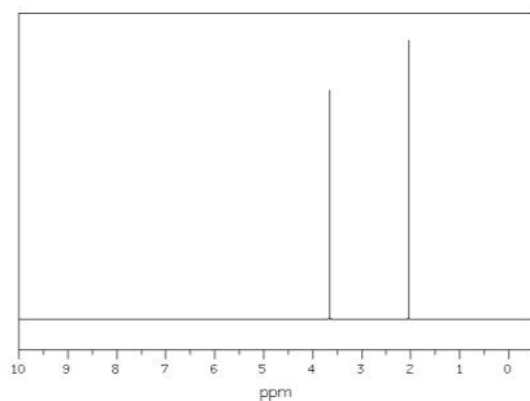
Figur 3

Hvilken av disse gjenstandene viser en Liebigkjøler til bruk ved destillasjon?

- A. gjenstand A
- B. gjenstand B
- C. gjenstand C
- D. gjenstand D

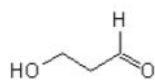
p) Analyse

Figur 4 viser ^1H -NMR-spekteret til en forbindelse med kjemisk formel $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$.



Figur 4

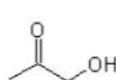
Hvilken av figurene under viser strukturen til denne forbindelsen?



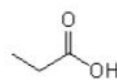
A



B



C



D

Del 1. Kortsvarsoppgaver

Oppgave 2

- c) Omkrystallisering blir brukt for å rense faste stoffer for forurensinger. Stoffene som skal omkrystalliseres, må ha forskjellig løselighet i varm og kald løsning. Forurensingene som skal fjernes, må enten være uløselige eller løselige ved alle temperaturer.

Bruk informasjonen i tabell 1 for å løse deloppgavene.

Tabell 1. Løselighet i vann ved ulike temperaturer

Forbindelse	Kjemisk formel	Løselighet i vann, g/L. Verdiene er anslag
Mangan(II)klorid	MnCl_2	Kaldt vann: 70 Varmt vann: 120
Mangan(IV)oksid	MnO_2	Uløselig
Benzosyre	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	Kaldt vann: 2 Varmt vann: 70
Adipinsyre	$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Kaldt vann: 1 Varmt vann: 160

1. Du har 1 L varm vannløsning med oppløst 50 g benzosyre. Hvor mange gram benzosyre kan maksimalt isoleres ved nedkjøling?
2. Du har litt adipinsyre som er forurensset av MnCl_2 og MnO_2 . Bruk informasjonen i tabell 1 og forklar om omkrystallisering er en egnet metode for å rense adipinsyren.
3. Du har en blanding av benzosyre og adipinsyre. Bruk informasjonen i tabell 1 og forklar om det lar seg gjøre å skille disse stoffene ved omkrystallisering fra vann.

Høst 2013

Del I: Flervalgsoppgaver

Oppgave 1.

d) ANALYSE, $^1\text{H-NMR}$

$^1\text{H-NMR}$ -spekteret til forbindelsen X viser to signaler, ett ved 3,66 og ett ved 3,43. Begge signalene er singletter.

Hvilken av forbindelsene under er X?

- A dimetyleter
- B metansyre
- C metanal
- D metanol

e) ANALYSE, MS

Typiske fragmenter som blir dannet ved fragmentering av ketoner, er vist i tabell 1.

De tre høyeste toppene i MS spekteret er molekyllionet og topper ved $m/z = 29$ u og $m/z = 57$ u.

Hvilket keton er dette?

- A pentan-3-on
- B propanon
- C pentan-2-on
- D heptan-4-on

Tabell 1

Keton	Fragmenter
$\text{R}_1-\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{R}_2$	R_1^+ R_2^+ $\text{R}_1-\text{C}=\text{O}^+$ $\text{R}_2-\text{C}=\text{O}^+$

j) ORGANISK ANALYSE, $^1\text{H-NMR}$

Hvor mange topper vil propanon gi i et $^1\text{H-NMR}$ -spekter?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 6

g) DESTILLASJON

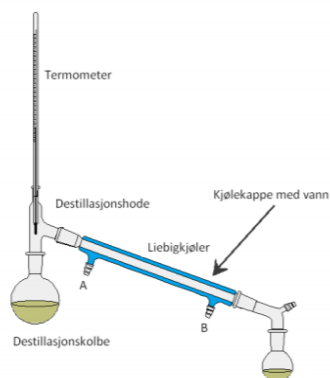
Figur 1 viser et destillasjonsoppsett. Væsken som skal destilleres, varmes opp til kokepunktet, slik at den fordampes. Gassen stiger opp til destillasjonshodet. I kjøleren overføres gassen til væskeform igjen. I kjølekappen er det vann.

Under følger tre påstander om destillasjon av vann med oppløste stoffer.

- i) Termometeret i destillasjonshodet viser $100\text{ }^\circ\text{C}$ når vann destillerer av. Dette er vannets kokepunkt.
- ii) Temperaturen i destillasjonskolben må være minst 30 grader høyere enn vannets kokepunkt.
- iii) Vannet i kjølekappen skal renne fra A til B, slik at det renner fortest mulig gjennom.

Hvilken eller hvilke påstander er riktige?

- A i)
- B ii)
- C i) og iii)
- D i), ii) og iii)



Figur 1

Del 1. Kortsvarsoppgaver**Oppgave 2**b) MASSESPEKTROMETRI

- 1) Forklar hva som menes med molekylion i massespektrometri.
- 2) Massespektrometri ble brukt til å analysere en luftprøve i nærheten av en fabrikk. Luftprøven inneholdt spor av en gass som hadde et molekylion med $m/z \approx 44$.

Forklar at denne luftprøven kan inneholde propan, karbondioksid eller dinitrogenoksid.

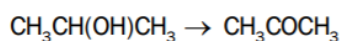
- 3) Ved en ny analyse med et mer avansert instrument ble m/z til molekylionet bestemt til nøyaktig 44,00105 u. Bruk opplysningene nedenfor til å avgjøre hvilken gass luftprøven inneholdt:

Eksakt relativ atommasse:

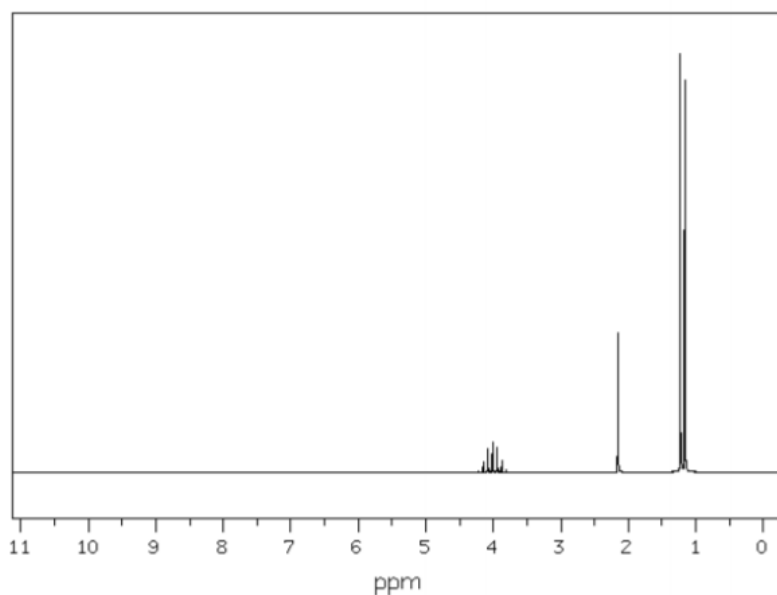
^{12}C	12,00000 u
^{14}N	14,00307 u
^{16}O	15,99491 u
^1H	1,00784 u

c) ORGANISK SYNTSE

En kjemiklasse skulle gjennomføre en organisk syntese der propan-2-ol blir overført til propanon:



- 3) Figur 4 viser ^1H -NMR-spekteret til elevenes produkt. Tolk spekteret og forklar om gruppen har klart å lage produktet, eller om dette er spekteret til det opprinnelige molekylet.



Figur 4

Vår 2013

Del I: Flervalgsoppgaver

Oppgave I.

e) MASSEPEKTROMETRI

Hvilken av disse toppene vil finnes i MS-spekteret til butan?

- A. $m/z = 50$ u
- B. $m/z = 43$ u
- C. $m/z = 36$ u
- D. $m/z = 21$ u

j) ORGANISK ANALYSE, NMR-SPEKTERHvilken eller hvilke av forbindelsene I, II og III viser tre ulike H-omgivelser i ^1H -NMR – spekteret?

- I $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$
- II $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$
- III $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

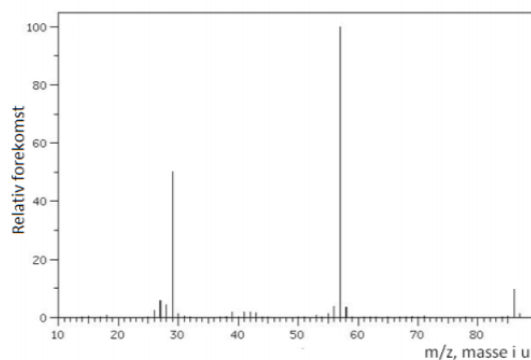
- A. Bare I
- B. Bare II
- C. Bare I og III
- D. Alle tre, I, II og III

t) MASSEPEKTROMETRI

Typiske fragmenter av ketoner i MS er vist i figur 6.

Keton	Fragmenter
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_1 - \text{C} - \text{R}_2 \end{array}$	R_1^+
	R_2^+
	$\text{R}_1 - \text{C}=\text{O}^+$
	$\text{R}_2 - \text{C}=\text{O}^+$

Figur 6

Figur 7 viser massespekter til et stoff med kjemisk formel $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$. Hvilken forbindelse stemmer med spekteret vist i figur 7?

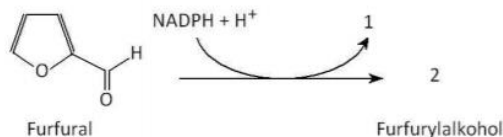
Figur 7

- A. Pentan-3-on
- B. Pentan-2-on
- C. Syklopentanon
- D. 3-metylbutan-2-on

Del 2 - Lansvarsoppgaver

Oppgave 4.

- c) Impregneringsmetoden for trevirke bruker både furfural og furfurylalkohol. Furfurylalkohol kan framstilles av furfural ved hjelp av enzymer:

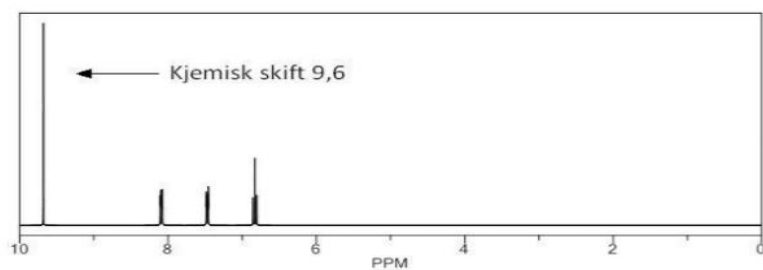


Figur 14

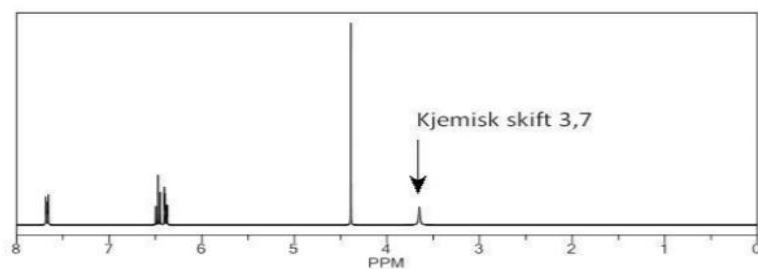
Forklar hva som foregår i denne biokjemiske reaksjonen, og erstatt tallene 1 og 2 i figur 14 med riktig forkortelse (1) og riktig strukturformel (2).

Det er oppgave d) som skal gjøres, men oppgave c) tilbyr informasjon som er greit å få med seg → furfural blir redusert av NADPH og furfurylalkohol dannes. Oppgaven kan fint løses med kun kunnskap om reaksjonsveier i organisk kjemi også ☺

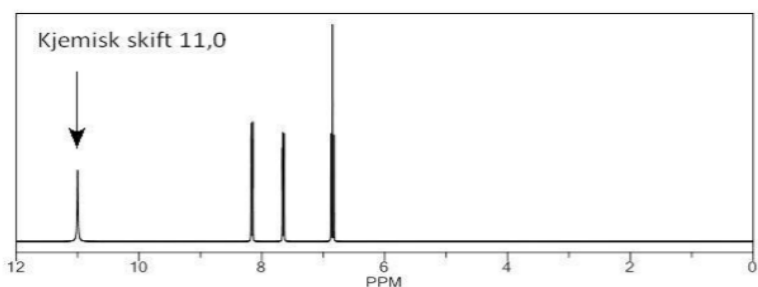
- d) Figur 15–17 viser ^1H -NMR-spektre til furfurylalkohol, furfural og furfurylsyre, ikke nødvendigvis i denne rekkefølgen. Toppen for hydrogen i den funksjonelle gruppen er markert. Bruk denne til å identifisere hvilket spekter som tilhører de ulike stoffene.



Figur 15



Figur 16



Figur 17

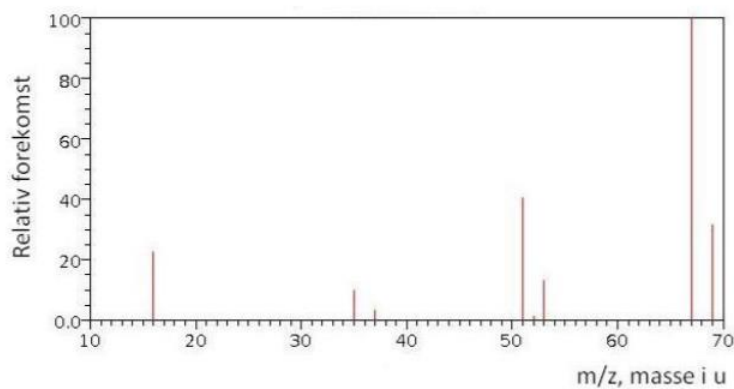
Oppgave 5.

- c) Figur 19 viser massespektret til ClO_2 med strukturformel $\text{O}=\text{Cl}=\text{O}$.

Forklar hva de ulike toppene representerer. Bruk informasjonen i tabell 2.

Tabell 2. Klorisotoper

Isotop	Relativ forekomst
^{35}Cl	75,78 %
^{37}Cl	24,22 %



Figur 19

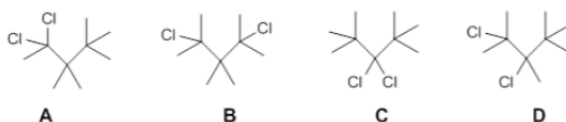
Høst 2012

Del I: Flervalgsoppgaver

Oppgave 1.

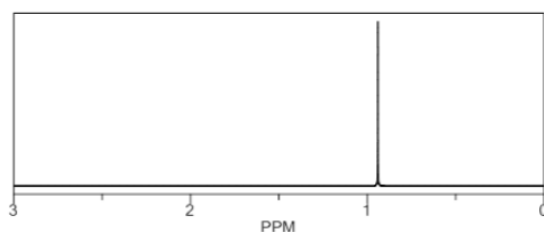
- p) Analyse, MS

Figur 2 viser forbindelsene A, B, C og D. Alle har molekylformelen $\text{C}_9\text{H}_{18}\text{Cl}_2$.



Figur 2

Figur 3 viser ^1H - NMR - spektret til en av disse forbindelsene.



Figur 3

Spektret tilhører forbindelse

- A. A
- B. B
- C. C
- D. D

Del 1. Kortsvarsoppgaver

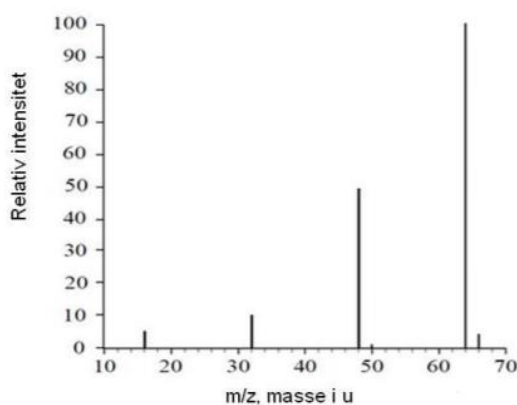
Oppgave 2

3) De to vanligste stabile svovelisotopene er ^{32}S og ^{34}S , se tabell 1.

	^{32}S	^{34}S
Atommasse (u)	32	34
Forekomst i naturen (%)	95	4

Tabell 1

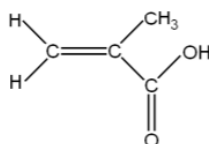
Figur 6 viser massespektret til SO_2 . Bruk tabellen som hjelp til å identifisere de seks toppene i figuren. Vær oppmerksom på den minste toppen på 50 m/z.



Figur 6

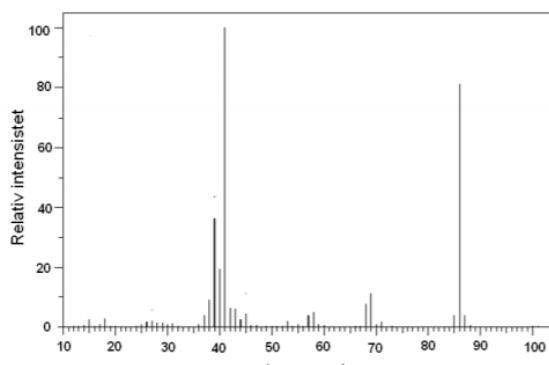
Del 2 - Lansvarsoppgaver

Oppgave 3.



Figur 8

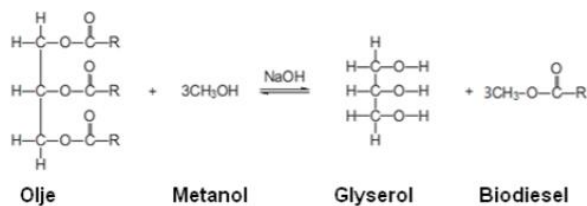
c) Figur 9 viser MS-spektret av metakrylsyre.



Forklar med strukturformler hva de to høyeste toppene representerer.

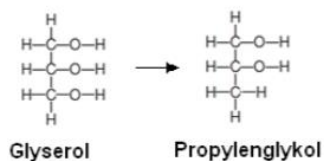
Oppgave 4

Biodiesel er et produkt som brukes av flere for å bedre det globale miljøet. Biodiesel kan lages av vegetabilsk olje slik likevektlikningen i figur 12 viser:



Figur 12

Fra biproduktet glyserol kan man framstille propylenglykol, se figur 13.



Figur 13

- b) Propylenglykol brukes i blanding med metanol som avisningsvæske for fly. På flyplassene er det anlagt oppsamlingssystemer slik at propylenglykol kan gjenvinnes fra blandingen av vann, metanol og propylenglykol ($K_p = 187^\circ\text{C}$).

Avgjør om destillasjon er egnet for denne gjenvinningen.



- c) En elev framstilte biodiesel fra vegetabilsk olje, slik likningen i figur 12 viser. Tabell 2 viser utdrag fra elevens lab-notater.

Utgangsstoffer	Masse til utgangsstoffer/g	Molar masse/g per mol
Olje	1013,0	885,6
Metanol	200,0	32,0
NaOH	3,5	40,0
Produkt	Masse til produkt/g	Molar masse/g per mol
Biodiesel	811,0	296,5

Tabell 2

Vis ved beregning at eleven brukte overskudd av metanol.

- d) Beregn utbyttet av biodiesel i prosent av det teoretisk mulige.
- e) En elevgruppe ønsket å finne ut om det var mulig å bestemme innholdet av propylenglykol i en vannprøve. De bestemte seg for å prøve en redokstitrering med kaliumdikromat, $K_2Cr_2O_7$, i sur løsning.

Elevene løste 0,152 g propylenglykol i vann til 100 mL løsning.

Beregn hvor mye 0,0200 mol/L dikromatløsning som gikk med i titreringen av 25,0 mL glykolløsning. Gå ut fra at reaksjonsforholdet er 1:1.

Vår 2012

Del I: Flervalgsoppgaver

Oppgave 1.

- m) Organisk syntese

160 g metan (CH_4) reagerer med klor og gir ca. 250 g klormetan (CH_3Cl). Utbyttet av klormetan regnet i prosent av teoretisk mulig utbytte er om lag

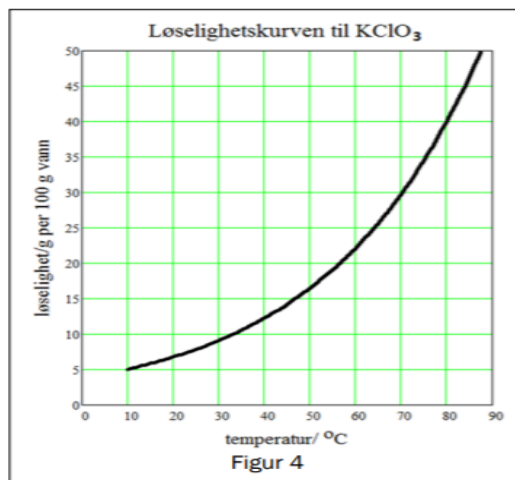
- A. 50 %
- B. 62 %
- C. 90 %
- D. 100 %

- n) Omkristallisering

Figur 4 viser løseligheten til kaliumklorat, $KClO_3$, som funksjon av temperaturen i vannet. Du omkristalliserer kaliumklorat ved å løse 20 g av saltet i 100 g vann ved 90 °C. Løsningen avkjøles til 10 °C.

Massen til $KClO_3$ -krystaller som faller ut, er

- A. 20 g
- B. 15 g
- C. 10 g
- D. 5 g



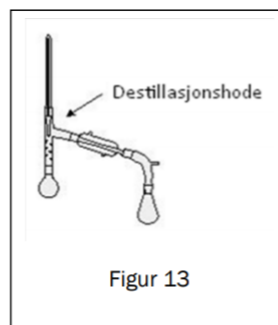
Del 2 - Lansvarsoppgaver

Oppgave 3

Syntesegass kan også være utgangsstoff for syntetisk drivstoff. Etter en synteseprosess har vi fått et syntetisk drivstoff som er en blanding av tre hydrokarboner:

3-metylpentan, heptan og oktan

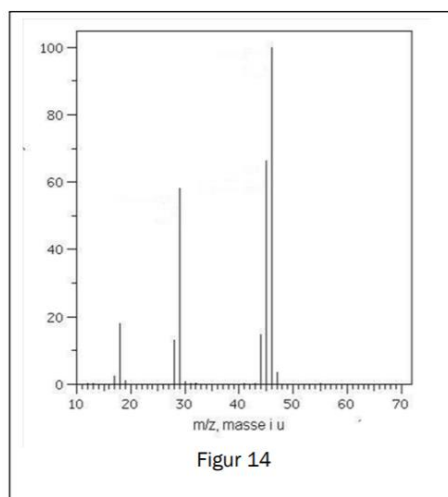
- c) Vi vil skille 3-metylpentan, heptan og oktan ved hjelp av fraksjonert destillasjon. Tegn en skisse av temperaturen i destillasjonshodet som funksjon av tiden, og bruk den til å forklare at denne separasjonen er mulig.



De vanligste biproduktene ved syntese av metanol er metanal, metansyre, metylmetanat og metoksymetan (dimetyleter).

- d) Tegn strukturformlene til disse fire biproduktene.
- e) Figur 14 viser et massespektrum (MS) til ett av de fire biproduktene. Den høyeste toppen i spekteret er molekylionet.

Avgjør hvilket av de fire biproduktene som gir dette massespekteret.



- f) De fire biproduktene har forskjellige ^1H -NMR-spekter. Tabell 1 under viser kjemisk skift i spektrene til disse forbindelsene.

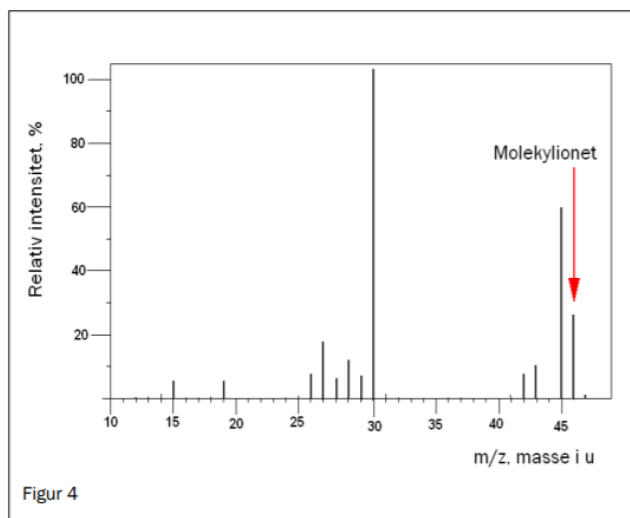
Tabell 1

Spekter nr.	Kjemisk skift
1	3,8 og 8,1 (begge singletter)
2	9,6 (singlett)
3	8,1 og 11,0
4	3,2 (singlett)

Forklar hvilke av de kjemiske skiftene i tabell 1 som tilhører henholdsvis metansyre, metanal, metylmetanat og metoksymetan (dimetyleter).

o) Analyse. MS

Figur 4 viser et massespekter til en organisk forbindelse.

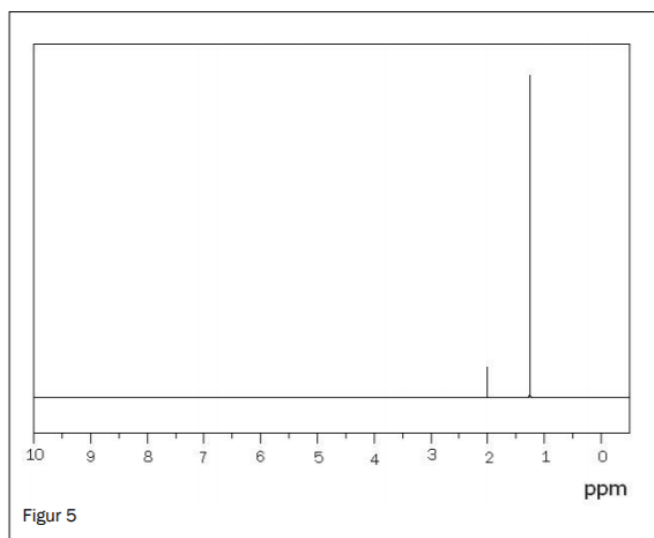


Denne forbindelsen er

- A. etanal
- B. etanol
- C. etandiol
- D. etansyre

q) Analyse. NMR

Fire isomere alkoholer har strukturformel C_4H_9OH .



Avgjør ved hjelp av 1H -NMR-spektret i figur 5 hvilken alkohol det er:

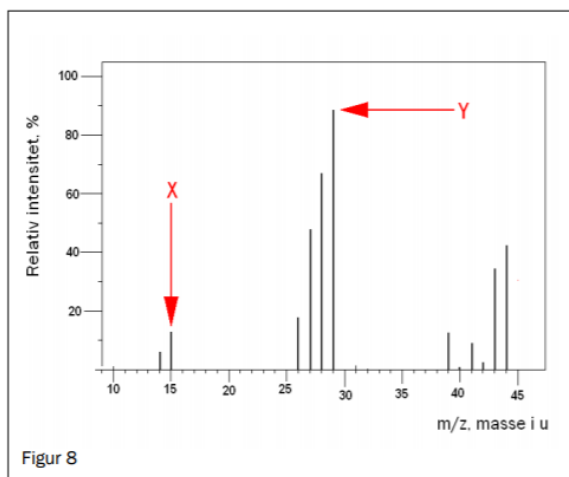
- A. butan-1-ol
- B. butan-2-ol
- C. 2-metyl-propan-2-ol
- D. 2-metyl-propan-1-ol

Del I. Kortsvarsoppgaver**Oppgave 2**

b) Analyse, MS

Figur 8 viser massespektret til en ukjent organisk forbindelse. Denne forbindelsen inneholder bare karbon og hydrogen.

- 1) Finn den molare massen til denne forbindelsen.
- 2) Foreslå formler for fragmentene X og Y.
- 3) Foreslå en strukturformel for den ukjente forbindelsen.

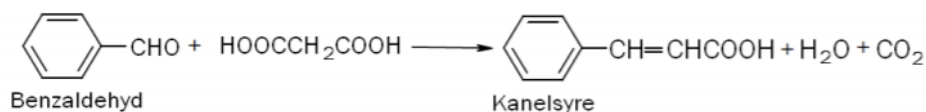


Del 2 - Lansvarsoppgaver

Oppgave 3

Kanelsyre finnes i krydderet kanel, men brukes også til syntese av luktstoffer til parfyme.

Kanelsyre kan framstilles på laboratoriet fra benzaldehyd (fenylmetanal) og propan-1,3-disyre. Reaksjonen kan skrives slik:



- c) Benzaldehyd er ofte forurensset av benzosyre. Vurder om destillasjon kan være en egnet metode for å fjerne benzosyre fra benzaldehyd.

Vår 2011

Del 1: Flervalgsoppgaver

Oppgave 1.

h) Analyse

Massespektret (MS) til 3-metylpentan-2-ol har hovedtopp der massen i u = 45.

Dette fragmentet dannes ved spalting mellom

- A. karbon 1 og 2
- B. karbon 2 og 3
- C. karbon 2 og hydroksylgruppen
- D. karbon 3 og metylgruppen

m) Analyse

Forbindelsen **X** blir oksidert til **Y**. ^1H -NMR av **Y** har to topper og viser at forholdet mellom antallet til de ulike hydrogenatomene er 4:6.

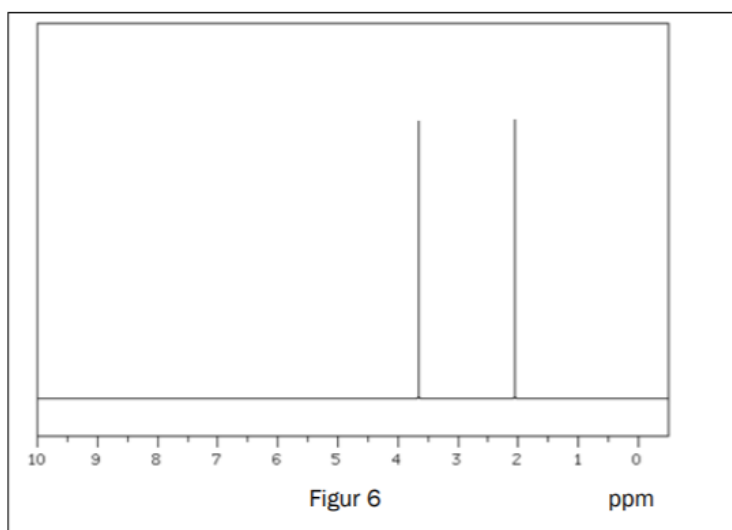
X kan være

- A. butan-2-ol
- B. pentan-2-ol
- C. pentan-3-ol
- D. heksan-3-ol

Del 1. Kortsvarsoppgaver

Oppgave 2

- 3) En organisk forbindelse har kjemisk formel $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$. Figur 6 viser ^1H -NMR- spektret til denne forbindelsen. Tegn en strukturformel som stemmer med spektret.



Flere eksamensoppgaver: tidligere enn 2011

n) Destillasjon

Destillasjon vil være en egnet metode for å skille en blanding av

- ☐ A diklormetan og triklormetan
- ☐ B vann og propan-1-ol
- ☐ C *cis*-hept-2-en og *trans*-hept-2-en
- ☐ D pentan-2-ol og pentan-3-ol

p) Destillasjon

Destillasjon egner seg til å skille en blanding av

- ☐ A propanon og butanon
- ☐ B pentan-2-on og pentan-3-on
- ☐ C vann og pentan-2-on
- ☐ D glukose og fruktose

OmkrySTALLISERING

Hvilket av alternativene under er egnet til omkrystallisering av benzosyre?

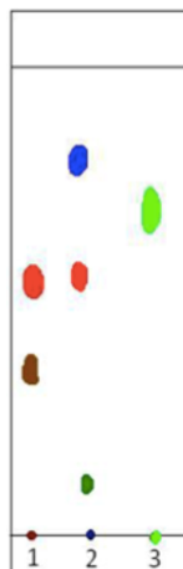
- ☐ A vann
- ☐ B CH_3Cl
- ☐ C CCl_3COOH
- ☐ D 0,1 mol/L NaOH-løsning

Kromatografi

Figur 2 viser et kromatogram.

Avgjør om utsagnene under er riktige eller gale:

1) Løpemeddelet må stå over startlinjen.	Riktig	Galt
2) Vann er ikke alltid et egnet løpemeddel til kromatografering.	Riktig	Galt
3) Stoff 2 består av mer enn én komponent.	Riktig	Galt
4) Stoff 1 og stoff 2 har ingen felles komponenter.	Riktig	Galt

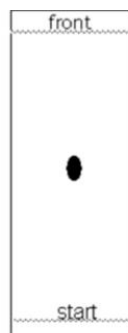


Figur 2

o) Kromatografi

Figuren til høyre viser en tyynsjiktplate

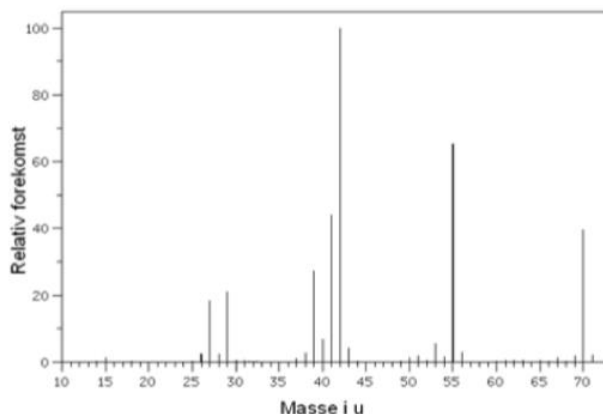
- ☐ A ved starten av kromatograferingen
☐ B ved halvveis fullført kromatografering
☐ C ved slutten av kromatograferingen
☐ D med full separasjon av to speilbildeisomere



o) Analyse MS

Massespekteret viser en forbindelse som består av karbon og hydrogen. Den kjemiske formelen til forbindelsen er

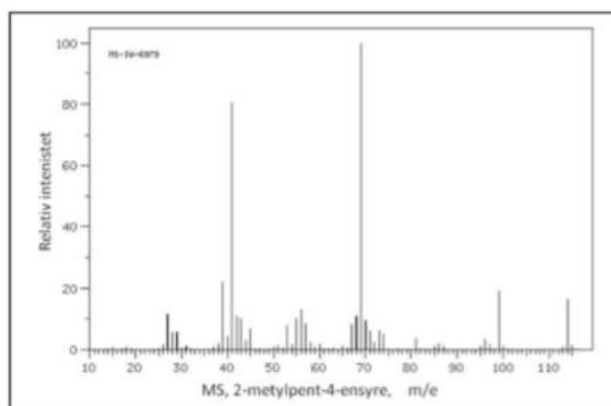
- ☐ A C_5H_6
☐ B C_5H_8
☐ C C_5H_{10}
☐ D C_5H_{12}

MS-analyse

Figur 1 viser MS-spekteret til 2-metylpent-4-ensyre.

Et av fragmentene som dannes ved spalting mellom karbon 2 og 3, har masse lik:

- ☐ A 41 u
☐ B 69 u
☐ C 99 u
☐ D 114 u



Figur 1 MS-spekter til 2-metylpent-4-ensyre

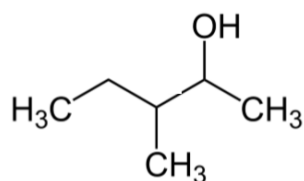
Kilde: http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi

Analyse

Massespektret (MS) til 3-metylpentan-2-ol har hovedtopp der massen i u = 45.

Dette fragmentet dannes ved spalting mellom

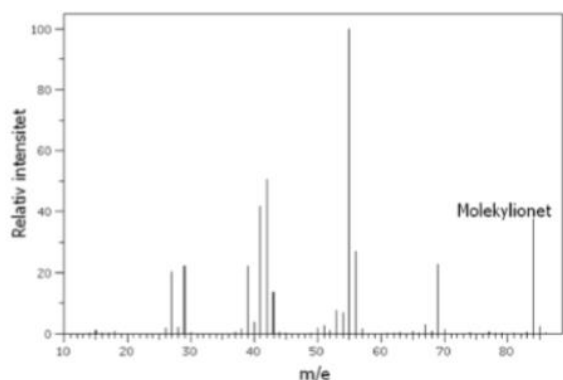
- A. karbon 1 og 2
- B. karbon 2 og 3
- C. karbon 2 og hydroksylgruppen
- D. karbon 3 og metylgruppen



q) ANALYSE

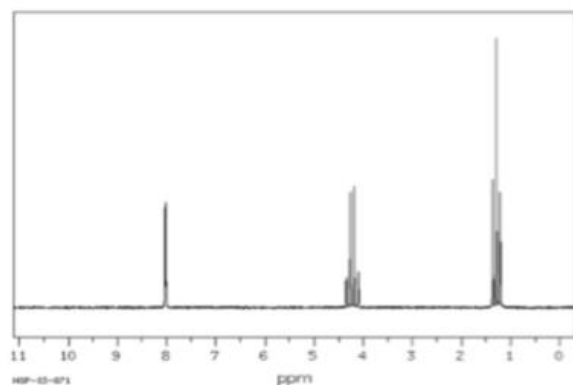
Heksan-2-ol overføres til en annen forbindelse. Bruk vedlagte ms-spekter til å finne ut om denne forbindelsen er

- ☐ A heksan-2-klorid
- ☐ B heksan-2-on
- ☐ C heks-2-en
- ☐ D 2-metoksy-heksan



p) Protonspekter

Stoffet som gir det protonspekteret som er vist nedenfor, har kjemisk formel $C_3H_6O_2$.



$C_3H_6O_2$

Den riktige strukturformelen til denne forbindelsen er

- ☐ A CC(=O)O
- ☐ B CC(=O)O
- ☐ C CC(=O)OC
- ☐ D CCOC=O

j) ORGANISK ANALYSE, NMR-SPEKTER

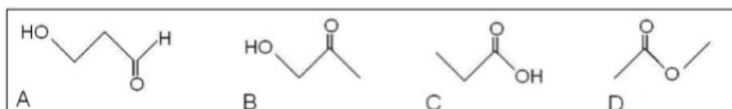
Hvilken eller hvilke av forbindelsene I, II og III viser tre ulike H-omgivelser i ^1H -NMR – spekteret?

- I $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$
II $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$
III $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

- A. Bare I
B. Bare II
C. Bare I og III
D. Alle tre, I, II og III

 ^1H -NMR-analyse

En forbindelse har molekylformel $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$. Strukturformelen til forbindelsen er en av formelene som er vist i rammen under. ^1H -NMR-spekteret av den ukjente forbindelsen har to topper uten oppsplitting.

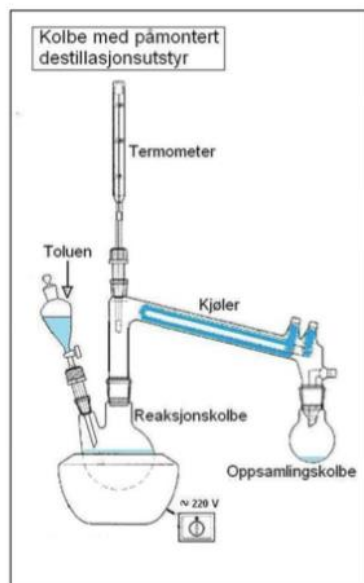


Strukturformelen til forbindelsen er da:

- ☐ A
☐ B
☐ C
☐ D

Del 2 – Lansvarsoppgaver

Apparaturen som ble brukt til framstilling av sykloheksen på laboratoriet, er vist i figur 1.



Figur 1

Eksperimentet ble utført slik:

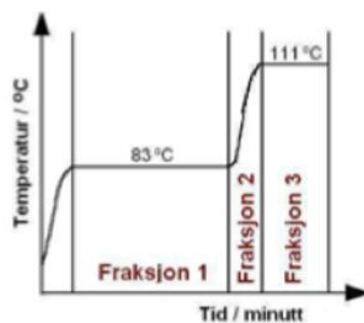
40,0 g sykloheksanol i reaksjonskolben ble tilsatt 10 mL konsentrert svovelsyre. Reaksjonskolben ble så varmet opp. Da destillerte produktet av. Mot slutten av reaksjonen ble det tilsatt 10 mL toluen (metylbenzen) for å drive ut de siste restene av sykloheksen fra reaksjonsblandingen.

Det ble samlet opp tre fraksjoner. Massen til fraksjonene er vist i tabell 1.

Fraksjon 1	29 g
Fraksjon 2	3 g
Fraksjon 3	5 g

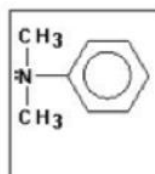
Tabell 1

Temperaturen i destillasjonstoppen ble registrert under hele destillasjonen. Denne temperaturen er vist som funksjon av tiden i figur 2.



Figur 2

- c) Beregn utbyttet av sykloheksen i denne reaksjonen.
- d) Forklar temperaturforløpet under destillasjonen.
- e) Når sykloheksen løses i kloroform og tilsettes en løsning av brom, vil bromfargen forsvinne. Etter at alt har reagert, isoleres en væske med molekylformel $C_6H_{10}Br_2$. Forklar hvilken reaksjonstype dette er, og tegn strukturformelen til produktet.
- f) Produktet fra 5 e) blir varmet opp sammen med den organiske basen N,N-dimetylanilin, se figur 3.



Figur 3

Fra denne reaksjonen isoleres et produkt med molekylformel C_6H_9Br . Skriv reaksjonslikning for denne reaksjonen med strukturformler, og bruk krumme piler til å vise reaksjonsmekanismen.