Fördjupningsuppgifter i kemi – del 2 av 2

Senast uppdaterat 2025-12-17

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning 1

1 Inledning 2

2 Utförande 2

3 Material 2

4 Isomeri 3

4.1 Teori 3

4.2 Uppgifter- isomeri 4

5 Organiska kemiska reaktioner 8

5.1 Teori 8

5.2 Uppgifter- olika reaktionstyper 10

5.3 Uppgifter- träna på att rita reaktionsmekanismer 11

5.4 Uppgifter- framställning av estrar 15

5.5 Uppgifter- alkoholer 19

5.6 Uppgifter- reaktioner med brom 21

6 Blandade uppgifter i organisk kemi 24

6.1 Uppgifter- funktionella grupper och rita strukturer 24

6.2 Uppgifter- polaritet 25

6.3 Uppgifter- organisk syntes 25

SVENSKA KEMISAMFUNDET
The Swedish Chemical Society

Stockholms universitet

KRC
Kemilärarnas resurscentrum

1 Inledning

Syftet med detta material är att elever som är intresserade av fördjupande uppgifter i organisk kemi på gymnasiet ska få en möjlighet att träna på det. Detta material är framtaget för att få en bättre förståelse för framförallt organiska reaktioner, genom att träna på att tolka och rita olika organiska mekanismer, men också träna på att särskilja olika typer av isomerer. Uppgifterna innehåller även inslag av namngivning och kemisk bindning. Teori om isomeri och olika reaktionstyper finns i materialet. För att kunna lösa uppgifterna behövs det förkunskaper om grundläggande namngivning, ämnesklasser och kemisk bindning.

Materialet är sammanställt hösten 2025 av Maja Johansson och Mohammad Mirmohades från Kemiolympiadnämnden. Samtliga uppgifter är från tidigare prov från Sveriges kemiolympiad men några av uppgifterna är modifierade för att passa detta material bättre. De inledande teoridelarna är skrivna av Maja och Mohammad.

2 Utförande

I materialet nedan finns det 42 uppgifter på dessa teman där svårighetsgraden ökar successivt. Materialet indelat i 3 delar:

Del 1 ger en möjlighet till att träna på isomeri.

Del 2 behandlar organiska reaktioner med ett fokus på att särskilja olika reaktionstyper och rita kemiska mekanismer.

Materialet avslutas i del 3 med några blandade uppgifter om både isomeri, kemiska mekanismer tillsammans med grundläggande frågor om polaritet för organiska föreningar.

I ett separat dokument (Fördjupningsuppgifter i kemi – Del 1 av 2) finns uppgifter om NMR-spektroskopi, termokemi och elektrokemi.

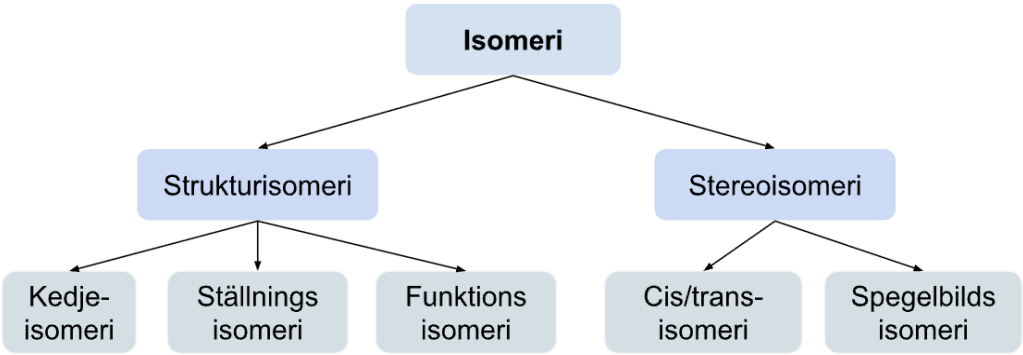
3 Material

För att lösa uppgifterna nedan kan du använda ett periodiskt system.

4 Isomeri

4.1 Teori

Molekyler kan ha samma summaformel som en annan molekyl men ändå var olika molekyler med olika egenskaper. Dessa kallas för isomerer. Isomerer kan delas in i två huvudsakliga kategorier: strukturisomerer och stereoisomerer.



Figur 1: Olika typer av isomeri.

Strukturisomerer har samma summaformel men kan skilja sig åt i hur molekylerna är bundna till varandra.

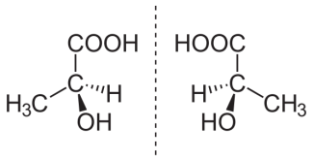
Ett exempel på *kedjeisomeri* är butan och isobutan, vilka har samma summaformel men olika förgreningar.

Ställningsisomeri är liknande men gäller när funktionella grupper binder till olika kol på en kolkedja, exempelvis 1-propanol och 2-propanol.

Funktionsisomerer har samma summaformel men tillhör olika ämnesklasser.

Stereoisomerer har också samma summaformel som en annan molekyl men binder också till samma atomer men har olika tredimensionella strukturer. Det finns två huvudsakliga typer av stereoisomeri: *cis/trans-isomeri* hos alkener, eller *spegelbildsisomerer*.

Spegelbildsisomeri innebär att molekylerna är spegelbilder av varandra, likt höger och vänster hand, dessa molekyler sägs då vara kirala och är då enantiomerer. Ett exempel på två spegelbildsisomerer är mjölksyra:



Figur 2: De två enantiomererna av mjölksyra

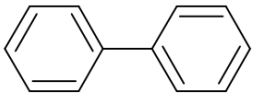
Alla kirala molekyler har en spegelisomer. Det går enkelt att se om en molekyl är kiral genom att leta efter ett kiralt center. Spegelbildsisomerer kan bildas av alla organiska föreningar där en central atom binder fyra olika grupper. Kolet i mitten som binder dessa fyra olika grupper sägs då vara ett kiralt center (eller ett asymmetriskt centrum). Ett stereocenter är bunden till minst 3 olika grupper. Om två av dessa grupper byter plats bildas det en ny stereoisomer. Det kan alltså finnas ett stereocenter för både alkener och alkaner. Ämnen med ett stereocenter kan vara kirala eller akirala. Stereocenter är alltså den bredaste termen av dessa tre.

Spegelbildsisomerer vrider planpolariserat ljus olika och kan därför även kallas för optiska isomerer.

4.2 Uppgifter- isomeri

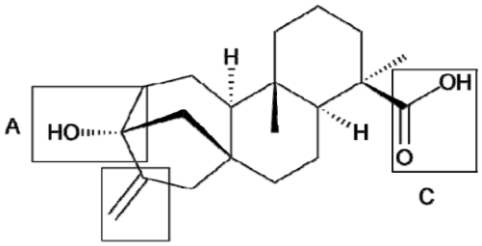
4.2.1) En kemisk förening har den empiriska formeln C_2H_4O. Föreningen är en ester och har molmassan 88 g/mol. Rita strukturformler för två möjliga esterisomerer med denna molmassa, samt namnge de båda estrarna som du har ritat!

4.2.2) PCB är en förkortning av polyklorerade bifenyler. Det är en grupp föreningar där två eller flera väteatomer i bifenyl ersatts av kloratomer. Hur många diklorerade bifenyler med molekylformeln $C_{12}H_8Cl_2$ finns det?



Bifenyl

4.2.3) Steviosid var ett nylanserat sötningsmedel i Sverige 2013 och utvinns ur örten Stevia rebaudiana. Sötningsmedlet är ca 300 gånger sötare än socker. Steviosids kemiska struktur är uppbyggd av den polycykliska diterpenoiden steviol som bär tre stycken glukosenheter.



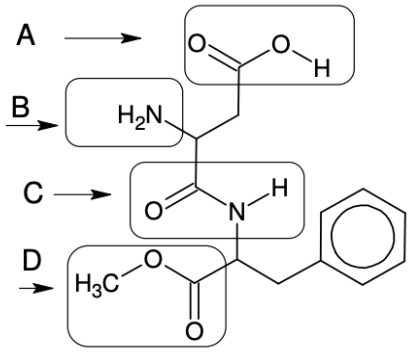
steviol

a) Hur många stereoisomerer har molekylen? Steviol är en av stereoisomererna.

b) Till vilka ämnesklasser hör de funktionella grupperna i steviol? Para ihop delstrukturerna A-C med motsvarande nummer på ämnesklasserna enligt tabellen nedan.

Nr	Ämnesklass	Nr	Ämnesklass	Nr	Ämnesklass
1	aldehyd	7	amid	13	eter
2	alken	8	primär amin	14	fenol
3	alkyn	9	sekundär amin	15	karboxylsyra
4	primär alkohol	10	tertiär amin	16	keton
5	sekundär alkohol	11	aromat	17	lakton (cyklisk ester)
6	tertiär alkohol	12	ester		

4.2.4) Aspartam är ett mycket använt sötningsmedel, det är 180 gånger sötare än sackaros. Eftersom aspartam är en dipeptid bryts den ner i kroppen och är även känslig för värme, vilket betyder att den är mindre lämplig i matlagning. Nedan visas strukturformeln för aspartam.



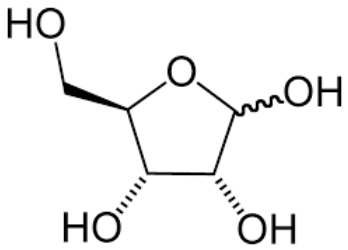
a) Till vilka ämnesklasser hör de funktionella grupperna i aspartam? Para ihop delstrukturerna A-D med motsvarande nummer på ämnesklasserna enligt tabellen från uppgift 4.2.3.

b) Ange summaformeln för aspartam.

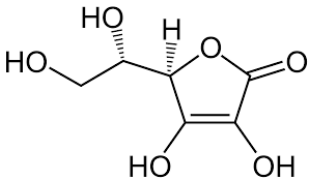
c) Hur många stereoisomerer har molekylen? (Aspartam är en av stereoisomererna.)

4.2.5) Sockerarten i RNA är ribos. Bilden nedan visar en ribosmolekyl. Den har ett antal kirala centra. Hur många kirala centra innehåller ribosmolekylen?

i) 2 st ii) 3 st iii) 4 st iv) 8 st vi) 9 st



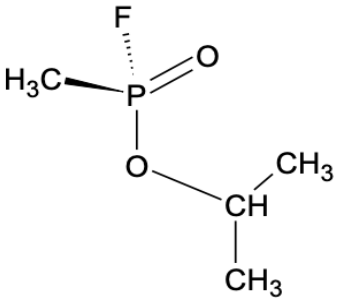
4.2.6) C-vitamin finns bland annat i apelsiner. Strukturformeln för C-vitamin ser du i figuren nedan. Hur många kirala centra innehåller C-vitamin?



i) 1 ii) 2 iii) 3 iv) 4 v) 6

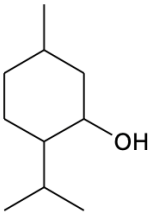
4.2.7) Sarin, 2-(fluormetylfosforyloxi)propan är en mycket giftig nervgas, som framställdes första gången år 1938. Molekylformeln är $C_4H_{10}FO_2P$. Strukturformeln ser du nedan.

Hur många kirala centra har sarin?



i) 0 ii) 1 iii) 2 iv) 3 v) 4

4.2.8) Mentolmolekylen ser du nedan.

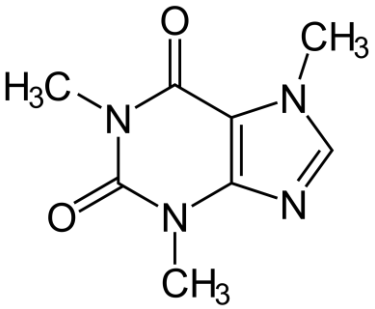


a) Vilken organisk ämnesklass tillhör mentol?
i) ester ii) eter iii) alkohol iv) aldehyd v) aromat

b) Vilken molekylformel har mentol?
i) $C_{10}H_{12}O$ ii) $C_9H_{12}O$ iv) $C_{10}H_{16}O$ v) $C_{10}H_{20}O$ vi) $C_{10}H_{24}O$

c) Hur många optiska isomerer kan förekomma i mentol?
i) 2 ii) 3 iv) 4 v) 8 vi) 9

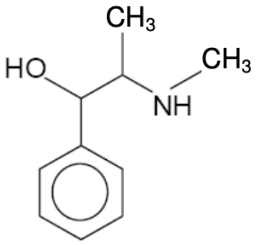
4.2.9) Vilket påstående är sant om koffeinmolekylen?



a) Den har inga optiska isomerer.
b) Den har 1 kiralt centrum.
c) Den har 2 optiska isomerer.
d) Den har 3 kirala centra.
e) Den har 4 optiska isomerer.

4.2.10) Ett eller flera alternativ ska väljas.
Vilken eller vilka föreningar kan förekomma som optiska isomerer?
A. H_2NCH_2COOH B. CH_2ClCH_2Cl C. CH_3CHBrI D. $HCOOCH_3$

4.2.11) Efedrin har använts inom traditionell kinesisk medicin i minst 2000 år och har ibland kallats världens äldsta medicin. Efedrin utvinns ur en speciell växt, Ephedra sinica, (se bild), men behovet av ämnet är så stort att det numera framställs i stor skala industriellt. Efedrin ingår i hostmedicin där det har bl.a. en utvidgande effekt på luftrören. Efedrin har även en centralstimulerande effekt och är klassat som dopningsmedel. Till höger ges strukturformeln för efedrin.



a) Ange molekylformeln för efedrin.

b) Rita av molekylen och markera stereocentrum/centra med en asterisk * i molekylen.

c) Hur många stereoisomerer har molekylen? Efedrin är en av stereoisomererna.

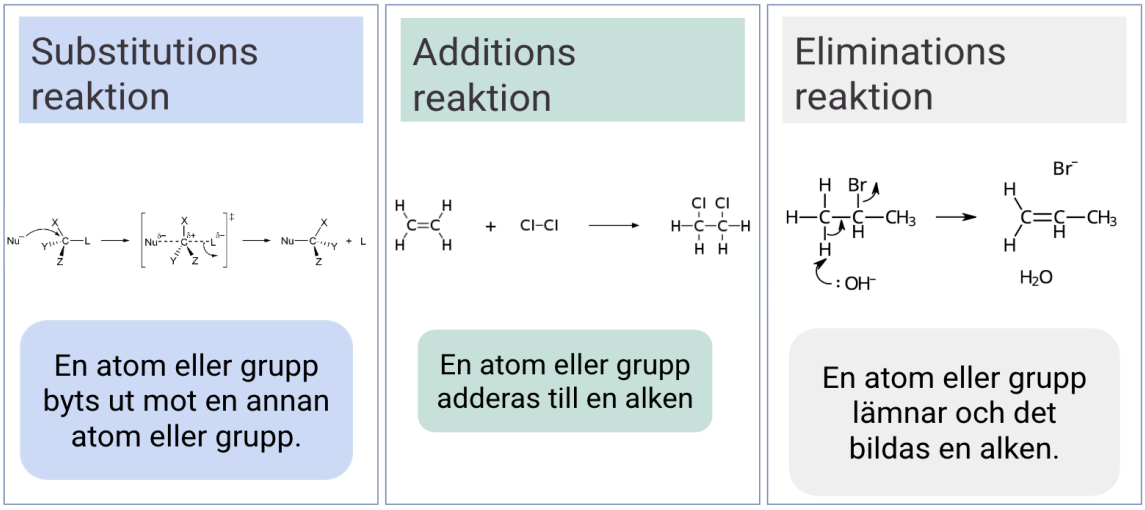
d) När efedrin får reagera med mandelsyra, $C_6H_5CH(OH)COOH$, bildas ett salt. Rita strukturformler för de joner saltet är uppbyggt av.

5 Organiska kemiska reaktioner

5.1 Teori

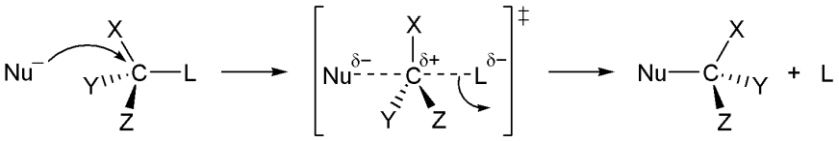
Organisk kemi studerar föreningar som är baserade på kol och väte. Dessa föreningar har många olika användningsområden, inte minst inom utveckling av läkemedel, livsmedel och material. Bildning av nya kemiska ämnen kallas för kemisk syntes. För att förstå hur olika organiska ämnen reagerar med varandra använder man reaktionsmekanismer som illustrerar hur de kemiska bindningarna stegvis ändras samt vilka mellanprodukter som bildas. I organisk kemi är det även viktigt att bilda rätt ämne i synteser och olika isomerer av ett ämne kan ha helt olika egenskaper.

Några vanliga organiska reaktionstyper är **substitutionsreaktion, additionsreaktion och eliminationsreaktion**.



Figur 3: Sammanfattande bild över organiska reaktionstyper.

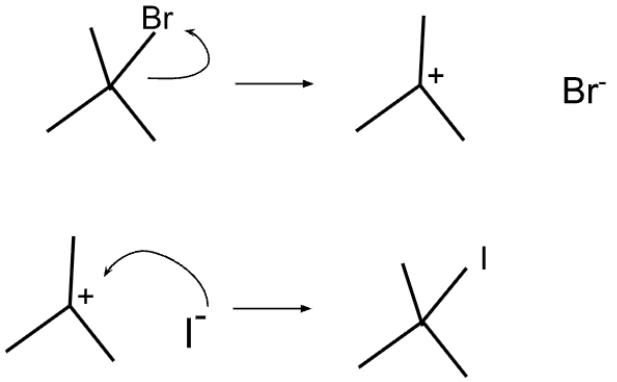
Substitutionsreaktioner kan ske via en SN2 mekanism eller via en SN1 mekanism.
En substitutionsreaktion som sker via en SN2 mekanism sker ofta i ett steg, där en **nukleofil attack** sker på det delta positiva kolet, vilket ger att en (ofta elektronegativ) atom eller grupp lämnar enligt figur 4 nedan. Reaktionshastigheten i en SN2 reaktion är beroende av koncentrationen av båda reaktanterna.



Figur 4: Reaktionsmekanism SN2.

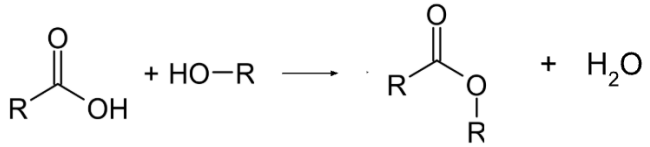
Reaktionshastigheten för en SN1 reaktion är endast beroende på koncentrationen av en av reaktanterna. I en SN1 reaktion bildas det en karbokatjon i ett mellansteg, vilket är det

hastighetsbestämmande steg, se figur 5 nedan. Koncentrationen på nukleofilen påverkar alltså inte reaktionshastigheten nämnvärt.



Figur 5: Exempel på en SN1 reaktion.

En annan vanlig reaktionstyp är **kondensationsreaktion** vilket innebär att vatten bildas som en biprodukt i en reaktion när två molekyler binds samman. Detta kan exempelvis ske då en alkohol och en karboxylsyra reagerar och bildar en **ester** som i figur 5 nedan.



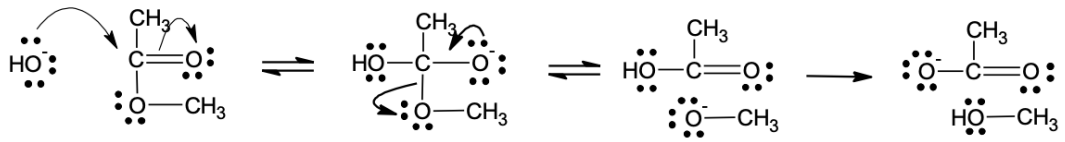
Figur 5: Kondensationsreaktion där en ester bildas från en alkohol och en karboxylsyra.

För att illustrera hur organiska reaktioner sker stegvis har du kanske sett att man kan rita ut böjda pilar som visar hur elektronerna rör sig under reaktionsförloppet, detta kallas för en **reaktionsmekanism**. Det är framför allt två viktiga saker att tänka på när man ritar kemiska reaktionsmekanismer.

1. Rita alltid pilarna börja, de förväxlas annars lätt med reaktionspilen.
2. Pilarna ska visa hur elektronerna rör sig, det är viktigt att de ritas i rätt riktning.

5.2 Uppgifter- olika reaktionstyper

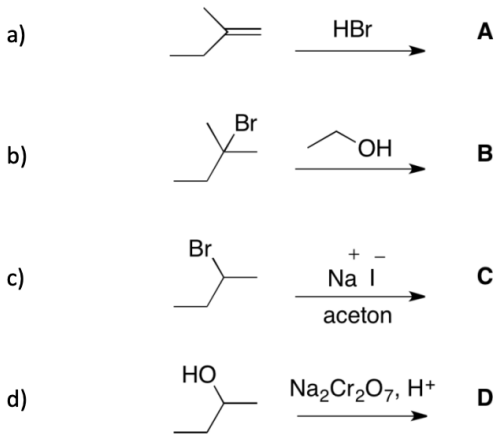
5.2.1) Reaktionssekvensen visar en trolig reaktionsmekanism för hydrolys av metylacetat.



Vilken reaktionstyp visas i reaktionsmekanismen? Endast ett alternativ ska väljas.

(i) elektrofil addition
(ii) nukleofil addition
(iii) elektrofil elimination
(iv) elektrofil substitution
(v) nukleofil substitution

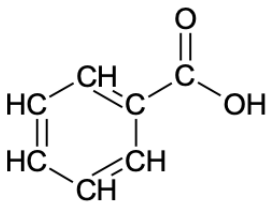
5.2.2) Ange vilken typ av reaktion som sker samt vilken huvudprodukt A-D som bildas i nedanstående reaktioner. Välj i varje deluppgift mellan följande reaktionstyper: substitution, addition, elimination, kondensation, polymerisation, oxidation och reduktion



5.2.3) 14. Lingon och tranbär innehåller bensoesyra, ett ämne som fungerar som ett naturligt konserveringsmedel. Se formel till höger. Bensoesyra bidrar även till syrligheten som finns i bären. Koncentrationen av bensoesyra är ca 1 g/liter bär.

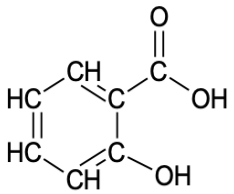
a) Vilka två påstående är sanna? Två alternativ ska väljas

(i) Bensoesyra är en karboxylsyra.
(ii) Bensoesyra är en aromatisk förening.
(iii) Bensoesyra är en aldehyd.
(iv) Bensoesyra är en ester.



bensoesyra

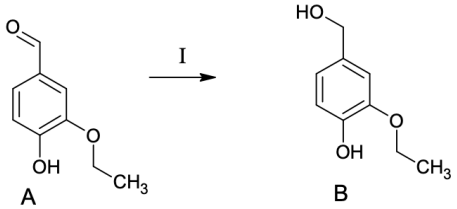
b) Salicylsyra, som ingår i olika läkemedel, kan bildas från bensoesyra. Vad för slags reaktion skulle kunna bilda salicylsyra från bensoesyra? Endast ett alternativ ska väljas.



salicylsyra

(i) Additionsreaktion
(ii) Eliminationsreaktion
(iii) Substitutionsreaktion

5.2.4) Vad kallas reaktionen i steg I nedan då förening A bildar B? Endast ett alternativ ska väljas.



i) kondensation
ii) elimination
iii) reduktion
iv) substitution
v) oxidation

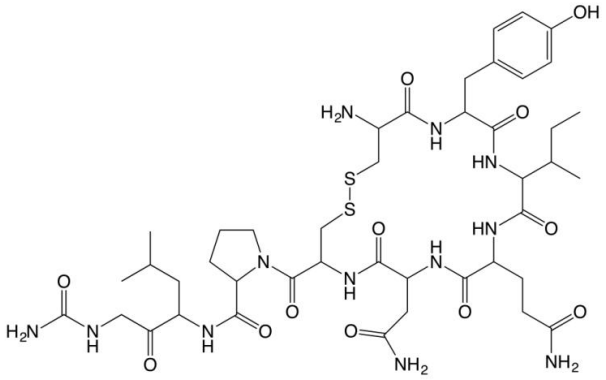
5.3 Uppgifter- träna på att rita reaktionsmekanismer

5.3.1) När en stark bas reagerar med en alkylhalid sker ofta eliminationsreaktioner. Vid en eliminationsreaktion mellan 2-brombutan och en etoxidjon kan det bildas totalt 3 olika produkter. Reaktionen kallas en E2 reaktion och enligt Zaitsevs regel bildas den mest alkylerade dubbelbindningen.

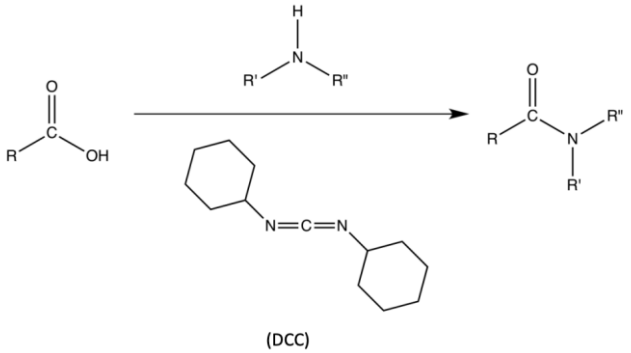
a) Rita strukturformler för dessa tre olika produkter som kan bildas vid E2 reaktionen. Namnge samtliga 3 med rationella namn.

b) Rita reaktionsmekanismen för en av dessa eliminationsreaktioner som sker. Utgå från mallen på svarsblanketten när du ritar dina elektronpilar.

5.3.2) När man kramas eller har hudkontakt med någon man tycker om utsöndras bland annat ämnet oxytocin. Oxytocin minskar depression och ökar känslan av välmående.

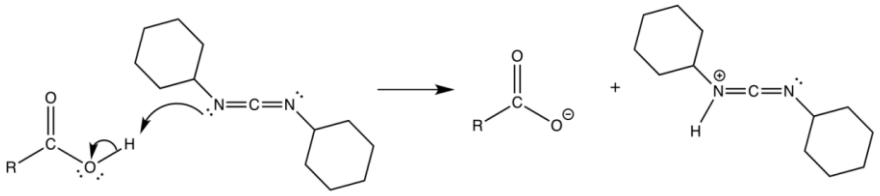


Vanligtvis börjar en aminosyrasekvens från N-terminalen med en aminogrupp och slutar med Cterminalen med en karboxylsyragrupp. För oxytocin slutar C-terminalen istället med en amidgrupp där vi inte har vanligt glycin utan istället glycinamid. För att konvertera en karboxylsyra till en amid används ofta dicyklohexylkarbodiimid (DCC) enligt följande allmänna reaktionsformel:



DCC har i uppgift att adderas till syret i OH-gruppen för att göra det till en bättre lämnande grupp. Reaktionen ovan sker i fem delsteg.

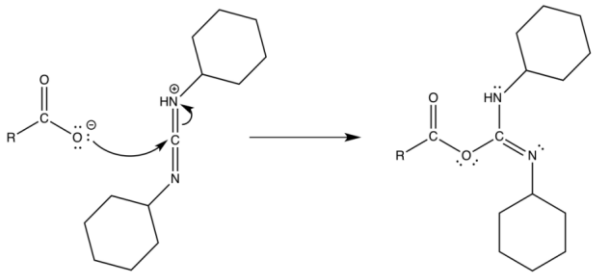
Steg 1 är följande:



a) Vad sker med karboxylsyran i detta steg? Endast ett alternativ ska väljas

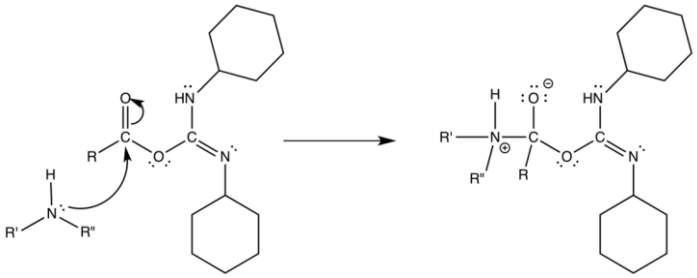
i) protonering ii) deprotonering iii) substitution

I steg 2 reagerar de två produkterna från steg 1 enligt följande:



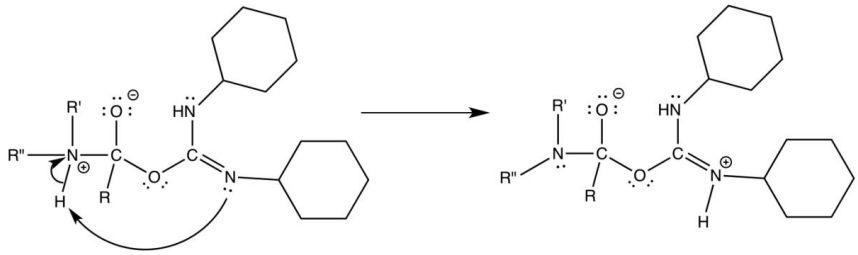
b) Vilken funktion har syre i karboxylatjonen i detta steg? Endast ett alternativ ska väljas
(i) elektrofil (ii) nukleofil

I steg 3 reagerar aminen med produkten från steg 2 enligt följande:

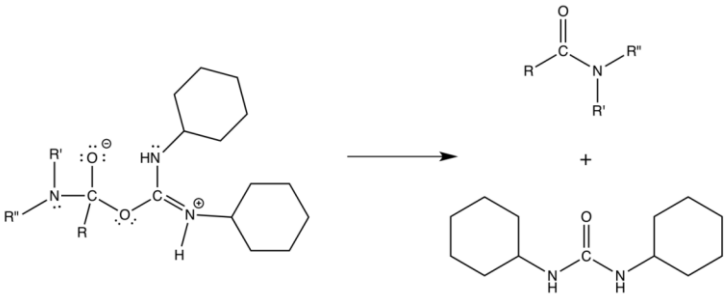


c) Vilken funktion har kolet i karbonylgruppen? Endast ett alternativ ska väljas
(i) elektrofil (ii) nukleofil

I steg 4 har vi ett protonutbyte enligt följande:

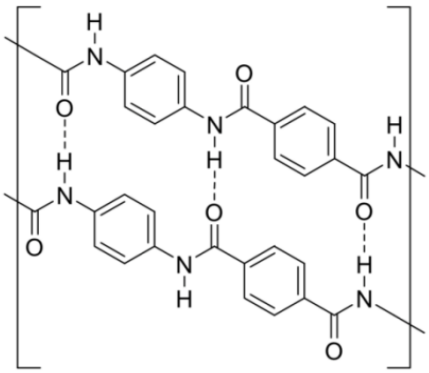


I det sista steget, steg 5, lämnar DCC för att bilda amiden och dicyklohexylurea:



d) Rita alla mekanismpilar för reaktionssteget då DCC lämnar föreningen till vänster. Pilarna ska ritas i figuren i svarsblanketten.

5.3.3) Kevlar är en mycket stark polymer. Polymerfibrerna är fem gånger starkare än stål vid samma vikt. Kevlar används bland annat i skyddsvästar, flygplan och för andra tillämpningar som kräver ett starkt material samtidigt som man vill behålla en låg vikt. Styrkan i Kevlar beror delvis på dess intermolekylära bindningar mellan polymerkedjorna.

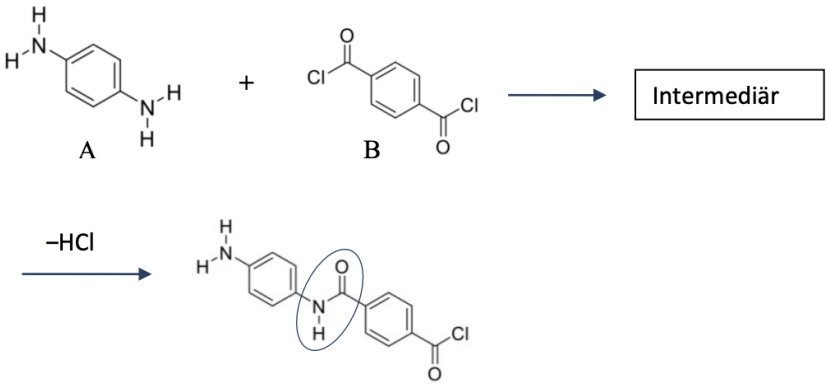


a) Vad kallas dessa intermolekylära bindningar? (markerade med streckade bindningar i bilden bredvid) Endast ett alternativ ska väljas

(i) jonbindningar (ii) van der Waalsbindningar (iii) vätebindningar

Kevlar kan syntetiseras av startmaterialen A och B (se figur nedan). Som biprodukt bildas saltsyra. Vid syntesen reagerar A och B med varandra och bildar långa kedjor av polymeren.

b) Visa reaktionsmekanismen för den reaktion som sker när en molekyl av A reagerar med en molekyl av B enligt figuren nedan. Börja med att rita intermediären. Utgå sedan från mallen på svarsblanketten när du ritar dina elektronpilar. Du ska visa mekanismen både för bildandet av intermediären ur A och B, samt för bildandet av AB ur intermediären.

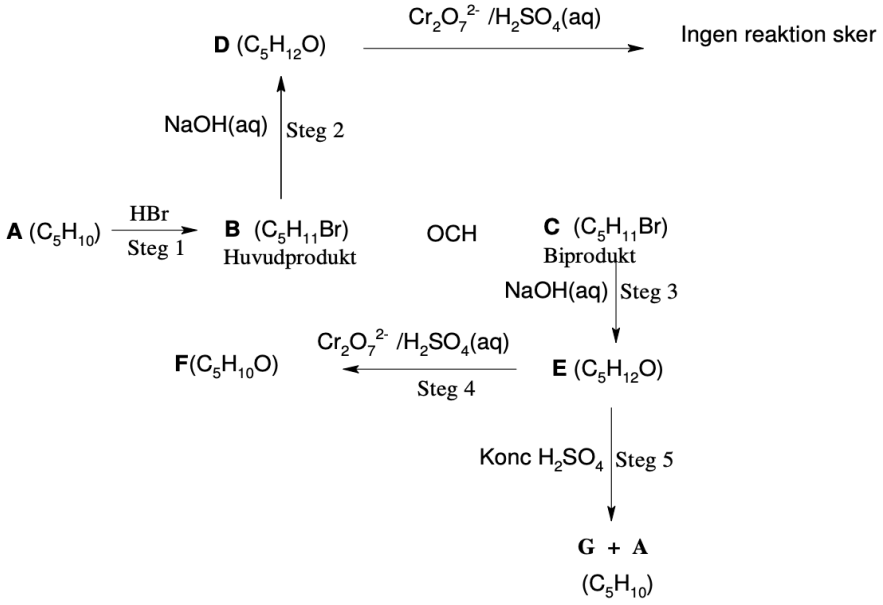


5.3.4) Se schemat nedan och identifiera föreningarna A-G.

a) Rita strukturformler för de bildade föreningarna A – G.

b) Identifiera reaktionsstegen 1-5 med någon av reaktionstyperna: elimination, oxidation, substitution, kondensation, addition, polymerisation.

c) Skriv mekanismen för reaktionen A → B. Rita pilar som visar elektronflödet.



5.4 Uppgifter- framställning av estrar

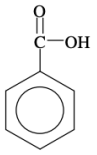
5.4.1) 2-propanol kan reagera med etansyra och bildar då en ester med fruktig doft. Rita strukturformeln för den ester som bildas (kallas 1-metyletyletanoat).

5.4.2) Apelsin får sin doft från estern oktyletanoat. Vilken alkohol och vilken syra skulle vara lämpliga för att bilda denna ester?

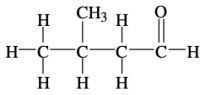
5.4.3) När en av föreningarna I-V upphettas i närvaro av syra bildas en eter.

a) Ange eterns strukturformel och dess systematiska namn.

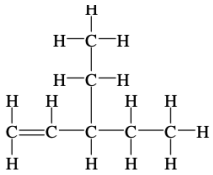
b) Två av föreningarna I-V kan tillsammans bilda en ester. Ange esterns strukturformel och dess systematiska namn.



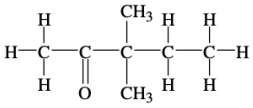
I



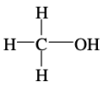
II



III



IV



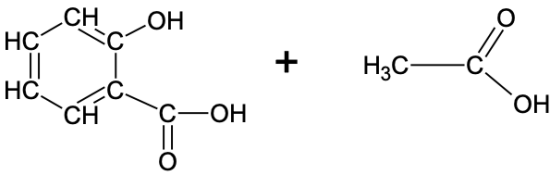
V

5.4.4) Ättiksyra har molekylformeln $C_2H_4O_2$ och bildar tillsammans med natriumhydroxid saltet natriumacetat. Tillsammans med 1-pentanol reagerar ättiksyra och bildar en ester med bananmak.

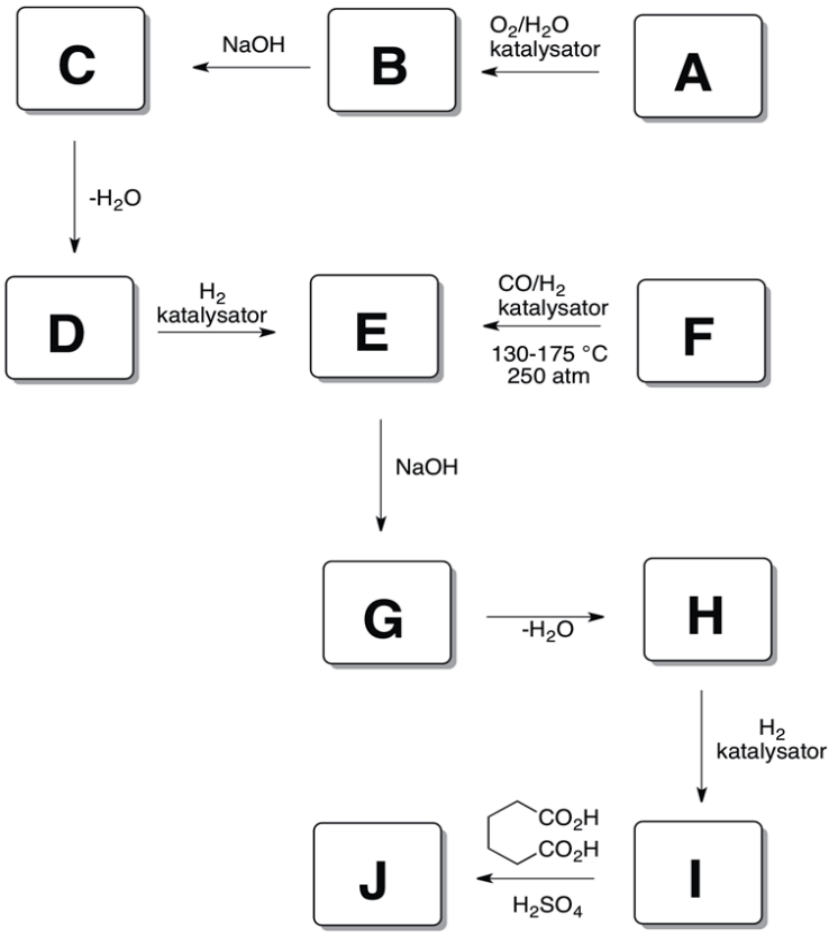
a) Rita strukturformeln för ättiksyra med samtliga bindningar utsatta.

b) Rita strukturformeln för den ester som bildas av ättiksyra och 1-pentanol samt namnge den bildade estern. Sätt ut samtliga bindningar.

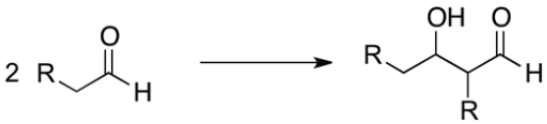
5.4.5) Acetylsalicylsyra är en ester som bildas då salicylsyra reagerar med ättikssyra. Skriv strukturformeln för estern acetylsalicylsyra.



5.4.6) DEHA (engelsk förkortning för diethylhexyl adipate) är en ester mellan adipinsyra (hexandisyra) och 2-etyl-1-hexanol. DEHA används huvudsakligen som mjukgörare i plaster. Den är en viktig produkt som framställs på industriell skala enligt metoderna i reaktionsschemat nedan. Denna uppgift går ut på att med hjälp av reaktionsschemat nedan, samt ledtrådarna som ges i texten, lyckas identifiera den kemiska strukturen på förening A-J.



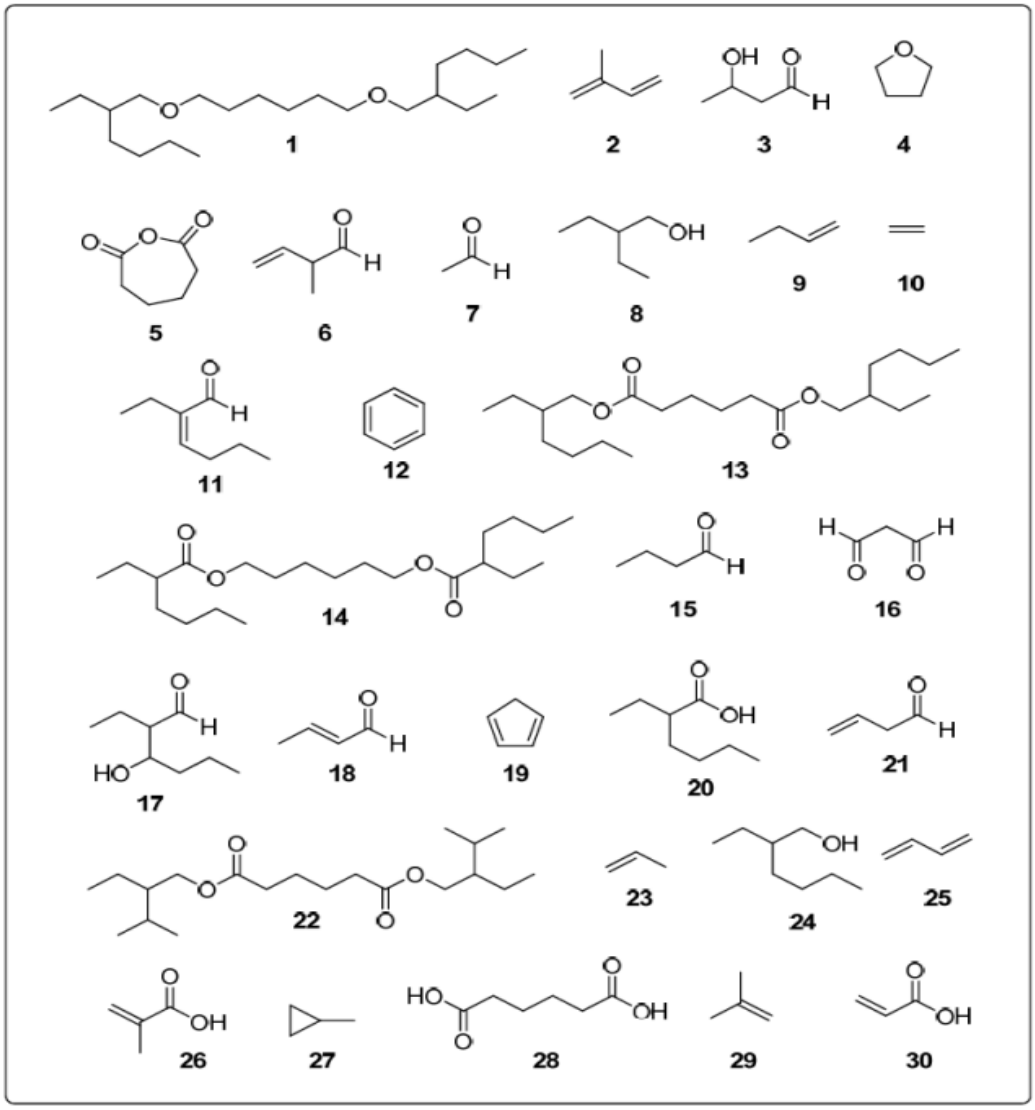
Ledtråd: En reaktion som du behöver använda två gånger, men förmodligen inte känner till, är en så kallad aldolreaktion. Den ger följande produkt (R är en godtycklig alkylsubstituent).



Startmaterial för framställning av DEHA är aldehyden E, vilket kan beredas från den enkla alkenen A (omättad bindning). A kan bilda B som visas i schemat ovan, men B kan också framställas vid försiktig oxidation av etanol. Vid behandling med NaOH omvandlas B till C, en aldolprodukt som enkelt spjälkar bort vatten och bildar D (C_4H_6O). Reduktion av D med vätgas bildar E. Nuförtiden bereds emellertid E istället från alkenen F genom en så kallad hydroformylering (addition av formylgruppen CHO och ett väte till en alken). Om E behandlas med basen NaOH så bildas återigen en aldolprodukt, G, som snabbt sönderfaller

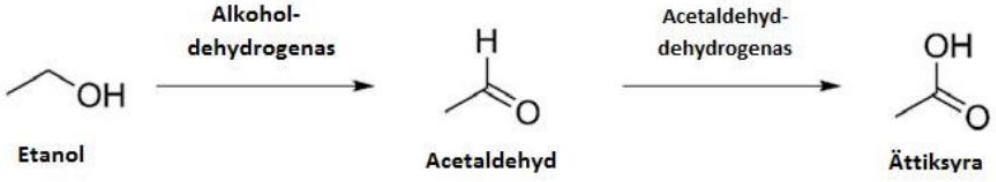
till H genom avspjälkning av vatten. Reduktion av H med vätgas (under särskilda betingelser) ger I, vilket kan reagera med adipinsyra och bilda J (DEHA).

Vilket nummer i schemat nedan motsvarar förening A – J?

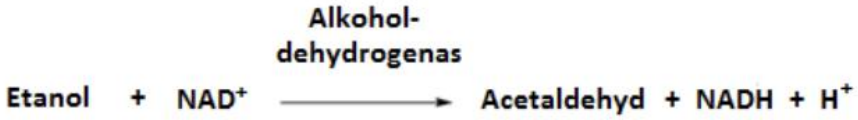


5.5 Uppgifter- alkoholer

5.5.1) Efter att ha druckit för mycket alkohol är det lätt att dagen efter uppleva en baksmälla. Det finns flera olika orsaker till detta, varav en är upplagringen av de giftiga metaboliterna från etanol i kroppen. I kroppen omvandlas först etanol till acetaldehyd av enzymet alkoholdehydrogenas och sedan till ättiksyra av enzymet acetaldehydehydrogenas.



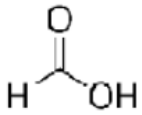
I första steget reagerar etanol med nikotinamidadenindinukleotid (NAD^+) till acetaldehyd, en förening som kallas NADH och H^+.



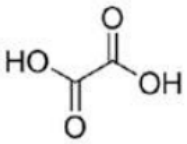
a) Vad händer med NAD+ i denna reaktion? Endast ett alternativ ska väljas
(i) oxideras (ii) reduceras (iii) hydrolyseras (iv) isomeriseras (v) kemiskt oförändrad

b) Precis som med etanol kommer alkoholdehydrogenas att bryta ned även andra alkoholer. Följande metaboliter är mycket giftiga. För båda två av dem, ange namnet på de giftiga alkoholer de kom från.

Syra 1:

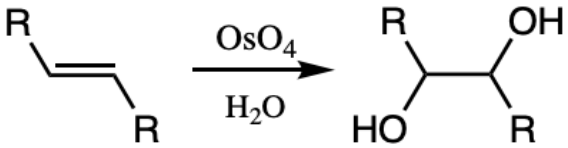


Syra 2:



5.5.2) Vindruvor innehåller bl.a resveratrol, som är en polyfenol. Fenol är det enklaste ämnet i gruppen fenoler. Fenol har molekylformeln C_6H_5OH och är en svag syra. Skriv reaktionsformeln för fenols protolys i vatten. Ange strukturformler för samtliga ämnen i reaktionen. Sätt ut alla bindningar och atomer.

5.5.3) OsO_4 används ibland i mycket små mängder inom organisk kemi för att omvandla en alken till en diol. Den förenklade syntesen nedan visar detta.



a) Vad kallas ett ämne som används i liten mängd vid en kemisk reaktion för att påskynda reaktionen?

b) Vilken alkandiol bildas om man utgår från 2-penten i ovanstående syntes? Skriv strukturformel och namn.

5.5.4) Endast ett alternativ ska väljas.
Vilken av alkoholerna kan inte bildas vid reduktion av en aldehyd eller keton?

(i) 2-metyl-1-butanol (ii) 2-metyl-2-butanol
(iii) 3-metyl-1-butanol (iv) 3-metyl-2-butanol

5.5.5) Vätskan som finns i handvärmare är en lösning bestående av natriumacetat och vatten. Natriumacetat erhålls när ättiksyra, även kallad etansyra, reagerar med bikarbonat. Ättiksyra bildas exempelvis genom att etanol oxideras i två steg med till exempel kaliumdikromat ($K_2Cr_2O_7$). Denna processen används dock inte industriellt då kromavfall är mycket giftigt. Reaktionen från etanol till ättiksyra kan ses i de obalanserade reaktionerna (i) och (ii), nedan.

a) Balansera redoxreaktion (i) nedan. Ange svaret i svarsblanketten.

$__C_2H_6O + __Cr_2O_7^{\ 2-} + __H^+ \rightarrow __C_2H4O + __Cr^{3+} + __H_2O$ (i)

$a\ C_2H_4O + b\ Cr_2O_7^{\ 2-} + c\ H^+ \rightarrow d\ C_2H_4O_2 + e\ Cr^{3+} + f\ H_2O$ (ii)

b) Rita strukturen av och ange det systematiska namnet på den molekyl med summaformeln C_2H_4O som är mellanprodukten i oxidationen från alkoholen till karboxylsyran.

c) De tre organiska molekyler som ingår i reaktionen har olika funktionella grupper och genererar därför olika intermolekylära bindningar i lösning. Vilken intermolekylär bindningstyp är generellt sett starkast? Endast ett alternativ ska väljas.

(i) van der Waals bindning (ii) dipol–dipol-bindning
(iii) vätebindning (iv) dipol-inducerad dipolbindning
d) Rangordna alkoholen (C_2H_6O), mellanprodukten (C_2H_4O) och syran ($C_2H_4O_2$) från redoxreaktionerna (i) och (ii) ovan efter kokpunkt genom att sätta siffran 1 framför ämnet med lägst kokpunkt och siffran 3 framför ämnet med högst kokpunkt.

5.6 Uppgifter- reaktioner med brom

Brom är en väldigt användbar halogen i organiska kemiska synteser. Brom är elektronegativ men inte lika reaktiv som andra halogener såsom fluor. Brom tillåter därför mer kontrollerade substitutionsreaktioner. Brom är också en bra lämnande grupp av framförallt två anledningar: Bindningen mellan kol och brom relativt svag samt att bromjonen är stabil vilket gör brom till en bra lämnande grupp.

5.6.1) Endast ett alternativ ska väljas I vilken/vilka av reaktionerna I och II bildas en positiv jon som en intermediär (mellanprodukt)?

I. $CH_3CH_2CH_2Br + OH^- \rightarrow CH_3CH_2CH_2OH + Br^-$

II. $(CH_3)_3CBr + OH^- \rightarrow (CH_3)_3COH + Br^-$

A. endast i I
B. endast i II
C. både i I och II
D. varken i I eller II

5.6.2) Då 1-metylcyklohexen adderar vätebromid i en jonreaktion bildas en huvudprodukt.
a) Rita strukturformel för huvudprodukten och namnge den.
b) Visa reaktionsmekanismen för bildandet av huvudprodukten. Sätt ut alla fria elektronpar och rita pilar som visar elektronflödet. Var också noggrann med laddningar på atomerna.

5.6.3) Metallorganiska föreningar och dess reaktioner har en viktig roll inom organisk kemi eftersom de utgör många exempel för att skapa nya C-C-bindningar, och på så sätt kan bygga upp ett större kolskelett till mer komplexa molekyler. Metallorganiska föreningar har säregna egenskaper då många metaller har lägre elektronegativitet än kol. När metallen är magnesium brukar föreningarna kallas för Grignardreagens. De kan framställas genom reaktion mellan organiska halogenföreningar och magnesium i dietyleter (Et2O) som lösningsmedel enligt reaktionsformeln:

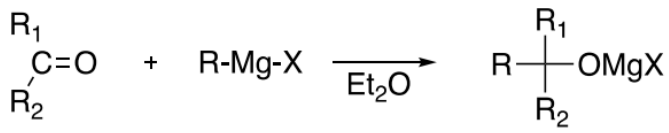
$$\text{R-X} + \text{Mg} \xrightarrow[\text{Et}_2\text{O}]{} \text{R-Mg-X}$$

R betecknar en alkyl- eller arylgrupp och X är en halogenatom. Om den organiska halogenföreningen är etylbromid, CH_3CH_2Br, innebär det att R = C_2H_5 och X = Br.

a) Är kolatomen som binder till halogenatomen i R-X en nukleofil eller en elektrofil?

b) Är kolatomen som binder till Mg i R-Mg-X en nukleofil eller en elektrofil?

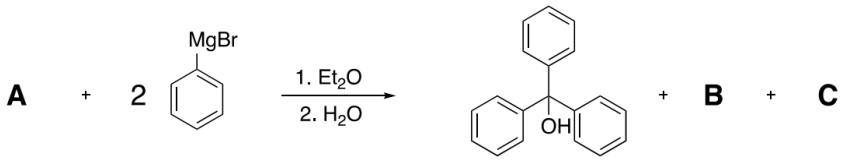
c) Skriv reaktionsformeln för framställning av etylmagnesiumbromid. Grignardreagens reagerar med karbonylföreningar enligt följande reaktionsformel:



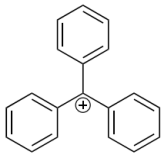
(R1 och R2 betecknar en väteatom eller en alkyl/arylgrupp). Genom hydrolys av Grignardprodukten med vatten bildas en alkohol enligt formeln:

d) Ange strukturformeln för de karbonylföreningar som ska väljas som reaktant vid reaktion med etylmagnesiumbromid för att få följande slutprodukter I-III
I) 1-propanol II) 2-butanol III) 2-metyl-2-butanol

e) Ange strukturen för förening A som reagerar med två ekvivalenter fenylmagnesiumbromid enligt reaktionsformeln nedan:



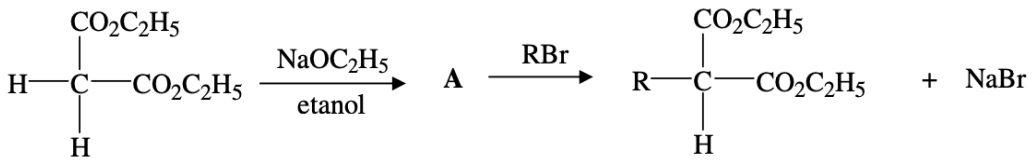
f) Trifenylmetanol kan användas som startmaterial för att erhålla en karbokatjon som är stabil i ett organiskt lösningsmedel. Ange ett reagens som kan användas för att bilda denna karbokatjon.



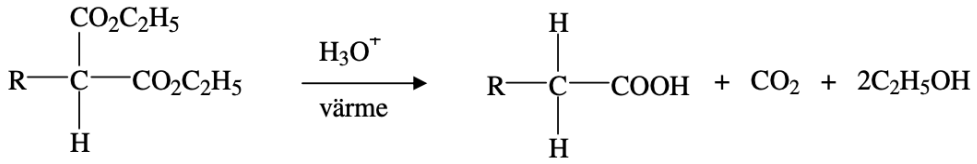
5.6.4) En av de mest användbara metoderna att framställa karboxylsyror utgår från dietylmalonat $CH_2(CO_2C_2H_5)_2$ och alkylhalider. Dietylmalonat är dietylestern av malonsyra (propandisyra), som har formeln $CH_2(COOH)_2$. Alkylhaliderna som används är klorider, RCl, och bromider, RBr. Metoden kallas malonsyraestersyntesen.
Syntesen bygger på

i) att α-vätena på malonsyraestern är sura och därför reagerar med ett starkt basiskt ämne som tex natriumetoxid, $NaOC_2H_5$

ii) att malonsyra och substituerad malonsyra lätt dekarboxyleras, dvs avger koldioxid. Nedan visas reaktionsschemat för syntesen:

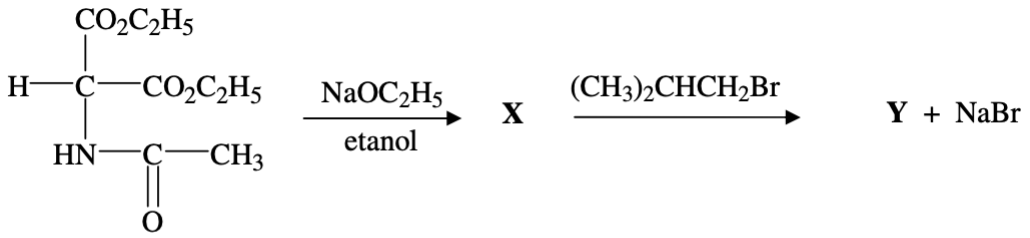


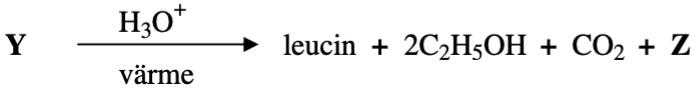
a) Rita strukturformel för A. Den alkylerade malonsyraestern hydrolyseras och dekarboxyleras när den upphettas med en syra.



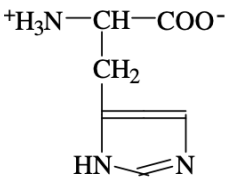
b) Propansyra kan framställas med malonsyraestersyntesen, enligt reaktionsschemat ovan. Vilken alkylbromid, RBr, skall användas?

c) Leucin (en aminosyra) framställs med malonsyraestersyntesen enligt nedanstående schema. Rita strukturformler för X, Y och Z.





d) Är en lösning av leucin som framställts på ovanstående sätt optiskt aktiv dvs vrider den planpolariserat ljus? Motivera svaret. Strukturen för histidin vid pH = 7 visas nedan.



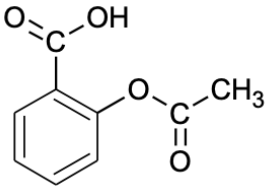
e) Rita strukturformel för den alkylbromid, RBr, man ska utgå ifrån för att syntetisera histidin med malonsyraestersyntesen enligt schemat i c).

f) Aminosyror kan kopplas ihop med varandra till peptider. Ge strukturformel för tripeptiden Leu–His–Leu vid pH=7.

6 Blandade uppgifter i organisk kemi

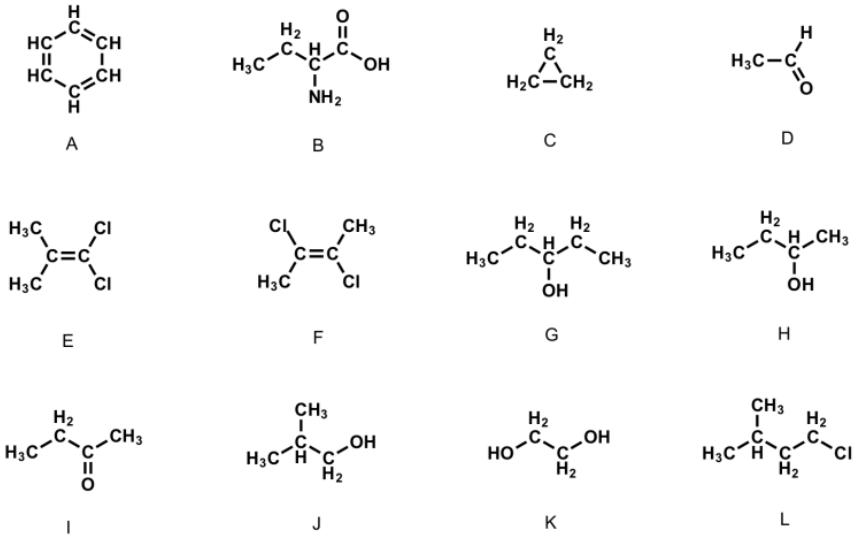
6.1 Uppgifter- funktionella grupper och rita strukturer

6.1.1) Förr i tiden använde man te gjort på små mängder älggräs mot åkommor som förkylning och feber, eller om man hade svårt att sova. Älggräs innehåller flavonider (ex. B-vitamin) och salicylater. Acetylsalicylsyra (se figur till höger) är en salicylat som används som febernedsättande substans i aspirin. Vilka två funktionella grupper finns i acetylsalicylsyra?



a) ester b) eter c) aldehyd d) amin e) karboxylsyra

6.1.2) Nedan ser du 12 olika organiska molekyler, numrerade från A till L. Välj ut vilken eller vilka molekyler som överensstämmer med påståendena a) – g) nedan. Ange rätt/rätta bokstäver vid påståendet på svarsblanketten.



a) aldehyd
b) alkylhalid (halogenalkan)
c) aromatisk förening
d) primär alkohol (ange 2 svar)
e) aminosyra
f) förening som kan ha optisk isomeri (ange 2 svar)
g) förening som kan ha cis- eller transisomeri

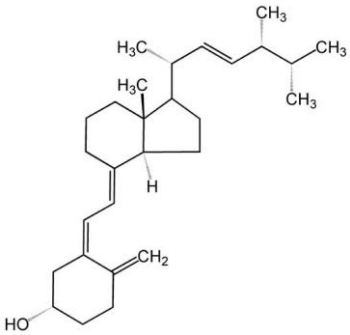
6.1.3) Två föreningar som är biprodukter vid destillation av olja är en cyklisk förening med formeln C_4H_8 samt naftalen $C_{10}H_8$, som är en aromatisk förening med 2 bensenringar. Skriv strukturformler för båda dessa föreningar. Sätt ut samtliga bindningar och atomer.

6.2 Uppgifter- polaritet

6.2.1) Vilka av följande organiska föreningar är mest vattenlösliga?

a) CH_3OH b) $CH_3(CH_2)_4CH_2OH$ c) CCl_4 d) CF_4

6.2.2) Kantareller är relativt rika på D-vitamin. Strukturformeln för D-vitamin visas nedan.



a) Ange molekylformeln för D-vitamin.
b) Hur många asymmetriska centra (stereocentra) har D-vitamin?
c) I vilket av följande ämnen är D-vitamin inte lösligt?

a) H_2O
b) CH_3COCH_3
c) C_2H_5OH
d) C_5H_{12}
e) $CH_2(OH)CH(OH)CH_3$

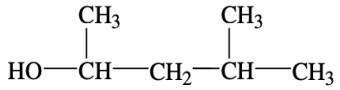
6.3 Uppgifter- organisk syntes

6.3.1) Oxidation av kolväten.
a) Nedan ser du fem strukturformler, A - E. Ange vilken eller vilka som avser samma förening.

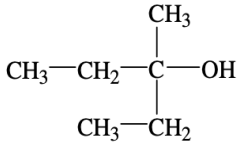
b) Namnge de olika föreningarna.

c) Vilken eller vilka av föreningarna kan förekomma i optiskt aktiv form? Rita av strukturformeln/strukturformlerna och markera asymmetriska centret/centra med en *.

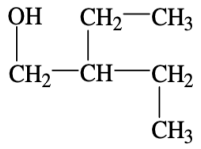
d) Föreningen A oxideras försiktigt. Rita strukturformeln för och namnge oxidationsprodukten.



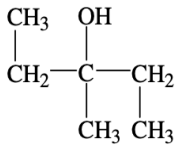
A



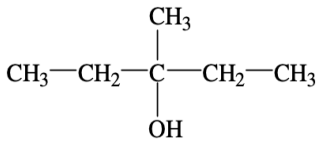
B



C

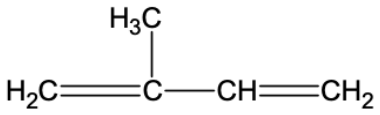


D



E

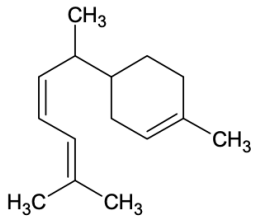
6.3.2) Många naturprodukter är uppbyggda av isoprenenheter. I uppgiften ges exempel på isoprenenheter som sammanfogats till polymerer och terpener. Terpener utgör de aktiva beståndsdelarna i essenser och används som smakämnen. Nedan ges strukturformeln för isopren.



isopren

a) Namnge isopren.

b) Strukturformeln nedan visar ingefärsolja. Hur många isoprenenheter är ingefärsolja uppbyggd av? Rita av strukturformeln och markera med streck de olika isoprenenheterna.

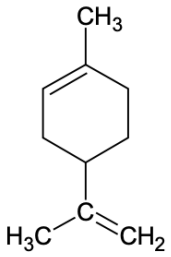


ingefärsolja

En cyklisk alken kan framställas genom att en förening med dubbelbindning får reagera med en förening med två dubbelbindningar, åtskilda av en enkelbindning. Reaktionen kallas efter upptäckarna Diels-Alder-reaktionen. Det enklaste exemplet är reaktionen mellan eten och 1,3- butadien enligt formeln:

När två isoprenmolekyler reagerar i en Diels-Alder-reaktion bildas fyra strukturisomerer. En av isomererna är limonen. Limonen är en optiskt aktiv terpen som förekommer bl.a. i apelsin-, citron- och bergamottolja. Den optiskt inaktiva formen kallas dipenten och finns i terpentin.

d) Strukturformeln för limonen visas nedan. Visa med pilar hur limonen bildats från två isoprenmolekyler i en Diels-Alder-reaktion.

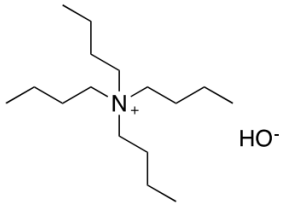


e) Markera i figuren limonens stereocentrum/centra med en *.

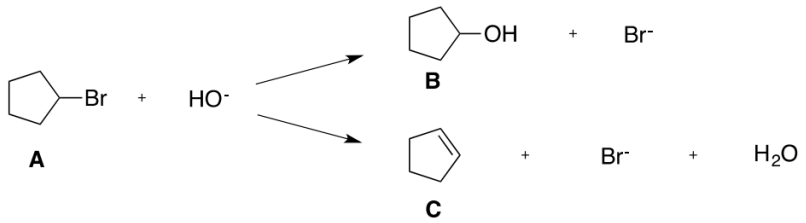
f) Rita strukturformler för de tre övriga strukturisomererna som kan bildas vid Diels-Alderreaktionen mellan två isoprenmolekyler.

g) Hur många optiskt aktiva föreningar kan bildas vid Diels-Alder-reaktionen mellan två isoprenmolekyler? Motivera ditt svar.

6.3.3) Då man låter den sekundära alkylbromiden A få reagera med den starka basen tetrabutylammoniumhydroxid får man en blandning av alkoholen B och alkenen C.



Tetrabutylammoniumhydroxid



a) Vad kallas de reaktionstyper som ger förening B respektive C?

b) Isomeri är ett begrepp inom kemin. Vad är rätt?
(i) B och C är inte isomerer (ii) B och C är kedjeisomerer
(iii) B och C är optiska isomerer (iv) B och C är cis/trans-isomerer

c) Den bildade alkoholen är: Endast ett alternativ ska väljas
(i) primär (ii) sekundär (iii) tertiär (iv) kvartär

d) Hur många optiska isomerer finns av förening B? Endast ett alternativ ska väljas
(i) 0 (ii) 1 (iii) 2 (iv) 4

De två reaktionsprodukterna B och C kan separeras från varandra genom destillation.

e) Ange ett reagens som kan tillsättas till respektive produkt för att avgöra vilken förening som är C.

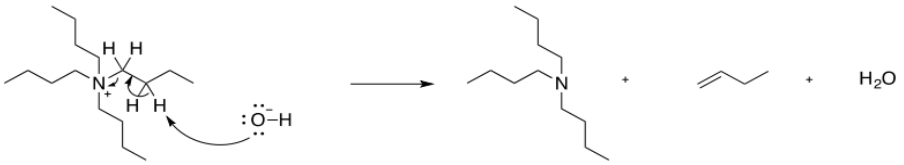
f) Skriv en reaktionsformel med strukturformler för den reaktion som sker då C reagerar med ditt valda reagens.

g) I närvaro av koncentrerad svavelsyra kan B bilda en ny förening D med butansyra. Namnge och rita strukturformeln för förening D.

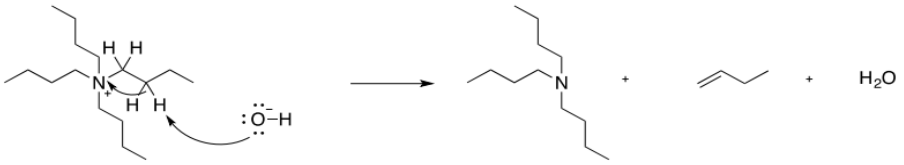
I den ursprungliga reaktionsblandningen kan hydroxidjonen också reagera med tetrabutylammoniumjonen i en elimineringsreaktion som kallas Hofmannelimination. Då bildas 1-buten, tributylamin och vatten.

h) Vilken av följande mekanismer är troligast korrekt?

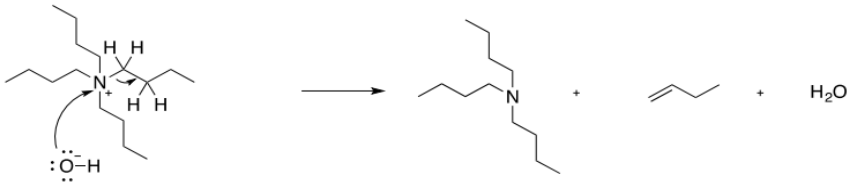
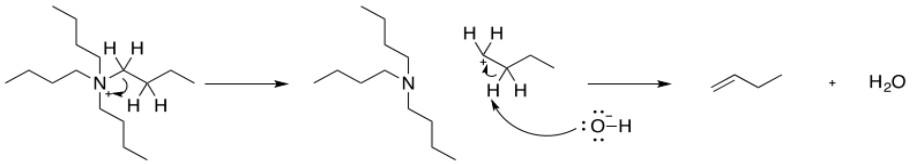
a)



b)



c)



d)