SKOLPORTENS PUBLIKATIONSSERIE FÖR
DOKUMENTERAT UTVECKLINGSARBETE

ATOMER OCH MOLEKYLER – HUR HÄNGER DE IHOP?

Ett projekt om att konkretisera undervisningen om kemisk bindning

FÖRFATTARE:
Anna Stiby & Daina Lezdins

SKOLPORTEN
UTVECKLA SKOLAN
12/2020

SAMMANFATTNING

ETT AV DE viktigare och tydliggörande momenten i kemikursen är kemisk bindning. Vanligtvis används modeller som förklaring, vilket dock vara problematiskt. Eleverna kopplar inte modellerna till verkligheten utan tar de för att vara sanna. Syftet med artikeln är att beskriva ett projekt om kemisk bindning och hur lektioner kan utformas för att öka förståelsen. För att väcka elevernas intresse så användes kristaller och ”magiska” vätskor, med andra ord vätskor som har olika densitet som inte löser sig i varandra. Under lektionerna varvades teoretiska moment, som genomgångar och arbetsövningar, med praktiska moment. Preliminära data visar att elevernas resultat på eftertestet förbättrades efter revidering av lektionernas innehåll.

Anna Stiby är lärare i kemi och biologi på gymnasienivå och arbetar på Nacka gymnasium. E-post: anna.stiby@nacka.se

Daina Lezdins är lärare i kemi och matematik på gymnasienivå och arbetar på Nacka gymnasium. E-post: daina.lezdins@nacka.se

Denna artikel har den 17 december 2020 accepterats för publicering i Skolportens artikelserie för dokumenterat utvecklingsarbete.

Fri kopieringsrätt i ickekommersiellt syfte för kompetensutveckling eller undervisning i skolan och förskolan under förutsättning att författarens namn och artikelns titel anges, samt källa: Skolportens artikelserie. I övrigt gäller copyright för författaren och Skolporten AB gemensamt.

Denna artikel är publicerad i Skolportens serie för dokumenterat utvecklingsarbete, ”Utveckla skolan”: www.skolporten.se/forskning/utveckling/

Aktuella Författaranvisningar & Skrivregler:
www.skolporten.se/forskning/skolutveckling/skolportens-utvecklingsartiklar/

Vill du också skriva en utvecklingsartikel? Mejla till redaktionen@skolporten.se

INNEHÅLL

INLEDNING 7

BAKGRUND 9
Undervisning om kemisk bindning 9
Användandet av kemiska modeller i undervisningen 9
Konceptet ”Lesson study” 11

SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR, METOD OCH GENOMFÖRANDE 13
Syfte och frågeställningar 13
Metod och genomförande 13

RESULTAT OCH DISKUSSION 15
Resultat från studie I om kemisk bindning i kristaller 15
Resultat från studie II om gruppdiskussioner och intermolekylära bindningar 17
Resultat från studie III om bindningar i magiska vätskor 19

SLUTSATS 21

REFERENSLISTA 23

BILAGOR 25
Bilaga 1: Lektionsplaneringar 25
Bilaga 2: Recept för tillverkning av kristaller 25
Bilaga 3: Recept för utsaltningsförsök – ”Lika löser lika” 27
Bilaga 4: Kakaos löslighet – elevinstruktion 27

INLEDNING

DET ÄR FANTASTISKT roligt att undervisa i kemi. Kemi, likt övriga naturvetenskapliga ämnen, bygger på studier av naturen, dess delar eller verkningar där teorier ofta befäst med praktiska moment såsom undersökningar och iakttagelser (Nationalencyklopedin u.å.a). Ämnets beskaffenhet öppnar upp för en stor variation av lektionsaktiviteter.

Fascinationen för ämnet delas dock inte alltid av eleverna. Den allmänna uppfattningen att ämnet kemi är svårt, beskrivs ganska ofta av forskare (Nakleh, 1992; Gabel, 1999; Johnstone, 2010). Elevernas förståelse för grundläggande kemiska begrepp och fenomen ligger ofta på en ytlig nivå, vilket leder till missuppfattningar och i förlängningen ett ointresse inför själva ämnet.

Ett ämnesområde inom kemin som eleverna har problem med att förstå är kemisk bindning (Nicoll, 2001; Sirhan, 2007). De stora svårigheterna är främst relaterade till materiens abstrakta natur. Eleverna måste förstå och kunna förklara kemiska fenomen i tre nivåer: observerbar makroskopisk nivå, osynlig mikroskopisk nivå och symbolisk representativ nivå (Johnstone, 1991). För att kunna förklara materians olika strukturer och reaktionsbenägenhet behöver man skapa en åskådlig, förståelig modell av kemisk bindning. Förklaringsmodeller som används i läroböckerna och därmed även i undervisningen är otillräckliga och leder ofta till missuppfattningar, glappet mellan de makroskopiska, mikroskopiska och symboliska nivåerna är för stort. Svårigheterna ligger i att få eleverna att nå en djupare förståelse för kemisk bindning och därmed undvika utantillkunskaper. Det är därför det är viktigt att försöka utveckla och förbättra undervisningen för att göra kemiämnet begripligt och meningsfullt.

Detta projekt syftar till att undersöka hur lektioner kan utformas för att öka elevernas förståelse för kemisk bindning. Tanken är att observationer på makroskopisk nivå ska ge inspiration till att förstå kemisk bindning på mikroskopisk nivå och i slutet förhoppningsvis även på symbolisk nivå. Vi har genomfört demonstrationer; visat kristaller och magiska vätskor. Begreppet magiska vätskor användes om oblandbara vätskor som har olika densitet. Vätskorna valdes så att resultatet blev oväntat utifrån elevernas förkunskaper. Eleverna har fått diskutera, experimentera och arbeta med uppgifter. Progressionen av elevernas förståelse för kemisk bindning följdes med för- och eftertester.

BAKGRUND

UNDERVISNING OM KEMISK BINDNING

ANNA BERGQVIST (2017) har i sin avhandling undersökt hur undervisning om kemisk bindning kan se ut i svensk gymnasieskola. Kemisk bindning är ett av de viktigare områdena inom kemikursen eftersom ämnens egenskaper, som aggregationsform, och kemiska förändringar beror på interaktioner mellan atomer, joner och molekyler. Samtidigt är kemisk bindning ett av de svårare momenten i kurserna. Undervisningen är ofta abstrakt och beskrivs i kemiböcker med illustrationer samt kemiska modeller. Det har dock visat sig att modellerna inte alltid hjälper eleverna att förstå, utan snarare gör området mer svårbegripligt.

Redan i årskurs 4–6 ger kursplanerna i kemi möjlighet att undervisa om kemisk bindning (utan att nämna begreppet kemisk bindning). Under centrala innehållet ”Kemin i naturen” står det beskrivet att undervisningen ska behandla

> *Enkel partikelmodell för att beskriva och förklara materiens uppbyggnad, kretslopp och oförstörbarhet. Partiklars rörelser som förklaring till övergångar mellan fast form, flytande form och gasform.*
>
> *(Lgr11, 2011)*

Partiklars rörelse är både beroende av partikelslaget och interaktionerna mellan partiklarna, så kallad kemisk bindning.

Kemiundervisningen i årskurs 7–9 bygger vidare på partikelmodellen och inför begreppet kemiska reaktioner: ”Kemiska föreningar och hur atomer sätts samman till molekyl- och jonföreningar genom kemiska reaktioner” (ibid.). De elever som börjar läsa kursen Kemi 1 på gymnasiet förväntas ha kännedom om Bohrs atommodell och förhoppningsvis även ha hört talas om kovalent bindning eller elektronparbindning samt jonbindning.

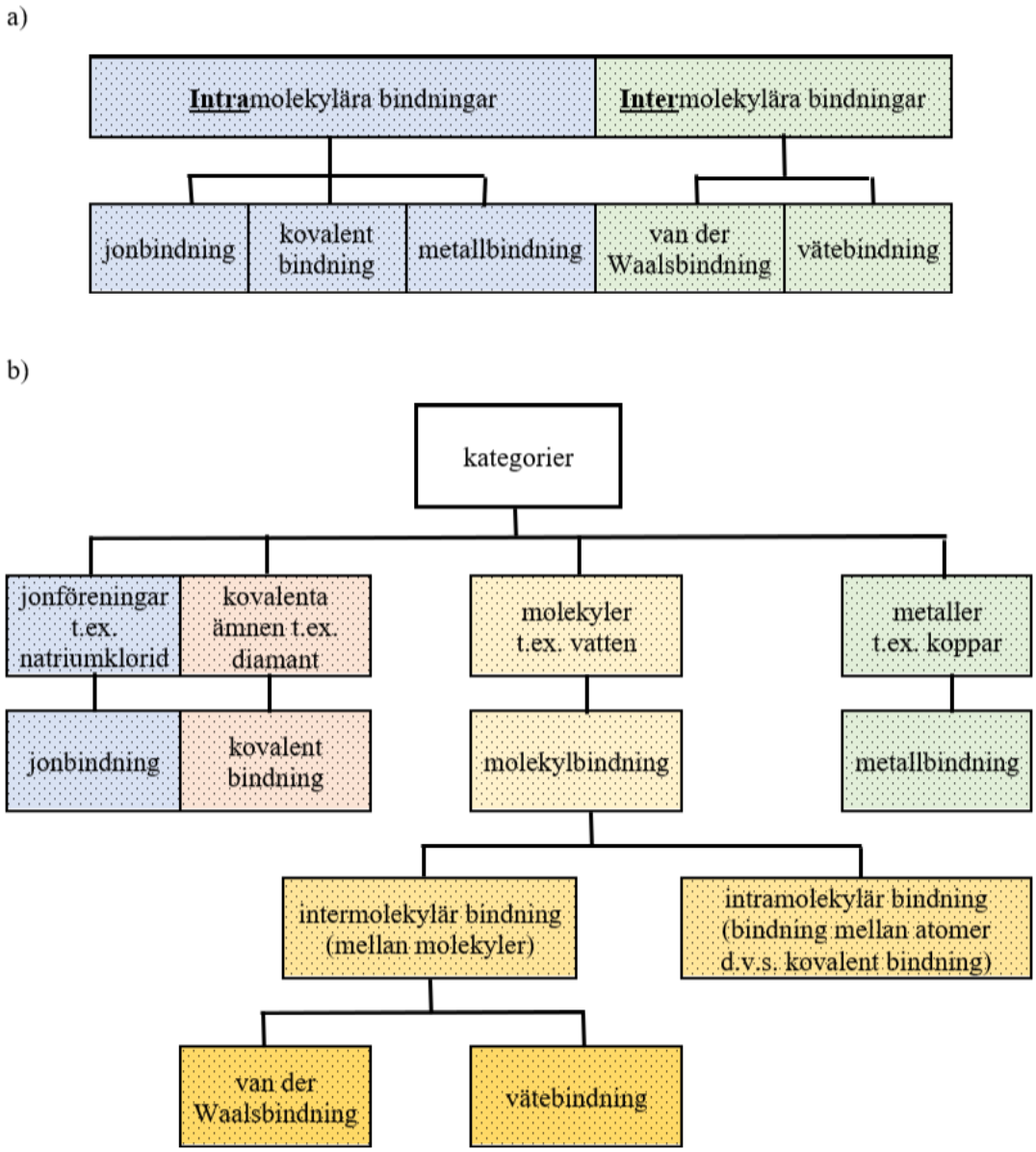
Momentet kemisk bindning på gymnasiet används enligt ämnesplanen i kemi bland annat för att förklara ämnens reaktivitet, aggregationstillstånd, löslighet och ledningsförmåga (Lgy11 2011). Traditionellt brukar undervisningen baseras på att kemisk bindning kan delas in i a) intra- och intermolekylära bindningar eller b) jon- och metallbindning, kovalent samt molekylär bindning, där molekylära bindningar delas upp i inter- respektive intramolekylära bindningar (Figur 1) (Levy Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein & Kronik 2008).

ANVÄNDANDET AV KEMISKA MODELLER I UNDERVISNINGEN

I ALLA TIDER har människor strävat efter att förklara sin omvärld. Spännande och spektakulära experiment har genomförts i tron om att man skulle kunna kontrollera naturen. Experimenten har förklarats, vetenskapliga förklaringar kräver en terminologi och modeller. Som en följd inrättade fler länder vetenskapsakademier där vetenskapliga idéer kunde läggas fram, kritiseras och diskuteras. De naturvetenskapliga ämnena erhöll en högre status.

Jämför man olika länders läroplaner och timplaner hittar man naturvetenskapliga ämnen på tredje plats, efter modersmål och matematik (Sjöberg, 2009).

Figur 1. Uppdelningen av kemisk bindning.



Traditionellt är skolans undervisning inriktad på att ge eleverna en naturvetenskaplig allmänbildning där fokus ligger på begrepp, lagar, modeller och teorier. Läroböcker och läroplaner har länge förmedlat att skolans naturvetenskapliga ämnen genomsyras av att vara auktoritära – alla frågor har ”rätta” svar (ibid.).

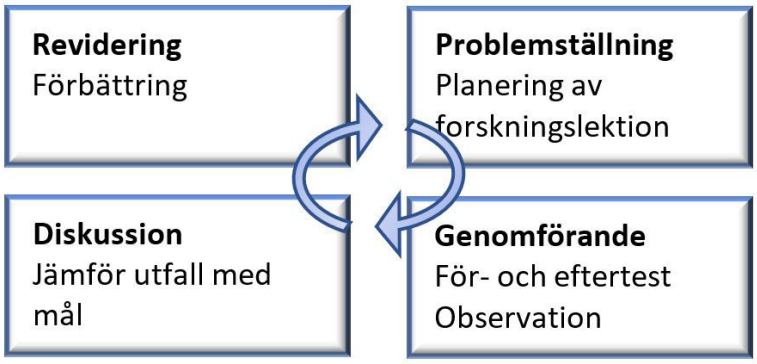
Den svenska kemisten Svante Arrhenius arbete är ett exempel på hur en modell växt fram och blivit allmänt accepterad. Innan Arrhenius presenterade dissociationsteorin i sin doktorsavhandling *Recherches sur la conductibilité galvanique des électrolytes, Partie 1–2*, ansåg kemister och fysiker att när en ström går genom en saltvattenlösning sönderdelas (dissocieras) neutrala molekyler i elektriskt laddade joner (Nationalencyklopedin u.å.b). Experimentellt visade Arrhenius att lösningars ledningsförmåga ökade vid utspädning av även utspädda lösningar, vilket bestred tidigare teorier. Han antog att elektrolyten bestod av aktiva (de

som leder ström) och inaktiva molekyler som stod i jämvikt med varandra. Andelen aktiva kallade han för aktivitetskoefficient. Vid disputationen bedömdes avhandlingen med ett lägre betyg, men bara några månader efter disputationen fick han medhåll och stöd av Wilhelm Ostwald (ibid.) i Riga som även han konstaterat sambandet mellan elektrisk ledningsförmåga och kemisk reaktivitet. Arrhenius erhöll år 1903 Nobelpriset i kemi för den *elektrolytiska dissociationsteorin*, vilken helt förändrade kemisternas syn på elektrolyter. Teorin har modifierats en hel del under 1900-talet, man har fått en enklare och mer enhetlig förklaringsmodell för de processer som sker lösningar. Arrhenius modifierade modell gäller fortfarande, trots att fenomenet inte förklarats fullständigt.

KONCEPTET ”LESSON STUDY”

LESSON STUDY ÄR en form av lärarsamarbete som utövats i över 100 år i Asien, framför allt i Japan. Principen bygger på att en grupp lärare träffas och tillsammans bestämmer hur de ska lära sig mer om samt förbättra sin undervisning. Utifrån en problemställning väljs en lektion eller ett undervisningspass som ska studeras, en forskningslektion. Forskningslektionen planeras, observeras och diskuteras gemensamt. Ett genomförande av en forskningslektion leder till att lärargruppen utvärderar och reviderar planeringen för att bättre kunna nå de fastställda målen. Förändringar utförs till nästa genomförande av forskningslektionen, vilket resulterar i en så kallad lesson study-cykel (Figur 2) (Munthe, Helgevold & Bjuland 2015).

Vid planeringen bestäms vilka mål som ska uppnås med forskningslektionen. Målen kan vara av skiftande art, men det krävs att lärarna kan bygga upp en bild av det förväntade utfallet av valda elev- och läraraktiviteter. Ligger fokus på kunskapsinhämtning och förståelse behöver man göra någon form av inventering av elevernas förkunskaper. Inventeringen kan vara ett förtest bestående av några få frågor. För att följa progression återkommer liknande frågor i form av ett eftertest.



Figur 2. En förenklad lesson study-cykel.

SYFTE OCH FRÅGE-STÄLLNINGAR, METOD OCH GENOMFÖRANDE

SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR

SYFTET MED DENNA artikel är att beskriva tre studier där målet är att konkretisera och öka elevernas förståelse för kemisk bindning. Kemisk bindning är ett moment som eleverna uppfattar som svårt och som de då ofta memorerar utan djupare förståelse.

- Fråga 1: Lär sig eleverna mer om kemisk bindning om man varvar teori med praktiska moment?
- Fråga 2: Lämpar sig gruppdiskussion för förståelse av ”lika-löser-lika”-regeln?
- Fråga 3: Kan vi med experiment få eleverna att förstå att vatten kan flyta på en annan vätska likt olja flyter på vatten?

METOD OCH GENOMFÖRANDE

I DET HÄR projektet ingår olika lesson studies om kemisk bindning. Lesson studies valdes som arbetsmodell eftersom metoden har visat sig vara ett framgångskoncept när det gäller att förbättra lektionsinnehållet (Munthe, Helgevold & Bjuland 2015). Fördelen med lesson study är att lärare tillsammans får diskutera och planera lektionens innehåll.

Vid genomförandelektionen är flera lärare med, de kan då observera vad som sker i klassrummet. Metoden har i vårt fall gynnat undersökandet av hur eleverna tänker om kemisk bindning. En nackdel med lesson study-metoden är att det tar tid att planera lektionerna och även att genomföra då det kan vara schematekniskt svårt för lärare att besöka varandras lektioner. Som novis kan det vara bra att utbyta idéer med en vägledare som är insatt i metoden.

Eleverna som deltog i det här projektet gick på Nacka gymnasiums naturvetenskapliga program under åren 2018–2020. De kom från sju olika klasser och från olika årskurser. Alla klasser förutom en klass, som användes som referensklass, hade genomgått undervisning inom grunderna om kemisk bindning och borde således ha liknande teoretiska kunskaper i ämnet. Projektet består av tre studier/lesson studies där minst två lärare

närvarat vid varje lektion, men ett antal lektioner har även spelats in. Genom detta har vi kunnat följa elevernas diskussion kring de olika experimenten. Ett urval av elever har även intervjuats i efterhand.

De tre studiernas upplägg för forskningslektionerna var i stort detsamma; eleverna fick individuellt svara på ett förtest, sedan genomgång av teoretiskt moment åtföljt av demonstration, experiment, övningar, gruppdiskussioner och till sist ett eftertest (för lektionsinnehåll se bilaga 1). Det som skiljde forskningslektionerna åt var tidsåtgången, andelen teoretiska respektive praktiska övningar och gruppsammansättningarna. Fokus har legat på demonstrationer och hands-on experiment.

STUDIE I: KEMISKA BINDNINGAR I KRISTALLER

För studie I om kristaller och bindningar i kristallstrukturer användes två lektioner à 80 minuter (en mer detaljerad översikt över lektionsplaneringen återfinns i bilaga 1). Under lektionerna varvades teoretiska genomgångar med praktiskt arbete där tre olika kristaller odlades (för kristallrecept se bilaga 2). Eleverna fick tillverka en snabbväxande molekylkristall av urea och två olika jonkristaller, en av alun och en av ammoniumdivätefosfat. Molekylkristallen blir synlig efter cirka 20 minuter medan jonkristallerna behöver ett par dagar på sig att växa till. Utifrån detta fick vi planera lektionerna så att momenten varvades utan väntetider. Kristallprojektet var en lesson study om elevers förståelse för kemisk bindning i fasta ämnen. De fick besvara frågor på området kristaller och kemisk bindning före och efter genomförandet.

STUDIE II: GRUPPDISKUSSIONER OM INTERMOLEKYLÄRA BINDNINGAR

Till studie II om vätskors löslighet användes en lektion à 80 min. Lektionen startade med att eleverna fick se ett demonstrationsexperiment där vatten, som färgats grönt av karamellfärg, blandas med alkoholen isopropanol (se bilaga 3 för recept på utsaltning). Alkoholen löste sig i vattnet och det bildades en homogen, grön blandning mellan vatten, alkohol och grön karamellfärg. Sedan tillsattes salt och provröret skakades kraftigt. Detta gjorde att blandningen skiktade sig i ett övre grönfärgat skikt och ett undre ofärgat skikt. En utsaltning av alkoholen hade skett och den övre fasen består nu av grön karamellfärg och alkohol och det undre ofärgade skiktet består av salt och vatten. Eleverna fick fundera, först enskilt och sedan i grupp, om vad som fanns i respektive fas samt försöka förklara experimentet med hjälp av kemisk bindning.

Nästa aktivitet innebar att eleverna genomförde en grupplaboration där de undersökte kakaos löslighet i olika lösningsmedel (se bilaga 4 för elevinstruktion). Ett syfte med aktiviteten var att eleverna skulle använda vardagskemikalier. Kakao blandades med vatten, mjölk, grädde respektive rapsolja. Eleverna fick beskriva vad de iakttog och skriva en förklaring till varför kakao var lösligt i vissa vätskor men inte i andra. Eleverna förväntades utgå från deras vetskap om ”lika-löser-lika”-regeln när de diskuterade kakaos löslighet. Förhoppningen var även att de skulle nämna vilken sorts kemisk bindning som uppstår mellan kakao och rapsolja. Eleverna förväntades svara van der Waalsbindning.

Slutligen visades ett ”äkta trefassystem”, vilket består av tre vätskor som inte blandar sig i varandra och därför bildar tre skikt. Eleverna fick ge förslag på vilka vätskor som kunde utgöra de tre skikten.

STUDIE III: MAGISKA VÄTSKOR

Studie III om magiska vätskor, var en kort uppföljning av studie II. Till studie III användes 20 minuter av en ordinarie lektion. Eleverna fick se ett demonstrationsexperiment där kopparsulfat löstes i vatten, vilket blev till en blå lösning. Till den blå kopparsulfatlösningen tillsattes sedan diklormetan, ett ofärgat organiskt lösningsmedel. Det bildades då två skikt när vätskorna blandades, ett övre blått och ett undre ofärgat. För att förtydliga experimentet skrevs ämnenas kemiska formler upp på tavlan. Eleverna förväntades ha kunskap om att kopparsulfat är lösligt i vatten men inte i organiska lösningsmedel. Det magiska i experimentet är att vatten flyter på en annan vätska, i det här fallet diklormetan, likt olja flyter på vatten. Studie III avslutades med att eleverna fick besvara frågor om vad som fanns i det blå respektive det ofärgade skiktet.

ANALYS AV STUDIERNAS RESULTAT

Målet med studierna var att öka elevernas förståelse för kemisk bindning genom att visualisera och konkretisera med demonstrationer och praktiska övningar. För att följa elevernas progression har vi analyserat elevsvar från förtest, eftertest samt från gruppdiskussioner. Forskningslektionernas innehåll har förändrats utifrån elevsvaren.

RESULTAT OCH DISKUSSION

FORSKNINGSLEKTIONERNAS UPPLÄGG HAR varierat varför resultaten redovisas studie för studie.

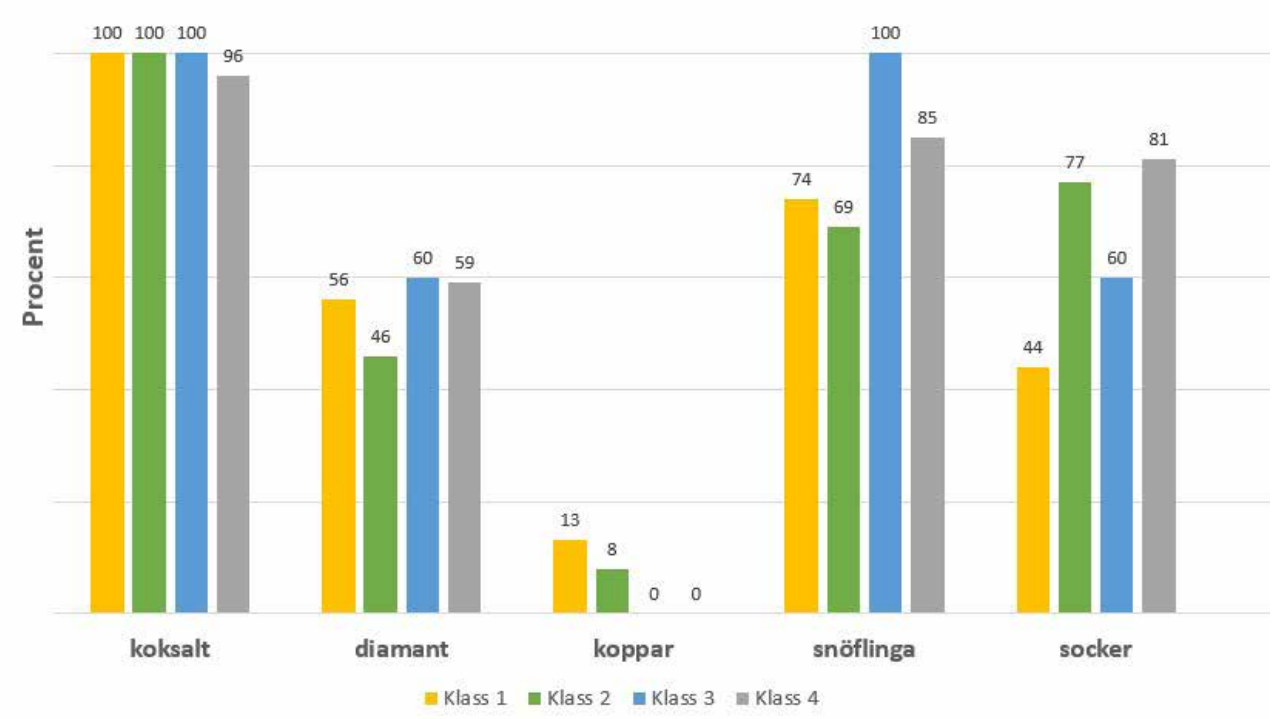
RESULTAT FRÅN STUDIE I OM KEMISK BINDNING I KRISTALLER

I FÖRTESTET FICK eleverna frågor om vilka ämnen som är kristallina. De ämnen som eleverna fick ta ställning till var salt, diamant, kopparmetall, snöflinga och socker. Alla fem ämnen är kristallina. De flesta av eleverna visste att vanligt salt är kristallint, de hade dock svårare med resterande ämnen (figur 3). Figur 3 visar även att eleverna har likartade förkunskaper gällande kristallina ämnen.

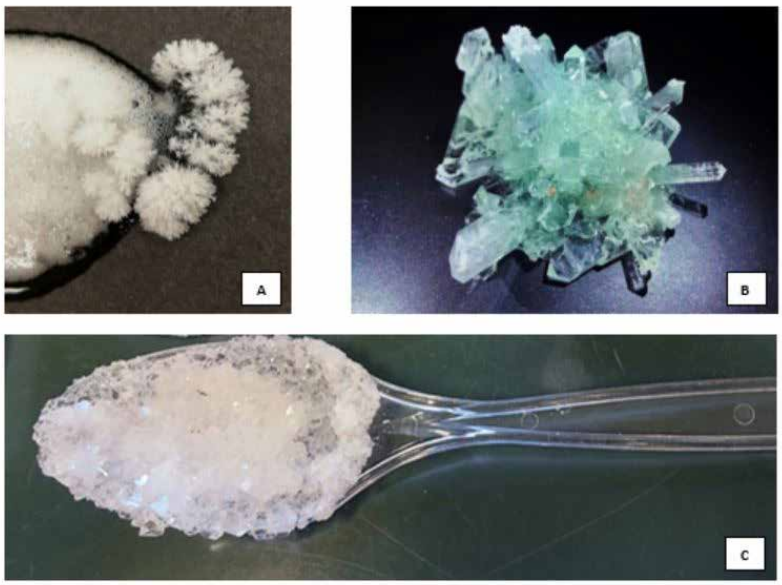
Efter förtestet genomfördes en teoretisk genomgång om kristaller. Därefter följde praktiskt arbete där eleverna fick odla tre kristaller (figur 4).

I eftertestet skulle de avgöra vilken typ av kemisk bindning som håller ihop kristallen i kopparsulfat, grafit, guld respektive kolsyreis. Resultatet från eftertestet för cykel 1 överensstämde inte riktigt med det förväntade. Eleverna hade problem med att av-

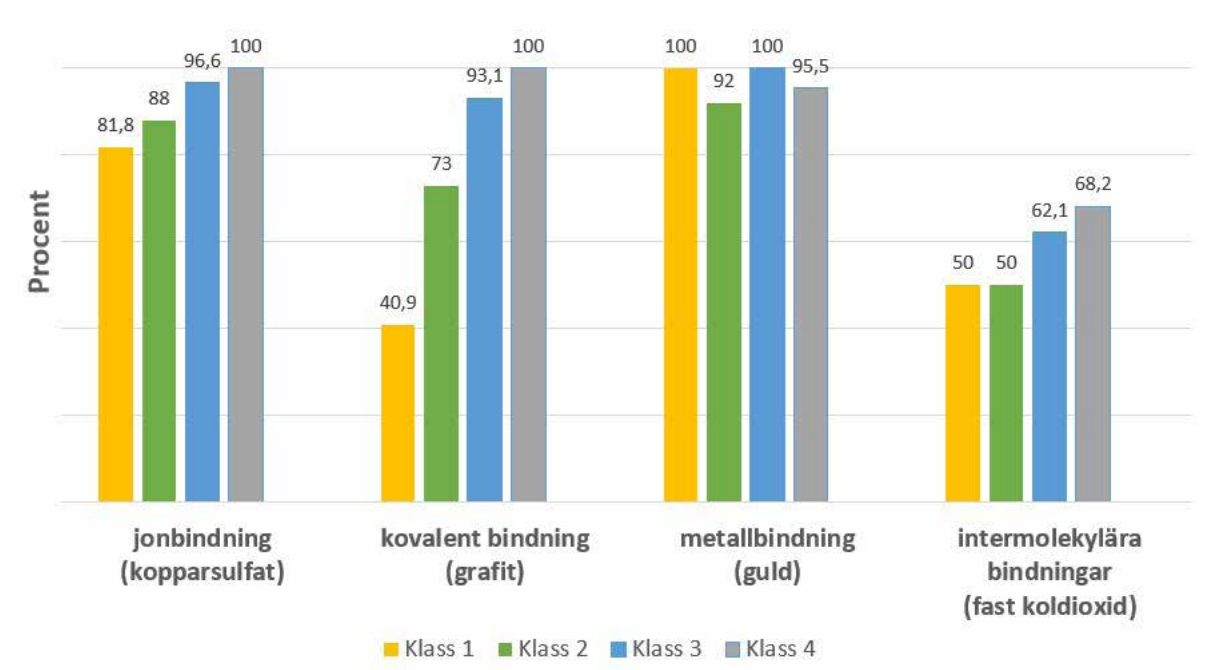
Figur 3. Andel elever i varje klass som väljer rätt ämnen som kristallina (förtest studie I).



Figur 4. Kristaller av A) urea, B) ammoniumdivätefosfat och C) alun.



Figur 5. Andel elever i varje klass som väljer korrekt bindning i kristallerna, eftertest studie I.



göra bindningstyp i alla ämnen utom guld (figur 5). Efter denna insikt förändrades lektionsupplägget delvis. Genomgången omarbetades och ett arbetsblad utarbetades där eleverna fick ta reda på kemisk formel och bindningstyp på kristallina ämnen som visades i en kristallutställning. Förståelsen för kemisk bindning förbättras från cykel till cykel (figur 5).

Eleverna fick utvärdera genom att skriva några reflektioner, nedan citeras vissa som är representativa för utvärderingen.

- Elev 1: ”Dessa lektioner har jag förmodligen lärt mig mer på då det har varit två prov och roliga labbrationer”
- Elev 2: ”Det var roligt att man fick experimentera samtidigt och se på kristallerna. Det gav en lite bättre förståelse”
- Elev 3: ”Det var mycket enklare att förstå vilka olika bindningar olika ämnen har”
- Elev 4: ”Vi fick laborera kring det vilket gav djupare förståelse kring ämnet”

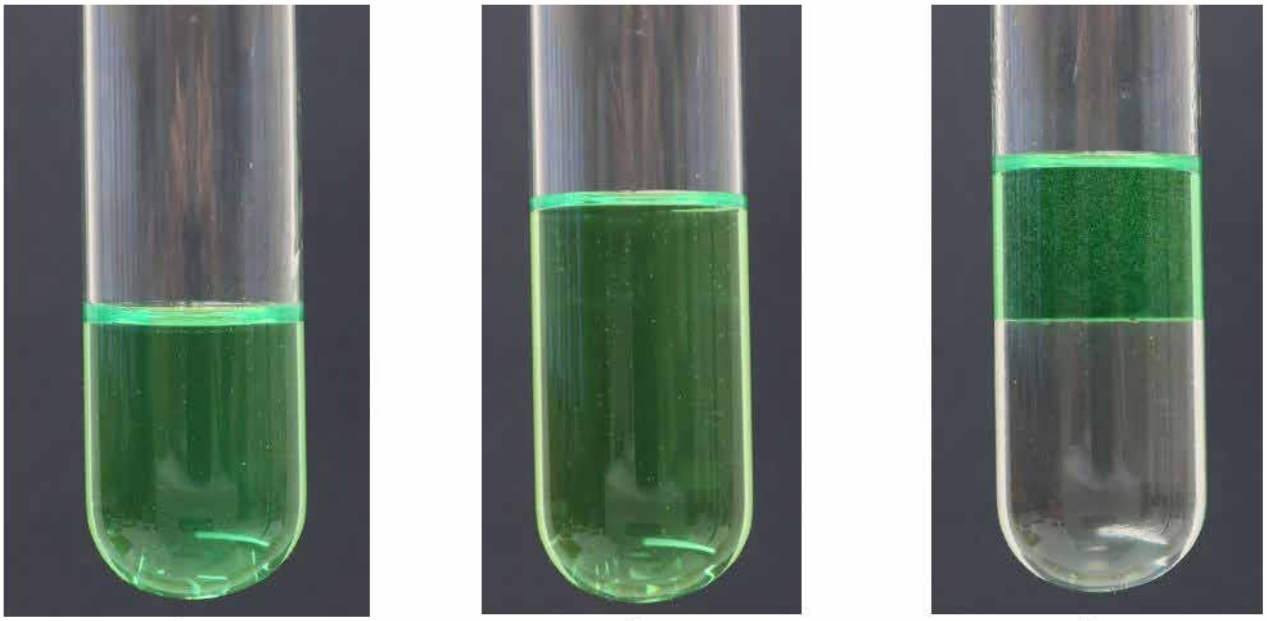
RESULTAT FRÅN STUDIE II OM GRUPPDISKUSSIONER OCH INTERMOLEKYLÄRA BINDNINGAR

I STUDIE II låg fokus på gruppdiskussioner om intermolekylära bindningar, löslighet och hur väl eleverna har förstått principen lika-löser-lika. Eleverna svarade enskilt samt i grupp om vad som fanns i de två skikten i utsaltningsförsöket (figur 6, rör 3).

Andelen elevgrupper som drog rätt slutsats i gruppdiskussionen om de olika skikten i utsaltningsexperimentet var 43 % (figur 7, A). Inga förbättringar kunde utläsas när de enskilda svaren jämfördes med gruppsvaren. Några elever till och med ändrade sina enskilda korrekta svar till felaktiga efter diskussionen. Grupparbete visade sig inte vara en arbetsform som gynnande elevernas kunskaper om lika-löser-lika regeln gällande utsaltningen.

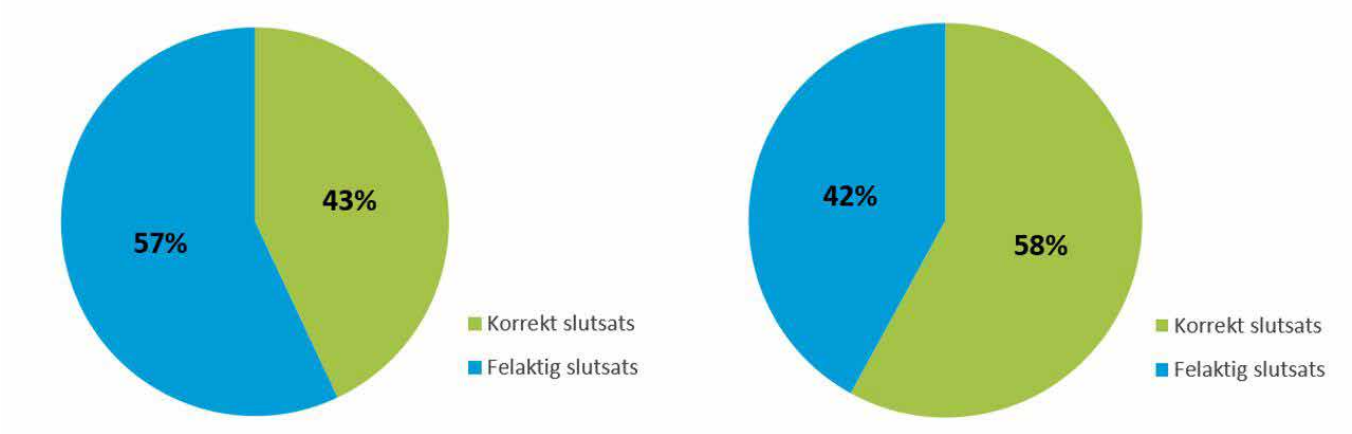
Elevgrupperna genomförde ett experiment där lösligheten av kakao i vatten, mjölk, grädde respek-

Figur 6. Utsaltning av alkohol. Rör 1: vatten och grön karamellfärg. Rör 2: en blandning av vatten, isopropanol och karamellfärg. Rör 3: övre skiktet består isopropanol och karamellfärg, det undre består av saltvatten.

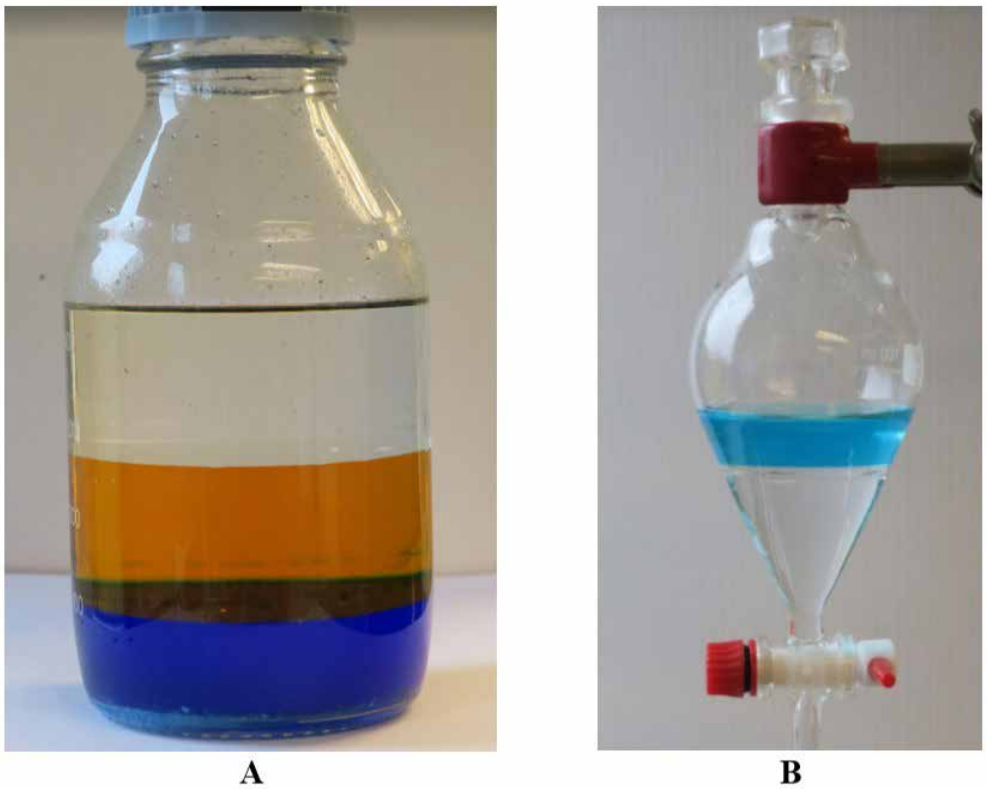


Rör 1 Rör 2 Rör 3

Figur 7. Andel elevgrupper som drar korrekt slutsats efter gruppdiskussion om demonstrationsexperimentet (A) respektive kakaoexperimentet (B).



Figur 8. A) flaskan med ett äkta trefassystem bestående av fotogen överst, isopropanol med gult färgämne i mitten samt vatten mättat med kopparsulfat underst. B) en separertratt med vatten och löst kopparsulfat överst och diklormetan (DCM) underst.



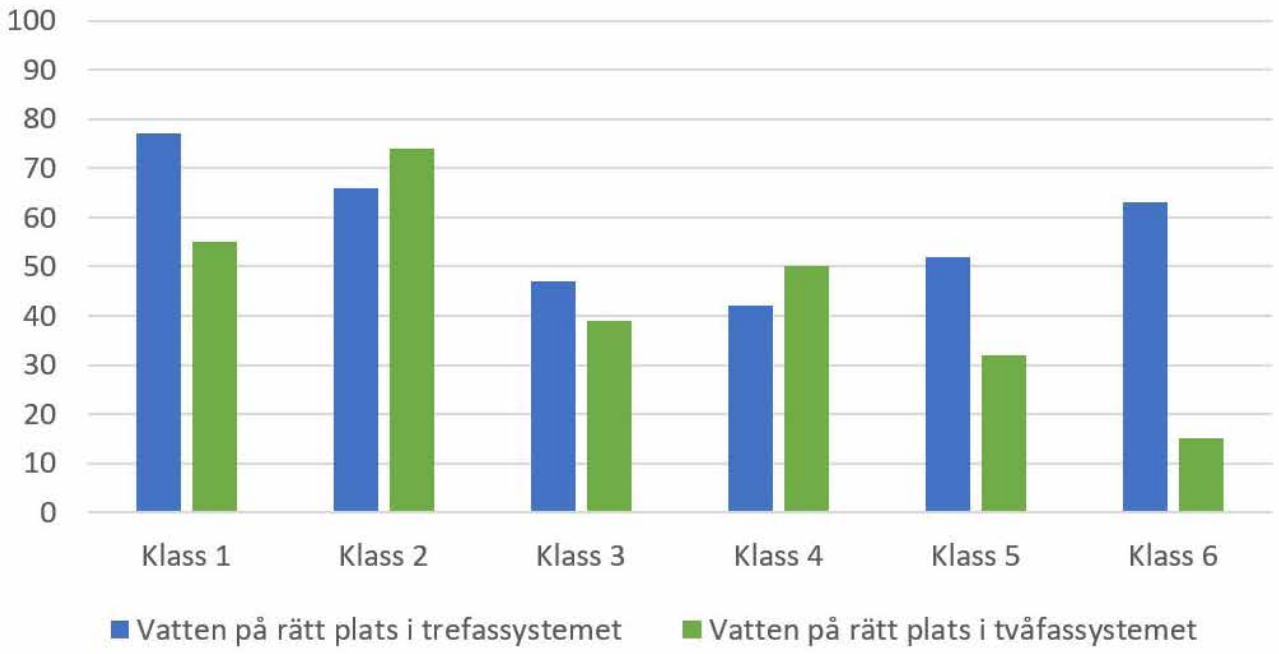
tive olja undersöktes och diskuterades. Andelen som drog korrekt slutsats om att kakao är lösligt i olja för att ”molekylerna liknar varandra” var 58% (figur 7, B). Jämförelsen visar att förståelsen ökade för lika-löser-lika i kakaoexperimentet. Detta skulle kunna förklaras med att eleverna fick använda hushållskemikalier i kakaoförsöket.

RESULTAT FRÅN STUDIE III OM BINDNINGAR I MAGISKA VÄTSKOR

DEN TREDJE STUDIEN handlade om att försöka få eleverna att förstå att vatten inte alltid har högst densitet, utan kan flyta på andra vätskor likt olja flyter på vatten. I den här studien ingick två demonstrationsexperiment, ett med ett trefassystem (figur 8, A) och ett med ett tvåfassystem (figur 8, B). Eleverna skulle besvara vilken fas som innehöll vatten i trefassystemet respektive tvåfassystemet.

Eleverna visade sig ha svårt att placera vatten på rätt plats i trefassystemet (figur 9). Trefassystemet bytes till ett tvåfassystem för att förtydliga vattnets position i förhållande till de övriga vätskorna. För att undvika att ge svaret användes ett tvåfassystem där vatten hamnar i det övre skiktet, något eleverna inte har sett tidigare. Dock blev resultatet ej det förväntade, det blev till och med svårare för eleverna att placera vatten i rätt skikt (figur 9).

Figur 9. Andel elever som placerar vatten på rätt plats i trefassystemet respektive tvåfassystemet.



SLUTSATS

STUDIERNA HAR VISAT att ämnesområdet kemisk bindning är komplicerat, framförallt vad det gäller intermolekylära bindningar. Syftet med den här studien var att eleverna skulle få en djupare förståelse genom demonstrationer, laborationer och gruppdiskussioner. Resultatet visade dock att så inte alltid var fallet utan läraren behöver vara medveten om de vanligaste missuppfattningarna på området när lektionerna planeras. Intermolekylära bindningar innehåller många nya begrepp och behöver hanteras varsamt och enligt de små stegens princip, dvs. lite i taget. Gruppdiskussioner skulle kunna lämpa sig som arbetsform om uppgiften är nära elevernas begreppsförmåga, som till exempel kakaos löslighet. I andra fall bidrar inte gruppdiskussioner till fördjupad förståelse. Att vatten kan flyta på en annan vätska likt olja flyter på vatten, var svårt för eleverna att förstå även om experiment användes. Genom att fokusera mer på de svåra momenten i lektionsplaneringen kommer förhoppningsvis eleverna att nå en djupare förståelse för intermolekylära bindningar. Detta kan komma att studeras i framtiden.

REFERENSLISTA

- Bergqvist, A. (2017). *Teaching and learning of chemical bonding models – Aspects of textbooks, students´ understanding and teachers´ professional knowledge*. Diss. Karlstad: Karlstads universitet. URN: urn:nbn:se:kau:diva-48502

- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76, ss. 548–554.

- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisting Learning*, 7, ss. 75–83.

- Johnstone, A. H. (2010). You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, 87(1), ss. 22–29.

- Levy Nahum, T., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., & Kronik, L. (2008). A new "bottom-up" framework for teaching chemical bonding. *Journal of Chemical Education*, 85(12), 1680–1685.

- Lgr11 (2011). *Läroplan för grundskolan: reviderad 2019*. Stockholm: Skolverket. https://www.skolverket.se/undervisning/grundskolan/laroplan-och-kursplaner-for-grundskolan/laroplan-lgr11-for-grundskolan-samt-for-forskoleklassen-och-fritidshemmet?url=1530314731%2Fcompulsorycw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DGRGRKEM01%26tos%3Dgr&sv.url=12.5dfee44715d35a5cdfa219f [2020-11-26]

- Lgy11 (2011). Ämne – Kemi [Ämnesplan]. *Läroplanen för gymnasieskolan*. Stockholm: Skolverket. https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/gymnasieprogrammen/amne?url=1530314731%2Fsyllabuscw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DKEM%26tos%3Dgy&sv.url=12.5dfee44715d35a5cdfa92a3 [2020-11-26]

- Munthe, E., Helgevold, N. & Bjuland, R. (2015). *Lesson study – Kollegial Professionsutveckling*. Stockholm: Natur & Kultur.

- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3), ss. 191–196.

- *Nationalencyklopedin* (u.å.a). Naturvetenskap. Tillgänglig: Nationalencyklopedin. [2020-07-05]

- *Nationalencyklopedin* (u.å.b). Svante Arrhenius. Tillgänglig: Nationalencyklopedin. [2020-07-10]

- Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding misconceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), ss. 707–730.

- Sirhan G. (2007). Learning difficulties in chemistry: An overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), ss. 2–20.

- Sjöberg, S. (2009). *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik*. 3 uppl., Lund: Studentlitteratur.

BILAGOR

BILAGA 1: LEKTIONSPLANERINGAR

STUDIE I. KEMISKA BINDNINGAR I KRISTALLER

Lektion 1 (80 min)

1. Förförståelse, frågor om kristaller och kemisk bindning.
2. Starta odlingen av snabbkristaller av urea.
3. Power-point om kristallstrukturer, modeller av kristaller och kemisk bindning.
4. Observera vad som hänt med urea-kristallerna under lektionen.
5. Starta odlingen av alunkristallerna på förberedda skedar.
6. Starta odlingen av ammoniumdivätekristallerna på stenar.

Lektion 2 (80 min)

1. Observera kristallerna.
2. Muntlig klassdiskussion om vad som hände när urea kristalliserade.
3. Visa kristallutställning (till exempel ametist, bergskristall, pyrit, gips).
4. Eftertest, frågor om kristaller och kemisk bindning.

STUDIE II. INTERMOLEKYLÄRA BINDNINGAR

Lektion (80 min)

1. Demonstrationsexperiment utsaltning av alkohol.
2. Frågor om kemisk bindning och vad som finns i de olika faserna.
3. Samma frågor diskuteras i grupp och en gemensam lösning lämnas in.
4. Grupplaboration om kakaos löslighet i olika vätskor.
5. Lämna in en gemensam redogörelse för kakaoexperimentet.
6. Eftertest, frågor om vilka vätskorna är i ett äkta trefassystem som demonstreras.

STUDIE III. MAGISKA VÄTSKOR

Lektion (20 min)

1. Demonstration av blandandet av två vätskor med olika löslighet och densitet, ett annorlunda tvåfassystem.
2. Eftertest, frågor om vilka vätskor som finns i de olika faserna.

BILAGA 2: RECEPT FÖR TILLVERKNING AV KRISTALLER

A. UREAKRISTALLER

Urea, eller karbamid, bildar snabbväxande kristaller som kan detekteras inom ca 20 min. Urea är ett ofarligt ämne som finns naturligt i vår urin.

Material: 1 plastmugg, 1 bomullsrondell, 2 msk urea, 2 krm polyvinylalkohol, 5 droppar diskmedel, 3 tsk kokhett vatten, pappersark gärna svart, lupp eller förstoringsglas

Riskbedömning: Var försiktig med det kokande vattnet, risk för brännskada.

Utförande

1. Blanda 2 matskedar urea med 2 krm polyvinylalkohol, se till att finfördela om det finns klumpar.
2. Droppa i 5 droppar diskmedel

3. Tillsätt en tsk kokhett vatten
4. Rör om ordentligt.
5. Tillsätt de två återstående teskedarna hett vatten och rör tills så mycket urea som möjligt har löst upp sig. Det bildas ett skum på ytan.
6. Lägg bomullsrondellen på ett det svarta pappersarket. Överför ungefär en tesked av lösningen till mitten av bomullsrondellen, var försiktig så att ingen olöst urea följer med.
7. Iaktta och dokumentera vad som händer efter ungefär 15, 30 och 45 min. Observera när ureakristallerna bildas. Använd gärna lupp eller filma med time-laps för att följa kristallbildningen.

B. KRISTALLER AV AMMONIUM-DIVÄTEFOSFAT (NH4H2PO4)

Ammoniumdivätefosfat är en jonförening som man kan använda om man vill odla kristaller hemma eftersom saltet är ofarligt. Ammoniumdivätefosfat används som konstgödsel, i djurfoder och även i vissa pulversläckare. Saltet bildar jonkristaller som är uppbyggda av kvadratiska prismor.

Material: Bägare eller glasburk, sked, ammoniumdivätefosfat, vattenkokare, våg, sten (ej kalksten)

Riskbedömning: Ammoniumdivätefosfat kan irritera slemhinnor och du kan bränna dig på vattnet.

Utförande

1. Koka upp vatten i vattenkokaren.
2. Väg upp 50 gram ammoniumdivätefosfat.
3. Mät upp 1 dl kokhett vatten (eller väg upp 100 g vatten) och häll över det i bägaren.
4. Häll ner saltet i vattnet och rör runt tills allt salt har löst sig.
5. Lägg i en sten i bägaren som kristallerna kan växa på.
6. Efter en timme, strö några korn av ammoniumdivätefosfat över stenen.
7. Låt lösningen svalna. Om du vill ha stora kristaller så ska lösningen svalna långsamt från kokhet till rumstemperatur.
8. Låt bägaren stå orörd i ett dygn på en plats där temperaturen inte varierar.
9. Om du fått många små kristaller så kan du rensa bort de små och välja ut en större som du lägger tillbaka i saltlösningen.

C. ALUNKRISTALLER

I det här experimentet odlas kristaller av alun på en sked för att visa hur kristallerna växer i geoder naturligt. Skeden behöver förberedas dagen innan. Alun eller aluminiumkaliumsulfat har E522 och återfinns på livsmedelshyllan.

Material: Skollim, plastsked, pensel, skyddspapper, alunpulver, kokhett vatten, djup, vid tallrik

Riskbedömning: Hett vatten kan ge brännskador. Alunpulver irriterar ögon, slemhinnor och hud vid direktkontakt. Pulver och koncentrerad lösning kan vara farligt vid förtäring. Eventuella rester av lösningen kan hällas ut i vasken.

Utförande: preparera skeden

1. Lägg skeden på ett skyddspapper
2. Pensla lim på skeden.
3. Pudra rikligt med alunpulver på skeden.
4. Vänd skeden för att få bort överflödig alun.

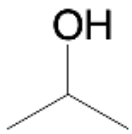
Alunlösning

1. Mät upp 4 dl kokhett vatten i en bägare eller i en glasburk.
2. Rör ner 1,5 dl alunpulver.
3. Rör så att all alun löser sig.
4. Om inte all alun löser sig, värm gärna igen i mikrovågsugnen och rör igen.
5. Låt lösningen svalna.

Odla kristaller

1. Häll över den mättade lösningen i en ren, djup tallrik. Se till att ingen olöst alun följer med (det är viktigt annars kommer kristallerna att växa på botten av tallriken istället för på skeden).
2. Placera den preparerade skedens blad i tallriken.
3. Låt stå 12–15 timmar.
4. Titta på de vackra kristallerna. Titta gärna fler gånger med lite tid emellan, men rör inte skeden.

BILAGA 3: RECEPT FÖR UTSALTNINGSFÖRSÖK – ”LIKA LÖSER LIKA”



Isopropanol

eller 2-propanol

Vatten liksom isopropanol är polära föreningar som löser sig i varandra. Efter tillsats av ammoniumsulfat blir resultatet ett helt annat. Försöket fungerar med andra salter, men utsaltningseffekten är bäst med ett lättlösligt salt med hög laddning.

Material: isopropanol (2-propanol), ammoniumsulfat ($(NH_4)_2SO_4$), vatten, provrör, karamellfärg

Risker vid experimentet: Isopropanol är brännbart. Använd skyddsglasögon och personlig skyddsutrustning

Utförande

1. Häll 10 cm3 vatten (färgat med karamellfärg) i ett provrör.
2. Tillsätt 5 cm3 isopropanol (2-propanol). Sätt i en propp, skaka! Tror du att vätskorna löser sig i varandra? Vilket blev resultatet?
3. Tillsätt 3,5 g ammoniumsulfat. Skaka kraftigt i 5–10 sek. Vad händer? Varför?
4. Tillsätt ytterligare 10 cm3 vatten. Skaka. Vad händer? Varför?

Idén kommer från Journal of Chemical Education Vol. 87 No 12 December 2010, p. 1332 – 1335.

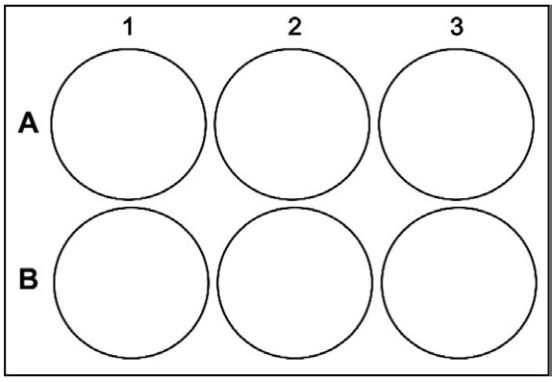
BILAGA 4: KAKAOS LÖSLIGHET – ELEVINSTRUKTION

Syfte: Att testa lösligheten av kakao i olika vätskor.

Du behöver följande materiel: 6-hålsplatta, kakao, kryddmått, 4 st. tandpetare, 4 pipetter med vatten, matolja, grädde respektive mellanmjölk.

Utförande

1. Töm pipetternas innehåll i respektive brunn enligt följande schema:
   A1: Pipett 1 = vatten
   A2: Pipett 2 = mellanmjölk
   A3: Pipett 3 = grädde
   B1: Pipett 4 = matolja
2. Skaka plattan försiktigt så att vätskan sprider ut sig i hela brunnen
3. Tillsätt ett halvt kryddmått kakao i vardera brunn
4. Rör runt ordentligt med en tandpetare i varje brunn
5. Observera hur lösningarna ser ut, skriv ner gruppens iakttagelser i labbprotokollet.
6. Svara på frågorna och lämna in gruppens redogörelse
7. Städa genom att:
   - lägga den använda plattan och kryddmåttet i diskhinken
   - lägga tillbaka kakaon (OBS! stäng locket ordentligt) i plastpåsen
   - slänga pipetterna och tandpetarna i papperskorgen



SKOLPORTEN