



Kemins färger

Work-shop på NO-Biennalen i Växjö. Stockholm och Falun. År 2015

Världen i färg – kemins bidrag till en gladare värld

Material som skickas per E-post till w-s deltagarna

Innehåll:

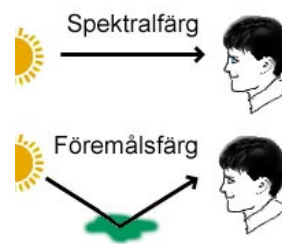
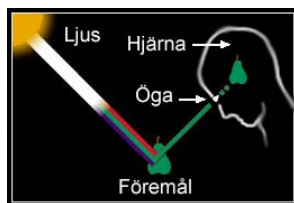
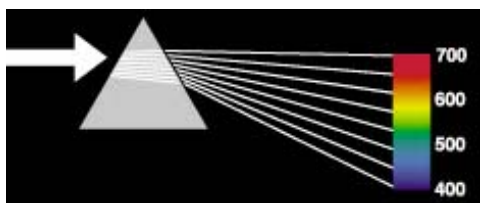
Kemisk bakgrund till färgseende
Naturliga indikatorer
Hemlaboration på kökskemikalier med
några av naturens färger
Varför ändrar färgerna?
Blanda och se- färgämnen i vatten och mjölk
Grönt är skönt
Försvinnande blått
Analys av (tre x två) färgade lösningar
Två röda, och två vita – men ändå olika
Lösligt eller olösligt?
Ett äkta trefassystem
Gäller alltid lika löser lika?
Varför är mina jeans blå?



Vårt sett att se på färg grundlades av Isaac Newton (1642-1726). Han gjorde en serie experiment som publicerades 1672. Genom att låta vitt ljus brytas av ett prisma kan man se att det delar upp sig i färgerna rött, orange, gult, grönt, blått, indigo och violett. Läs mr info på <http://webexhibits.org/colorart/bh.html>



Genom att snurra färgerna snabbt, adderas färgerna och det ser vitt ut igen!



Litet om färgseende:

- Det finns många olika färgblindheter, vanligast är röd-grön blindhet (7 % män, < 1 % kvinnor)
- Det finns tre typer av tappar: de som bäst absorberar ljus av våglängderna 445-450 nm (violett), 525-535 nm (grönt) respektive 555-570 nm (gult). Färgblindhet kan bero på att man saknar någon av de tre typerna av tappar, eller på att pigmenten i tapparna är annorlunda.

Testa ditt färgseende <http://www.medocular.se/Ogonfakta/Tester/Fargblindhet/Testa-ditt-fargseende/>



Naturliga indikatorer



Teori: I naturen förekommer många färgämnen, som fungerar som indikatorer. De vanligast förekommande är flavonoider, till vilka antocyanidin och flavonoler hör. Antocyanidinerna ger upphov till röda, violetta eller blå färgerna, beroende på lösningens pH och flavonoler är åt det gula hållet. Rödkålsaften används kanske mest i skolor, har man inte upptäckt den ännu, är det dags!

Materiel: Rödkål, BTB, gurkmeja, timjan, blåbär, etanol, soda (Na_2CO_3), natriumvätekarbonat (NaHCO_3), citronsyra, bordsalt (NaCl), maskindiskmedel, propplösare (NaOH), provrör eller liknande för att studera färgomslagen, sura och basiska kemikalier för att få lösningar med olika pH.

Risker med experimentet: Iaktta försiktighet med de starkt basiska lösningarna, natriumhydroxid och natriumkarbonat. *En riskbedömning görs av ansvarig lärare.*

Utförande:

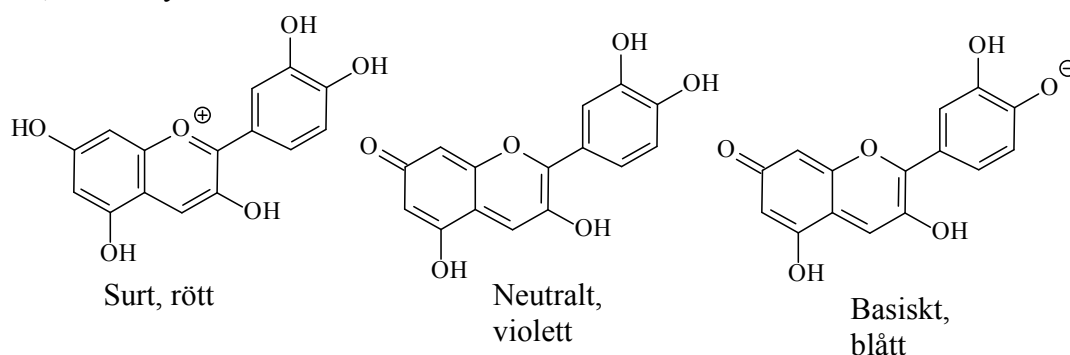
1. Rödkålen skäres och delas i mindre bitar, som sedan kokas med vatten 5-10 minuter. Sila eller dekantera lösningen för att få fram den blåliga rödkålsindikatorn. Man kan även frysa in rödkålen hackad i bitar. I så fall tar man bara fram bitarna när man behöver en indikator och kokar, eller håller lite hett vatten på.
2. Lägg i/på några kristaller av ett fast ämne och droppa över lite rödkålslösning, BTB, gurkmeja (löst i etanol) mm. Anteckna vilka ämnen du använt och de olika färgerna du ser. Ordna

försöken efter stigande pH. Börja med det suraste ämnet.

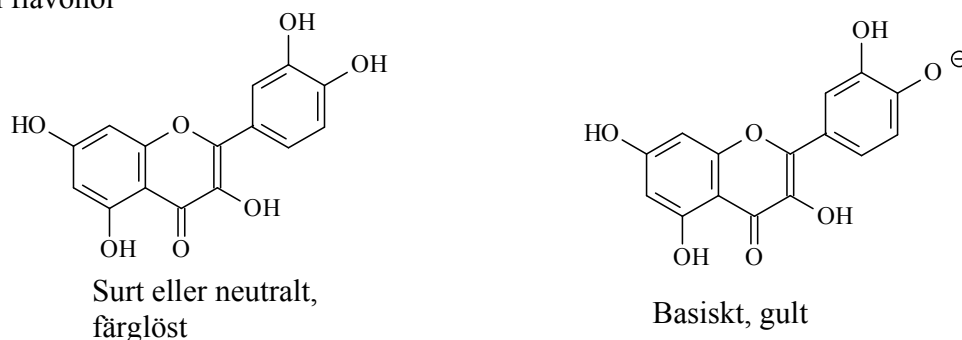
pH-skala att användas som hjälp till förklaring av experimenten.
Rödkålens ung. färgomslag vi olika pH.

pH 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
röd rosa violett blå grön gul

Cyanidin, en antocyanidin



Quercetin, en flavonol



Man kan även göra en egen universalindikator, testa och se hur många olika färgomslag man får. Gör din egen universalindikator genom att ta 0.02 g metylorange, 0.04 g metylrött, 0.08 g bromthymolblått, 0.10 g thymolblått och 0.02 g fenolftalein i 100 ml 95%-ig etanol.

Kemin i en påse Se experimentet i KRC:s informationsbrev nr 29



Hemlaboration på kökskemikalier

Teori: Inventera vilka kemikalier du har hemma och gör några undersökningar på dem.

Material: Burkar/muggar/glas, termometer (helst med minusgrader), sked, is, kemikalier

Risker med experimentet: Laborationen anses vara riskfri.

Försök:

1. Gör i ordning en indikator av t.ex. blåbär, rödkål, te. Du kanske kan använda en "röd saft" lingon, vinbär, björnbär eller liknande. Testa vilken färg din naturliga indikator har på kända kemikalier (vinäger och målarsoda). Anteckna dina observationer.

2. Leta i köket, badrummet, pannrummet etc. efter kemikalier hemma. Gör en lista på dem (minst 5 st). Är någon av dem brännbar? Läs på förpackningen om du ser några varningssymboler. Du kan även leta på www.vwr.com och under säkerhetsdatablad.
3. Testa pH på vattenlösningar eller ämnen som är lösliga i vatten. Beskriv vad dessa produkter används till. Skriv ner i rapporten.

Namn på kemikalie	Kemisk formel	Sur/basiskt	Varningssymbol Tex brännbart	Användningsområde

4. Ta fram följande kemikalier/ämnen/produkter:
 - Vinäger HAc eller CH₃COOH
 - Bikarbonat NaHCO₃
 - Bakpulver NaHCO₃, NaH₂PO₄ (surt fosfat) stärkelse
 - Hjorthornsalt kan skrivas som (NH₄)₂CO₃
5. Lös upp **bikarbonat, bakpulver och hjorthornsalt** i vatten tre olika glas. Är de lösliga? Är lösningarna sura, basiska eller neutrala? Testa med pH-indikatorn.
6. Häll lite vinäger i **bikarbonatlösningen**. Vad händer? Skriv en reaktionsformel.
7. Koka upp några deciliter vatten
8. Häll varmt vatten på **bikarbonat, bakpulver och hjorthornsalt** i olika glas. Tag en i taget! Vad händer? Lukta på gasen!! Skriv reaktionsformler. Varför sker en reaktion med varmt vatten och inte med kallt vatten? Jfr pkt. 5.

Till läraren:

Laborationen passar då ni undervisar om syror och baser eller som introduktion till säkerhet.

1. Indikatorer från "naturen" brukar vara tydligast på basiska lösningar. Rödkål är bäst!

5. a) Bikarbonat är lösligt och basiskt

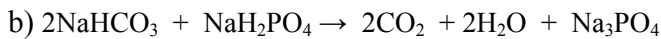
b) Hjorthornsalt är lösligt och svagt basiskt. Hjorthornsalt är egentligen ett dubbelsalt med ammoniumkarbonat är tillräckligt noggrant för eleverna

c) Bakpulver innehåller bikarbonat, surt fosfat NaH₂PO₄ eller oftare pyrofosfat (Na₂H₂P₂O₇) och stärkelse. Stärkelsen är olöslig i vatten. Den ger en vit suspension med nära neutralt pH.

6. Koldioxid bubblar bort när vinäger hälls på bikarbonat
 NaHCO₃ + HAc (CH₃COOH) → CO₂(g) + H₂O + NaAc (CH₃COONa)

8. Det bubblar i alla tre glasen. När energi tillsätts (varmt vatten) minskar aktiveringsenergin och sönderdelningen går snabbare.

a) 2NaHCO₃ → CO₂ + Na₂CO₃ + H₂O

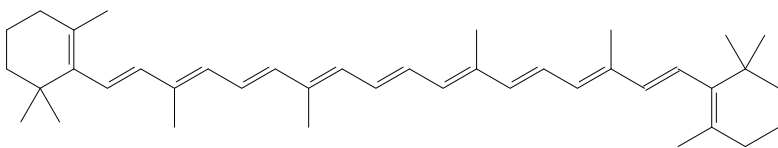


Några av naturens färger

Att vi kan uppfatta färgerna i naturen beror på ögats förmåga att reagera på de våglängder som skickas ut. Absorberar (tar upp) ämnen en viss del av det synliga ljuset kommer det färg som inte absorberats att reflekteras och skickas vidare till ögat. Naturens färgämnen har olika strukturer vilka ger upphov till att vi kan uppfatta olika färger. Strukturerna ger även upphov till att dessa färgämnen är mer eller mindre lösliga i vatten. Ta t.ex. morot och rödbeta, två inte allt för ovanliga rotfrukter. Den ena orsakar stor vånda vid toalett besök dagarna efter intag och den andra har använts inom skönhetsindustrin för att framkalla solbränna utan sol. Skulle man bli röd i hyn om man äter för mycket rödbetor? Kanske man kissar gult i flera dagar utan att veta om det?

Morot

Morötter innehåller färgämnet β -karoten (karotin). β -karoten absorberar blågrönt ljus vilket ger morötter dess brandgula färg och är ett förstadium till A-vitamin (retinol). Brist på A-vitamin kan ge upphov till nattblindhet, hud- och slemhinneförändringar. Innan upptäckten av att dihydroxiacetone brunfärgar huden åt man tabletter innehållande β -karoten (pro-retinol) för att åstadkomma ”solbränna” utan sol.

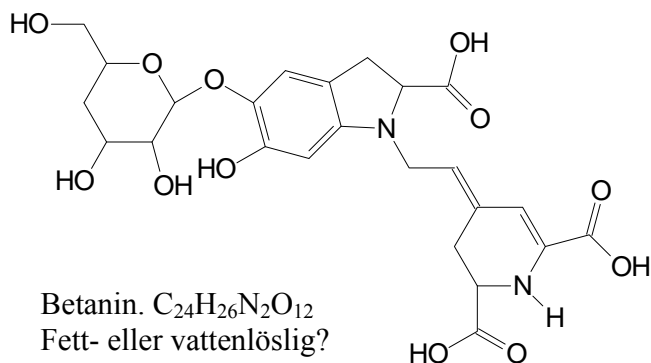


β -karoten. $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$ Fett- eller vattenlöslig?

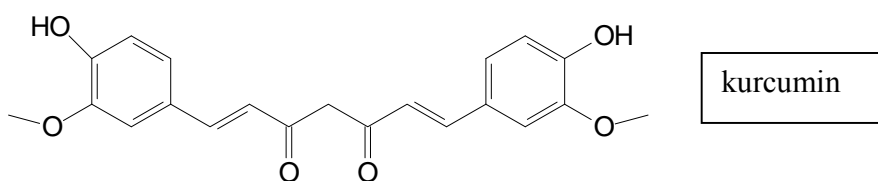


Rödbeta

Rödbetor innehåller färgämnet betanin (E162). Betanin tillhör gruppen betalainer som delas in i ytterligare undergrupper; betacyaniner (röda, violetta och blå) och betaxantiner (gula). Betalainer bidrar delvis till den röda färgen hos höstlöv.



Vad är det som skiljer strukturerna åt? Betanin innehåller förutom kol (C) och väte (H) även syre (O) och kväve (N). Framför allt de många syreatomerna bidrar till att betanin blir vattenlöslig medan

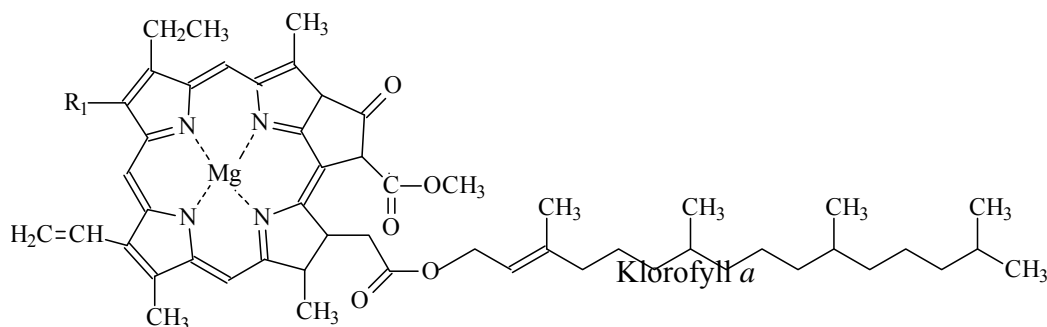


Varför ändras färgen?

Under sommarmånaderna är trädens löv gröna av klorofyll. Klorofyll är nödvändigt för fotosyntesen, där växterna utnyttjar solenergi för att omvandla koldioxid och vatten till syre och energirika kolhydrater, som socker och stärkelse.

Energien är lagrad i bindningarna i kolhydraterna och den utgör drivkraften för växtens tillväxt. Klorofyllet, som finns i bladens kloroplaster, absorberar röd och blå energi från solen och reflekterar grönt ljus. ”Kloro” i klorofyll kommer det från grekiska ordet *chloros*, som betyder gulgrön.

Klorofyll är liksom många andra, viktiga naturprodukter ett kelat. I ett kelat är en central metalljon bunden till en stor organisk molekyl, som är sammansatt av kol, väte och andra grundämnen som syre och kväve. Klorofylls centraljon är magnesium och den stora organiska molekylerna kallas porfyrin.



Andra exempel på molekyler med strukturer som liknar klorofyll är hemoglobin i blodet. Den har järn som centraljon och porfyrin som organisk del. Dessutom finns fyra proteinkedjor kopplade till molekylerna. (heme).

I kloroplasterna finns också de karotenoida pigmenten, β -karoten och xantofyll. Dessa pigment absorberar energi som kan föras vidare till klorofyllet. Absorbansen av blågrönt ljus ger karotenoiderna en gul färg, som syns i t.ex. höstlöven. Xantofyll absorberar blått ljus och ger ljusgul färg. Under sommaren är produktionen av klorofyll så stor att den gula färgen inte syns.

När hösten kommer med kortare dagar och längre, kalla nätter avtar produktionen av klorofyll. Klorofyllet bryts också ner i löven (dras tillbaka) och trädet börjar lagra magnesium och kväve i stam och rötter. Den gula färgen hos löven framträder då alltmer p.g.a. klorofyllsönderfallet och den minskade klorofyllproduktionen. Några veckor innan löven faller ökar sockerhalten och sockret bildar med antocyanidiner vattenlösliga antocyaniner (glykosider). Detta ger löven de praktfulla röda färgerna. Under sommaren har sockret brutits ner av fosfat och transporterats bort från löven. Lövens bruna färger kommer från tanniner, som är polymerisationsprodukter av antocyanidiner och andra flavanoider.



När gröna grönsaker kokas byts magnesiumjoner i klorofyll ut mot vätejoner. Den vackra gröna färgen försvinner och byts mot smutsbrunt, det är feofytin som ger den bruna färgen.

Laborationer: Varför ändras färgen?

På ärter

Lägg djupfrysta ärter i fyra provrör och tillsätt vatten i det första, ättikssprit i det andra och bikarbonatlösning i det tredje. Det fjärde får vara utan någon vätska och får fungera som referens. Häll av lösningarna efter 5 minuter och jämför färgen på ärtorna. Förklara färgförändringarna.

Pröva också att lägga en ärt i en mättad kopparsulfatlösning och låt den ligga en vecka. Notera och förklara färgförändring.



På spenat

Värm en bägare med vatten, en med mjölk och en med vinäger till kokning. Lägg några spenatblad i bägarna och låt koka i 4 – 5 minuter. Stäng av värmen. Låt bladen ligga kvar 5 minuter till i bägarna. Vilken spenat ser godast ut?

På frukt

Skala och skär frukt, blanda om. Droppa pressad citron över hälften och jämför färgen efter ett par timmar. Vad beror skillnaden på?

Laborationerna är hämtade från KRC's kompendium, Kemin i maten och mer teori finns att läsa i KRC's Informationsbrev nr 32



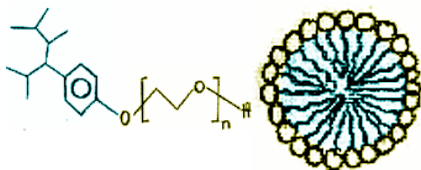
Blanda och se – experiment med färger i vatten och i mjölk



Teori: Löser sig karamellfärger och tvål på samma sätt i vatten som i mjölk? Det gör de inte! I mjölk finns opolära fettfärer, miceller, som har effekt på lösligheten och på hur ämnena sprider ut sig i lösningen.

Material: 2 genomskinliga plastglas eller bägare på 100 cm³ vatten ca 1 dl 3 % i mjölk (röd) flera olika karamellfärger i droppflaska (hushållsfärger), flytande tvål eller diskmedel, bomullstopps, mätcylinder

Risker med experimentet: Drick inte mjölken som du har använt till experimentet!



En tensid och en modell av en micell

Utförande:

1. Häll upp 50 cm³ vatten i en av bägarna. Tillsätt en droppe av varje färg på ytan av vattnet. Vad händer under den första minuten? Varför?
2. Häll upp 50 cm³ mjölk i den andra bägaren. Tillsätt en droppe av varje karamellfärg på ytan av mjölken. Vad händer med färgerna? Försök att förklara varför hushållsfärgerna uppför sig olika i mjölk och i vatten.
3. Blöt en bomullstopp med vatten och ”nudda” försiktigt med topsen en av färgdropparna i mjölken. Vad händer med färgämnet?
4. Blöt en annan bomullstopp med tvål/diskmedel och ”nudda” försiktigt med topsen en av karamellfärgerna i mjölken. Vad händer med färgämnet nu?

Till Läraren:

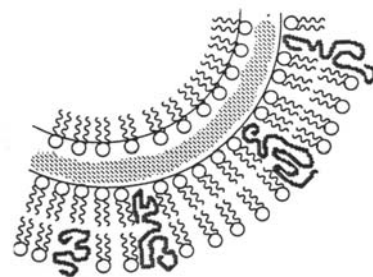
Denna laboration handlar om miceller, polaritet, löslighet och egenskaperna hos en detergent (tvål). Eftersom färgämnena har lägre densitet än mjölk, så flyter de på mjölken. De opolära globerna av fett förhindrar karamellfärgerna att spridas. När tvål tillsätts får den färgämnet att snabbt sprida sig. Tvålen bryter upp micellerna och bildar tvål-fett-miceller. Dessa trycker bort vattnet med färgämnena och orsakar de kraftiga rörelserna i mjölken. Triglyceriderna är omgivna av ett membran med fosfolipider. De ordnar sig runt fettkulorna med den hydrofoba molekyldelen inåt. Den hydrofila delen av molekylerna kan attrahera vatten. Mellan detta monomolekylära skikt och ett bimolekylärt skikt hålls vatten. Det bimolekylära skiktet kan vända de hydrofila grupperna utåt. Fettkulans yta blir hydrofil och den kan sväva fritt i vattenlösningen.

Från ”Food Colors in Milk; Fat Chance – The Chemistry of Lipids; Sarquis; M.; Ed; Science in our World Series; Terrific Science; Middletown 1995; pp 71-75

Bilden från ”Kemin i maten” KRC, Stockholms Universitet,

Svar på frågorna:

1. Färgdroppen sprider sig långsamt utåt i samtidigt som droppen sjunker. De vattenlösliga dropparna sprider sig och sjunker, p.g.a. högre densitet.
2. Dropparna blir kvar på ytan av 3 % mjölk. Ev. sjunker de efter stund.
3. Inget händer! Eventuellt sugas lite (koncentrerad) färg upp i bomullen.
4. Färgen ”åker runt i mjölken”. Färgdroppen skyrs av detergenten och sprids ut. En micell är en samling långa molekyler som aggregerar till en sfär. Molekylerna har en polär och en opolär ända.



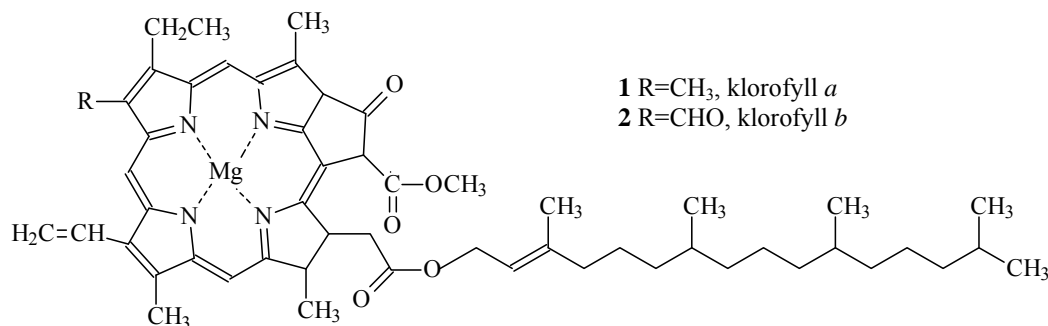
Grönt är skönt

Under sommarmånaderna är trädens löv gröna av klorofyll. Klorofyll är nödvändigt för fotosyntesen, där växterna utnyttjar solenergi för att omvandla koldioxid och vatten till syre och energirika kolhydrater.

Klorofyllet, som finns i bladens kloroplaster, absorberar röd och blå energi från solen och reflekterar grönt ljus. *Chloros* är det grekiska ordet för gulgrön.

Det finns olika former av klorofyll men alla är kelat. I ett kelat är en central metalljon bunden till en stor organisk molekyl, som är sammansatt av kol, väte, syre och kväve. Klorofyllets centraljon är magnesium och den stora organiska molekylen kallas porfyrin.

Klorofyll *a* (**1**) finns i alla organismer som utvecklar syrgas genom fotosyntes. Växter innehåller även klorofyll *b* (**2**). Klorofyll *b* samlar upp ljusenergi och avger det till klorofyll *a* som i en inledande reaktion till fotosyntesen avger elektroner.



är gröna grönsaker kokas byts magnesiumjoner i klorofyll ut mot vätejoner. Den vackra gröna färgen försvinner och förändras till smutsbrunt. Det är feofytin som ger den bruna färgen. Andra exempel på molekyler med strukturer som liknar klorofyll är hemoglobin i blodet. Den har järn som centraljon och porfyrin som organisk del. Dessutom finns fyra proteinkedjor kopplade till molekylen.

I kloroplasterna finns också de karotenoida pigmenten, xantofyll (lutein). Dessa pigment absorberar energi som kan föras vidare till klorofyllet. Absorbans av blågrönt ljus ger karotenoiderna en gul färg, som syns i t.ex. höstlöven.

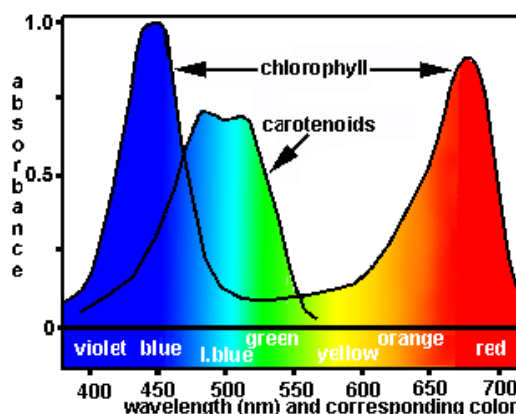
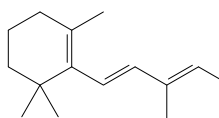
Under sommaren är produktionen av klorofyll så stor att den gula färgen inte syns. När hösten kommer med kortare dagar och längre, kalla nätter avtar produktionen av klorofyll. Klorofyllet bryts också ner i löven (dras tillbaka) och trädet börjar lagra magnesium och kväve i stam och rötter. Den gula färgen hos löven framträder då alltmer pga. av klorofyllsönderfallet och den minskade klorofyllproduktionen.

Absorberade våglängder, nm	Absorberad färg	Komplementfärg, för ögat synlig färg
400 - 424	violett	gul/grön
424 - 491	blå	gul
491 - 575	blågrön	röd/purpur
575 - 585	grön/gul	violett/blå
585 - 647	orange/röd	grön/blå
647 - 700	röd	blågrön

Morötter innehåller färgämnet β -karoten **3** (karotin) som ger morötter brandgul färg och är ett förstadium till A-vitamin (retinol). Brist på A-vitamin kan ge upphov till nattblindhet, hud- och slemhinneförändringar. Innan upptäckten att dihydroxiaceton brunfärgar huden åt man tabletter innehållande β -karoten (pro-retinol) för att uppnå "solbränna" utan sol.

Strukturen för xantofyllen lutein är lik β -karoten.

Lutein är polärare tack vare hydroxylgrupper som sitter på ringarna.



Materiel:

Mortel, sax, filterpapper, bägare, mätglas, E-kolv, tratt och provrör

Kemikalier:

Aceton, sand och bladspenat

Att tänka på:

Aceton är ett lättflyktigt, brandfarligt ämne.

Utförande:

Extrahera klorofyll ur en växt genom att blanda 50 ml finklippta blad av bladspenat riven med lite sand och 40 - 50 ml aceton i en mortel. Se till att mortla ordentligt. Filtrera lösningen genom ett filterpapper. Om lösningen blir för ljus måste du börja om med mer blad.

Häll en bottensats av "färglösningarna" i bägare och sätt försiktigt ned en remsa med kromatografipapper (filterpapper). Låt stå en stund. Vad finns i den gröna färgen? Hur fungerar pappersremsan?

Resten av färglösningarna häller du i provrör. Studera absorptionen genom att genomlysa provrören med en stark lampa t.ex. OH-projektorn.

Har man tillgång till en spektrofotometer kan man kontrollera absorberade våglängder.

Vad skulle hända med ett blad (en växt) om man begränsade tillgången på solljus?



xantofyll (lutein)

klorofyll a

klorofyll b

Resultat:

Låter man kromatografipapperet stå en stund (30 min) kommer den gröna färgen att dela upp sig i olika färgstråk, beroende på ämnens polaritet. Lutein är mest opolärt och följer helst med elueringsmedlet och vandrar snabbast. Klorofyll b är polärast och vandrar långsammast.

KRC
Kemilära Resurscentrum



Försvinnande blått

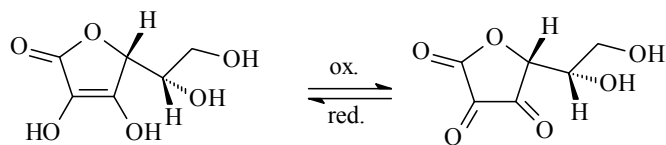
En blågrön lösning som bl a innehåller Cu^{2+} -joner blir färglös när den får stå. Askorbinsyra oxideras av syre till dehydroaskorbinsyra med metylenblått som elektrontransportör och kopparjon som katalysator.

Demonstration

4,80 g askorbinsyra
150 mg $\text{NaHCO}_3(\text{s})$
3,6 mg metylenblått
1,00 g $\text{NaCl}(\text{s})$
45 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
600 $\text{cm}^3 \text{H}_2\text{O}$
Stor flaska med lock

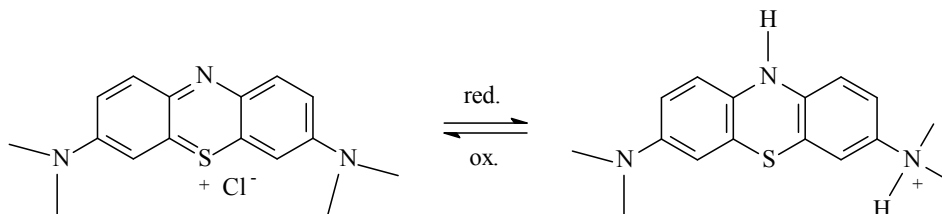
Lös askorbinsyra, natriumvätekarbonat, natriumklorid och metylenblått under omskakning i vattnet. Tillsätt kopparsulfat och skaka flaskan till lösningen får en grönblå färg (MB^+) Reduktionen som sedan sker, ger färglöst leukometylenblått (MBH_2^+).

Askorbinsyra kan ensam reducera MB^+ till MBH_2^+ men klarar inte den omvända oxidationen lika bra. Där kommer kopparjonerna in och fungerar som katalysator vid oxidationen med syre, där den blå MB^+ -färgen återkommer. Koppar katalyserar även reduktionen av MB^+ med askorbinsyra.



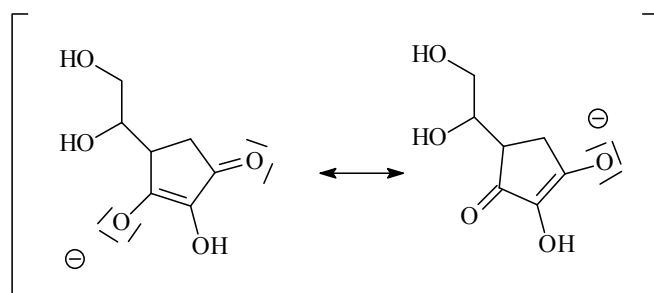
L-askorbinsyra

dehydro-L-askorbinsyra



Metylenblått, MB^+ (blå)

Leukometylenblått, MBH_2^+ (färglös)



Askorbationen är stabiliserad av delokaliserade elektroner. Askorbinsyra är nästan lika sur som ättiksyra trots att den saknar karboxylgrupp.

Frågor

1. Vilket ämne får den blå färgen att försvinna?
2. Vilken uppgift har koppar(II)sulfatlösningen?
3. En nödvändig reaktant finns inte med i lista på nödvändiga ingredienser. Vilket är detta ämne och varför finns det inte med på listan?
4. Vilken förändring gör den blå färgen djupare?
5. Vilken förändring får den blå färgen att försvinna snabbare?

Svar till frågorna

1. Det är askorbinsyra, C-vitamin som får den blå färgen att försvinna.
2. Cu^{2+} katalyserar oxidation med syre, från leukometylenblått till metylenblått men även reduktionen av metylenblått med askorbinsyra.
3. Luft, speciellt syre behövs för oxidationen.
4. Om man tar mer metylenblått eller mindre askorbinsyra blir färgen blåare.
5. Mindre metylenblått får reduktionen att gå snabbare. Mer askorbinsyra och Cu^{2+} påskyndar också reduktionen.

Källor

Shakhashiri, B., Z., Chemical Demonstrations vol 4 ISBN 0-299-12860-1

Wright, S., W., J., Chem. Edu. 2002 79, 41 The Vitamin C Clock Reaction

Wellman, W., E., Noble, M., E. J. Chem. Edu. 2003 80, 537 Greening the Blue Bottle

Mowry, S., Ogren, P., J. Chem. Edu. 1999 76, 970 Kinetics of Methylene Blue Reduction by Ascorbic Acid

Riskbedömning: Icke riskfylld laboration. Undvik hudkontakt med metylenblått och kopparsulfatlösning. Använd inte PET-flaskan för dryck efter försöket. Kopparlösningar bör samlas upp i för detta avsedda kärl och lämnas till destruktion

Till läraren: Askorbinsyra finns bland kryddorna i mataffären eller kan köpas på apoteket i burk (90 g). För att reglera pH och delvis neutralisera askorbinsyra använder man natriumvätekarbonat, vilken då även påverkar den blå nyansen. Använder man avjoniserat vatten kommer pH att ligga omkring 2,7 och man får en svag blå nyans. Tar man i stället vattenledningsvatten blir lösningen mörkare och med ett pH omkring 3. Är pH lågt, så är det enklare att få den blå nyansen att bli mörkare genom att tillsätta mer metylenblått.



Analys av 3 färgade lösningar

Teori: Analyser av okända ämnen, som är tillräckligt enkla att genomföra med resultat som är lätta att tolka, kan öka motivationen hos eleverna. Eleverna kan, i samråd med läraren, själva bestämma vilka analyser som ska genomföras, så blir laborationen öppnare. Här beskrivs två analyser som kan varieras i svårighetsgrad, beroende av elevernas förkunskaper och hur mycket förhandsinformation eleverna får.

Material: Vattenlösningar innehållande kaliumpermanganat, metylrött och karamellfärg. Etanollösningar innehållande metylrött, BTB och paraorange. Syra (t.ex. saltsyra 1 mol/dm^3), bas (t.ex. natriumhydroxid 1 mol/dm^3) och oxiderbart ämne (t.ex. askorbinsyra)

Risker med experimentet: Syra och bas är frätande. *En fullständig riskbedömning ges av undervisande lärare.*

Utförande:

Rosa lösningar



Tre E-kolvar innehållande rosa lösningar har tappat etiketterna, men de finns kvar. Frågan är vilken är vilken. De tre lösningarna innehåller kaliumpermanganat, metylrött och röd karamellfärg.

Du kan inte genom att jämföra lösningarnas färgintensitet och nyans se vilken E-kolv som innehåller vad. Hur ska du göra för att skilja dem åt

Brandgula lösningar



Tre brandgula lösningar med samma problem. Vi måste ha drabbats av en dålig sändning av etiketter, för alla trillar av! Uppgiften bär att ta reda på vilken som innehåller lösningsmedlet etanol och ämnena metylrött, paraorange, E110 och BTB. Hur ska du göra för att skilja dem åt?

Till Läraren:

Riskbedömningsunderlag: Kaliumpermanganat R 8, 52, 53 och S (2) 60, 61. Metylrött S22, 24/25. Saltsyra R VC1 och S (1/2) 26, 45. Natriumhydroxid R 34 och S (1/2) 26, 37/39, 45. Risk- och skyddsfraser saknas för paraorange, askorbinsyra och röd karamellfärg.

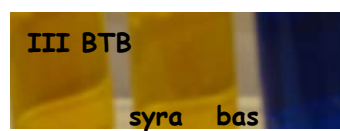
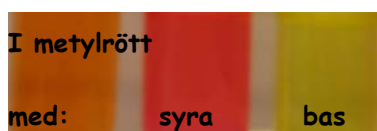
Lösningarna bör blandas i anslutning till laborationstillfället eftersom det snabbt bildas brunsten i lösningen med kaliumpermanganat och de som innehåller etanol dunstar. För att se tydliga färgomslag bör koncentrationerna av både syra och bas vara minst 1 mol/dm^3 . Det krävs annars mera utspädda lösningar för att provet ska ändra färg.

Analys av rosa lösningar:

Förändrar man pH på kolvarnas innehåll, så ser vilken som ändrar färg (= metylrött är en indikator som är röd vid pH 2,63-4,84 och gulorange däröver). För att hitta den lösning som innehåller kaliumpermanganat (ett oxidationsmedel) tillsätter man ett ämne som lätt oxideras (t.ex. askorbinsyra el. järn(II)sulfat) varvid kaliumpermanganaten avfärgas. Den kolv vars innehåll inte påverkats momentant innehåller karamellfärg och vatten.

Analys av brandgula lösningar:

Paraorange, E110 är ett färgämne i livsmedel och kosmetika och ska inte fungera som indikator. Vid tillsats av syra resp. bas får man tydliga färgförändringar (se nedan). Att nyansen på lösningen innehållande paraorange ändras lite vid tillsats av bas, kan diskuteras. Beror det på att lösningsmedlet (etanol) är svagt surt och förmodligen protonerar sulfonsyragrupperna? Analysen kan göras i samband med att man tar upp syror/baser och indikatorer. Vad är en indikator?

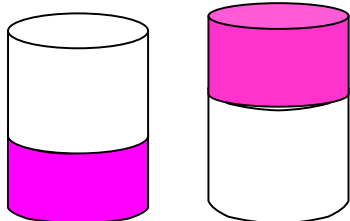
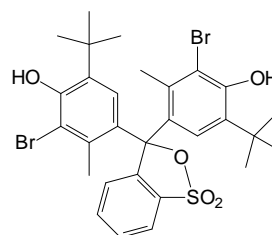
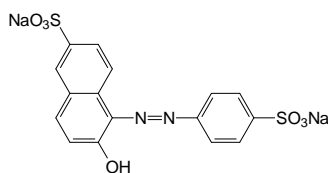
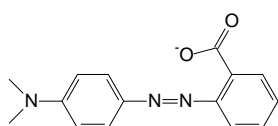


Man kan även titta på de olika ämnenas strukturer och prata om löslighet. Metylrött löser sig i vatten men klart och tydligt bättre i organiska lösningsmedel.

metylrött

paraorange

BTB



Två röda och två vita – lika men ändå olika

Teori: kemin visar hur vi kan undersöka ämnens egenskaper. Även om två ämnen ser likadana ut, kan de ha olika egenskaper!

Material: heptan, vatten, KMnO_4 -lösning, I_2 -lösning, provrör och pipetter

Riskbedömning: Heptan har **Riskfraser** 65 38 67 50 53 (**häsloskadligt**) och **Riskfraser** 11 (brandfarligt) laborationen är måttligt riskfylld. KMnO_4 har **Riskfraser** 22 50 53 och **Riskfraser** 8 (oxiderande). Jod har **Riskfraser** 20/21 50 och **Skyddsfraser** (2) 23 25 61. Arbeta gärna i dragskåp, även om det är fråga om små mängder.

Utförande: Gör en svag lösning (några korn i 100 cm^3 vatten, späd vid behov) av KMnO_4 som har ungefär likadan färg som jod-lösningen. Jod-lösningen görs så att några korn jod löses i heptan. Markera fyra flaskor A,B,C, och D. I var och en av dem sätter du jod- (A) resp. permanganatlösning (C) och vatten (B) resp heptan (D).

Blanda nu några droppar från flaska A och några från flaska B. Du får en färgad lösning och en ofärgad. Du får en färgad lösning underst? Vad händer om du gör motsvarande sak med flaskor C och D?

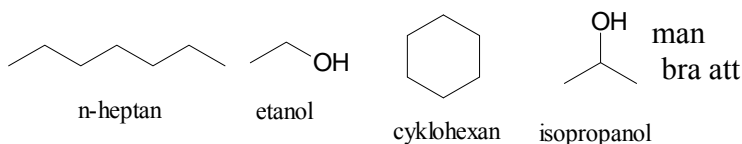
Och hur kan man förklara vad som händer? Låt eleverna komma med förklaringar och försök visa att det inte räcker med förklaring om olika densiteter. Vilka egenskaper bygger det på?



Lösligt eller olösligt?

Vi startar med n-heptan och absolut etanol (99,5 % etanol) i två flaskor. Heptan färgas röd med Sudanrött och etanol blå med metylenblått, dels för att de skall synas bättre inför kameran.

Har man inte n-heptan tillgängligt kan man byta det mot cyklohexan och etanol går bra att byta mot isopropanol.



Som du ser innehåller föreningarna kol och väte, men etanol (isopropanol) har dessutom en syreatom.

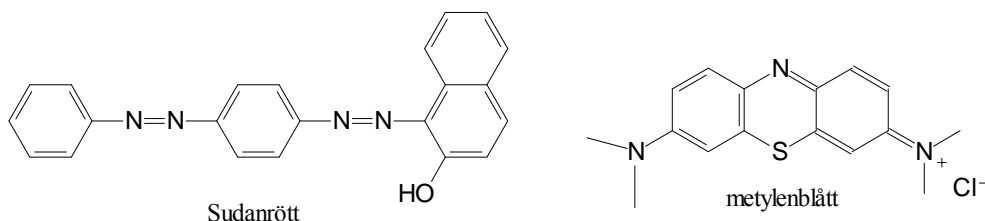
När den röda respektive blå lösningen slås ihop bildas en mörklila lösning. De båda löser sig i varandra, inget konstigt med det. Men när vi tillsätter ca fem droppar vanligt vatten händer något oväntat. Röd heptan tar adjö av den blå etanolen och lösningen separeras i två faser. Två faser som består av en blå underlösning (fas) innehållande etanol och vatten samt en röd övre lösning, innehållande heptan. De nya lösningarna uppför sig likt olja och vatten, men varför?



(Använder man sig av cyklohexan och isopropanol får man samma resultat, skillnaden är att man då behöver tillsätta mer vatten.)

Olösligheten beror på att etanol kan lösa sig i heptan med hjälp av sin kolvätesvans ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}$ alltså) och van der Waals-bindningar, men etanol kan också lösa sig i vatten med hjälp av vätebindningar och OH-gruppen. Finns vatten tillgängligt föredrar etanol att lösa sig i detta framför heptan. Vatten däremot löser sig inte i heptan, och därför kommer etanol/vattenfasen att separera från heptan.

Färgämnen är också föreningar som löser sig i antingen vatten eller olja eller lite i båda.



Båda innehåller en hel del kol och väte, men notera att metylenblått är en laddad molekyl, medan sudanrött är neutral. Sudanrött löser sig delvis i etanol, men när vatten finns med i blandningen kommer det röda färgämnet att föredra heptan. Metylenblått löser sig i både heptan och etanol, men delvis i vatten. När etanol blir en etanol/vattenblandning kommer metylenblått att fortsätta lösa sig i etanol, medan sudanrött söker sig till heptan.

Man kan i resonemanget spåra devisen ”Lika löser lika”. Kan du nu förklara vad det är som är lika?

Risker vid experimentet: Heptan och cyklohexan är ett opolära lösningsmedel som har en obehaglig doft och är brandfarliga. Spill och rester samlas upp i slask för organiska vätskor. Etanol är mycket brandfarligt och är brännbart även i blandning med vatten. Metylenblått kan efter hudkontakt ge överkänslighetsreaktion vid exponering för sol- (UV-) ljus.

En separat riskbedömning måste göras av ansvarig person innan varje enskild laboration.



Ett äkta trefasssystem

Två faser kan du förklara, men hur blir det med tre?



Teori: Löslighet hör ihop med kemisk bindning. När det gäller vätskors blandbarhet gäller förstås principen ”lika löser lika”. Polära ämnen löser polära och opolära ämnen löser opolära. I praktiken kan man ändå påverka utfallet. Ett äkta trefasssystem innebär, att trots att vätskorna skakas om, återgår trefasssystemet spontant till tre faser igen efter en stund.

Om vattenlösningar med olika densitet (t.ex. varierande mängd socker) används för att göra flera vätskeskikt på varandra, kommer omskakning genast att leda till att skikten sammangår (om de löser sig varandra). Alternativt sköter diffusionen om att en sådan lösning så småningom utjämnas.

Material: Flaska med kork, vatten, K_2CO_3 , etanol (T-röd går bra), lampolja (eller heptan). $Cu(II)CO_3$, metylorange, Sudan-rött

Riskbedömning: Etanol och lampolja/heptan är brandfarliga, $Cu CO_3$ är tungmetall och skall insamlas efter användning.. *En fullständig riskbedömning ges av undervisande läraren.*

Utförande:

1. Gör en lösning bestående av vatten/etanol, i proportionerna 1:1.
2. Tillsätt K_2CO_3 , tills lösningen är mättad (inget mer löser sig i varmt lösningsmedel, dvs. lite utfällning finns kvar på botten). Nu sker en fassseparation mellan vatten och etanol.
3. Tillsätt lampolja (heptan) och resultatet blir ett icke-blandbart trefasssystem.
4. Faserna skall nu färgas med lämpliga färgämnen. $Cu(II)CO_3$ färgar vattenfasen blå i, basisk lösning. Alkoholfasen färgas med metylorange och oljefasen med sudanrött.

Till Läraren:

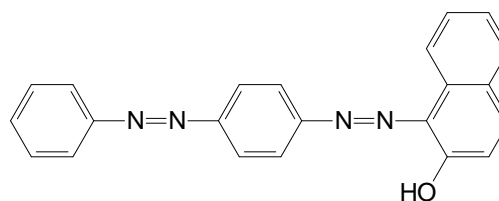
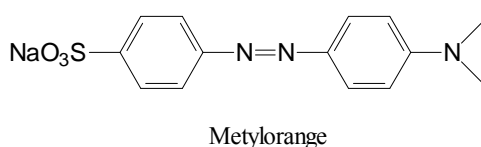
I det här experimentet får eleverna anledning att begrunda begreppen polaritet och densitet, och träna på vad de innebär. Laborationen ger eleverna möjlighet att fundera över vad det är som sker vid skiktning av faser och de får se se att alla fassskiktningar inte är likadana. Detta är ett exempel på ett äkta fasssystem. Eleverna är kanske bekanta med skiktade drinkar, som oftast bygger på densitetsskillnader mellan olika vatten och/eller alkohollösningar. Dessa kan inte omskakas utan att faserna blandas och de är exempel på oäkta fasssystem.

Inom analytisk organisk kemi behöver man ofta koncentrera prover, för att få tillräckligt med material för analys. Ofta används extraktion för att koncentrera provet. Utsaltning kan då vara ett sätt att förskjuta jämvikten för fördelningen av en organisk substans mellan vatten och organisk fas. Ämnen, som finns i mycket små mängder kan på så sätt ”tvingas” att vandra över till den organiska fasen.

I laborationen kan man med fördel använda lampolja, som är en vardagsprodukt, men ligroin och heptan går också bra.

Svar på frågor:

1. Sirap-vatten-olja är ett blandbart system, men kan fås i tre skikt, om man låter det stå. Detsamma gäller t.ex. för: mycket salt, kallt vatten och varmare vatten + olja.
2. Man behöver ett salt med hög vattenlöslighet för att öka jonstyrkan i vattenlösningen.
3. Att kopparsulfat är vattenlösligt och polärt är väl klart, det är ett salt och en jonförening. Metylorange har en sulfonfylgrupp som är polär, medan sudanrött inte har någon laddning i molekylerna vid neutralt pH.
4. En omskakning av systemet skulle sannolikt leda till att metylenkloriden och oljan skulle ge en emulsion och systemet är alltså inte äkta, dvs. inte icke-blandbart.



En demonstration: Informationsbrev nr. 57 **Gäller alltid ”lika löser lika?**

Material: isopropanol (2-propanol), ammoniumsulfat ((NH₄)₂SO₄), ev. natriumklorid, vatten, provrör, färgämnen eller karamellfärger (se nedan).

Risker vid experimentet: Isopropanol är brännbart. Använd skyddsglasögon och personlig skyddsutrustning. *En riskbedömning ges av undervisande lärare.*

Utförande:

1. Häll 20 cm³ vatten till ett stort provrör (50 cm³) och färga vattnet med karamellfärg. Välj grön karamellfärg som innehåller E131 och E104, patentblått (E131) eller briljant svart (E151). Sätt på en kork och blanda!
2. Tillsätt 10 cm³ isopropanol (2-propanol). Blanda! Allt löser sig och blir till en fas.
3. Tillsätt 7 g ammoniumsulfat. Skaka kraftigt i 5-10 sek. Det bildas två faser, en färglös vattenfas underst och färgad isopropanol överst. Saltet finns i vattenfasen. Den gröna karamellfärgen kan dela upp sig så att lite gult finns i vattenfasen och organfasen slår åt blågrönt.
4. Tag ut 1 cm³ av varje fas och testa brännbarheten och ev. ledningsförmågan.

Tillsätt ytterligare 15-20 cm³ vatten i provröret och blanda genom att vända röret upp och ned, några gånger. De båda lösningarna blandar sig med varandra igen

Förklaring/diskussion: Ämnen löser sig i ett lösningsmedel om krafterna mellan ämnet och lösningsmedlet är större än inom det rena ämnet. Vätebindningar mellan isopropanol och vatten är tillräckligt starka för att alkoholen och vattnet att blandas. De flesta karamellfärgerna innehåller en polär grupp som bildar en stark dipol-dipolbindning med vatten. Ammoniumsulfat är lösligt i vatten pga. jon-dipolbindningar. Ca 3g ammoniumsulfat löser sig i 35 % isopropanol utan att det bildas två skikt. Vid ytterligare tillsats av ammoniumsulfat finns inte tillräckligt med vatten för att saltet ska lösa sig. Vatten ”föredrar” salt framför isopropanol, det ger bindningar med lägre potentialenergi och starkare intermolekylära krafter. Isopropanol bildar en egen fas. Jon-dipolbindningen mellan salt och vatten är

starkare än de vätebindningar som hade bildats mellan alkohol och vatten. Isopropanol har lägre densitet ($0,87 \text{ g/cm}^3$) än vatten och bildar en organfas ovanpå vattenfasen. Ammoniumsulfatlösningens densitet är ca $1,16 \text{ g/cm}^3$.

Var färgämnet hamnar, i organfasen eller vattenfasen, beror på polariteten hos färgämnet. Polära färgämnen återfinns i vattenfasen medan mindre polära återfinns i organfasen.



Varför är mina jeans blå?



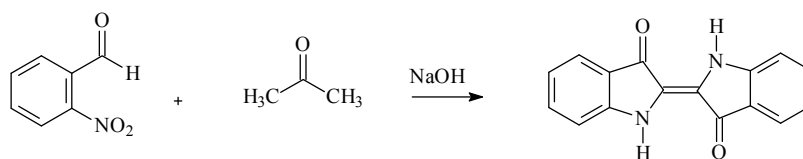
Dina blåa jeans kan vara färgade med indigo, ett färgämne som i solljus absorberar alla våglängder utom de blå, som reflekteras. Innan industrialiseringen framställdes färgämnet ur indigoinnehållande växter, som vejde. Det krävdes stora mängder växter för att få fram färgämnet. På 1800-talet kom den stora syntesvägen av olika färgämnen, då kemister framställde billiga syntesvägar för flere olika färgämnen. Det gjorde att den stora allmänheten kunde få kläder i klara färger. En av kemisterna, Adolf von Baeyer, fick 1905 Nobelpriset i kemi för sitt arbete med strukturbestämning och syntes av indigo. Idag används en bioteknologisk metod med bakterien *Escheria coli* och ett enzym, som ger indigo ur olika råvaror och med socker som energikälla.

För att få det i vatten olösliga indigofärgämnet vattenlösligt, utvecklades en speciell färgningsmetod s.k. kypfärgning. I processen reduceras indigo i basisk lösning till färglöst (gulgrön) leucoindigo som efter applicering på tyg får luftoxidera, då den blå färgen uppträder igen. Här beskrivs en syntes, med direkt färgning av bomullstyg, och även en test för att kontrollera om dina jeans är färgade med indigo.

Material: Natriumhydroxid, o-nitrobensaldehyd, aceton, etanol, natriumditionit, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, eller blekmedel innehållande ditionit, bomullstyg och etylacetat.

Risker med experimenten: Natriumhydroxid är frätande, använd skyddsglasögon. Aceton och etylacetat är brandfarligt. Natriumditionit har en stickande doft av SO_2 , gör laborationen i dragskåp. Etylacetat samlas upp som organsikt avfall. *En fullständig riskbedömning ges av undervisande lärare.*

Syntes av indigo:



1. Lös 0,5 g o-nitrobensaldehyd i 5 cm^3 aceton i ett stort provrör som monterats i på ett stativ och tillsätt sedan 5 cm^3 vatten. Skaka om lite försiktigt.
2. Därefter tillsätts $2,5 \text{ cm}^3$ natriumhydroxidlösning med koncentrationen $0,1 \text{ mol/dm}^3$ droppvis. När basen tillsätts kan den blå färgen komma direkt och lösningen koka.
3. Fällningen fallfiltreras, alternativt sugfiltreras och tvättas med 10 cm^3 vatten och 10 cm^3 etanol.

Test på indigo

Lägg några färgade fibertrådar (15 mm räcker) från jeans i ett provrör. Tillsätt $0,5 \text{ cm}^3$ av en alkalisk ditionitlösning (1 g natriumhydroxid och 1 g "Remover" eller natriumditionit i 50 cm^3 vatten) och värm i vattenbad i ca 5 minuter eller till det att den blå färgen försvinner. Ta upp provröret från vattenbadet och tillsätt $0,5 \text{ cm}^3$ etylacetat. Skaka och iakttag etylacetatfasens färg. Den ska bli blå om fibrerna färgats med indigo.