

KEMI 2: SAMMANFATTNING BLOCK 1 – ORGANISKA FÖRENINGAR

DET VIKTIGASTE FRÅN DEL 1:

Organisk kemi är kolföreningarnas kemi

- Organisk kemi och organiska föreningar: Organisk kemi är vetenskapen om kolföreningarnas kemi. Organiska föreningar innehåller alltid grundämnet kol. Organiska föreningar innehåller dessutom alltid väte och ofta även syre, kväve, svavel och fosfor. Ibland ingår också olika halogener som t.ex. klor, fluor eller brom.
- Anledningen till varför organiska föreningar kallas för just organiska föreningar är p.g.a. att de bygger upp och förekommer i stor utsträckning i levande organismer. Förut trodde man att organiska föreningar enbart kunde skapas i levande organismer. Nu kan dock forskarna skapa en rad olika organiska föreningar i labbet.
- Organiska föreningar förekommer nu i kläder, plast, papper, kosmetika, mediciner och mat etc.
- Idag finns över 14 miljarder organiska föreningar och 10 000 nya föreningar framställs varje år (nya material, mediciner, kosmetika m.m.).
- Kolväten: Organiska molekyler som består av enbart kol- och väteatomer benämns kolväten.

Översikt över olika organiska föreningar

Ämnesklass:	Beskrivning:	Funktionell grupp:	Suffix/ prefix:	Exempel:
Alkaner	Mättade kolväten, inga dubbelbindningar.	R-H (enkelbindning)	-an	Metan;
Alkener	Omättade kolväten, minst 1 dubbelbindning.	R=R' (dubbelbindning)	-en	Eten;
Alkyner	Omättade kolväten, minst 1 trippelbindning.	R≡R' (trippelbindning)	-yn	Etyyn;
Halogenalkaner (alkylhalogener)	Alkan där minst en väteatom har ersatts av en halogenatom.	R-X (halogenatom)		Brommetan;
Ringformade/ cykliska kolväten	Kolväten där kolkedjan skapar en ringstruktur.	Olika funktionella grupper kan ingå	cyklo-	Cyklopentan;
Arener (aromatiska föreningar)	Minst en ringstruktur med 6 kolatomer och 3 dubbelbindningar med delokaliserade elektroner (bensenring).	Ar-H (aromatisk ring)		Bensen;

R och R' = R-grupperna är två identiska eller två olika kolvätegrupper/kolvätekedjor (ibland sitter även andra atomer än väteatomer kopplade till kolatomerna).

Översikt över olika organiska föreningar

Ämnesklass:	Beskrivning/funktionell grupp:	Funktionell grupp:	Suffix:	Exempel:
Ketoner	Karbonylgrupp som på båda sidor omges av en kolvätekedja.	R-C(O)-R' (karbonylgrupp)	-on	Propanon;
Tioler	Kolvätekedja med minst en tiolgrupp.	R-SH (tiolgrupp/sulfhydrylgrupp)	-tiol	Metantiol;
Aminer (primära, sekundära, tertiära kvartära)	Kolvätekedja med minst en aminogrupp (aminogrupp); kväveatom som binder till minst en kolatom.	R-NH ₂ R ₂ NH R ₃ N R ₄ N ⁺ (aminogrupp)	-amin	Metylammin;
Nitroföreningar	Kolvätekedja med minst en nitrogrupp.	R-NO ₂ (nitrogrupp)		Trotyl (TNT);

Övriga; proteiner, kolhydrater, fetter, DNA etc. Stor variation i uppbyggnad beroende på vilket ämne det gäller. Viktiga biokemiska funktioner i organismer.

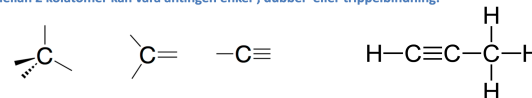
Lär dig alkanserien (1-10 kolatomer) så har du grunden till all annan namngivning!

Mamma eter sig propmätt i buken, petar på hexan heptan och nunnan dekan

Namn:	Kolatomer:	Kemisk beteckning:
Metan	1	CH ₄
Etan	2	C ₂ H ₆
Propan	3	C ₃ H ₈
Butan	4	C ₄ H ₁₀
Pentan	5	C ₅ H ₁₂
Hexan	6	C ₆ H ₁₄
Heptan	7	C ₇ H ₁₆
Oktan	8	C ₈ H ₁₈
Nonan	9	C ₉ H ₂₀
Dekan	10	C ₁₀ H ₂₂

Kol är ett speciellt grundämne

- Kol har 4 valenselektroner och kan därför skapa totalt 4 bindningar till andra atomer och/eller atomgrupper. Tack vare detta kan nästan ett oändligt antal olika molekyler bildas och det är en viktig förklaring till den stora förekomsten av olika organiska föreningar.
- Kol kan binda till andra kolatomer och bilda långa, s.k. kolvätekedjor. Dessa kan vara ogrenade, grenade och cykliska.
- Bindningen mellan 2 kolatomer kan vara antingen enkel-, dubbel- eller trippelbindning:

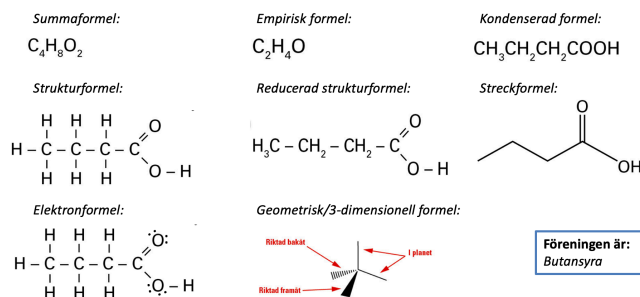


- Kolatomer ingår alltid i 4 bindningar: För att få ädelgasstruktur och sänka elektronernas energi maximalt så ingår varje kolatom alltid i 4 bindningar. Ibland innebär det att kolatomer behöver bilda dubbel- eller trippelbindningar mellan varandra eller till andra atomer. 4 "streck" utgår alltså från varje kolatom. Kolatomerna har aldrig fria elektroner.

Översikt över olika organiska föreningar

Ämnesklass:	Beskrivning:	Funktionell grupp:	Suffix:	Exempel:
Fenoler	En OH-grupp (hydroxylgrupp/hydroxigrupp) är direkt kopplad till en bensening.	Ar-OH (bensening + OH-grupp)		2-naftol;
Alkoholer	Kolvätekedja med minst en OH-grupp (hydroxylgrupp/hydroxigrupp).	R-OH (OH-grupp)	-ol	Etanol;
Karboxylsyror	Kolvätekedja med minst en karboxylgrupp. H ⁺ kan avges.	R-COOH (karboxylgrupp)	-syra	Etansyra;
Estrar	Innehåller en esterbygga/esterbindning som sitter mellan 2 kolvätekedjor.	R-COO-R' (esterbygga/esterbindning)	-oat	Metylpropanoat;
Aldehyder	En kolvätekedja som i ena änden slutar med en aldehydgrupp.	R-CHO (aldehydgrupp)	-al	Butanal;
Disulfider	Disulfidbygga/disulfidbindning som sitter mellan 2 kolvätekedjor.	R-S-S-R' (disulfidbygga/disulfidbindning)	-disulfid	Dimetyl-disulfid;
Etrar	Innehåller en etergrupp; en syreatom som binder 2 kolvätekedjor.	R-O-R' (etergrupp)	-eter	Dimetyl-eter;

Samma förening på flera olika sätt



Substituentier och funktionella grupper

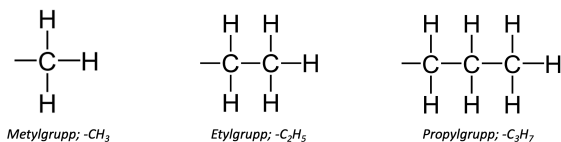
- Substituentier: Atomer eller atomgrupper som "ersätter" väteatomer på kolkedjor kallas för "substituentier". En del substituentier fungerar även som funktionella grupper i föreningen.
- Exempel på substituentier: Olika halogenatomer eller olika alkygrupper.
- Funktionella grupper: Funktionella grupper är atomgrupper/atomer som ger föreningen specifika egenskaper gällande t.ex. reaktivitet, löslighet, kokpunkt etc. Hos alkaner, alkener och alkyner räknas enkel-, dubbel-, resp. trippelbindningar som funktionella grupper.
- Exempel på funktionella grupper: R-OH, R-COOH, R-Cl och R-CHO. Även enkel-, dubbel-, och trippelbindningar, med tillhörande atomer, brukar räknas som funktionella grupper hos alkaner, alkener och alkyner



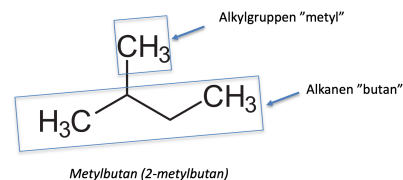
KEMI 2: SAMMANFATTNING BLOCK 1 – ORGANISKA FÖRENINGAR

Alkylgrupper ingår ofta som substituent i organiska föreningar

- Alkylgrupper är kolvätegrupper som ofta ingår som substituent i olika organiska föreningar. Man kan säga att de sitter kopplade som en sidokedja till den "ursprungliga" kolkedjan.
- De alkylgrupper som finns påminner om olika alkaner med den skillnaden att det fattas en väteatom jämfört med resp. alkan. Man namnger alkylgrupper genom att ändelsen -an i den motsvarande alkanens namn byts ut mot ändelsen -yl.



Metylbutan är ett exempel på en alkan med en alkylgrupp kopplad till kolkedjan



Namnet på organiska föreningar består av 3 delar

SUBSTITUENTER — STAMKOLVÄTET — FUNKTIONELL GRUPP

- Stamkolvättet:**

A) Vi börjar alltid med stamkolvättet. Stamkolvättet är den längsta sammanhängande kolkedjan. Finns det en funktionell grupp (förutom enkelbindningar) så ska den dock alltid ingå i stamkolvättet, även om stamkolvättet då inte blir längsta kedjan. I det här exemplet ser vi att den längsta kolkedjan består av 5 kolatomer. Namnet på stamkolvättet blir då; "pentan".

B) Numrera kolatomerna i stamkolvättet så att den funktionella gruppen och i andra hand substituenterna får så lågt nummer som möjligt. Kolatomerna som binder OH-gruppen får därmed nr. 1.
- Funktionell grupp (förutom enkelbindningar):**

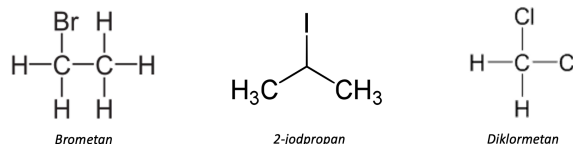
I slutet av namnet visar vi vilken (eller vilka) funktionell grupp som finns kopplad till stamkolvättet. Finns det ingen funktionell grupp (förutom enkelbindningar) så utgår denna del av namnet. I denna förening finns en OH-grupp och därför lägger vi till ändelsen "-ol". Vi numrerar också den funktionella gruppen. Namnet blir då; "1-pentanol" alt. "pentan-1-ol".
- Substituent:**

Vi avslutar med att titta på substituenterna, även fast vi skriver dessa först i namnet! Vi anger vilken kolatom resp. substituent binder till. I det här exemplet ser vi att vi har en substituent som heter "2-metyl".
- Namnge föreningen:**

Vi skriver de olika delarna av namnet enligt ovanstående ordning. Är det flera substituenterna så anges dessa i bokstavsordning. I namnet ska det också framgå vart den funktionella gruppen (-OH) sitter. Namnet på denna förening blir då "2-metyl-1-pentanol" alt. "2-metyl-1-ol".

Halogenalkaner (alkylhalogenider)

- En halogenalkan är en alkan där en eller flera av väteatomerna har ersatts av en atom från halogengruppen (grupp nr. 17) i det periodiska systemet.
- Halogenerna betraktas som substituent vid namngivningen: De halogener som sitter bundna till kolvätekedjan betraktas som substituent eftersom de har ersatt en väteatom. De bör egentligen också betraktas som funktionella grupper eftersom de påverkar föreningens egenskaper, men vid namngivningen så har man valt att behandla dessa som substituent. Är det flera halogener ska dessa numreras och anges i bokstavsordning. I övrigt gäller samma regler vid namngivning av halogenalkaner som vid namngivning av andra kolväten.



Uppgift 1:

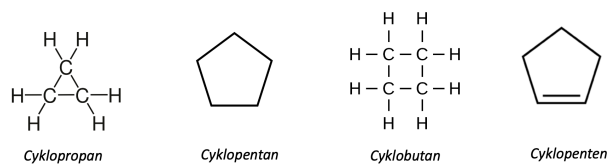
Namnge nedanstående halogenalkan

Lösning:

- Stamkolvättet:** Den längsta kolvätekedjan utgörs av "pentan". Kolen längst till vänster får nummer 1 eftersom den sitter närmast en substituent och vi får då den lägsta numreringen av substituenterna.
 - Funktionell grupp (förutom enkelbindningar):** Ingen funktionell grupp finns (klor och brom kan egentligen betraktas som funktionella grupper men de behandlas som substituent vid namngivningen). Vi lägger därför inte till någon ändelse.
 - Substituent:** Klor och brom som sitter på kol nr. 1 resp. kol nr. 3. Substituenterna får därför namnet "1-klor" resp. "3-brom".
 - Namnge föreningen:** Vi placerar substituenterna i bokstavsordning och stamkolvättet sist. Namnet på föreningen blir då; "3-brom-1-klorpentan".
-

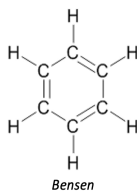
Cykliska kolväten

- Cykloalkaner:** En alkan där kolatomerna sitter i en ringstruktur.
- Cykloalkener:** En alken där kolatomerna sitter i en ringstruktur.
- Cykloalkyner:** En alkin där kolatomerna sitter i en ringstruktur.

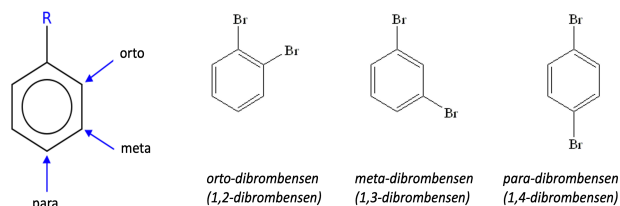


Arener (aromatiska föreningar)

- Arener:**
 - Mono- och polycykliska kolväten (ringformade kolväten) med aromaticitet.
 - De härstammar från bensen.
 - Innehåller minst 1 ringstruktur med delokaliserade elektroner (bensening).
- Många arener luktar mycket och kallas därför ofta för aromatiska kolväten eller aromatiska föreningar (aromaticitet= luktar).
- Användningsområden:** Arener används som lösningsmedel och för framställning av plaster, färgämnen och läkemedel.
- Det enklaste aromatiska kolvätet är bensen, C_6H_6 . Bensen är den enklaste arenen och utifrån bensen kan kemister syntetisera en rad andra arener. Bensen är starkt cancerframkallande. Innan man visste detta ingick bensen som lösningsmedel i t.ex. målarfärg. Bensen finns dock fortfarande i bensin (högst 1% bensen är tillåten inom EU).



Dibrombensen med 3 olika substitueringar



KEMI 2: SAMMANFATTNING BLOCK 1 – ORGANISKA FÖRENINGAR

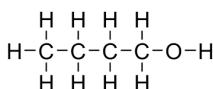
DET VIKTIGASTE FRÅN DEL 2:

Alkoholer är organiska ämnen med en eller flera OH-grupper

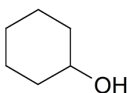
- ✓ **Alkoholer är organiska ämnen som innehåller en eller flera OH-grupper** (hydroxylgrupper/hydroxigrupper) bundna till en kolvätekedja.



Hydroxylgrupp/hydroxigrupp



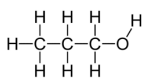
Butanol



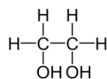
Cyklohexanol

Envärdade och flervärdade alkoholer

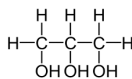
- ✓ **Envärdade alkoholer:** Har enbart en OH-grupp.
- ✓ **Flervärdade alkoholer:** Har fler än en OH-grupp, men dock aldrig fler än en OH-grupp på samma kolatom.
 - **Twävärdade (dioler):** Två OH-grupper.
 - **Trevärdade (triooler):** Tre OH-grupper.



Propanol är en envärd alkohol



1,2-etandiol (glykol) är en tvåvärd alkohol (en diol)



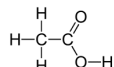
1,2,3-propantriol (glycerol) är en trevärd alkohol (en triol)

Namngivning av karboxylsyror

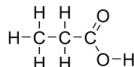
- ✓ När man namnger karboxylsyror utgår man från motsvarande alkan (alt. motsvarande alken eller alkyn) och lägger till ändelsen **-syra**:
 - o **Metansyra:** Karboxylsyran med en kolatom (som i metan) heter metansyra (myrsyra).
 - o **Etansyra:** Karboxylsyran med två kolatomer (som i etan) heter etansyra (ättiksyra).
 - o **Propansyra:** Karboxylsyran med tre kolatomer (som i propan) heter propansyra.
- ✓ **Substituenterna namnges på samma sätt** som hos andra organiska föreningar.
- ✓ **Numreringen av kolatomerna** sker från den kolatom som ingår i karboxylgruppen (den kolatomen är nr. 1).



Metansyra (myrsyra)



Etansyra (ättiksyra)

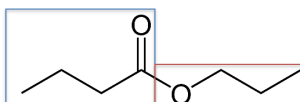


Propansyra

Namngivning av estrar

- ✓ Utgå från den alkohol och karboxylsyra som reagerar med varandra.
- ✓ **Del 1 av namnet:** Första delen av namnet utgörs av den kolkedja som härstammar från alkoholen. Man skriver kolvätekedjans namn och lägger till **-yl** på slutet. Man kan betrakta den här kolkedjan som en alkylgrupp och därför lägger man till ändelsen **-yl**. Alkylgruppen blir då propyl i nedanstående exempel eftersom den innehåller 3 kolatomer.
- ✓ **Del 2 av namnet:** Sista delen av namnet utgörs av den kolkedja som härstammar från karboxylsyran. Ta dock bort ändelsen **-syra** från karboxylsyran och lägg istället till ändelsen **"-oat"** eftersom det nu är anjonen som återstår av karboxylsyran.

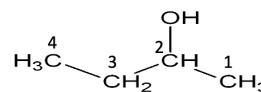
Butansyra



Propanol

Propylbutanoat

Uppgift 1: Namnge alkoholen på bilden



Lösning:

SUBSTITUENTER STAMKOLVÄTET FUNKTIONELL GRUPP

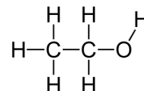
- Stamkolvättet:**

A) Vi letar upp molekylens längsta kolkedja till vilken hydroxylgruppen är bunden. Vi ser på bilden att det är 4 kolatomer som utgör den längsta kolkedjan. Stamkolvättet är därför **"butan"**.

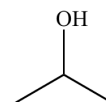
B) Vi numererar sedan kolatomerna så att den funktionella gruppen (OH-gruppen) får så lågt nummer som möjligt.
- Funktionell grupp (förutom enkelbindningar):** Det finns en OH-grupp som funktionell grupp. Vi lägger därför till ändelsen **"-ol"**. Eftersom den sitter på kolatom 2 så blir namnet; **"2-butanol"** alt. **"butan-2-ol"**.
- Substituenterna:** Inga substituenterna ingår förutom den funktionella gruppen.
- Namnge föreningen:** I denna förening finns inga substituenterna. Annars skrivs de först i namnet. Namnet består alltså i det här fallet enbart av stamkolvättet och rätt ändelse. Namnet på föreningen blir då; **"2-butanol"** alt. **"butan-2-ol"**.

Primära, sekundära och tertiära alkoholer

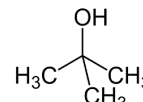
- ✓ **Primära alkoholer:** I primära alkoholer binder den OH-bindande kolatomen till endast en annan kolatom (till en R-grupp). **Obs.** Den primära alkoholen "metanol" är ett specialfall då kolatomen inte binder till någon annan kolatom.
- ✓ **Sekundära alkoholer:** I sekundära alkoholer binder den OH-bindande kolatomen till två andra kolatomer (till två R-grupper).
- ✓ **Tertiära alkoholer:** I tertiära alkoholer binder den OH-bindande kolatomen till tre andra kolatomer (till tre R-grupper).



Primär alkohol



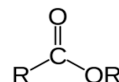
Sekundär alkohol



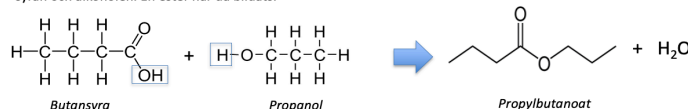
Tertiär alkohol

Estrar

- ✓ **Estrar innehåller** en s.k. esterbrygga (esterbindning).
- ✓ **Användningsområden/förekomst:** Används i parfyer, används som smakämnen i godis, läskedrycker m.m. En del mediciner är estrar. Triglycerider (fettmolekyler) är estrar.
- ✓ **Estrar bildas när en karboxylsyra reagerar med en alkohol:** När en karboxylsyra reagerar med en alkohol sker en kondensationsreaktion. Karboxylgruppen från syran och hydroxylgruppen från alkoholen kommer reagera med varandra och det kommer då bildas en vattenmolekyl som lossnar (OH från karboxylgruppen hos syran och H från OH-gruppen hos alkoholen bildar tillsammans H₂O). Samtidigt skapas en bindning mellan syran och alkoholen. En ester har då bildats.



Esterbrygga (esterbindning)



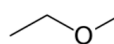
Butansyra

Propanol

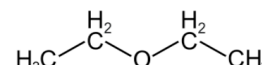
Propylbutanoat

Namnge etrar

- Del 1 av namnet:** Syreatomen räknas som molekylens centrum och kolvätekedjorna (R-grupperna) som sticker ut från syreatomen på respektive sida betraktas som s.k. alkylgrupper. Ta reda på vilka alkylgrupper som sitter till vänster resp. till höger om syreatomen genom att räkna antalet kolatomer. Första delen av namnet består av dessa alkylgruppers namn (i bokstavsordning). Kom ihåg att alkylgrupper alltid slutar på ändelsen **"-yl"**. Förekommer det substituenterna i etern så namnges dessa på samma sätt som i andra organiska föreningar och placeras allra först i namnet. Det finns t.ex. etrar som har blivit substituerade med halogenatomer.
- Del 2 av namnet:** Andra delen av namnet är alltid "eter".



Etylmetyleter



Dietyleter

KEMI 2: SAMMANFATTNING BLOCK 1 – ORGANISKA FÖRENINGAR

Aldehyder

- Aldehyder har en aldehydgrupp:



R-gruppen är en kolvätegrupp/kolvätekedja (ibland sitter även andra atomer än väteatomer kopplade till kolatomerna).
Obs. Hos den enklaste aldehyden "metanal" utgörs R-gruppen av enbart en väteatom.

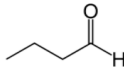
- Namngivning:** Utgå från motsvarande alkan (alt. alken eller alkyn), men lägg till ändelsen -al. Förekommer det substituerat i aldehyden så namnges dessa på samma sätt som i andra organiska föreningar och placeras allra först i namnet. När vi numererar kolatomerna så får alltid kolatomen som ingår i aldehydgruppen nr. 1.



Metanal



Etanal



Butanal

- Formaldehyd (metanal):** Denna aldehyd har länge använts som konserverings- och fixeringsmedel för organiskt material.

Ketoner

- Ketoner har en ketogrupp (karbonylgrupp):



R-grupperna är två identiska eller två olika kolvätegrupper/kolvätekedjor (ibland sitter även andra atomer än väteatomer kopplade till kolatomerna).

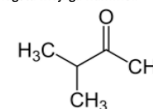
- Namngivning:** Utgå från motsvarande alkan (alt. alken eller alkyn), men lägg till ändelsen -on. Förekommer det substituerat i ketonen så namnges dessa på samma sätt som i andra organiska föreningar och placeras allra först i namnet. Om stamkolvätet innehåller fler än tre kolatomer måste ketogruppens placering anges. Man numererar då stamkolvätes kolatomer så att ketogruppens kolatom får lägsta möjliga nummer.



Propanon



2-butanon

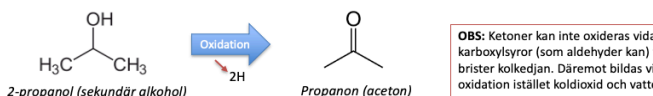
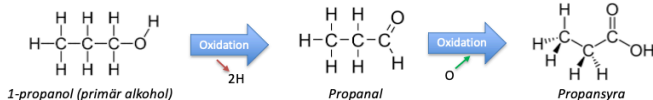


3-metyl-2-butanon

Aldehyder och ketoner kan bildas vid oxidation av alkoholer

- Oxidation:** Oxidation innebär att elektroner avges helt eller delvis från en förening vilket ger ett ökat oxidationstal. Inom organisk kemi innebär det i praktiken att väteatomer avlägsnas från eller att syreatomer kopplas på föreningen.

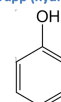
- Oxidera alkoholer till aldehyder och ketoner:** Genom att oxidera en primär alkohol fås en aldehyd. Denna aldehyd kommer genast att oxideras till en karboxylsyra om den inte avlägsnas så fort den framställs. Genom att oxidera en sekundär alkohol fås istället en keton.



OBS: Ketoner kan inte oxideras vidare till karboxylsyror (som aldehyder kan) för då bryter kolkedjan. Däremot bildas vid oxidation istället koldioxid och vatten.

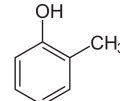
Fenoler

- Fenoler är föreningar som har minst en OH-grupp (hydroxylgrupp/hydroxigrupp) bunden direkt till en eller flera bensenrings:

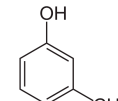


Fenol (hydroxibensen)

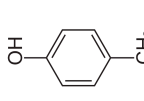
- Namngivning:** De enkla fenolerna slutar på ändelsen -fenol. Kolatomen som binder OH-gruppen numreras med nr. 1. Substituent, som t.ex. metylgrupper, numreras med så lågt nummer som möjligt och placeras först i namnet och i bokstavsordning. Namngivning av mer komplicerade fenoler går jag inte igenom här.



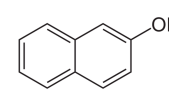
2-metylfenol (orto-kreosol)



3-metylfenol (meta-kreosol)



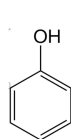
4-metylfenol (para-kreosol)



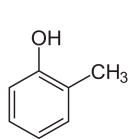
2-naftol (naftalen-2-ol)

Fenoler vs. alkoholer

- Fenoler liknar till viss del alkoholer eftersom de har minst en OH-grupp, men när OH-gruppen är bunden direkt till en bensenring så får föreningen helt andra egenskaper jämfört med alkoholer. T.ex. så fungerar fenoler som svaga syror tack vare att OH-gruppen är bunden direkt till bensenringen. Alkoholer fungerar inte som svaga syror.

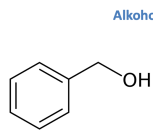


Fenol

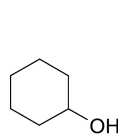


2-metylfenol

Hos fenoler är OH-gruppen bunden direkt till en bensenring



Bensylalkohol



Cyklohexanol

Hos alkoholer är OH-gruppen inte bunden direkt till en bensenring

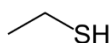
Tioler (merkaptaner)

- Tioler (eller merkaptaner) har en tiolgrupp:

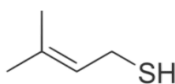


R-gruppen är en kolvätegrupp/kolvätekedja (ibland sitter även andra atomer än väteatomer kopplade till kolatomerna).

- Namngivning:** Utgå från motsvarande alkan (alt. alken eller alkyn), men lägg till ändelsen -tiol. Förekommer det substituerat i tiolen så namnges dessa på samma sätt som i andra organiska föreningar och placeras allra först i namnet.



Etantiol

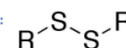


3-metyl-2-buten-1-tiol

- Luktar illa:** Tioler har i regel en motbjudande lukt. Den enklaste tiolen, metantiol, CH₃SH, bildas bland annat vid sulfatmassaframställning och bidrar till den lukt som kan upplevas vid pappersbruk. I gastuber har man oftast i små mängder metantiol för att det då blir lätt att upptäcka en gasläcka. Den illaluktande vätska som skunkens utsondrar består bland annat av olika tioler.

Disulfider

- Disulfider har en disulfidbrygga/disulfidbindning:

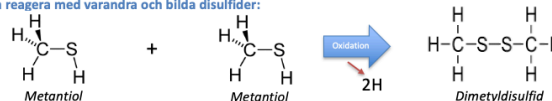


R-grupperna är två identiska eller två olika kolvätegrupper/kolvätekedjor (ibland sitter även andra atomer än väteatomer kopplade till kolatomerna).

- Disulfidbryggor/disulfidbindningar är viktiga eftersom de ofta håller samman två kolkedjor eller ännu större molekyler. I vissa proteiner finns det t.ex. disulfidbryggor mellan olika aminosyror. Dessa disulfidbryggor är jätteviktiga för att upprätthålla proteinets tredimensionella struktur.

- Namngivning:** Disulfidbrygga/disulfidbindningen betraktas som föreningens centrum och kolvätekedjorna som sticker ut på respektive sida betraktas som s.k. alkylgrupper. Ta reda på vilka alkylgrupperna är genom att räkna antalet kolatomer. Första delen av namnet består av dessa alkylgrupperns namn (i bokstavsordning). Sista delen av namnet utgörs av ändelsen -sulfid. Förekommer det substituerat i disulfiden så namnges dessa på samma sätt som i andra organiska föreningar och placeras allra först i namnet.

- Tioler kan reagera med varandra och bilda disulfider:



Olika aminer

- Olika aminer: Beroende på hur många kolatomer som binder till kväveatomen så delar man in aminer i primära, sekundära, tertiära och kvartära aminer (kallas även för substitutionsgrad).

- Primära aminer:** R-NH₂ Kväveatomen binder 1 kolatom (1 R-grupp).
- Sekundära aminer:** R₂-NH Kväveatomen binder 2 kolatomer (2 R-grupper).
- Tertiära aminer:** R₃-N Kväveatomen binder 3 kolatomer (3 R-grupper).
- Kvartära aminer:** R₄-N⁺ Kväveatomen binder 4 kolatomer (4 R-grupper).



Primär amin



Sekundär amin



Tertiär amin



Kvartär amin

KEMI 2: SAMMANFATTNING BLOCK 1 – ORGANISKA FÖRENINGAR

DET VIKTIGASTE FRÅN DEL 3:

Olika typer av isomerer

✓ **Isomerer:** Isomerer är ämnen som har samma summaformel/molekylformel men där molekylstrukturen skiljer sig åt (och därmed även egenskaperna).

✓ **Skillnaden mellan olika isomerer:** Skillnaden kan vara dels hur atomerna är bundna till varandra (strukturisomeri/konstitutionsisomeri) eller hur de är ordnade i rymden (stereoisomeri).

Stereoisomerer

✓ **Stereoisomerer:** Stereoisomerer har samma molekylformel/summaformel och atomerna som sitter på samma platser/positioner i molekylerna. Det som skiljer stereoisomerer åt är att atomerna pekar åt olika håll i rymden.

✓ **Enantiomerer (optiska isomerer, spegelbilder):** Molekylerna är varandras spegelbilder. Skillnaden mellan 2 molekyler som är enantiomerer är att atomerna pekar åt olika håll i "rymden". Kan även jämföras med vänster och höger hand.

- (R)= från det latinska ordet "Rectus" som betyder höger.
- (S)= från det latinska ordet "Sinister" som betyder vänster.
- (D) och (L)= Ett äldre sätt är att beteckna höger och vänster med bokstäverna D (dextra) och L (laevula).

✓ **Diastereomerer (cis-trans-isomerer, icke spegelbilder):** Skillnaden mellan 2 molekyler som är diastereomerer är att i den ena molekylen sitter likadana atomer/atomgrupper på samma sida om en dubbelbindning (cis) medan de i den andra molekylen sitter på motsatt sida om dubbelbindningen (trans). De är inte varandras spegelbilder.

- (E)= från det tyska ordet "Entgegen" som betyder mot.
- (Z)= från det tyska ordet "Zusammen" som betyder tillsammans.

Neurosedynskandalen: En molekyl och dess spegelvända tvilling kan ha helt olika effekter

✓ **Talidomid förekommer som 2 olika enantiomerer:** Den ena enantiomeren har den lugnande effekten medan den andra enantiomeren (dess spegelbild) orsakar fosterskadorna.

✓ **Läkemedel binder ofta till ett specifikt målprotein** i kroppen (ofta till en receptor). För att kunna binda krävs det en specifik 3-dimensionell struktur som passar ihop med målproteinet. Om molekylen är spegelvänd så kommer den inte kunna binda till rätt målprotein. Däremot kan den ev. binda till andra proteiner (eller andra molekyler) i kroppen.

✓ **Vid tillverkningen av läkemedlet** bildades båda varianterna. Det hade dock inte hjälpt även om man bara intog den säkra varianten eftersom det har visat sig att levern kan omvandla den säkra varianten till den farliga varianten.

De 2 enantiomerna av talidomid är varandras spegelbilder

Polariteten bestäms av flera faktorer

✓ **Polaritet:** Molekyler kan vara polära eller opolära. Denna indelning är dock inte svart eller vitt utan vissa molekyler är mer polära än andra. Desto mer polära molekylerna är desto högre polaritet säger man att dessa har.

✓ **Faktorer som påverkar polariteten:**

- Storleken av dipolmomentet:** Desto större övergripande dipolmoment i molekylerna (storleken av de partiella positiva och negativa laddningarna och avståndet mellan laddningarna), desto högre polaritet.
- Möjligheten att skapa vätebindningar:** Desto större förmåga att skapa vätebindningar, desto högre polaritet.
- Antalet polära grupper (mini-dipoler):** Ju fler polära grupper (t.ex. OH-grupper) en molekyl har i förhållande till sin storlek, desto polärare är den. Molekyler med t.ex. flera OH-grupper har ofta mycket hög polaritet p.g.a. att de kan skapa många vätebindningar och därmed löser sig mycket bra i polära lösningsmedel (t.ex. vatten). Man kan betrakta varje enskild OH-grupp som en liten "mini-dipol".
- Längden av kolvätekedjan:** Kolvätekedjan minskar en molekyls polaritet eftersom kolvätekedjan inte har några tydliga partiella laddningar och inte kan skapa varken vätebindningar eller vanliga dipol-dipolbindningar. Molekyler med långa kolvätekedjor har därför ingen eller låg löslighet i vatten och andra polära lösningsmedel. Ju längre kolvätekedja en molekyl har, desto lägre polaritet.

Strukturisomerer

✓ **Strukturisomerer:** Ämnen som har samma molekylformel/summaformel men där ämnen skiljer sig åt eftersom atomerna är placerade på olika sätt.

- Kedjisomerer:** Kolvätekedjorna ser olika ut eftersom atomerna/atomgrupperna binder till varandra på olika sätt i de olika isomererna.
- Ställningsisomerer:** Den funktionella gruppen sitter på olika positioner i de olika isomererna.
- Funktionsisomerer:** Isomererna har olika funktionella grupper vilket har stor påverkan på deras funktioner/egenskaper.

Bildkälla: Av User Kemibov on sv.wikipedia, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1014298

Molekyler som är varandras spegelbilder kallas för "enantiomerer" (kiralitet)

✓ **De båda enantiomererna på bilden till höger** förhåller sig till varandra på samma sätt som vänster och höger hand. Om vi t.ex. vrider den högra molekylerna 180 grader och lägger den ovanpå den vänstra molekylerna så kommer vi se att de har olika rymdstruktur (atomerna pekar i olika riktning).

✓ **Kirala atomer:** För att en kemisk förening ska förekomma i olika enantiomerer krävs det att det finns minst en kiralt atom (asymmetrisk atom). Kirala atomer är atomer som binder 4 olika atomer/atomgrupper vilket möjliggör olika rymdstrukturer beroende på i vilken riktning i rymden atomerna pekar. Begreppet "kirala" är taget från det grekiska ordet för hand (cheir).

✓ **Optiskt centrum:** Platsen där den kirala atomen sitter kallas också för molekylens optiska centrum. En molekyl kan ha flera optiska centrum om det finns flera olika kirala atomer.

Bildkälla: Av Chirality with hands.jpg; Ukjentderivatwork: -- msp/uo © - Chirality with hands.jpg; Offentlig eieendom, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17071045

Sammanfattning av polära resp. opolära ämnen

Polära ämnen:	Opolära ämnen:
<ul style="list-style-type: none"> ○ Molekylerna hos polära ämnen innehåller positiva resp. negativa elektriska laddningar som möjliggör vätebindningar eller vanliga dipol-dipolbindningar. ○ Ämnenas molekyler är dipoler och/eller innehåller flera s.k. "mini-dipoler" i form av polära grupper (ofta OH-grupper). ○ Ingen eller kort kolvätekedja. ○ Målprotein. Däremot kan den ev. binda till andra proteiner (eller andra molekyler) i kroppen. ○ Ingen eller låg löslighet i opolära lösningsmedel (t.ex. heptan). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Är ej dipoler (eller mycket svaga dipoler). ○ Innehåller inga eller få polära grupper (i jämförelse med molekylstorleken). ○ Ingen eller låg förmåga att skapa vätebindningar eller vanliga dipol-dipolbindningar. ○ Kan oftast bara skapa van der Waalsbindningar (London dispersionskrafter). ○ Har ofta en lång kolvätekedja. ○ Ingen eller låg löslighet i polära lösningsmedel (t.ex. vatten). ○ Hög löslighet i opolära lösningsmedel (t.ex. heptan).

Längden av kolvätekedjan påverkar polariteten

Metanol

Butanol

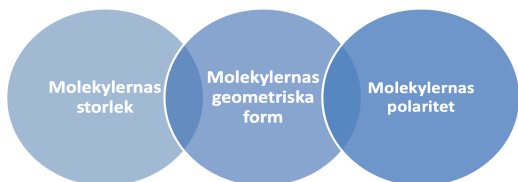
Oktanol

Avtagande polaritet

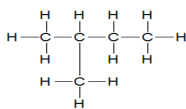
<p>Metanol:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Har en kort kolvätekedja. OH-gruppen utgör därför en stor del av molekylerna. ▪ Molekylerna får en tydlig positiv och en negativ sida/del. ▪ En stor del av molekylerna är laddad (plus eller minus). ▪ Har mycket hög löslighet i vatten p.g.a. OH-gruppen och den korta kolvätekedjan. 	<p>Butanol:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Har en lång kolvätekedja. OH-gruppen utgör en relativt liten del av hela molekylerna. ▪ Enbart en ganska liten del av molekylerna är laddad. ▪ Har ganska låg löslighet i vatten p.g.a. kolvätekedjan. ▪ Kan bilda ganska många van der Waalsbindningar och kan därför binda bra till opolära ämnen och löser sig därför bra i opolära lösningsmedel. 	<p>Oktanol:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Har en mycket lång kolvätekedja. OH-gruppen utgör en mycket liten del av hela molekylerna. ▪ Enbart en mycket liten del av molekylerna är laddad. ▪ Är olöslig i vatten p.g.a. den långa kolvätekedjan. ▪ Kan bilda många van der Waalsbindningar och kan därför binda mycket bra till opolära ämnen och löser sig därför bra i opolära lösningsmedel.
--	---	--

KEMI 2: SAMMANFATTNING BLOCK 1 – ORGANISKA FÖRENINGAR

Följande faktorer har betydelse för ämnets intermolekylära bindningar och därmed för kokpunkten:

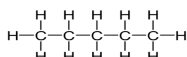


Molekylernas geometriska form har betydelse för antalet bindningar och därmed för kokpunkten



2-metylbutan (isopentan)

Summaformel: C₅H₁₂
Kokpunkt: 27,8 °C
Molekylmassa: 72,15 u



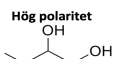
Pentan (n-pentan)

Summaformel: C₅H₁₂
Kokpunkt: 36,1 °C
Molekylmassa: 72,15 u

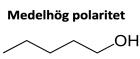
Molekylernas polaritet och förmågan att skapa vätebindningar har betydelse för kokpunkten

✓ **Hög polaritet innebär ofta en hög kokpunkt:** Hög polaritet innebär ofta en hög förmåga hos molekylerna att skapa vätebindningar alt. vanliga dipol-dipolbindningar. Dessa bindningar (framförallt vätebindningar) är betydligt starkare än van der Waalsbindningar (London dispersionskrafter) och bidrar till en hög kokpunkt hos ämnet.

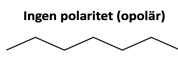
✓ **Om vi jämför de 3 ämnena här nedanför** så ser vi att det är stor skillnad på kokpunkten trots att molekylstorleken/molekylmassan är likvärdig (de har alltså ungefär lika många van der Waalsbindningar). Förklaringen till skillnaden i kokpunkt är istället polariteten och förmågan att skapa vätebindningar. Ämnen med OH-grupper är polära och bra på att skapa vätebindningar. Desto fler OH-grupper, desto fler vätebindningar kan molekylerna skapa och desto högre blir kokpunkten (i alla fall om vi jämför molekyler med ungefär samma storlek).



Namn: 1,2-butandiol
Molekylvikt: 90,1 u
Kokpunkt: 194 °C



Namn: Pentanol
Molekylvikt: 88,1 u
Kokpunkt: 138 °C



Namn: Heptan
Molekylvikt: 100,2 u
Kokpunkt: 98,4 °C

DET VIKTIGASTE FRÅN DEL 4:

Vad används pappers- och tunnskiktskromatografi (TLC) till?

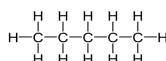
- Separera (rena) olika ämnen som finns i ett prov:** Vi kanske har ett prov som innehåller ett stort antal olika ämnen, men vi är enbart intresserade av ett av dessa ämnen. Vi kan då använda pappers- eller tunnskiktskromatografi för att separera ämnena från varandra och därmed "isolera" det ämne vi är ute efter.
- Undersöka vilka okända ämnen som finns i ett prov:** Vi kan identifiera okända ämnen (t.ex. gifter, droger, miljögifter, dopingpreparat och läkemedel) med dessa metoder.
- Renhetstester:** Vi kan undersöka om ett prov är förorenat med andra ämnen som inte bör finnas där (t.ex. renhetstester av läkemedel eller livsmedel).
- Bestämma koncentrationen av olika ämnen som finns i ett prov:** Dessa metoder kan också till viss del användas kvantitativt för att bestämma koncentrationen av de ämnen som finns i ett prov men det är svårt att exakta värden på koncentrationen. Ofta används dessa metoder för kvalitativa analyser istället.

Molekylernas storlek har betydelse för antalet bindningar och därmed för kokpunkten

✓ **Vi jämför pentan med metan:** Om vi jämför kolvätet pentan med kolvätet metan ser vi att det är stor skillnad på deras kokpunkter. Vi ser även att det är stor skillnad på deras storlek. Pentan består av betydligt fler atomer och har en betydligt högre molekylmassa (72,15 u) jämfört med metan (16,04 u).

✓ **Pentan kan skapa fler intermolekylära bindningar:** Ingen av ämnena kan bilda vätebindningar eller dipol-dipolbindningar utan skillnaden i kokpunkt beror på att pentan kan skapa många fler van der Waalsbindningar (London dispersionskrafter).

✓ **I de flesta fall gäller följande:** Molekylstorlek ↑ ⇔ van der Waalsbindningar (London dispersionskrafter) ↑ ⇔ Kokpunkt ↑

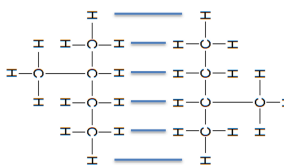


Namn: Pentan
Summaformel: C₅H₁₂
Kokpunkt: 36,1 °C
Molekylmassa: 72,15 u

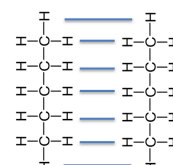


Namn: Metan
Summaformel: CH₄
Kokpunkt: -161,6 °C
Molekylmassa: 16,04 u

Avlångare molekyler kan skapa fler van der Waalsbindningar mellan varandra



2-metylbutan (27,8 °C)



Pentan (36,1 °C)

✓ **Större kontaktyta ger fler bindningar och en högre kokpunkt:** Pentanmolekyler kan skapa en något större kontaktyta mellan varandra, tack vare den mer avlånga strukturen, vilket möjliggör fler van der Waalsbindningar (London dispersionskrafter) och därmed en högre kokpunkt jämfört med 2-metylbutan.

Sambandet mellan struktur och egenskaper

Föreningens struktur
(storlek, geometrisk form, polaritet)

Intermolekylära bindningar
(antalet och typ av bindningar)

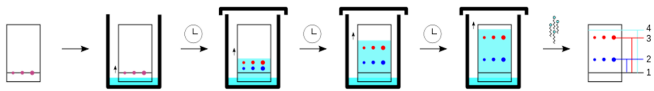
Föreningens egenskaper
(löslighet, kokpunkt etc.)

3 saker är gemensamt för både pappers- och tunnskiktskromatografi (TLC)

- ✓ **Prov:** I båda metoderna tillsätts ett prov innehållande olika ämnen som ska analyseras.
- ✓ **Stationär fas:** I båda metoderna finns en stationär fas. Den stationära fasen i papperskromatografi består av en pappersremsa medan den i tunnskiktskromatografi består av en s.k. TLC-platta som är gjord av glas, plast eller aluminium som är täckt med t.ex. silikagel, cellulosa eller aluminiumoxid.
- ✓ **Mobil fas:** I båda metoderna finns en s.k. mobil fas (rörlig fas). Syftet med den mobila fasen är att transportera provet uppför den stationära fasen (papperet eller TLC-plattan). Vissa ämnen "trivs" bättre i den mobila fasen jämfört med andra ämnen och kommer därför följa med lättare.

KEMI 2: SAMMANFATTNING BLOCK 1 – ORGANISKA FÖRENINGAR

Tillvägagångssätt



1. Provet (eller proven) appliceras en liten bit upp på den stationära fasen (papperet eller på TLC-plattan).
2. Papperet eller TLC-plattan placeras sedan lodrätt i en behållare (t.ex. i en bägare). Den mobila fasen fylls på i behållaren. Det är dock viktigt att nivån av den mobila fasen inte når upp till provet.
3. Med hjälp av kapillärkraften kommer den mobila fasen nu börja röra sig uppåt genom den stationära fasen.
4. De olika ämnena i provet följer med den mobila fasen i olika hög grad. Ämnena som är lättlösliga i den mobila fasen (kan skapa starka bindningar med molekyler i den mobila fasen) kommer följa med lättast och hinna därför ta sig längst under den tid kromatografin pågår. Vi får p.g.a. detta en separation av olika ämnen.
5. Kromatografin avbryts innan den mobila fasen (lösningemedlet) når toppen av papperet/plattan.
6. Ämnena kan åskådliggöras med UV-ljus eller genom att olika reagenser tillsätts. Ibland syns ämnena direkt.

Ett Rf-värde räknas ut för att identifiera de olika ämnena i provet

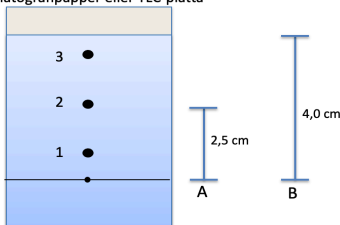
$$R_f = \frac{A}{B}$$

A= Avståndet från baslinjen (startpunkten) till punkten där ämnet nu befinner sig.

B= Avståndet från baslinjen till framkanten av den mobila fasen.

Om analysens utförs under samma betingelser så har ett visst ämne alltid samma Rf-värde. En identifikation av ämnet kan därför ske utifrån Rf-värdet.

Kromatografipapper eller TLC-platta



Uppgift: Vilket Rf-värde har ämne 2?
Svar: $R_f = 2,5/4,0 = 0,625$

Vilka olika typer av analyser kan utföras med HPLC?

1. **Undersöka vilka okända ämnen som finns i ett prov:** Vi kan identifiera okända ämnen (t.ex. gifter, droger, dopingpreparat, miljögifter, brandfarliga vätskor eller läkemedel) med denna metod. Om vi dessutom kopplar vår HPLC till en masspektrometer (en speciell detektor) får vi ett mycket kraftfullt verktyg för att identifiera okända ämnen.
2. **Bestämma koncentrationen av olika ämnen som finns i ett prov:** HPLC kan också användas kvantitativt för att mäta koncentrationen av de ämnen som finns i ett prov.
3. **Separera (rena) olika ämnen som finns i ett prov:** Vi kanske har ett prov som innehåller ett stort antal olika ämnen, men vi är enbart intresserade av ett av dessa ämnen. Vi kan då använda HPLC för att separera ämnena från varandra och därmed "isolera" det ämne vi är ute efter.
4. **Renhetstester:** Vi kan undersöka om ett prov är förorenat med andra ämnen som inte bör finnas där (t.ex. renhetstester av läkemedel eller livsmedel).

Ämnena separeras beroende på skillnader i polaritet

- ✓ De olika ämnena i provlösningen följer med den mobila fasen olika bra, beroende på hur bra de attraheras och binder till molekyler i den mobila fasen resp. till molekyler i den stationära fasen.
- ✓ Om den mobila fasen består av ett polärt lösningsmedel (t.ex. vatten) och är polärare än den stationära fasen så kommer polära ämnen följa med den mobila fasen lättast eftersom dessa ämnen kan bilda vätebindningar eller dipol-dipolbindningar med molekyler i det polära lösningsmedlet.
- ✓ Om den mobila fasen istället består av ett opolärt lösningsmedel (t.ex. hexan) och är opolärare än den stationära fasen så kommer opolära ämnen följa med den mobila fasen lättast. De polära ämnena kommer nu istället kunna binda starkare till den stationära fasen och stannar därför kvar i högre utsträckning än de opolära ämnena.

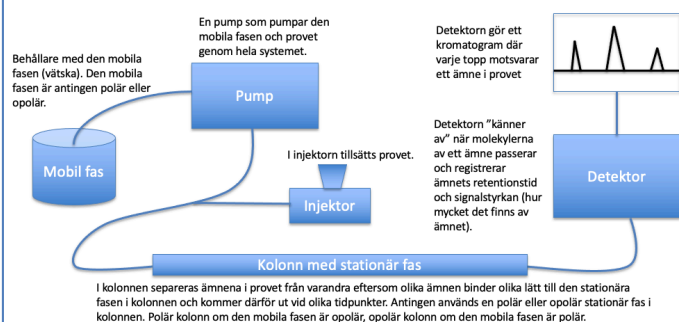
Högupplösande vätskekromatografi (HPLC)

- ✓ HPLC= "high performance liquid chromatography" eller på svenska "högupplösande vätskekromatografi".
- ✓ HPLC är en avancerad kemisk analysmetod som används för t.ex. gift-, drog- och läkemedelsanalyser. Kan även användas för analyser av dopingpreparat, brandfarliga vätskor, miljögifter och många andra ämnen.
- ✓ HPLC är en avancerad form av vätskekromatografi. Det finns även andra enklare och mer begränsade former av vätskekromatografi, t.ex. papperskromatografi, tunnskikt-kromatografi, jonbyteskromatografi och gelfiltrering.
- ✓ Namnet "kromatografi" kommer av det grekiska ordet "chroma" som betyder färg. I början användes kromatografiska metoder endast för färgade ämnen men nu används dessa även till ofärgade ämnen så namnet är därför lite missvisande.

3 viktiga saker som ingår i en HPLC-analys

- ✓ **Prov:** I HPLC tillsätts ett prov innehållande olika ämnen som ska analyseras.
- ✓ **Mobil fas:** I HPLC finns en s.k. mobil fas (rörlig fas) som består av en vätska (en blandning av olika ämnen). Syftet med den mobila fasen är att transportera provet genom vätskekromatografen, alltså genom den maskin som ska utföra själva analysen.
- ✓ **Stationär fas:** I HPLC finns en kolonn (ett ihålligt rör) som på insidan är beklädd med en stationär fas (stillstående fas) som består av olika molekyler. Den stationära fasen kan vara i fast form eller bestå av en trögflytande vätska. Molekylernas uppgift i den stationära fasen är att binda till de olika ämnena i provet så att dessa ämnen bromsas upp inuti kolonnen. Vissa ämnen kan binda mycket starkare till molekyler i den stationära fasen och tar därför längre tid på sig genom kolonnen.

Principen bakom HPLC



HPLC-analyser kan utföras på 2 olika sätt

1. **Normal-fas-kromatografi (polär kolonn):**
 - Den mobila fasen är opolär medan den stationära fasen är polär (en polär kolonn används).
 - Polär kolonn innebär att polära ämnen kommer bromsas upp mest och få längst retentionstid.

Polära ämnen binder med starka vätebindningar (eller vanliga dipol-dipolbindningar) till den polära stationära fasen och "bromsas" därför mest i kolonnen. Opolära ämnen binder inte lika starkt till den stationära fasen (kan inte skapa vätebindningar eller vanliga dipol-dipolbindningar) och åker därför ut först genom kolonnen.
2. **Omvänd-fas-kromatografi (opolär kolonn):**
 - Den mobila fasen är polär medan den stationära fasen är opolär (en opolär kolonn används).
 - Opolär kolonn innebär att opolära ämnen kommer bromsas upp mest och få längst retentionstid.

Nu kommer de polära ämnena "trivas" bäst i den polära mobila fasen eftersom de kan binda med starka vätebindningar (eller vanliga dipol-dipolbindningar) till ämnena i den. De polära ämnena kommer därför snabbt följa med den polära mobila fasen ut genom kolonnen och får därför kortast retentionstid. Opolära ämnen binder inte särskilt bra till polära mobila fasen men kan däremot binda bra till den opolära stationära fasen och kommer därför bromsas upp mest inuti kolonnen. Opolära ämnen kommer därför få längst retentionstid.

KEMI 2: SAMMANFATTNING BLOCK 1 – ORGANISKA FÖRENINGAR

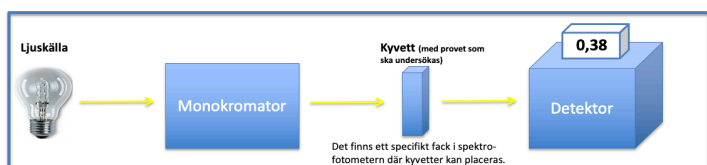
Spektrofotometri

- ✓ **Syftet med spektrofotometri:** Syftet med spektrofotometri är att ta reda på koncentrationen av ett ämne i en lösning. Det sker genom att vi bestrålar lösningen med ultraviolett eller visuellt ljus (beroende på ämnet vi undersöker och dess egenskaper) och får ut ett s.k. absorptionsvärde. Utifrån absorptionsvärdet kan vi sedan ta reda på koncentrationen. Desto mer ljus som absorberas av lösningen desto högre koncentration finns det av ämnet.
- ✓ **UV-spektrofotometri:** UV står för "ultraviolett ljus" och innebär korta våglängder som det mänskliga ögat ej kan uppfatta. Vissa ämnen kan absorbera UV-ljus men inte vanligt visuellt ljus och därför använder vi en "UV-spektrofotometer" när vi ska bestämma koncentrationen av dessa ämnen.
- ✓ **Vis-spektrofotometri:** Vis står för "visuellt ljus" och innebär medellånga våglängder som det mänskliga ögat kan uppfatta. För ämnen som kan absorbera visuellt ljus använder vi en "Vis-spektrofotometer".

Spektrofotometri i praktiken – steg för steg:

1. Blanda till 4-6 standardlösningar/kalibreringslösningar med kända koncentrationer av det aktuella ämnet.
2. Nollställ spektrofotometern med ett s.k. "blankprov". Blankprovet innebär att man fyller en kyvett med enbart lösningsmedel (ofta destillerat vatten), mäter absorbansen av detta och nollställer sedan spektrofotometern.
3. Mät absorbansen av standardlösningarna/kalibreringslösningar.
4. Nollställ spektrofotometern med ett s.k. "blankprov".
5. Mät absorbansen av provlösningen.
6. Rita upp en standardkurva/kalibreringskurva med värdena från standardlösningarna.
7. Använd standardkurvan för att ta reda på den okända koncentrationen av ämnet i provlösningen.

Spektrofotometers uppbyggnad



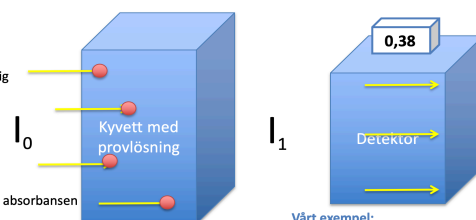
Från detektorn får vi ett absorptionsvärde

1. **Detektorn registrerar det ljus** som träffar detektorn och räknar sedan ut transmittansen med följande formel:

$$T = \frac{I_1}{I_0}$$

I_1 : Den mängd ljus som tar sig igenom kyvetten och träffar detektorn.

I_0 : Den mängd ljus som skickades in i kyvetten.



2. **Detektorn räknar sedan ut absorbansen** med följande formel:

$$A = -\log_{10} T$$

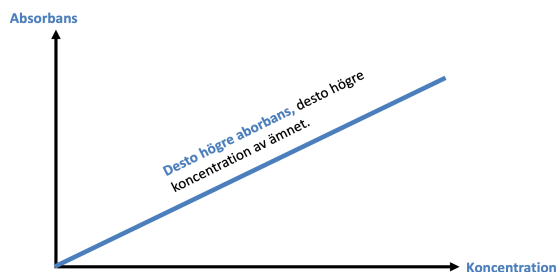
Vårt exempel:

$$T = 3/7 = 0,42 = 42\%$$

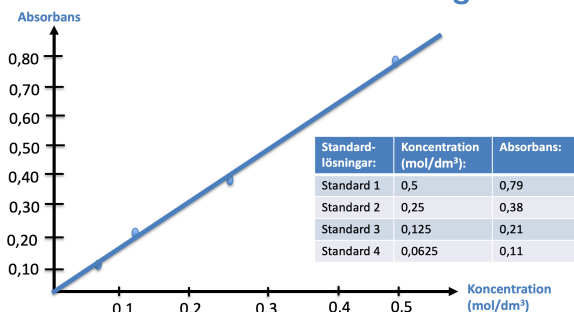
$$-\log(0,42) = 0,38$$

$$T = 0,42\% \Rightarrow 42\% \Rightarrow A = 0,38$$

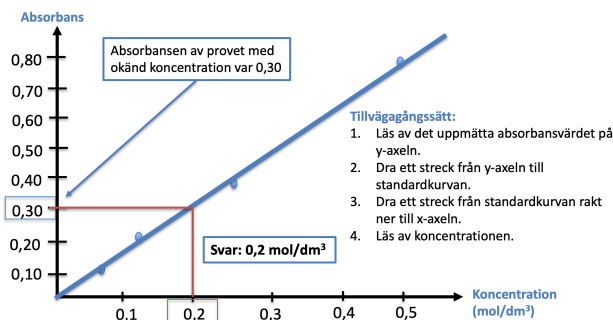
Absorptionsvärdet är proportionerligt mot koncentrationen



Vi gör en standardkurva (kalibreringskurva) med värdena från standardlösningarna



Vi använder standardkurvan för att ta reda på den okända koncentrationen



"Lambert-Beers lag" visar sambandet mellan absorbans och koncentration

$$A = \epsilon_{\lambda} c l$$

Om extinktionskoefficienten är känd för det ämne som undersöks kan "Lambert-Beers lag" användas för att beräkna koncentrationen, vi behöver då inte göra en standardkurva. Vi kan också själva räkna ut extinktionskoefficienten efter att ha utfört våra mätningar och sedan använda oss av den om vi behöver ta reda på en okänd koncentrationen av samma ämne igen.

A = Absorbansen.

ϵ = "Molära extinktionskoefficienten", den är specifik för det ämne som undersöks och är ett värde på hur bra ämnet är på att absorbera ljus vid en viss specifik våglängd.

c = Koncentrationen av ämnet i kyvetten. Desto högre koncentration, desto större absorbans.

l = Kyvettens längd, oftast 1 cm (den sträcka ljuset färdas genom kyvetten). Desto längre sträcka ljuset måste passera genom lösningen, desto mer ljus absorberas.