

# Till nya studenter på LiU

**Välkommen till Linköpings universitet och särskilt till oss på kemiavdelningen! Nu ska du starta ditt livs viktigaste projekt som vi tror kommer att kännas helt rätt för dig.**

Att studera är inget nytt för dig men kanske är det första gången du påbörjar studier på universitetsnivå. Här kommer tempot att vara högre och du läser flera parallella kurser inom samma ämnesområde.

## **Kommande kurser**

För att du ska komma in i studierna på ett bra sätt inleds alla våra kemi-, biologi- och bioteknikutbildningar med ett baspaket inom kemiområdet. Det kommer att ge dig grundläggande molekylära kunskaper som du kommer att ha nytta av oavsett inriktning på dina senare studier.

I de första kemikurserna räknar vi med att du känner igen mycket av innehållet. Vi kommer att gå igenom många av de begrepp som du mötte i gymnasiet.

## **Laborationer**

Unikt för kemistudier är att mycket tid används för laborerande. Här får du möjlighet att praktiskt testa olika teorier, upptäcka hur vätskor reagerar och hur gaser exploderar. Kemi är ett hantverk och i labbet kommer du att öva dig på det hantverket, att bli riktigt skicklig på att förstå och att känna kemins reaktioner.

Laborationer kommer att vara återkommande från den första till den sista terminen.

## **Häftets innehåll**

I det här häftet får du information om kurserna Allmän kemi, Organisk kemi och Biokemi som du kommer att läsa under höstterminen. Du får först en kort beskrivning av kursernas upplägg och innehåll. Därefter finns ett antal övningsuppgifter som du kan göra innan studiestart. Längst ner hittar du lösningsförslagen. Vi ger också tips på nödvändiga mattekunskaper som kan behövas för dina fortsatta studier inom området.

Jag och kemipersonalen vill än en gång hälsa dig riktigt varmt välkommen till en minnesvärd och lärorik tid på Tekniska högskolan vid LiU.

Magdalena Svensson  
Studierektor i kemi

## Allmän kemi

De första kurserna på höstterminen behandlar allmän kemi. Beroende på vilket program du läser omfattar kurserna sammanlagt 9, 12 eller 15 hp. Studenter på kemisk biologi, teknisk biologi, kemisk analysteknik eller fristående kurs samläser Allmän kemi 12hp eftersom de samtidigt läser en kurs i matematik. Biologistudenterna läser enbart 9 hp, medan lärarprogrammets studenter har en något mer omfattande kurs på 15 hp.

### Föreläsningar

Den första delen av kursen i allmän kemi behandlar stökiometri och grundläggande oorganisk kemi. När det gäller stökiometridelen känner du nog igen en hel del från gymnasiekemin. Här behandlas stökiometri, kemiska reaktioner, gaser och termo-kemi. Momentet rörande oorganisk kemi innehåller nog mer nytt stoff. Här behandlar man mer i detalj atomer och molekylers uppbyggnad, kemisk bindning, resonans-former, hybridisering och orbitalteori.

Den andra delen av allmän kemi innehåller moment om reaktionskinetik (studier av hastigheten hos kemiska reaktioner) och kemisk jämvikt, där syra-bas-jämvikter och löslighetsjämvikter står i fokus, samt en fördjupning i kemisk termo-dynamik och elektrokemi. I de större kurserna (12 och 15 hp) ingår även moment som handlar om egenskaper hos vätskor och fasta ämnen. Dessa kurser avslutas med deskriptiv kemi, där grundämnen i s- och p-blocken i periodiska systemet presenteras.

Kursinnehållet tenteras vid två tentamenstillfällen (Allmän kemi 1 och Allmän kemi 2).

### Innehållet i laborationskurserna

Här kommer du bland annat att få:

- göra en oorganisk syntes
- genomföra titreranalyser
- studera kinetiken för nedbrytning av en förening

Innan du får göra den första laborationen hålls ett skriftligt prov, s.k. "dugga" där man visar att man tagit del av gällande säkerhetsföreskrifter för laborativt arbete. Ytterligare en dugga om kemiska tecken och namn samt några vanliga joners sammansättning och namn, planeras under kursen.

Laborationsresultaten redovisas genom laborationsrapporter där höga krav ställs på innehållet och utformningen av dessa.

Utöver föreläsningar och laborationer ingår även räknestugor, där du som student har möjlighet att få hjälp av en lärare med att lösa uppgifter i en mindre grupp.

### Kurslitteraturen

För alla tre varianterna rekommenderas Zumdahl & Zumdahl: "Chemistry", 9<sup>th</sup> eller 10<sup>th</sup> ed. samt ett kurskompendium. Boken samt kurskompendiet finns att köpa på Bokakademien i Kårallen (campus Valla).

### Övningsuppgifter i allmän kemi

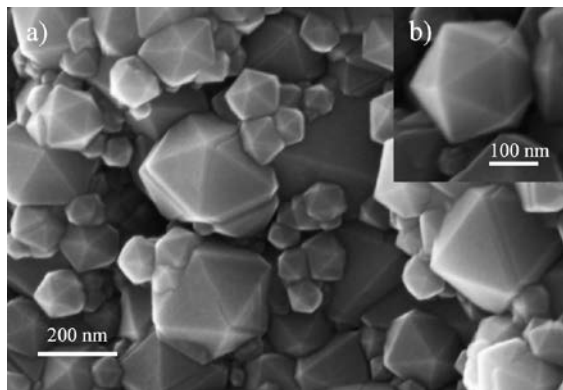
Du som vill testa dina nuvarande kemikunskaper kan göra det genom att försöka lösa övningsuppgifterna nedan.

De första uppgifterna, del A är ganska elementära och kan nog lösas med hjälp av enbart ett periodiskt system, miniräknare och eventuellt din gymnasiekemibok.

Kanske har du svårt att lösa någon av uppgifterna men bli inte avskräckt. På alla kemiutbildningarna tar vi allt från början så du kommer att få en genomgång när du påbörjar dina studier.

Uppgifterna i del B är lite mer krävande och dessa förväntas du kunna besvara först efter kursen.

Lösningförslag till alla uppgifter finns i slutet av häftet.



*Ett exempel på hur vackert och fascinerande resultatet av kemiska reaktioner kan vara. Bilden är tagen med ett elektronmikroskop och visar ikosahedriska kristaller av borkarbid,  $B_4C$ , som framställts genom att reagera trimetylbor,  $B(CH_3)_3$  vid drygt tusen grader och lågt tryck i vätgas.*

### Del A:

- Beskriv kortfattat atomens allmänna uppbyggnad och ange av vilka partiklar den består.
  - Ange korrekt kemiskt namn för följande föreningar och samt de ingående atomernas oxidationstal:  
 $H_2O$     $H_2O_2$     $OF_2$     $O_2$     $BaCl_2$     $FeCl_3$     $N_2O_3$     $CsClO_4$
  - Hur många elektroner, protoner och neutroner innehåller en jodidjon ( $I^-$ )? Endast en isotop av jod med masstalet 127 är stabil.
  - Förklara vad som menas med elektronegativitet, och ordna följande grundämnen efter stigande elektronegativitet: O, K, F, H, N, C
- Järns densitet är  $7.86 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  och Avogadros konstant  $N_A = 6.022\cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .
  - Beräkna hur många järnatomer  $1 \text{ cm}^3$  rent järn innehåller.
  - Utnyttja resultatet från föregående uppgift och gör en uppskattning av järnatomens radie, t ex uttryckt i pm (pikometer =  $10^{-12} \text{ m}$ ).
- Beräkna molmassan för  $SO_3$  samt hur många massprocent svavel som molekylén innehåller.
  - Om man leder  $SO_3$  genom vatten bildas en välbekant stark syra. Skriv en reaktionsformel!
  - Salpetersyra ( $HNO_3$ ) är en typisk stark syra, medan ättiksyra ( $CH_3COOH$ ) klassificeras som en svag syra. På vilket sätt skiljer sig en stark syra från en svag, när du löser dem i vatten? Svara gärna med reaktionsformler.
- Vilket/vilka av följande ämnen kan förväntas ha betydande (= stor) resp. obetydlig (= liten) löslighet i vatten?  
 $CCl_4$     $(CH_3)_2CO$  (acetone)    $HBr$     $C_6H_6$  (bensen)    $NH_3$     $S(s)$     $SO_2(g)$
- Skriv reaktionsformler som beskriver vad som händer om
  - silvernitratt blandas med natriumjodid.
  - bariumklorid blandas med kaliumsulfat.

- c. natriumkarbonat blandas med magnesiumbromid.

### Del B:

6. Rita Lewisformel för nitratjonen och ange alla resonansformer.
7. Både kalciumklorid,  $\text{CaCl}_2$ , och natriumklorid kan användas för att smälta snö och is på vintervägar. Ett företag marknadsförde en blandning av dessa två salter under namnet TÖABORT. En kemist ville ta reda på sammansättningen och började med att lösa upp 2.463 g av blandningen i vatten. Alla kalciumjoner fälldes ut genom tillsats av natriumoxalat,  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ .
- a. Skriv formeln för utfällningsreaktionen.
- Fällningen tvättades och löstes i svavelsyra varvid allt kalciumoxalat omvandlades till oxalsyra. Oxalysran titrerades med 0.100 M kaliumpermanganat,  $\text{KMnO}_4$ , i sur miljö varvid koldioxid och mangan(II)joner bildades. För titreringen krävdes 21.62 ml kaliumpermanganatlösning.
- b. Skriv en balanserad reaktionsformel för reaktionen mellan oxalsyra och permanganatjoner.
- c. Beräkna masshalten kalciumklorid (i procent) i TÖABORT.
8. Följande uppgift berör tillämpandet av Le Chateliers princip. Studera reaktionen och ange åt vilket håll jämvikten förskjuts
- $$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$$
- a. om  $\text{CO}_2(\text{g})$  bortskaffas ur reaktionskärlet.
- b. om mer kol tillförs reaktionskärlet.
- c. om trycket höjs.
9. Beräkna pH i följande blandningar.
- a. 10,0 ml 0.20 M saltsyra och 40.0 ml 0.050 M natriumhydroxidlösning.
- b. 25.0 ml 0.25 M ammoniak och 50.0 ml 0.125 M salpetersyra  
( $K_a(\text{NH}_4^+) = 5,6 \cdot 10^{-10}$ ).
- c. 40.0 ml 1.0 M ättiksyra (HAc) och 60.0 ml 0.50 M natriumhydroxidlösning  
( $K_a(\text{HAc}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
10. Ange för följande ämnen vilka olika typer av intermolekylära krafter som huvudsakligen är verksamma.
- |                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| a. natriumnitrat, $\text{NaNO}_3$ | c. vätejodid, HI |
| b. metan, $\text{CH}_4$           | d. krypton, Kr   |

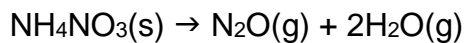
11. Ordna bindningarna efter ökande jonkaraktär. Ge en kortfattad motivering till ditt svar.

Br - Br

Ca - O

C - F

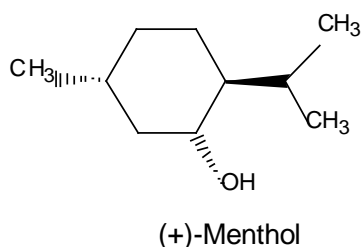
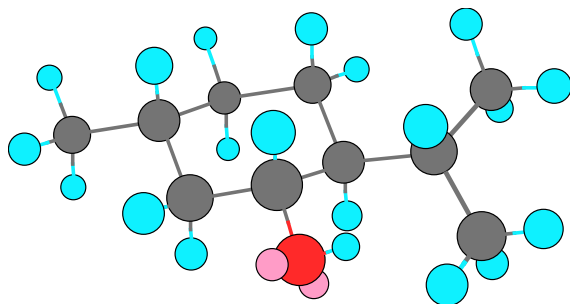
12. Ammoniumnitrat,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , sönderfaller vid försiktig upphettning till lustgas och vatten enligt



	$\Delta H^\circ_f$ (kJ/mol)	$\Delta G^\circ_f$ (kJ/mol)	$\Delta S^\circ$ (J/K·mol)
$\text{NH}_4\text{NO}_3$ (s)	-366	-184	151
$\text{N}_2\text{O}$ (g)	82	104	220
$\text{H}_2\text{O}$ (g)	-242	-229	189

- Avgör med hjälp av termodynamiska data åt vilket håll reaktionen ovan är förskjuten vid  $25^\circ\text{C}$ .
- Är reaktionen exo- eller endoterm?
- Ökar entropin,  $\Delta S^\circ$ , i reaktionen som den är skriven och är det vad man kan förvänta sig?

# Organisk kemi



Mentol är ett smakämne som används i bl.a. tuggummi och tandkräm och som kan utvinnas ur pepparmynta.

Efter de inledande kurserna i allmän kemi följer kurser i grundläggande organisk kemi och biokemi (gäller för alla utbildningar utom kemisk analysteknik). Kursen i organisk kemi är uppdelad så att biologistudenterna läser 3 hp och alla övriga 6 hp.

Kurserna består förutom av föreläsningar av lektioner, där du övar problemlösning, och laborationer, där du utför ett antal synteser och bekantar dig med viktiga reningssteg inom den organiska kemien. Teoriavsnittet avslutas med en skriftlig tentamen. Laborationskursen omfattar 1-1,5 hp och kravet för godkänd är att du ska ha genomfört det praktiska arbetet väl samt blivit godkänd på de skriftliga laborationsredovisningarna.

Organisk kemi är läran om de kemiska föreningar som innehåller elementet kol. Kolatomen kan binda upp till fyra andra atomer med kovalenta bindningar, vilket ger möjlighet till en otrolig mångfald av föreningar. Organiska föreningar har enorm betydelse i vår vardag och inom industrin. De återfinns bl a som vitaminer, läkemedel, antioxidanter i frukt och grönsaker, färgämnen, feromoner i biologisk skadeinsektsbekämpning och tensider i tvätt- och diskmedel.

Livsprocessernas kemi är huvudsakligen - om än inte uteslutande - organisk kemi, och i människokroppen, som är det mest avancerade kemiska laboratorium vi känner till, sker ständigt ett oerhört antal kemiska reaktioner. Den organiska kemien utgör därför en nödvändig molekylär grund för alla biovetenskaper, såsom medicin och biologi.

I kurserna kommer du bl.a. att förvärva kunskaper om:

- Organisk-kemisk namngivning
- Kemiska och fysikaliska egenskaper hos de vanligast förekommande ämnesklasserna
- Grundläggande organiska reaktioner och reaktionsmekanismer
- Stereokemi

### Kurslitteratur

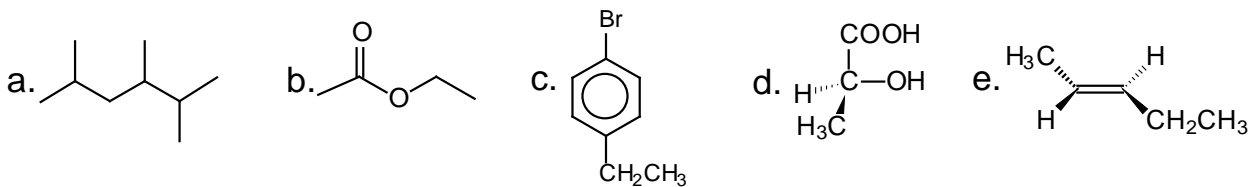
För kurserna på 6 respektive 3 hp rekommenderas "Fundamentals of Organic Chemistry", 7<sup>th</sup> ed, författare McMurry-Simanek. I båda kurserna ingår även ett kurskompendium. Litteraturen finns att köpa på BokAkademin i Kårallen.

### Övningsuppgifter i organisk kemi

Här följer några organisk-kemiska problem av varierande svårighetsgrad. Testa A-uppgifterna direkt! B-uppgifterna kan du lösa efter att du läst kursen. Lösningförslagen hittar du sist i häftet.

#### Del A:

1. Identifiera den eller de funktionella gruppen/grupperna i föreningarna a-e.

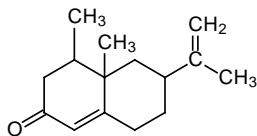


2. Rita strukturformler för metan, etanol och bensen. Beskriv även metanmolekylens rymdstruktur (= geometri).
3. Förklara varför karboxylsyror har relativt höga smält- och kokpunkter.
4. Rita en generell strukturformel för ett fett. Vad bildas när ett fett får reagera med varm natriumhydroxidlösning? Har produkten någon praktisk användning?
5. Ange sant eller falskt för påståendena nedan:  
A: En aldohexos innehåller fem kolatomer.  
B: Oligosackarider kan hydrolyseras till mindre enheter (monosackarider).  
C: Alkaloider är kväveinnehållande baser isolerade från växtriket med en ofta påtaglig fysiologisk effekt.  
D: En steroid karakteriseras av sin tetracykliska ringstruktur.

#### Del B:

6. Namnge med systematiskt namn föreningarna i uppgift 1.
7. Vilken förening i följande par har surast väte? Förklara.  
trikloretansyra eller etansyra  
cyklohexanol eller hydroxibensen
8. Skriv resonansstrukturformler för bensen. Vilken typ av hybridisering bör vara aktuell för kolatomerna i bensen?

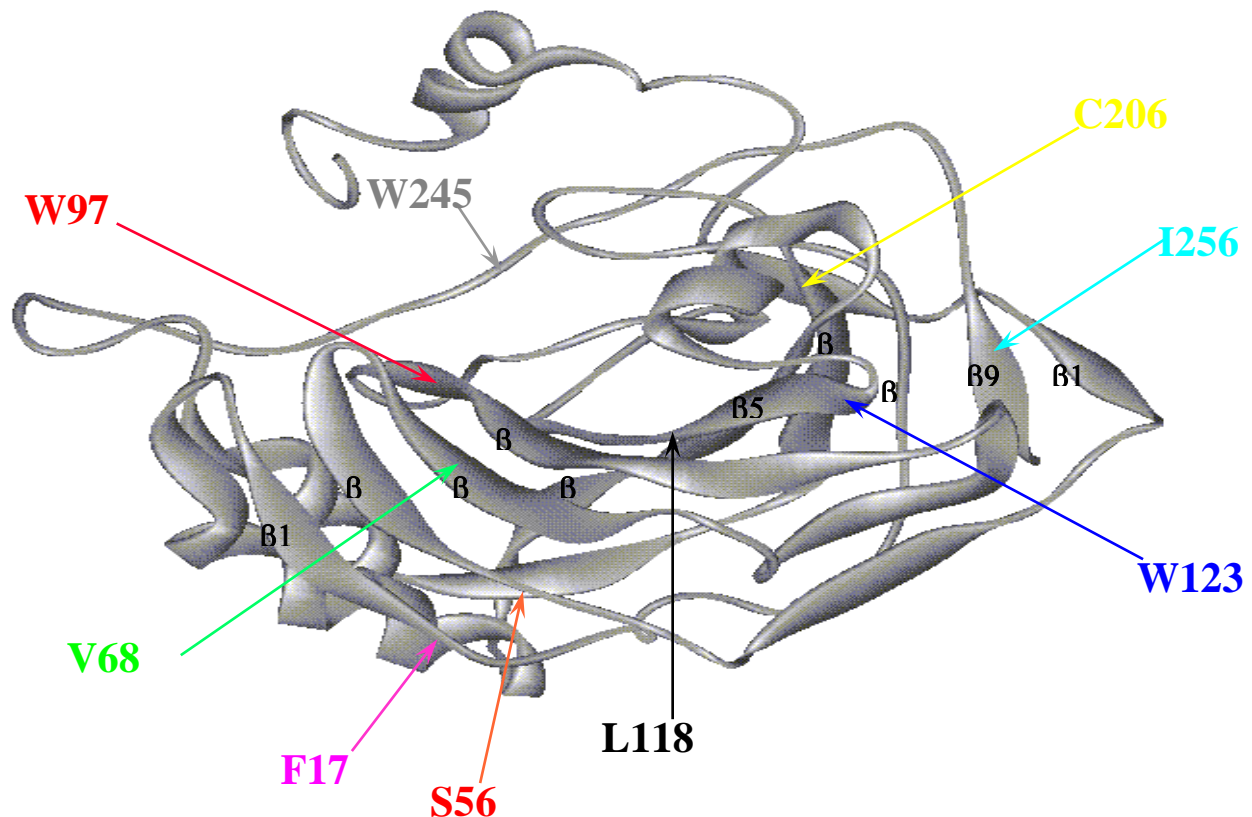
9. Rita med Newmanprojektion den stabilaste konformationen för etan. Förklara.
10. Många av våra dagliga livsmedel innehåller organiska föreningar som ger lukt och smak. Nootkatone finns i grapefrukt. Innehåller molekylerna några stereo-centra?



11. 1-etylcyklopenten får reagera med väteklorid. Förklara med egna ord och med en reaktionsmekanism vilken huvudprodukt som bildas.
12. Studera reaktionen mellan (S)-2-jodoktan och natriumcyanid och svara på följande:
- Vilken reaktionstyp bör gälla?
  - Beskriv mekanismen.



## Biokemi



Den här bilden föreställer ett enzym, karbanhydras, vars egenskaper vi på kemiavdelningen med hjälp av genteknik (protein engineering) försökt att förändra. Effekterna av förändringarna studeras sedan för att bli få ny kunskap om vilka faktorer som styr proteinveckning. Pilarna visar några aminosyror som bytts ut i strukturen.

Alla, förutom kemisk analys-studenterna, läser 6 hp i biokemi parallellt med den organiska kemien. "Bios" betyder liv och i den här kursen studerar du kemiska reaktioner, som är livsnödvändiga för oss människor. Utöver föreläsningar och laborationer består kursen även av lektioner med olika karaktär; vissa lektioner innehåller problemlösning medan andra har grundliga genomgångar av laborationstekniker.

Teoridelen av kursen omfattar 4,5 hp och examineras genom en skriftlig tentamen strax efter juluppehållet. Laborationskursen omfattar 1,5 hp och examinationen innehåller en laborationsrapport samt en "dugga", d.v.s. ett mindre skriftligt prov. Duggan omfattar strukturen hos de tjugo vanliga aminosyrorerna.

### Kursens innehåll

Vi börjar med att studera hur biomolekyler är uppbyggda och lägger då störst vikt vid proteiner. Proteinerna består av aminosyror, och det är växelverkan mellan dessa, som gör att proteinet får en alldeles speciell tredimensionell struktur, vilken lägger grunden för proteinets funktion.

Proteiner har många betydelsefulla roller; de fungerar som stöds substanser (bl.a. hår och naglar) och katalysatorer (enzymer). De deltar också i reglering av olika kroppsfunktioner i form av peptidhormoner och i immunförsvaret (antikroppar).

Ämnesomsättningen, eller metabolismen, är ett annat stort område som tas upp på kursen. Vi kommer att gå igenom glykolysen, citronsyra cykeln, andningskedjan och lipidmetabolismen. Genom de tre första processerna bryts de kolhydrater, som vi får i oss via födan, ner till CO<sub>2</sub> och H<sub>2</sub>O.

Samtidigt bildas adenosintrifosfat, ATP, som är kroppens energivaluta. Vid fettsyranedbrytningen bildas ännu större mängder CO<sub>2</sub> och ATP än vid kolhydratnedbrytningen. Får vi i oss för mycket kolhydrater relativt behovet så omvandlas överskottet till fettsyror och lagras tillsammans med det överskott av fett, som vi stoppar i oss. Naturligtvis är regleringen av dessa processer väldigt viktig och utgör därmed en betydelsefull del av kursen.

Slutligen berörs lite grundläggande molekylärbiologi, bland annat diskuteras de tre processerna replikation, transkription och translation. Dessa processer beskriver hur nytt DNA syntetiseras och hur nukleotidsekvensen i DNA översätts till aminosyrasekvens i ett protein.

I laborationskursen kommer du att rena hemoglobin från röda blodkroppar med gelfiltreringskromatografi och identifiera ett för dig okänt protein genom att ta reda på dess molekylvikt med hjälp av gelelektrofores. Du kommer även att studera hur hastigheten för en reaktion ökar i närvaro av ett enzym.

### **Kurslitteraturen**

Berg, Tymoczko & Stryer, "Biochemistry", 8<sup>th</sup> ed. samt ett kurs-kompendium. Litteraturen finns att köpa på Bokakademien i Kårallen.

### **Övningsuppgifter i biokemi**

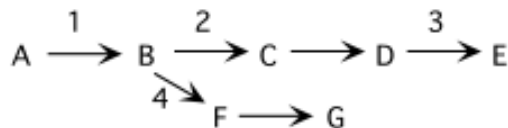
Nedan följer först sex repetitionsuppgifter, som du förmodligen kan besvara efter genomgången gymnasiekurs, och därefter följer uppgifter av samma typ som du kommer att arbeta med under kursen. Lösningförslag finner du längst bak i häftet.

### **Del A:**

1. Vad är den stora skillnaden mellan prokaryoter och eukaryoter?
2. Ange de generella funktionella grupperna som ingår i alla aminosyror.
3. När man kokar ägg stelnar äggets innehåll. Vad är det som händer?
4. Rita upp aminosyran glutaminsyra vid pH=1, pH=7 och pH=10. Ange även trebokstavskoden.
5. Vilken nettoladdning har nonapeptiden Ala-Arg-Ser-Lys-Gln-Thr-Trp-Asp-Val vid pH=7?
6. Vanligt socker (som kemisten kallar sukros eller sackaros) är en disackarid, d v s det består av två enkla sockerarter. Vilka? Nämn även en polysackarid som vi får i oss i stora mängder när vi äter potatis eller pasta.

## Del B:

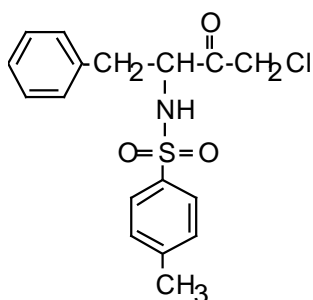
7. Du har ett prov innehållande tre proteiner; karbanhydras (30 000 g/mol), hemoglobin (64 500 g/mol) och lysozym (14 200 g/mol). Din uppgift är att separera dessa proteiner med hjälp av gelfiltrering. Kolonnmaterialiet är Sephadex G-50, dvs alla molekyler med molekylvikt under 50 000 g/mol separeras. Skissera hur kromatogrammet kommer att se ut och ange var respektive protein återfinns. Förklara varför det blir såhär.
8. Kolhydrater bryts ner i tre kopplade processer. Vad kallas de tre processerna och via vilka molekyler är de kopplade? Varför behöver vi andas in syre och varför innehåller utandningsluften koldioxid?
9. Varför är adenosintrifosfat, ATP, en så energirik molekyl? Rita även upp en schematisk struktur för ATP och identifiera beståndsdelarna.
10. Ange vilket alternativ som är rätt svar på följande påståenden.
- Vilken av följande aminosyror har en sidokedja som är negativt laddad vid fysiologiskt pH?
    - Ala
    - Asn
    - Asp
    - Arg
  - Vilken av följande aminosyror är det mest sannolikt att hitta inne i ett globulärt protein?
    - Ile
    - Asn
    - Glu
    - Ser
  - Alla påståenden nedan förutom ett är korrekt. Vilket är felaktigt?
    - Aktiva ytan är oftast en klyfta eller en hålighet i enzymets tertiärstruktur.
    - Aminosyrorna som ingår i aktiva ytan sitter i en följd i aminosyrasekvensen.
    - Aktiva ytan inkluderar enzymets katalytiska grupper.
    - Specificiteten hos enzymet bestäms av grupper lokaliserade i aktiva ytan.
  - Nedan visas en grenad syntesväg för E och G. Vilket av enzymerna (som markeras med siffror) är det troligast att en hög koncentrationen av E inhiberar?



- 1
- 2
- 3
- 4

- e. "Induced fit" innebär
- genetisk utveckling av en aktiv yta som passar substratets form och laddning.
  - en ändring av aktiva ytans struktur orsakad av substratbindning.
  - en ändring av substratets struktur orsakad av inbindning till enzymet.
  - en konformationsändring i aktiva ytan orsakad av att en effektor binder till en annan del av enzymet.
- f. Alla påståenden om disulfidbindningar är korrekta förutom ett. Vilket?
- När en disulfidbrygga bildas reduceras cysteinerna.
  - En disulfidbrygga kan bildas mellan två cysteiner som sitter långt ifrån varandra i primärstrukturen.
  - Disulfidbryggor återfinns i extracellulära proteiner.
  - Två polypeptidkedjor kan kopplas ihop kovalent av disulfidbryggor.

11. Tosylfenylalaninklorometylketon (TPCK) kan bindas kovalent till His-57 i aktiva ytan på kymotrypsin. Om man i stället vill kemiskt modifiera His-57 i trypsin, hur skulle man då kunna förändra TPCK:s struktur?



12. En mutantform av peptidhormonet angiotensin II har följande aminosyrasammansättning:

Asp, Arg, Ile, Met, Phe, Pro, Tyr, Val

Följande observationer görs:

- Behandling med trypsin ger en dipeptid som innehåller Asp och Arg och en hexapeptid med resterande aminosyror.
- Behandling med CNBr som klyver polypeptidbindningen C-terminalt om Met ger en dipeptid bestående av Phe och Pro och en hexapeptid som består av övriga aminosyror.
- Behandling med kymotrypsin leder till att två tetrapeptider bildas. Den ena innehåller Asp, Arg, Tyr och Val medan den andra innehåller Ile, Met, Phe och Pro.

Vilken är aminosyrasekvensen?

## Vilka mattekunskaper behöver jag i kemi?

Det är inte möjligt att studera kemi på universitetsnivå utan att behärska viss grundläggande matematik. Listan inunder anger de matematiska kunskaper, som du kan behöva under första terminen. Det ska sägas att de mattekunskaper som är aktuella är av typen "kunna korrekt använda" - inte att "kunna bevisa/härleda", vilket i och för sig är utmärkt om man kan. Utnyttjande av miniräknare, inklusive programmerbara sådana, är dessutom alltid tillåtet på kemitentorna. De flesta som läser kemi i höst, förutom lärarstudenterna och biologistudenterna, kommer att läsa en matematikkurs parallellt med kurserna i allmän kemi.

- Addition, subtraktion, multiplikation och division av reella tal ("de fyra räknesätten")
- Algebraisk räkning ("bokstavsräkning")
- Bråkräkning
- Absolutbelopp (t ex  $|-3| = 3$ ;  $|i| = |\sqrt{-1}| = 1$ )
- Den räta linjens ekvation ( $y = ax + b$ ); avståndet mellan två punkter
- Enkla linjära ekvationssystem av typen  $\begin{cases} 3x - 2y = 5 \\ -8x + 0.5y = -13 \end{cases}$  Lös detta!\*
- Logaritmer (naturliga logaritmer,  $\ln$ , och 10-logaritmer,  $\log$ )
- Enkla exponential- och logaritmfunktioner (t ex  $y = Ae^{bx} \Leftrightarrow \ln y = \ln A + bx$ )
- Kvadratroten ur ett positivt reellt tal ( $\sqrt{4.9} \cong 2.214$ )
- $n$ :te roten ur ett reellt tal ( $\sqrt[3]{7.6} = (7.6)^{\frac{1}{3}} \cong 1.966$ )
- Andragradsekvationers lösning (Lös ekvationen  $3x^2 - 2x = 1$ \*)
- Ekvationer av större gradtal än två (t ex polynom av typen  $y = ax^5 + bx^3 + cx + d$ )
- Rationella funktioner (t ex  $f(x) = \frac{3x^2 - 1}{1 + x}$ )
- Olikheter ( $-17 < -2$  men  $|-17| > |-2|$ )
- Allmänna potenser (Visa att  $3^5 \cdot 7^{14} = 10^{5 \cdot \log 3 + 14 \cdot \log 7}$  !\*)

- Definition av derivata ( $\frac{d}{dx} f(x) = f'(x)$ ); regler för derivering av funktioner av en variabel
- Definition av integral ( $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$ ); integrering av enkla funktioner

### Övningsuppgift

Som avslutning får du i uppgift att beräkna hur gammal Diophantos blev. Diophantos är en berömd matematiker, som levde på 300-talet e Kr i Alexandria.

**Problemet:**

Diophantos tillbragte en sjättedel av sitt liv i barndom, en tolfte del i ungdom och ytterligare en sjundedel som unkarl. Fem år efter hans giftermål föddes en son som dog fyra år före sin far, då hälften så gammal som fadern slutligen blev. Hur gammal blev Diophantos? \*

\*Lösning av matteproblemet, och några av de andra ovan, finner du i slutet av häftet.

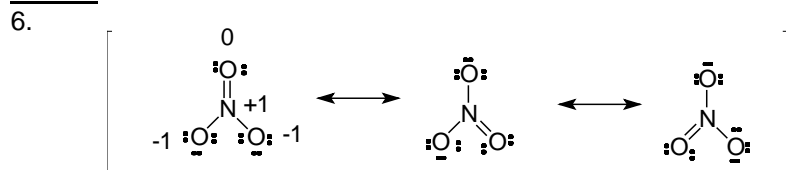
# Lösningförslag till uppgifterna

## Allmän kemi

### Del A:

- 1a. En kärna av protoner (positivt laddade) och neutroner (elektriskt neutrala), där nästan hela atomens massa är koncentrerad. Utanför kärnan ett eller flera "skal" av elektroner (negativt laddade).
- 1b. Vatten [H(+1), O(-2)], väteperoxid [H(+1), O(-1)], syredifluorid [O(+2), F(-1)], syre [O(0)], bariumklorid [Ba(+2), Cl(-1)], järn(III)klorid [Fe(+3), Cl(-1)], dikvävetrioxid [N(+3), O(-2)], cesiumperklorat [Cs(+1), Cl(+7), O(-2)].
- 1c.  $Z = 53$  (antal protoner),  $N = 127 - 53 = 74$  (antal neutroner), 54 elektroner
- 1d. Elektronegativitet är ett visst atomslags (grundämnes) tendens att dra till sig elektroner från en annan atom, när de två binder till varandra:  $K \ll H \leq C < N < O < F$
- 2a. En Fe-atom väger  $M_{Fe}/N_A = 55.85/6.022 \cdot 10^{23} = 9.274 \cdot 10^{-23}$  g. Alltså innehåller  $1 \text{ cm}^3 \text{ Fe(s)}$   $7.86/9.274 \cdot 10^{-23} = 8.475 \cdot 10^{22}$  atomer.
- 2b. En uppskattning (som inte är helt korrekt) av järnatomens radie kan göras på följande sätt: Volymen per Fe är ungf.  $1/8.475 \cdot 10^{22} = 1.180 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$ . Radien bör då vara ungefär
- $$r \approx \frac{1}{2} \sqrt[3]{1.180 \cdot 10^{-23}} \approx 1.14 \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 114 \text{ pm}$$
- . I verkligheten är atomradien något större (124 pm), vilket beror på att järnatomerna är tätpackade, något vi inte tagit hänsyn till i vår modell.
- 3a. Molmassan är  $32.07 + 3 \cdot 16.00 = 80.07$  g/mol. Svavelhalten är  $32.07/80.07 = 40.05\%$ .
- 3b.  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$  (svavelsyra)
- 3c. Den starka syran är fullständigt (100%) dissocierad (= sönderdelad) i vatten; den svaga syran endast delvis.
4. Stor löslighet i vatten har: aceton, HBr, ammoniak,  $\text{SO}_2$ . Dessa föreningar är i likhet med vatten polära.
- 5a.  $\text{AgNO}_3 (\text{aq}) + \text{NaI} (\text{aq}) \rightarrow \text{AgI} (\text{s}) + \text{NaNO}_3 (\text{aq})$
- 5b.  $\text{BaCl}_2 (\text{aq}) + \text{K}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4 (\text{s}) + 2 \text{KCl} (\text{aq})$
- 5c.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{aq}) + \text{MgBr}_2 (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{NaBr} (\text{aq}) + \text{MgCO}_3 (\text{s})$

### Del B:



- 7a.  $\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 (\text{s})$
- 7b.  $5 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 (\text{aq}) + 2 \text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 6 \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow 10 \text{CO}_2 (\text{g}) + 2 \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 8 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- 7c.  $n(\text{MnO}_4^-) = 0.100 \cdot 2.162 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 2.162 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
1 mol  $\text{MnO}_4^-$  motsvarar 2.5 mol  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$   
 $n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 2,5 \cdot 2.162 \cdot 10^{-3} = 5.405 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
1 mol  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \Leftrightarrow$  1 mol  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \Leftrightarrow$  1 mol  $\text{CaCl}_2$

$$n(\text{CaCl}_2) = 5.405 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

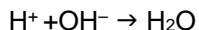
$$m(\text{CaCl}_2) = 5.405 \cdot 10^{-3} \cdot 111.0 = 0,600 \text{ g}$$

$$\text{Massprocent}(\text{CaCl}_2) = (0,600 / 2.463) \cdot 100\% = 24.4\%$$

- 8a. Reaktionen förskjuts åt vänster så att mer  $\text{CO}_2$  bildas.  
 8b. Reaktionen förskjuts åt höger så att mängden kol minskar.  
 8c. Reaktionen förskjuts åt vänster så att mängden gas, och därmed även trycket i behållaren, minskar.

9a.  $n(\text{HCl}) = 0,010 \cdot 0,20 = 0,0020 \text{ mol}$

$$n(\text{NaOH}) = 0,040 \cdot 0,05 = 0,0020 \text{ mol}$$



Det återstår en lösning av natriumklorid i vatten där  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$

$$\Rightarrow \text{pH} = 7,00$$

9b.  $n(\text{NH}_3) = 0.025 \cdot 0.25 = 0.00625 \text{ mol}$

$$n(\text{HNO}_3) = 0.050 \cdot 0.125 = 0.00625 \text{ mol}$$

Ammoniaken reagerar med vätejonerna från den starka syran salpetersyra  $\Rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$

Slutlösningen innehåller 0.00625 mol ammoniumklorid. pH i lösningen bestäms av ammoniumjonens protolys i vatten.

	$\text{NH}_4^+$	+	$\text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{NH}_3$	+	$\text{H}_3\text{O}^+$
C före protolys (M)	0.0833				—		—
C efter protolys (M)	$0.0833 - x$				$x$		$x$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} \quad \text{vilket ger} \quad 5,6 \cdot 10^{-10} = \frac{x \cdot x}{0,0833 - x}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 6,83 \cdot 10^{-6} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 5,17$$

9c.  $n(\text{HAc}) = 0.040 \cdot 1.0 = 0.040 \text{ mol}$

$$n(\text{NaOH}) = 0.060 \cdot 0.50 = 0.030 \text{ mol}$$

Ättiksyran reagerar med hydroxidjonerna  $\Rightarrow \text{HAc} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Ac}^- + \text{H}_2\text{O}$

Slutlösningen innehåller 0.030 mol  $\text{Ac}^-$  och 0.010 mol HAc.

Då både ättiksyra och acetatjon förekommer i hög koncentration kan pH beräknas direkt ur uttrycket för syrakonstanten.

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]} \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot 0,030}{0,010} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 6.0 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 5,22$$

(Slutlösningen är en buffert och pH kan även beräknas med buffertformeln.)

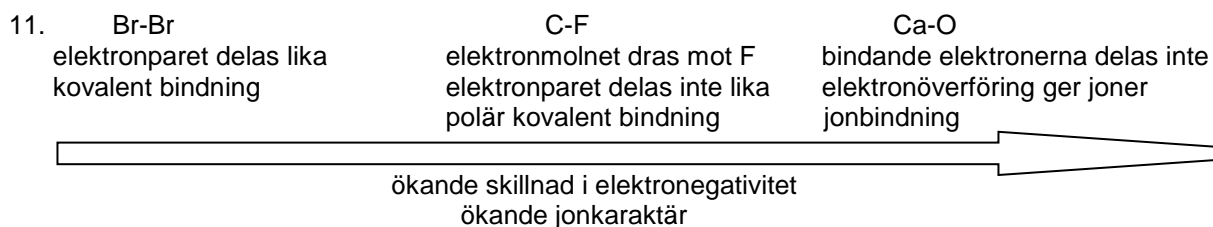
10a. Jonbindning

10b. Londonkrafter

10c. Dipol-dipolbindningar

10d. Londonkrafter





12a.  $\Delta G^\circ = \Delta G^\circ_f(\text{N}_2\text{O}) + 2 \cdot \Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{O}) - \Delta G^\circ_f(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 104 + 2 \cdot (-229) - (-184) = -170 \text{ kJ/mol}$

Reaktionen är förskjuten åt höger. Ett negativt värde på fri energi,  $\Delta G^\circ$ , innebär att reaktionen är spontan.

12b.  $\Delta H^\circ = \Delta H^\circ_f(\text{N}_2\text{O}) + 2 \cdot \Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^\circ_f(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 82 + 2 \cdot (-242) - (-366) = -36 \text{ kJ/mol}$

Reaktionen är exoterm, d.v.s. energi frigörs.

12c.  $\Delta S^\circ = \Delta S^\circ(\text{N}_2\text{O}) + 2 \cdot \Delta S^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta S^\circ(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 220 + 2 \cdot 189 - 151 = 447 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$

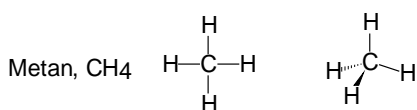
Entropin ökar vilket är förväntat eftersom ett kristallint ämne ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) övergår i gasformiga ämnen (oordningen ökar).

## Organisk kemi

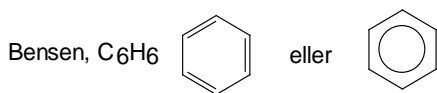
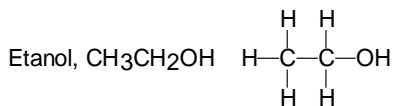
### Del A:

- 1a. Alkan
- 1b. Ester
- 1c. Aromatiskt kolväte
- 1d. Karboxylsyra + alkohol
- 1e. Alken

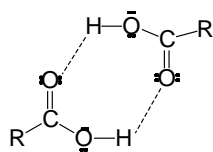
2.



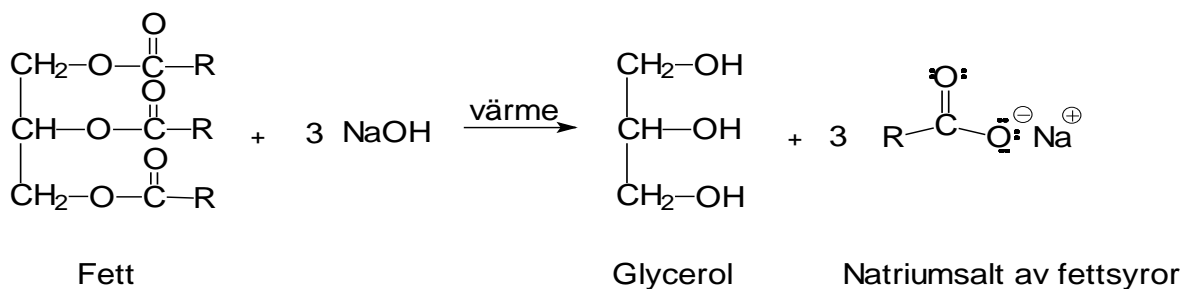
Metans rymdstruktur är tetraedrisk  
 Bindningsvinkeln är  $109.5^\circ$   
 Maximalt avstånd mellan elektronerna i bindningarna



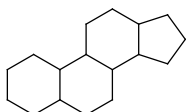
3. Karboxylsyror kan bilda vätebindningar mellan varandras molekyler. Dimerer bildas. Vätebindningar är starka dipolbindningar och exempel på en intermolekylär kraft. Vid smältning och kokning måste intermolekylära krafter övervinnas. Ju fler och ju starkare krafter mellan molekyler ju mer energi krävs vid fasövergången.



4. Fett är kemiskt sett estrar av den trevärdiga alkoholen glycerol och olika fettsyror (karboxylsyror med långa kolvätekedjor). Med natriumhydroxidlösning under uppvärmning sker en basisk esterhydrolys varvid glycerol och fettsyornas natriumsalter bildas = tvål.



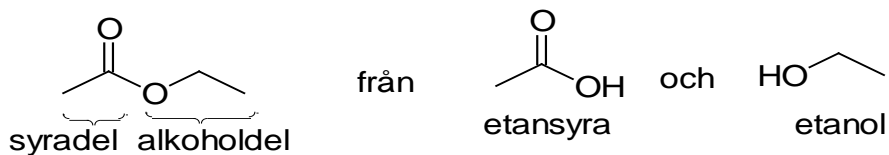
5. A Falskt (Den innehåller sex kolatomer.)  
 B Sant (Oligosackarider är uppbyggda av monosackarider.)  
 C Sant (Morfin, en opiat, är ett exempel på en alkaloid. Morfin är starkt smärtstillande.)  
 D Sant



**Del B:**

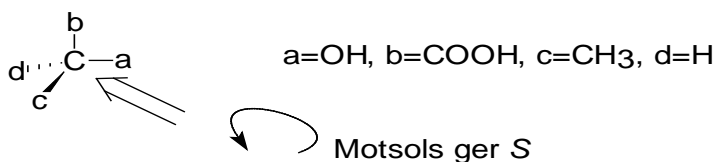
6a. 2,3,5-trimetylhexan

6b. etyleanoat  
 Estrar namnges med alkoholens alkylgrupp följt av syrasaltets namn.



6c. 1-brom-4-etylbenzen

6d. S-2-hydroxipropansyra  
 Här betraktar vi hydroxylgruppen som en substituent och låter karboxylsyran bilda basnamn. Observera att kolatom två är ett stereocenter. Ett stereocenter är ett sp<sup>3</sup>-hybridiserat kol som bär fyra olika atomer/grupper. Stereocenter definieras som R eller S.



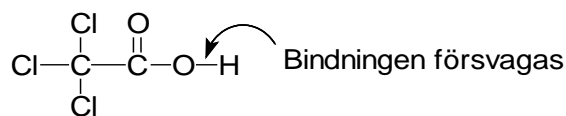
Regler i korthet:

- 1) Prioritera atomerna/grupperna som sitter bundna till stereocentret efter stigande atomnummer. a högst prioritet, b, c och d lägst prioritet.
- 2) Om lika första atom gå vidare till nästa atom/atomer till skillnad finns. I uppgiften är kol första atom i karboxylsyra- och metylgruppen. Jämför då H,H,H och O,O,O.
- 3) Titta bort mot atomen/gruppen med lägst prioritet.
- 4) Gå från a till b till c. Medsols ordning ger *R* och motsols ordning ger *S*.

6e. E-2-penten

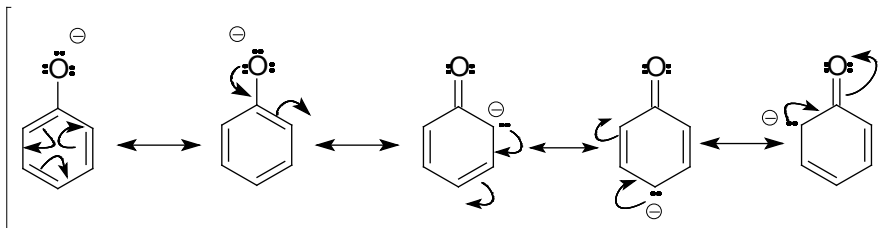
Observera dubbelbindningens geometri. *E* = entgegen (åt motsatt håll) anger att atomerna /grupperna med högst prioritet (högst atomnummer) pekar åt motsatt håll. Om atomerna /grupperna pekar åt samma håll betecknas detta med *Z* = zusammen (åt samma håll). Tidigare användes *cis* och *trans*.

7. Trikloretansyra är en starkare syra än etansyra. Genom induktiv effekt (här en elektronsugande effekt från en i molekylen närliggande dipol) försvagas bindningen mellan väte och syre mer i trikloretansyra än i etansyra varför vätet avges lättare. Anjonen av trikloretansyra stabiliseras också mer genom induktiv effekt än anjonen av etansyra. Resonanseffekten är lika i detta fall.

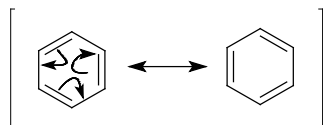


dipol ← Klor som är ett mer elektronegativt element än kol gör att en dipol uppstår. Induktiv effekt

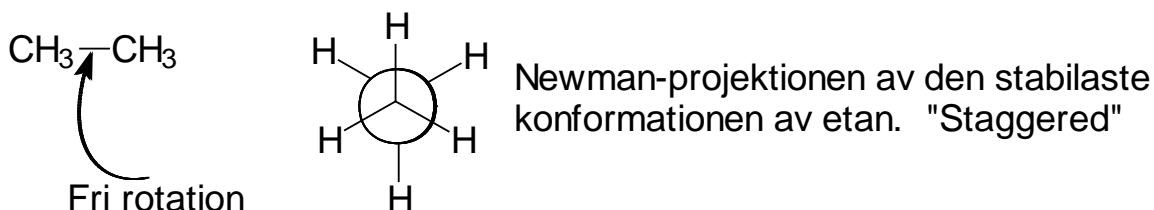
Hydroxibensen är en starkare syra än cyklohexanol. Anjonen av hydroxibensen är stabiliserad genom resonans. Den negativa laddningen delokaliseras i bensenringen. Även viss induktiv effekt spelar roll. Hos anjonen av cyklohexanol är den negativa laddningen lokaliserad på syret. "Något som stabiliserar anjonen gör syran surare".



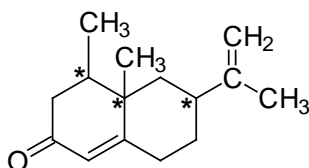
8. I bensen är kolen  $sp^2$ -hybridiserade. Varje kol har ett ohybridiserat p-orbital. Överlapp mellan dessa genererar  $\pi$ -molekylorbitaler där  $\pi$ -elektronerna är delokaliserade. Två resonansstrukturer kan skrivas för bensen.



9. Konformationer är strukturer som uppkommer på grund av att det är fri rotation kring enkelbindningar. De olika konformationerna har olika energi (olika stabilitet). För etan är "staggered" den stabilaste konformationen. Minimerad repulsiv van der Waalsinteraktion (maximalt avstånd mellan enkelbindningarnas elektroner) bidrar till stabiliteten. Den här konformationen har lägst energi.

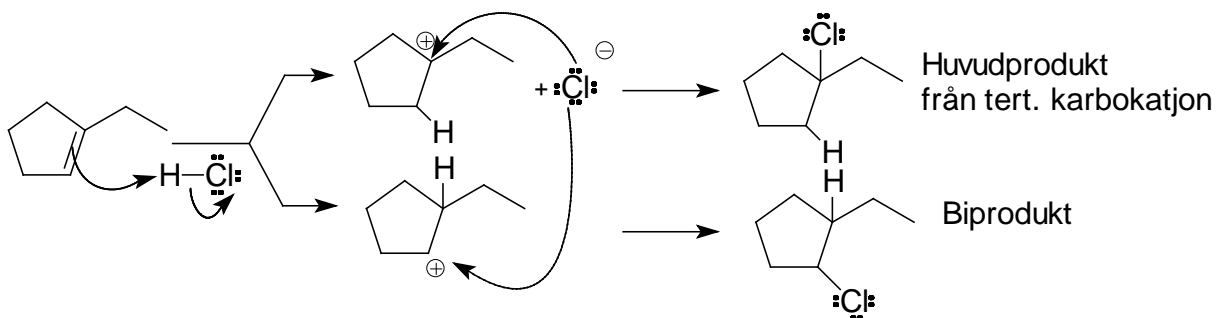


10. Stereocenter:  $sp^3$ -hybridiserat kol som bär fyra olika atomer/grupper. Nootkatone har tre stereocenter markerade med \* i figuren.

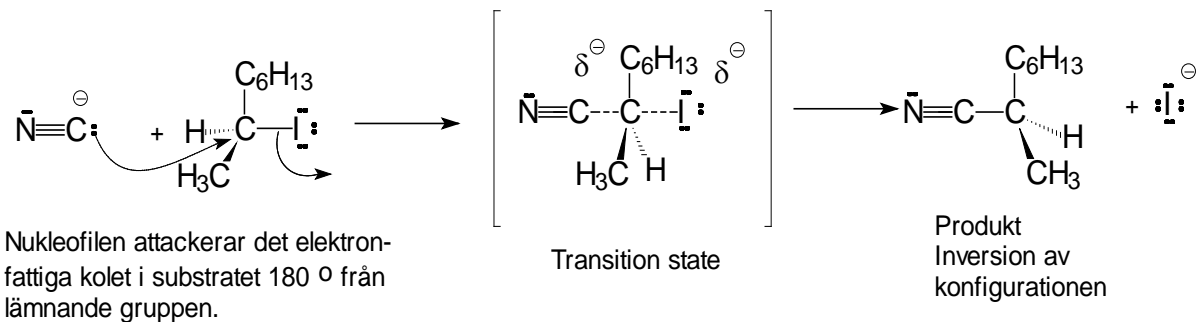


11. Alkenens  $\pi$ -elektroner betraktas som reaktiva (källa av elektroner, nukleofila).  $\pi$ -elektronerna angriper vätet (elektronfattigt, elektrofil) i väteklorid. Den elektronegativa atomen klor tar hand om elektronerna i bindningen till väte och en kloridjon bildas. Två möjliga intermediärer, karbokationer, genereras (en tertiär -och en sekundär karbokation). Reaktionen går via den stabilaste karbokationen som intermediär. Stabilast är den tertiära karbokationen. Genom induktiv effekt kan alkylgrupper donera elektrondensitet mot det positivt laddade kolet. Ju fler alkylgrupper det positivt laddade kolet bär ju stabilare karbokation. Slutligen agerar kloridjonen nukleofil på det positivt laddade kolet i karbokationen.

Då två intermediärer är möjliga kan två produkter bildas. 1-etyl-1-klorcyklopentan är huvudprodukt. Minnesregel för addition av ett osymmetriskt reagens till en alken är Markovnikovs regel: "Den positiva delen av reagenset går till det alkenkol som redan har flest väten".



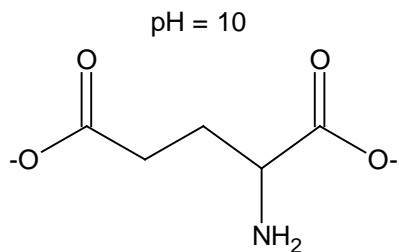
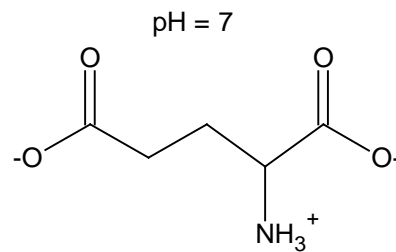
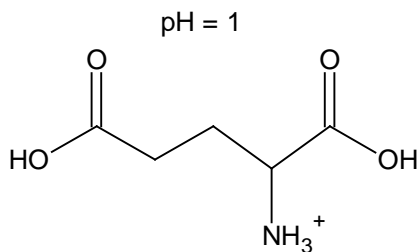
12. Reaktionen är en substitution enligt S<sub>N</sub>2.



## Biokemi

### Del A:

- Eukaryoter utmärks av att de har en cellkärna där arvsmassan är belägen. Djur, växter och svampar är eukaryota organismer. Prokaryoter är primitivare och saknar avgränsad cellkärna. Bakterier är prokaryota.
- Aminosyrorna har alla (som namnet antyder) en aminogrupp och en karboxylgrupp.
- Proteinerna i ägget denaturerar av värmen, d.v.s. de tappar sin tredimensionella form och faller ut.
- Trebokstavskoden är Glu.

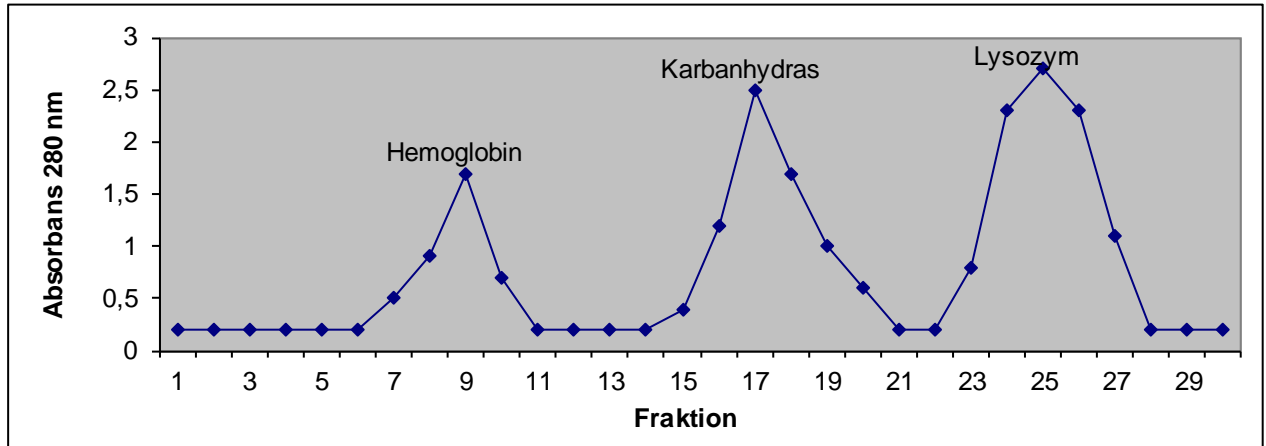


- N-terminal +, Arg +, Lys +, Asp -, C-terminal - ; alltså blir nettoladdningen +1.

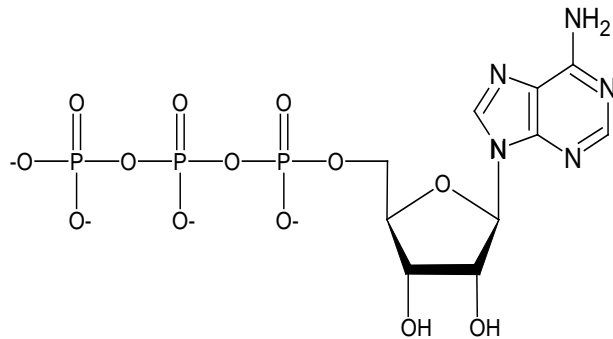
6. Sukros (sackaros) består av monosackariderna glukos och fruktos. I potatis och pasta finns mycket stärkelse som är en polymer som består av hundratals glukosmonomerer.

Del B:

7. Vid gelfiltrering sker separation av proteinerna med avseende på storlek och form. Mindre molekyler kommer att retarderas effektivare av kolonnmaterialiet eftersom de kan passera in i de små polymerkulorna som gelen består av. Ett större protein kommer alltså att elueras före ett mindre protein. Detta innebär att hemoglobin elueras först, följt av karbanhydras och sist kommer lysozym.

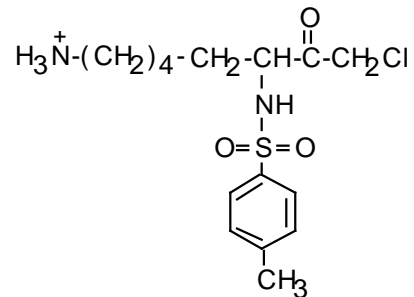


8. Glukos (6C) bryts ner till två trekolsfragment, pyruvatjoner, via GLYKOLYSEN. Pyruvatjonerna omvandlas till acetylCoA + CO<sub>2</sub> innan nedbrytningen fortsätter i CITRONSYRACYKELN. De två kolatomerna i acetylCoA avspjälkas som CO<sub>2</sub> samtidigt som oxidationsmedlena NAD<sup>+</sup> och FAD reduceras. När NAD<sup>+</sup> och FAD återoxideras i ANDNINGSKEDJAN byggs en protongradient upp över det inre mitokondriemembranet vilket i sin tur leder till ATP-syntes. För andningskedjans kontinuitet krävs O<sub>2</sub> som slutlig elektronacceptor. Detta förklarar sammantaget varför inandningsluften måste innehålla syre och varför utandningsluften har en högre andel koldioxid.
9. När strukturen för ATP studeras ser man att det finns fyra negativa laddningar väldigt nära varandra. Det kostar alltså energi att hålla ihop molekylen och den energin frisätts och kan användas till annat när ATP defosforilyeras. Molekylen består av sockret ribos, kvävebasen adenin (som tillsammans kallas för adenosin) och en trifosfatgrupp.



- 10a. C  
 10b. A  
 10c. B  
 10d. B  
 10e. B  
 10f. A

11. Man skulle kunna byta ut fenyloalanindelen i TPCK mot en basisk aminosyra (Arg eller Lys) eftersom dessa är substrat för lysin.



12. Peptiden består av Asp, Arg, Ile, Met, Phe, Pro, Tyr och Val.

- Behandling med trypsin som klyver polypeptidbindningen C-terminalt om de basiska aminosyrorna Arg och Lys ger en dipeptid och en hexapeptid. Sekvensen måste alltså vara Asp-Arg-X-X-X-X-X-X.
- Behandling med CNBr som klyver C-terminalt om Met ger en dipeptid bestående av Phe och Pro samt en hexapeptid. Sekvensen måste alltså vara Asp-Arg-X-X-X-Met-Y-Y. Y=Phe och Pro.
- Behandling med kymotrypsin som klyver polypeptidkedjan C-terminalt om de aromatiska aminosyrorna Phe, Tyr och Trp leder till att två tetrapeptider bildas. Den ena innehåller Asp, Arg, Tyr och Val medan den andra innehåller Ile, Met, Phe och Pro.

Sekvensen måste alltså vara Asp-Arg-Val-Tyr-Ile-Met-Pro-Phe.

## Matteproblem

Linjärt ekvationssystem:

$$x \cong 1.621$$

$$y \cong -0.0690$$

Andragradsekvation:

$$x_1 = 1$$

$$x_2 = -\frac{1}{3}$$

Potensräkning:

$$3^5 \cdot 7^{14} = (10^{\log 3})^5 (10^{\log 5})^{14} = (10^{5 \cdot \log 3}) (10^{14 \cdot \log 7}) = 10^{5 \cdot \log 3 + 14 \cdot \log 7}$$

Diophantos ålder

Antag att Diophantos var  $x$  år, när han gifte sig, och  $y$  år, när han dog. Då gäller för hans son att

$$\frac{y}{2} = (y - 4) - (x + 5) \quad (\text{i})$$

Vidare gäller för Diophantos själv att

$$1 - \frac{1}{6} - \frac{1}{12} - \frac{1}{7} = \frac{y - x}{y} \quad (\text{ii})$$

Efter förenkling får vi ur (i) och (ii) ekvationssystemet:

$$\begin{cases} y - 2x = 18 \\ 11y - 28x = 0 \end{cases}$$

med lösningen  $x = 33$  och  $y = 84$ . Svar: Diophantos blev alltså 84 år gammal.