



UPPSALA
UNIVERSITET

Rapport IBG-LP 07-003

Beräkningar i kemi

Vilken roll spelar de på gymnasienivå?

Jenny Olander

Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet
Läroprogrammet 60 poäng
Lärarexamensarbete 10 p, vt 2007
Handledare: Mikael Winberg
Examinator: Jonas Almqvist

Sammanfattning

Studien gick ut på att undersöka om det finns något samband mellan gymnasieelevers förmåga att lösa kemiska uppgifter och deras matematikkunskaper. Undersökningen genomfördes i form av en enkät med frågor i anknytning till det kemiska området syror och baser. Enkäten inleddes med frågor om (1) matematik, (2) kemi och (3) kemi med enkla beräkningar och avslutades med (4, 5) två mer omfattande kemiuppgifter. Utöver dessa frågor ombads eleverna att uppskatta sin kemiska respektive matematiska förmåga på skalan 1 (inte så god) till 5 (god), samt sannolikheten för att de i framtiden skulle ha nytta av kemi på skalan 1 (antagligen inte) till 5 (alldeles säkert). I undersökningen deltog sammanlagt 68 elever från två olika gymnasieskolor i Stockholm.

Var och en av elevgrupperna, som ingick i studien, hade en hög andel rätt svar på matematikuppgifterna (64-87 %), något lägre andel rätt svar på kemiuppgifterna (36-61 %) och lägst andel rätt på kemiuppgifterna som inbegrep enkla beräkningar (23-53 %). Detta skulle kunna förklaras med att enkätens matematikuppgifter verkligen var enklare än kemiuppgifterna men resultatet stärks av att varje elevgrupp i genomsnitt uppfattade sin matematiska förmåga som högre (3,7) än sin kemiska förmåga (3,1).

Endast fem av de 68 eleverna lyckades lösa det mer omfattande problemet (4), trots att 72 % av dem ansåg att de hade arbetat med liknade uppgifter i kemin. Detta kan bero på att eleverna enbart hade löst den typen av uppgifter mekaniskt och därför glömt bort dem direkt när de hade slutat arbeta med dem. Enligt teorin för kognitiv belastning (CLT) behöver eleverna bygga upp scheman i långtidsminnet för att komma ihåg procedurer, men detta kräver att undervisningen utformas så att eleverna kan åstadkomma detta. Motivationen kan också vara ett betydande problem, eftersom eleverna uppskattade sannolikheten för att de skulle ha nytta av kemin i framtiden till 2,4.

Om vi antar att enkäten fyllde sitt syfte så visar resultaten att försökseleverna inte hade svårt för beräkningarna i sig (d.v.s. logaritmer), men för kemiuppgifterna (om syror och baser), speciellt innefattande både beräkningar och kemi. Detta kan bero på att dessa kemiuppgifter omfattade så många olika begrepp att elevernas arbetsminne överbelastades. En annan möjlig förklaring är att de huvudsakliga svårigheterna i mer omfattande kemiuppgifter inte alls utgörs av beräkningarna utan av de kemiska procedurerna.

Nyckelord: Kemididaktik, CLT, syror och baser, logaritmer, gymnasieelever

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	4
1.1 Bakgrund.....	5
1.1.1 Cognitive Load Theory (CLT).....	5
1.1.2 Tidigare forskning.....	6
1.2 Syfte.....	7
2 Metod.....	8
2.1 Urval.....	8
2.2 Datainsamlingsmetod.....	8
2.2.1 Bakgrundsinformation.....	9
2.2.2 Enkätfrågor.....	9
2.2.3 Skattning av svårighetsgrad.....	9
2.3 Procedur.....	10
2.4 Databehandlingsmetoder.....	10
3 Resultat.....	11
3.1 Matematiska begrepp.....	11
3.1.1 Enkätfrågor.....	11
3.1.2 Resultat.....	12
3.2 Kemiska begrepp.....	12
3.2.1 Enkätfrågor.....	12
3.2.2 Resultat.....	13
3.3 Kemi med enkla beräkningar.....	13
3.3.1 Enkätfrågor.....	13
3.3.2 Resultat.....	14
3.4 Kemiska problem.....	14
3.4.1 Enkätfrågor.....	14
3.4.2 Resultat.....	15
4 Diskussion.....	16
4.1 Sammanfattning av resultaten.....	16
4.2 Tolkning och jämförelser med tidigare forskning.....	16
4.3 Tillförlitlighet.....	17
4.4 Förslag till fortsatt forskning och praktiska konsekvenser.....	18
5 Litteraturförteckning.....	20
6 Bilagor.....	21
1. Enkät.....	21

1. Inledning

Mer eller mindre avancerade beräkningar används flitigt inom kemi. För den som är förtrogen med kemiämnet underlättar de matematiska verktygen problemlösandet. Många lärare som undervisar i kemi på gymnasiet och universitet¹ anser dock att deras elever och studenter ofta har svårt att klara av beräkningarna i mer omfattande kemiuppgifter. Om eleven har svårt att förstå själva matematiken är det givetvis omöjligt för henne att använda den i kombination med kemi. Det händer ofta att också elever som är duktiga på matematik (exempelvis civilingenjörstudenter på universitetet) fastnar på beräkningarna i kemiuppgifterna.

Därför är det angeläget att undersöka om det matematiska inslaget i kemiundervisningen försvårar lärandet i kemi. Om så är fallet bör vi öka förståelsen för vilka typer av beräkningar som ställer till problem för eleverna, samt om det är själva matematiken, kemin eller kombinationen av de två ämnena som utgör största svårigheten.

Ofta går det att skala bort beräkningarna från kemin utan att samtidigt bli av med nödvändig information men i vissa moment är grundläggande matematikkunskaper en förutsättning för kemin. Man bör exempelvis kunna använda potenser i stökiometri och logaritmer i syror och baser, samt behärska ekvationslösning i kemisk jämvikt. Momentet syror och baser i Kemi A är tydligt relaterat till logaritmer och därför genomfördes denna studie inom detta område.

I kursmålen för Kemi A står det att eleven skall

ha kunskap om pH-begreppet, neutralisation, starka och svaga syror och baser samt kunna diskutera jämvikter i samband med t.ex. buffertverkan och kunna relatera dessa kunskaper till bland annat miljöfrågor.

Ett av kriterierna för betyget väl godkänd i Kemi A berör också beräkningarna, nämligen:

Eleven bearbetar och utvärderar erhållna resultat utifrån teorier och ställda hypoteser och hanterar enkla beräkningar med säkerhet.

I kursmålen för Matematik C står det att eleven skall

kunna formulera, analysera och lösa matematiska problem av betydelse för tillämpningar och vald studieinriktning med fördjupad kunskap om sådana begrepp och metoder som ingår i tidigare kurser
kunna tolka och använda logaritmer och potenser med reella exponenter samt kunna tillämpa dessa vid problemlösning.

(Utbildningsdepartementet, 1992)

Kursplanen ställer alltså krav på att eleverna skall kunna använda vad de lärt sig i matematik vid problemlösning i andra ämnen. För att kunna diskutera buffertjämvikter, som ingår i Kemi A, behöver man exempelvis kunna räkna med logaritmer och potenser, som ingår i Matematik C. Om detta kan räknas som enkla beräkningar beror på hur väl förtrogna eleverna är med den typen av matematik.

¹ Författaren och hennes före detta lärarkollegor på Danderyds gymnasium, Kunskapsgymnasiet Globen, JENSEN gymnasium Norra och Uppsala Universitet.

1.1 Bakgrund

1.1.1 Cognitive Load Theory (CLT)

Många forskare inom kemididaktik har funderat kring hur beräkningar bör användas inom grundläggande kemiundervisning. Innan vi går in på det ska vi bekanta oss med Cognitive Load Theory (CLT), vilket på svenska blir Teorin om kognitiv belastning. Den intresserade läsaren hänvisas vidare till en artikel av Sweller, van Merriënboer & Paas (1998), på vilken nedanstående presentation är baserad.

CLT går ut på att läraren hjälper sina elever att utnyttja sitt intellekt på ett så effektivt sätt som möjligt. Teorin bygger på att vårt arbetsminne (korttidsminne) kan bearbeta (jämföra, organisera mm) enbart ett fåtal saker åt gången. Det går däremot att ha betydligt fler saker i arbetsminnet om man inte bearbetar dem, eftersom själva bearbetningen kräver utrymme. Trots att vårt arbetsminne är begränsat kan vi lära oss nästan hur mycket som helst. Detta beror på att vårt omedvetna långtidsminne är obegränsat. Allt som vi lär oss kan överföras till långtidsminnet och enligt CLT förvaras det där i s.k. scheman, vilka kan användas mer eller mindre automatiskt. En kemist använder exempelvis olika scheman för att avläsa informationen som ges i en reaktionsformel. Dessa inbegriper scheman för betydelsen av kemiska beteckningar, formelskrivning och molförhållanden.

Schemakonstruktion har två uppgifter; lagring och organisation av information i långtidsminnet och minskning av belastningen på arbetsminnet. Kunskap om samspelet mellan informationsmetoder och konstruktionen av mentala kognitiva scheman kan enligt CLT användas för att bedriva effektiv undervisning. Eftersom dessa scheman konstrueras i arbetsminnet, så är det viktigt att utnyttja dess kapacitet på bästa sätt. Den kognitiva belastningen av arbetsminnet delas inom CLT upp i följande kategorier:

(i) Inre kognitiv belastning (Intrinsic Cognitive Load, ICL), vilken är den belastning på arbetsminnet som krävs för att man skall kunna förstå ett visst material. ICL uppstår i interaktionen mellan elevens egenskaper (t.ex. förkunskaper) och uppgiftens karaktär (t.ex. hur mycket information som måste behandlas samtidigt för att man ska kunna lösa uppgiften). Att lära sig namnen på kemiska element innebär exempelvis oftast låg ICL, till skillnad från att lära sig skillnaden mellan olika typer av kemisk bindning vilket förutsätter att man kombinerar olika kunskaper.

(ii) Överflödig kognitiv belastning (Extraneous Cognitive Load, ECL) kallas sådant som belastar arbetsminnet utan att medverka till konstruktionen av relevanta kognitiva scheman. Det kan exempelvis handla om att elever, som skall genomföra en laboration för att bättre förstå en viss teori, tvingas lägga ner alltför stor kapacitet på att försöka förstå hur de skall gå till väga rent praktiskt.

(iii) Relevant kognitiv belastning (Germane Cognitive Load, GCL) medverkar till konstruktion av relevanta scheman. Det kan exempelvis handla om att elever, som är tillräckligt familjära med de praktiska procedurerna, har arbetsminneskapacitet över för att kunna reflektera kring vad som sker och därigenom se samband med teorin.

Dessa tre typer av kognitiv belastning delar alltså på ett begränsat utrymme i arbetsminnet. I de fall då ICL är låg spelar det inte så stor roll om undervisningsmetoden medför ECL. Om däremot materialets ICL är hög så är valet av undervisningsmetod viktig för att eleven skall kunna tillgodogöra sig kunskaperna. Utgående ifrån detta har forskare inom CLT utarbetat undervisningsmetoder (Instructional Design) som fokuserar på växelverkan mellan olika delar av materialet som skall läras in, undervisningsmetoder och inlärningsaktiviteter.

Det är en svår uppgift att mäta kognitiv belastning, eftersom den inbegriper såväl prestation och mental belastning som mental ansträngning. En elev kan klara av två uppgifter, vilka orsakar olika hög mental belastning, lika bra om hon anstränger sig hårdare på den svårare uppgiften. Denna typ av skillnad syns inte om man enbart undersöker elevernas prestationer. Paas et al. (2003) föreslår ”mental effort” (faktiskt nedlagd ansträngning) som ett bättre mått än kognitiv belastning, eftersom det innefattar både uppgiftens komplexitet i förhållande till elevens förkunskaper och dennes motivation att engagera sig i uppgiften.

1.1.2 Tidigare forskning

Problemlösning som inbegriper beräkningar återfinns i en mängd olika områden i kemi. När det gäller beräkningar och förståelse för gaslagarna skriver Lin och Cheng (2000) att

...an assessment of students' conceptual understanding is important. Unfortunately, most assessments of gas laws conducted by chemistry teachers are algorithmic and emphasize mathematical calculations. This is true not only for classroom practises, but also in many chemistry textbooks.

Studien, som genomfördes i Taiwan, visar på stora missförstånd beträffande gasers egenskaper, både bland gymnasieelever och bland deras lärare. Författarna menar detta beror på att undervisningen är alltför koncentrerad på beräkningarna. De menar att lärarna måste fokusera på att eleverna skall uppnå en kvalitativ förståelse av ett begrepp innan det behandlas kvantitativt. Den kvantitativa behandlingen innebär att beräkningsmoment introduceras i arbetsminnet och utnyttjar den plats som hade kunnat användas för att bearbeta de nyligen införda begreppen. CLT talar om att alltför hög kognitiv belastning förhindrar schemakonstruktion och därmed inläring. I praktiken tvingas lärare ofta att välja mellan att fokusera på antingen begreppsinnläring eller beräkningsuppgifter, eftersom mycket måste hinnas med på kort tid. Då är det kanske bearbetningen av begreppen som får stryka på foten, eftersom det är svårare att kontrollera begreppskunskap än räknefärdigheter.

Detta uttalande kan illustreras av två olika uppgifter från enkäten, som den här studien bygger på; Den rena kemifrågan 2(b), ”Vad händer när kalksten löser sig i vatten?”, och kemifrågan med beräkning 3(b), ”Vilken av följande lösningar har högst vätejonkoncentration; Citronsyra med $\text{pH} = 5,6$ eller fosforsyra med $\text{pH} = 1,3$? Hur många gånger högre är koncentrationen i denna lösning?”. På uppgift 3(b) är rätt svar ”fosforsyra har omkring 20 000 gånger högre vätejonkoncentration”. Uppgift 2(b) har däremot en lång rad möjliga och korrekta svar och därför är denna typ av uppgift mer krävande att rätta än en beräkningsuppgift av den typ som 3(b) tillhör.

Ytterligare ett exempel på kritik av användandet av beräkningar inom kemiundervisningen presenteras av Onwu & Randall (2006). I deras studie undersöktes elevers förståelse för hur makroskopiska förändringar hos olika ämnen kan relateras till de ingående partiklarnas egenskaper på molekylär nivå. Skillnaden mellan erfarna och oerfarna problemlösare diskuterades:

...the experienced problem solvers tend to move from the problem statement to a mental representation of the chemical situation, which then guides the rapid retrieval of the appropriate learned rules to solve a problem. On the other hand, the inexperienced learners appear to go directly from the problem statement to the learned rules, searching for the memorized algorithm or algebraic relation needed to get the answer.

Författarna frågar sig vilka steg som är nödvändiga för att hjälpa eleverna från mekaniskt lösande av (algebraiska) uppgifter till att arbeta med meningsfull kemi. De beskriver hur erfarna problemlösare skapar en mental bild av kemin i det problem de skall lösa. För att hjälpa eleverna att bli erfarna problemlösare uppmuntrar CLT-forskarna till initialt arbete med lösta uppgifter och kompletteringsuppgifter med minimala inslag av ECL och låg ICL. På så sätt får eleverna möjlighet att bygga upp grundläggande kognitiva scheman. Därefter kan de ta itu med uppgifter med successivt ökande GCL och möjliggöra uppbyggnad av alltmer avancerade scheman för problemlösning. Detta kräver en stor medvetenhet hos läraren om elevernas olika inlärningsprocesser.

För att kunna lösa en kemiuppgift som inbegriper enkla beräkningar så är två uppenbara steg i inlärningsprocessen att lära sig beräkningarna och att lära sig de kemiska begrepp som ingår i uppgiften. Vid problemlösningen behöver eleven sedan bearbeta både de kemiska och matematiska begreppen samtidigt, vilket inledningsvis kan orsaka en betydande belastning på arbetsminnet. Därför skulle det vara intressant att undersöka hur elevernas förmåga att lösa kemiska problem är relaterat till deras kunskap om de ingående matematiska och kemiska begreppen.

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete var att undersöka betydelsen av elevers matematikkunskaper vid problemlösning inom området syror och baser på gymnasiet. Undersökningen genomfördes i form av en enkät.

2. Metod

2.1 Urval

Studien genomfördes på två olika gymnasieskolor i Stockholm, bland alla elever i årskurs två på Naturvetenskapligt (NV) program. På Kunskapsgymnasiet Globen besvarade de båda NV-klasserna enkäten i en grupp, som i den här studien kallas grupp 1. På JENSEN gymnasium Norra besvarade eleverna enkäten klassvis och klasserna kallas grupp 2A respektive grupp 2B. Samtliga elever var 17-18 år vid tidpunkten för undersökningen. I Tabell 1 finns lite mer information om de olika grupperna. Urvalet skedde genom kontakter, eftersom författaren har arbetat på JENSEN gymnasium och gjort VFU på Kunskapsgymnasiet.

Gymnasieläroplanen Kemi A läses på en till tre terminer under det första och/eller andra året på NV-programmet. Alla klasser som deltog i studien intensivläste Kemi A under en termin, grupp 2A under VT07 och 2B under HT06. Samma uppdelning fanns bland eleverna i grupp 1, men den går inte att utläsa ur studiens resultat, eftersom eleverna besvarade enkäten i samlad trupp. Alla de fyra försöksklasserna läste Matematik C under HT06.

Tabell 1. Tabell över de olika elevgrupperna som deltog i enkätundersökningen. Alla elever från Kunskapsgymnasiet Globen kallas för grupp 1, medan eleverna från JENSEN gymnasium Norra behandlas klassvis i grupp 2A och grupp 2B. I tabellen finns angivet vilket program eleverna går, intagningspoäng när de började gymnasiet, tidpunkt då de läste Ma C och Ke A, samt klasstorlek och antal svarande på enkäten.

	<i>Grupp 1</i>	<i>Grupp 2A</i>	<i>Grupp 2B</i>
Skola	Kunskapsgymnasiet Globen	JENSEN gymnasium Norra	JENSEN gymnasium Norra
Program	NV-programmet	NV-programmet	NV-programmet
Årskurs	2	2	2
Ma C	HT06	HT06	HT06
Ke A	HT06 alt. VT07	VT07	HT06
Klasstorlek	20 + 20	30	30
Antal enkätsvar	28	20	20

2.2 Datainsamlingsmetoder

En kvantitativ enkätstudie användes för att undersöka vilka samband som finns mellan gymnasieelevers färdigheter i matematik och deras förmåga att lösa kemiuppgifter. Enkäten finns i sin helhet som Bilaga 1.

2.2.1 Bakgrundsinformation

I kontaktinformationen efterfrågades försökspersonernas ålder, samt senast lästa kurs i kemi och matematik. Dessutom ombads eleverna att uppskatta sin kemiska respektive matematiska förmåga på en fyrgradig skala från 1 ”inte så god” till 5 ”god”. På en likadan skala ombads de

kryssa i om de trodde att de i framtiden skulle ha nytta av sina kemikunskaper. I detta fall gick skalan från 1 ”antagligen inte” till 5 ”alldeles säkert”.

2.2.2 Enkätfrågor

Själva enkäten bestod av tre sidor och innehöll:

- (1) en uppgift om logaritmer/potenser,
- (2) en uppgift utan beräkningar på momentet ”syror och baser”,
- (3) en uppgift med enkla kemiberäkningar inom momentet,
- (4) ett problem som eleverna uppmuntrades att lösa på egen hand och
- (5) ett löst problem som inbegrep beräkningar från området syror och baser.

De två sista uppgifterna (4-5) är exempel på problem av den typ som är vanliga i kemiböcker genom att de är lite mer omfattande. För att lösa problemen behövs kunskap om kemiska begrepp, enkla beräkningar med logaritmer och potenser, samt procedurer för problemlösning. De först tre uppgifterna (1-3) konstruerades så att de skulle inbegripa samma svårigheter som uppg. 4-5, m.a.p. (1) matematik, (2) kemi respektive (3) kemi med matematik, men utan själva problemlösningssproceduren. Tanken var att resultaten från de första tre uppgifterna skulle ge en bild av elevernas kunskaper om de begrepp som ingår i mer omfattande problem.

Enligt en studie av Johnstone & Ambusami (2000) förändras resultat från prov med fasta svarsalternativ om svarsalternativen kastas om. Detta beror bland annat på att proven inte alltid mäter elevernas kunskap. Vissa elever som inte kan ämnet väljer rätt svarsalternativ av ren tur medan elever som kan ämnet komplicerar frågorna och därför svarar fel. Johnstone & Ambusami frågar sig därför vilken information man egentligen får ut från sådana prov. För att undvika att eleverna skulle svara rätt eller fel av ren tur eller otur har de flesta uppgifterna i den aktuella enkäten konstruerats utan svarsalternativ.

2.2.3 Skattning av svårighetsgrad

Utöver begrepp och problemlösning, ombads eleverna även svara på hur svåra uppgifterna upplevs m.a.p. kemisk procedur, matematisk procedurer och verklighetsanknytning.

För att mäta mental ansträngning används generellt tre olika kategorier av metoder; de som är baserade på (i) hur försökspersonen upplever ansträngningen, (ii) mätbara fysiologiska förändringar och (iii) vilka resultat försökspersonen uppnår. Baserat på jämförelser mellan de två första kategorierna har Paas, van Merrienboer & Adam (1994) visat att metoder med subjektiv bedömning m.h.a. graderade skalor lämpar sig bäst för forskning inom CLT i autentiska lärandesituationer. De rekommenderar en skala från ”1” som motsvarar extremt låg mental ansträngning till ”9”, vilket motsvarar extremt hög mental ansträngning.

För att använda en sådan skala måste eleverna först ha klart för sig vad mental ansträngning innebär. I en mindre valideringsstudie visade det sig att eleverna behövde mer ingående förklaring av detta än den skriftliga information som tillhandahölls i enkäten. De förstod inte vad som efterfrågades. Eftersom det inte fanns möjlighet att introducera studien i alla försöksgrupper valde författaren att försöka med en annan skattningsskala. Försökspersonerna tillfrågades hur de uppskattade uppgifterna på en skala från extremt lätt till extremt svår. Som vi skall se i resultatdelen, visade sig inte heller denna strategi vara framgångsrik.

2.3 Procedur

Inledningsvis genomfördes en liten valideringsstudie. Sex elever från åk 3 på Kunskapsgymnasiet Globen fick svara på enkäten innan den delades ut till försöksklasserna. Eftersom de endast lyckades svara rätt på ett fåtal av uppgifterna i den ursprungliga enkäten, byttes flera av frågorna ut mot andra, som var mindre komplicerade. Eftersom de inte förstod skalan för skattning av mental ansträngning i uppgifterna 4-5, byttes den ut mot en skala för uppskattning av svårighet, vilket står beskrivet i avsnitt 2.2.3.

Undersökningen genomfördes under vecka 17, i april 2007. Eleverna fick ingen morot eller piska för att svara på enkäten, men de flesta verkade åta sig uppgiften seriöst. Eleverna fick 30 minuter på sig att fylla i enkäten och den genomfördes under provliknande omständigheter, även om det inte rådde sträng ordning i klassrummet. På Kunskapsgymnasiet Globen svarade 28 av totalt 40 elever i NV-klasserna på enkäten i samlad grupp. Dessa elever utgör grupp 1. På JENSEN gymnasium Norra svarade 40 av totalt 60 elever i NV-klasserna på enkäten klassvis. Den klass som läste Kemi A VT07 utgör grupp 2A och den klass som läste Kemi A HT06 utgör grupp 2B. Huvudorsaken till att alla elever i klasserna inte genomförde undersökningen är att de inte var närvarande i klassrummet, men det var också ett fåtal elever som valde att inte fylla i enkäten.

2.4 Databehandlingsmetoder

För enkelhets skull bedömdes enkätsvaren med rätt eller fel. Positiv bedömning tillämpades, vilket innebär att eleverna fick rätt om svaret vägde mellan rätt och fel. I de fall då eleverna svarade med både reaktionsformel och annan motivering var dessa ibland motstridiga. I sådana fall har svaret bedömts efter motiveringen i den löpande texten, eftersom författaren tror att den tydligast avspeglar vad eleven tänker.

Svaren på uppgift 1, 2 och 3 sammanfattas först i ett översiktligt diagram och presenteras därefter detaljerat i varsin tabell. I resultatsammanställningarna räknades en poäng för varje korrekt besvarad uppgift. Procentsatsen för andelen korrekta svar räknades ut genom att dela antal rätta svar i varje elevgrupp med antalet elever i gruppen. Den summerade procentsatsen för uppgifterna 1(a-c) räknades ut genom att addera antalet korrekta svar på alla tre deluppgifterna och sedan dela med tre gånger antalet elever i elevgruppen. Procentsatsen för uppgifterna 2(a-d) och 3(a-c) räknades ut på motsvarande sätt.

Andelen rätt svar på uppgifterna 4 och 5 diskuteras i löpande text, eftersom de visade sig vara så få.

När det gällde elevernas skattning av sin matematiska och kemiska förmåga, samt om de trodde sig komma ha nytta av kemi i framtiden omvandlades kryssen till närmaste heltal på skalan. Samma sak gällde för uppskattningen av svårigheter i uppgifterna fyra och fem.

3. Resultat

Resultaten av den här studien kan i princip sammanfattas i Diagram 1, vilket visar hur stor andel av eleverna som svarade rätt på de tre första frågorna i enkäten. I följande fyra avsnitt presenteras resultaten från dessa frågor var för sig, inklusive delfrågor. En kort beskrivning av resultatet från frågorna 4 och 5 avslutar resultatdelen. Varje avsnitt i denna del inleds med de frågor från enkäten som skall diskuteras.

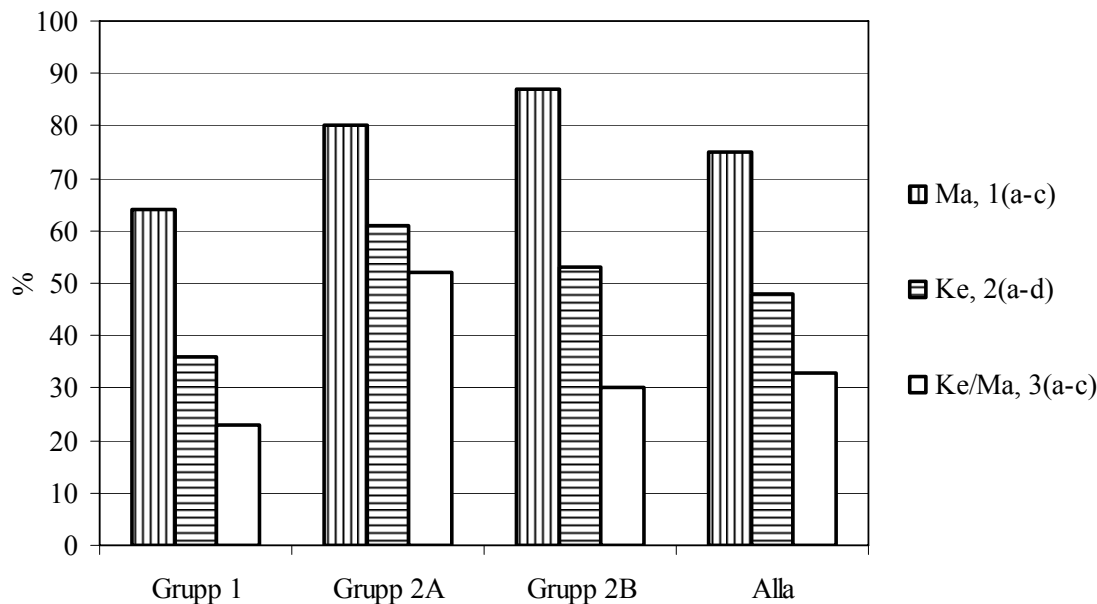


Diagram 1. Diagrammet visar hur stor andel av eleverna i de olika grupperna som svarade rätt på frågorna om matematik, kemi respektive kemi med matematik

3.1 Matematiska begrepp

3.1.1 Enkätfrågor

6. Hur skulle du beskriva din matematiska förmåga? Placera in dig själv på skalan
1 (inte så god) ----- 5 (god)

Uppgift 1 Logaritmer

- (a) Vad blir $0,01/100$?
- (b) Vad är logaritmen för 10 000?
- (c) Vilket av följande tal är det bästa närmevärdet till $\lg 80$?
- (A) 0,8 (B) 0,9 (C) 1,9 (D) 2,9 (E) 8,0 (F) 800

3.1.2 Resultat

Tabell 2 visar medelvärdet av hur eleverna uppskattade sin matematiska förmåga, samt hur stor andel av eleverna som svarade rätt på uppgifterna 1(a-c). Frågorna var enkla och svaren var lätta att bedöma, eftersom de antingen var rätt eller fel. Alla elever svarade på uppgifterna 1(a-c).

Tabell 2. Medelvärdet för hur eleverna uppskattade sin matematiska förmåga, samt andelen elever som gav godtagbara svar på matematikuppgifterna. Den matematiska förmågan angavs på en skala från 1-5. Andelen rätt svar på uppgifterna 1(a-c) anges i procent samt inom parentes i antal elever.

	Grupp 1	Grupp 2A	Grupp 2B	Medel
Matematisk förmåga	3,3	3,9	3,9	3,7
Antal elever	28	20	20	68
1a	82 % (23)	80 % (16)	85 % (17)	82 % (56)
1b	50 % (14)	75 % (15)	80 % (16)	66 % (45)
1c	61 % (17)	85 % (17)	95 % (19)	78 % (53)
Summa 1(a-c)	64 % (54)	80 % (48)	87 % (52)	75 % (154)

3.2 Kemiska begrepp

3.2.1 Enkätfrågor

4. Hur skulle du beskriva din kunskap i kemi? Placera in dig själv på skalan

1 (inte så god) ----- 5 (god)

Uppgift 2 Syror och baser

- Vad händer när saltsyra (HCl) löser sig i vatten? Skriv gärna en reaktionsformel!
- Vad händer när kalksten, CaCO₃ löser sig i vatten? Skriv gärna en reaktionsformel!
- Reaktionen för när en syra reagerar med en bas kallas för neutralisation. Vad innebär det?
- Vilket är sambandet mellan pH-värdet och vätejonkoncentrationen i en lösning?

3.2.2 Resultat

Tabell 3 visar medelvärdet av hur eleverna uppskattade sin kemiska förmåga, samt hur stor andel av eleverna som svarade rätt på uppgifterna 2(a-d). Frågorna tolkades lite olika av olika elever och här följer en kort beskrivning av svaren som erhöles, fråga för fråga. Alla elever svarade på merparten av uppgifterna 2(a-d).

På uppgift 2(a) gav nästan hälften av eleverna godtagbara svar i stil med: $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$. Andra elever svarade att saltsyran får lägre koncentration när den löser sig i vatten. Resterande elever gav direkt felaktiga svar med reaktionsformler i vilka positiva kloridjoner eller oladdade oxoniumjoner bildades, exempelvis: $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O} + \text{Cl}$ eller $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl}^+ + \text{OH}^-$.

Tabell 3. Medelvärde för hur eleverna uppskattade sin kemiska förmåga, samt andelen elever som gav godtagbara svar på de rena kemiuppgifterna. Den kemiska förmågan angavs på en skala från 1-5. Andelen rätt svar på uppgifterna 2(a-d) anges i procent samt inom parentes i antal elever.

	Grupp 1	Grupp 2A	Grupp 2B	Medel
Kemisk förmåga	2,6	3,5	3,4	3,1
Antal elever	28	20	20	68
2a	29 % (8)	85 % (17)	55 % (11)	53 % (36)
2b	14 % (4)	35 % (7)	5 % (1)	18 % (12)
2c	57 % (16)	50 % (10)	85 % (17)	63 % (43)
2d	43 % (12)	75 % (15)	65 % (13)	59 % (40)
Uppg. 2(a-d)	36 % (40)	61 % (49)	53 % (42)	48 % (131)

Uppgift 2(b) visade sig vara svårast av kemiuppgifterna. Bara 12 elever svarade att "lösningen blir basisk" eller med en reaktionsformel som inte var direkt orimlig, exempelvis $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ koldioxid. I övriga svar visade eleverna på en stor uppfinningsrikedom när det gällde att kombinera atomslagen Ca, C, O och H, exempelvis $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaO} + \text{C}_2\text{O}$. Formelskrivningen visade sig alltså vara en svårighet i den här uppgiften, snarare än ett hjälpmedel som det var tänkt.

Neutralisationsbegreppet, som efterfrågades i uppgift 2(c), gav 43 elever ett godtagbart svar på, t.ex. "De neutraliserar varandra och närmar sig pH = 7". De svar som beskrev ett statiskt tillstånd bedömdes som felaktiga, t.ex. "Att det finns lika mycket H^+ som OH^- ". En annan typ av felaktiga svar handlade om elektronöverföring, exempelvis "Att deras laddning försvinner, elektroner hoppar". Dessa blandade alltså ihop syrabasreaktioner med redoxreaktioner.

40 elever gav godtagbara svar på uppgift 2(d). De beskrev antingen sambandet kvalitativt, exempelvis "pH är en skala för att se hur många vätejoner som finns i lösningarna" eller gav definitionen för pH, "Den negativa logaritmen av jonkoncentrationen ger pH". Andra elever hade vänt på pH-skalan eller svarat på fel fråga. Dessa beskrev exempelvis relationen mellan en lösnings surhet och vätejonkoncentration.

3.3 Kemi med enkla beräkningar

3.3.1 Enkätfrågor

1. Tror du att du kommer att ha nytta av kemin efter gymnasiet?

1 (antagligen inte) ----- 5 (alldeles säkert)

Uppgift 3 Syror, baser och logaritmer

- (a) Ordna följande lösningar efter ökande pH. Lösningen med lägst pH anges alltså först.

- (A) En lösning med pH = 2,80
- (B) En lösning med pOH = 4,45
- (C) En lösning med $[\text{OH}^-] = 0,174 \text{ mol/dm}^3$
- (D) En lösning med $[\text{H}_3\text{O}^+] = 3,2 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

- (b) Vilken av följande lösningar har högst vätejonkoncentration; Citronsyra med $\text{pH} = 5,6$ eller fosforsyra med $\text{pH} = 1,3$? Hur många gånger högre är koncentrationen i denna lösning?
- (c) Antag att du blandar ekvivalenta mängder saltsyra och natriumhydroxid i en bägare med vatten. Vilket pH -värde får lösningen?

3.3.2 Resultat

Tabell 4 visar medelvärdet av hur eleverna bedömde sin framtida nytta av kemi, samt hur stor andel av eleverna som svarade rätt på uppgifterna med enkla beräkningar. Endast ett fåtal av eleverna svarade rätt på 3(a-b) medan majoriteten av dem svarade rätt på 3(c). Alla elever svarade på de flesta av uppgifterna 3(a-c).

I uppgift 3(a) placerade 12 av eleverna alla lösningarna i rätt ordning (DABC), men betydligt fler placerade tre av lösningarna (DAB) i rätt ordning.

På uppgift 3(b) fick enbart de elever rätt som hade svarat både rätt ämne (fosforsyra) och rätt koncentrationsskillnad.

Däremot hade majoriteten av eleverna rätt svar på uppgift 3(c).

Tabell 4. Elevernas bedömningar av sannolikheten för att de skulle ha nytta av kemi i framtiden, samt andelen av dem som svarade rätt på kemiuppgifterna som inbegrep enkla beräkningar. Sannolikheten för att de skulle ha nytta av kemi angavs på en skala från 1-5. Andelen rätt svar på uppgifterna 3(a-c) anges i procent samt inom parentes i antal elever.

	Grupp 1	Grupp 2A	Grupp 2B	Medel
Nytta av kemi	2,4	2,5	2,7	2,5
Antal elever	28	20	20	68
3a	4 % (1)	55 % (11)	0 % (0)	18 % (12)
3b	4 % (1)	50 % (10)	5 % (1)	18 % (12)
3c	61 % (17)	50 % (10)	85 % (17)	65 % (44)
Uppg 3(a-c)	23 % (19)	52 % (31)	30 % (18)	33 % (68)

3.4 Kemiska problem

3.4.1 Enkätfrågor

Uppgift 4 Man blandar $50,0 \text{ cm}^3$ svavelsyra med koncentrationen $0,200 \text{ mol/dm}^3$ och 150 cm^3 natriumhydroxidlösning med koncentrationen $0,100 \text{ mol/dm}^3$. Svavelsyran protolyseras fullständigt. Beräkna pH i blandningen.

Uppgift 5 Vilket pH erhålles om man späder 1 liter $0,010$ molar HCl med vatten till

- (a) 100 liter
 (b) 100 000 liter
 (c) 10^{10} liter (d.v.s. man tömmer syraflaskan i Brunnsviken)

Frågor om uppgifterna 4 och 5

Har du arbetat med liknande uppgifter i kemin?

Ja

Nej

Hade du kunnat lösa uppgiften på egen hand? Enbart uppg. 4 Ja Nej

Hur svår var uppgiften för dig med avseende på:

	Extremt lätt	Varken/eller	Extremt svår
* Kemisk procedur (sättet på vilket uppgiften skall lösas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* Matematisk procedur (själva beräkningarna)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* Verklighetsanknytning (att förstå vad uppgiften går ut på)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.3.2 Resultat

Några ord om bedömningen innan resultaten presenteras. Uppgift 4 rättades på följande sätt: 1p eleven beräknar koncentrationen hydroxidjoner, +1p eleven visar att hon/han förstår att det krävs två mol hydroxidjoner för att neutralisera en mol svavelsyra, +1p eleven beräknar pH-värdet för lösningen.

Majoriteten av eleverna (72 %) ansåg att de hade arbetat med liknande uppgifter i kemin men många klagade på att de hade glömt bort mycket och andra efterfrågade formler.

Knappt hälften av eleverna (27 av 68) försökte lösa uppgift 4; Åtta från grupp 1, femton från grupp 2A och fyra från grupp 2B. Endast fem elever kom fram till rätt pH-värde och de tillhörde samtliga grupp 2A.

De fem elever som lyckades lösa uppgift 4 kryssade i allt från två till sex på frågan om hur svår uppgiften var. Bland de elever som delvis hade löst uppgiften var uppskattningen av svårighetsgraden lika spridd. Därför gick inte att se något samband mellan hur eleverna löste uppgift 4 (eller delar av uppgiften) och hur de uppskattade uppgiftens svårighet. Eleverna verkade göra uppskattningen helt utan att reflektera, eftersom fler av eleverna, som inte visat någon ansats till att lösa uppgift 4, bedömde den som lätt jämfört med dem som verkligen hade lyckats lösa uppgiften. Därför bedömdes skattningssmallen som oanvändbar för denna studie, vilket gör resultaten från uppgift 5 ointressanta.

På raden där eleverna fick skriva ”annan kommentar” uttryckte flera av dem skam över att de inte hade lyckats lösa så enkla uppgifter. Ett fåtal elever visade istället irritation över vad de uppfattade som ett oförberett prov och andra ritade glada gubbar.

4. Diskussion

4.1 Sammanfattning av resultaten

En stor del försökseleverna svarade rätt på de inledande uppgifterna, se Diagram 1. I alla tre grupper som ingick i studien (Tabell 1) hade 64-87 % rätt på de rena matematikuppgifterna (Tabell 2), 36-61 % rätt på de rena kemiuppgifterna (Tabell 3), och 23-53 % rätt på kemiuppgifterna som inbegrep enkla beräkningar (Tabell 4). Grupp 2A hade högst procent rätt svar i de två kategorier som inbegrep kemi, Grupp 2B hade högst procent rätt svar på matematikuppgifterna och Grupp 1 hade lägst procent rätt svar. Vad som är mer intressant är dock att förhållandet mellan andelen elever som har klarat de olika deluppgifterna är likartat i de tre grupperna. Resultatet stärks dock av att alla tre elevgrupper uppfattade sin matematiska förmåga som högre (i genomsnitt 3,7) än sin kemiska förmåga (3,1).

Av de 68 eleverna som deltog i studien, lyckades endast fem lösa det mer omfattande problemet (4), trots att 72 % av dem ansåg att de hade arbetat med liknade uppgifter i kemin. Eleverna uppskattade sannolikheten för att de kommer att ha nytta av kemin i framtiden till i genomsnitt 2,4.

4.2 Tolkning av resultaten och jämförelser med tidigare forskning

Syftet med detta arbete var att undersöka betydelsen av elevers matematikkunskaper vid problemlösning inom området syror och baser på gymnasiet. För att kunna se ett sådant samband krävs ett visst underlag av elever som löst de mer omfattande problemen, vilket inte erhöles i denna undersökning. Endast fem av de 68 försökseleverna lyckades lösa det mer omfattande problemet (uppgift 4 i enkäten). Det kan ändå nämnas att dessa fem elever i genomsnitt hade 67 % rätt på matematikuppgifterna (1a-c), jämfört med resultatet på 80 % i hela grupp 2A. Denna relativt låga andel rätt svar orsakades av att en av eleverna inte svarade rätt på någon av uppgifterna 1(a-c) och detta understryker bara att man inte kan utläsa några trender ur resultatet på uppgift 4. De första tre uppgifterna av enkäten gav däremot ett gott underlag för analys och därför kommer diskussionen att vara fokuserad på dessa.

Låt oss börja med att titta närmare på resultaten från uppgifterna om kemi med enklare beräkningar, 3(a-c). I uppgift 3(a) placerade enbart 18 % av eleverna alla lösningarna i rätt ordning (DABC) efter stigande pH, men betydligt fler placerade tre av lösningarna (DAB) i rätt ordning. En möjlig förklaring till det låga procenttalet, är att lösning C bestod av hydroxidjoner och att eleverna kanske inte hade gått igenom begreppet pOH samt dess relation till pH. Detta beror i så fall huvudsakligen på hur elevernas kemilärare har tolkat kursmålen för Kemi A (avsnitt 1.1). Endast 18 % av eleverna svarade rätt på uppgift 3(b) och det var i stort sett samma elever som klarade av uppgift 3(a). I det här fallet gällde det att kunna relatera pH-värdet i två olika lösningar till skillnaden i vätejonkoncentration, vilket man kan anta att eleverna har lärt sig. Om man betraktar kursmålen för Kemi A och Matematik C, som finns presenterade i avsnitt 1.1, så inbegriper uppgiften kunskaper som bör betraktas som grundläggande. Att så många elever inte klarade av att lösa uppgiften kan dels ha berott på att två svar efterfrågades i en uppgift, vilket kan ha varit förvirrande. Huvudorsaken är sannolikt att uppgiftens ICL var hög, eftersom den krävde att eleverna kombinerade sina matematikkunskaper (logaritmer) med kemi (koncentration), vilket orsakade hög belastning på arbetsminnet. Enbart de av eleverna som hade hunnit bli väl förtrogna med både logaritmer och pH-begreppet (alternativt inte hade hunnit glömma vad de

lärt sig) lyckades därför lösa uppgiften. Utifrån enkätsvaren vet vi alltså inte om anledningen till att så få elever klarade av uppgiften var dess höga belastning på arbetsminnet eller att de nödvändiga förkunskaperna inte fanns befästa i långtidsminnet.

På deluppgifterna 3(a-b) så var det alltså bara 18 % som svarade rätt och dessa elever kom nästan uteslutande elever från grupp 2A (Avsnitt 3.3). Den tredje uppgiften, 3(c), var däremot rättfram och över hälften (65 %) av eleverna svarade rätt på den. I det här fallet var andelen rätt svar i de olika elevgrupperna förvånansvärt nog lägst i grupp 2A. Detta kan möjligtvis förklaras med att en del av eleverna i grupp 2A kan ha komplicerat den enkla uppgiften, efter att ha löst svårare uppgifter precis innan. En liknande förklaring presenterar Johnstone & Ambusami (2000) i sin artikel om prov med förvalsalternativ, som diskuterades inledningsvis. De menar att medan vissa elever gissar rätt, så kan elever som besitter något större kunskap om ett område krångla till provfrågor.

Eleverna i grupp 2A och 2B har haft samma kemilärare i A-kursen och utifrån intagningsbetygen kan man anta att eleverna i de båda grupperna är ungefär lika duktiga. Grupp 2A läste Kemi A under VT07, när denna enkät genomfördes, medan grupp 2B läste Kemi A under HT06, med slut omkring tre månader innan enkätundersökningen genomfördes. Grupp 2A hade en något större andel rätt svar på samtliga kemifrågor i enkäten än grupp 2B. Skillnaden mellan gruppernas resultat var dock stor enbart för de uppgifter som handlade om kemi med beräkningar; uppgift 3(a-b) löste hälften av eleverna i grupp 2A jämfört med en i grupp 2B och uppgift 4 löste enbart 5 elever i grupp 2A. (Också i grupp 1 fanns uppdelningen att en klass läste Kemi A under höstterminen och den andra klassen under vårterminen. Eftersom dessa elever besvarade enkäten gemensamt och inte klassvis, så gick det tyvärr inte att utläsa om samma trend även fanns i den delen av materialet.) En fråga man kan ställa sig är om eleverna i grupp 2B hade presterat ett likartat resultat som grupp 2A nu gjorde om de hade fyllt i enkäten fyra månader tidigare, då de var i slutet av Kemi A. Det är ju inte otroligt, med tanke på att de hade samma kemilärare och ligger på motsvarande betygsnivå. I så fall skulle den typen av kunskaper som testas i uppgifterna 3(a-b) och uppgift 4 vara lätt förgängliga. Det ger en tankeställare för blivande kemilärare. Frågan är vad man egentligen lär sig. Den typ av beräkningsuppgifter som uppgift 4 tillhör och som generellt lärs ut enligt Lin och Cheng (2000) medverkar inte automatiskt till schemakonstruktion, som är nödvändig för att komma ihåg procedurerna (Sweller, 1998).

Sammanfattningsvis så visar resultaten, som huvudsakligen presenteras i Diagram 1, att de uppgifter i enkäten som handlade om kemi med beräkningar var svårast av de tre första uppgifterna. Därefter kom de rena kemiuppgifterna medan matematikuppgifterna visade sig vara lättast för eleverna att lösa. Låt oss anta att de tre inledande uppgifterna i enkäten verkligen är representativa för delmomenten i en typisk uppgift i området syror och baser i Kemi A m.a.p. (1) beräkningarna, (2) kemibegreppen och (3) kemin med beräkningar. I så fall indikerar detta material att det svåra i lite mer omfattande kemiuppgifter inte är själva beräkningarna utan den kemiska proceduren som är en förutsättning för att eleven skall kunna använda rätt sorts beräkning i kombination med kemin. 72 % av eleverna ansåg att de hade lärt sig att lösa den typ av problem som motsvarar enkätens uppgift 3 (och 4) trots att långt färre kunde lösa dem i enkäten. Alltså har de flesta av dem glömt det vid ifyllandet av enkäten. Detta kan bero på att de inte har lärt sig procedurerna tillräckligt väl. Utifrån CLT kan man tolka detta som att beräkningarna och kemin i sig upptar så stor kapacitet av elevens arbetsutrymme att det inte finns plats för ytterligare moment. En annan möjlig förklaring är att eleverna inte har lyckats bygga upp scheman för hur man de skall gå tillväga för att lösa problemen. Om man inte har proceduren klart för sig finns det risk för att man använder fel typ av beräkningar. Som lärare kan man uppfatta det som att eleverna inte kan själva beräkningarna.

4.3 Tillförlitlighet

Resultaten som presenteras i Diagram 1 visar att fördelningen av andelen rätta svar på de olika uppgiftstyperna var densamma i de olika elevgrupperna som ingick i studien, trots att de kom från två olika skolor. Detta stärker tillförlitligheten från resultaten.

Det är förstås möjligt att de rena matematik- och kemiuppgifterna inte låg på samma svårighetsnivå. För att undersöka detta skulle det vara intressant att genomföra en likartad studie, men med andra matematik- och kemi-uppgifter från samma områden i matematik och kemi.

Och så till frågan om undersökningen fyllde sitt syfte. Enligt resultaten så klarade över hälften av försökseleverna att svara på enkätens matematikfrågor, vilket var betydligt fler än de som lyckades svara rätt på övriga frågor. Trots det hade en av de fem eleverna som löste uppgift 4 fel på samtliga matematikuppgifter. Därför måste det nog erkännas att studien inte har klargjort vilken betydelse elevers matematikkunskaper har vid problemlösande inom området syror och baser. Istället belystes några andra samband, som diskuterades i föregående avsnitt.

4.4 Förslag till fortsatt forskning och praktiska konsekvenser

Resultaten från denna undersökning antyder att elever har lättare för att komma ihåg avgränsade matematiska och kemiska begrepp än kemiska procedurer som inbegriper beräkningar, även om de är enkla. En konsekvens av detta för lärare kan vara att det är det bättre att fokusera på begrepp än på problemlösning om målet med undervisningen är att eleverna skall komma ihåg vad de har lärt sig. Förutsatt att det inte finns tid för att arbeta mera långsiktigt med problemlösandet. Om tid finns bör läraren hjälpa eleverna att konstruera scheman för problemlösning därmed befästa de kemiska procedurerna de lär sig. Det finns en hel del forskning på området, som inom CLT kallas Instructional Design (Undervisningsdesign, Sweller et al., 1998). Några alternativ som har gett goda resultat är arbete med uppgifter som är halvvägs lösta (kompletteringsuppgifter), uppgifter som inte efterfrågar ett specifikt svar mm. En konkret metod som skulle passa för kemiundervisningen är att öva eleverna i enhetsanalys. Den som behärskar enhetsanalys knappast behöver några formler i kemi och det borde ju vara ett bra schema att bära med sig.

Frageställningen i den här undersökningen skulle med fördel kunna fördjupas och i så fall kan man se det här exjobbet som en valideringsstudie. Man skulle kunna byta ut frågorna inom momentet syror och baser och därigenom öka tillförlitligheten av resultaten eller fokusera på ett annat område inom kemin. Givetvis skulle det lätt gå att använda detta upplägg på studie för ett exjobb i matematik kombinerat med fysik eller ekonomi.

En djupare studie där man verkligen kan få reda på hur eleverna uppfattar uppgifterna vore också intressant. I så fall skulle det vara nödvändigt att utforma instruktionerna, skattningsmallen eller datainsamlingen annorlunda än i den aktuella studien. Man kan exempelvis filma pappret där eleven löser en uppgift för att se hur hon/han går tillväga steg för steg. Fokus skulle då kunna vara ”vad i problemet som är problemet”.

Ytterligare ett upplägg vore att fokusera på elevernas känslor, vilka alla lärare behöver ta hänsyn till när de undervisar. Flera av eleverna i studien uttryckte, som sagt, skam över att de inte hade lyckats lösa så enkla uppgifter medan andra blev irriterade över vad de upplevde som ett oförberett prov. Varför? Vem skall skämmas? Lär sig eleverna för att uppnå ett betyg eller för att tillgodogöra sig kunskaper? Vilka olika känslor är i så fall förknippade med ett lyckat studieresultat. Kanske stolthet över ett betyg, som kan öppna portar till prestigefyllda

utbildningar, eller tillfredsställelse och inspiration till att lära sig mer. Det skulle vara spännande att undersöka hur känslorna avspeglar elevernas mål med lärandet.

5. Litteraturförteckning

- Johnstone, A. H., Ambusaidi, A. (2000), *Fixed response: What are we testing?*, Chemistry Education: Research and practice in Europe, 1 (3), 323-328.
- Lin, H-S & Cheng, H-J (2000) *The Assessment of Students and Teacher's Understanding of Gas Laws*, Chemical Education Research, 77 (2), 235-238.
- Onwu, G. O. M. & Randall, E. (2006) *Some aspects of students' understanding of a representational model of the particulate nature of matter in Chemistry in three different countries*. Chemistry Education Research and Practice, 7 (4) 226-239.
- Paas, F., van Merriënboer, J. & Adam, J. (1994) *Measurement of cognitive load in instructional research*, Percept. Motor Skills 79, 419-430.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & Van Gerven, P. W. M. (2003). *Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory*. Educational psychologist, 38 (1), 63-71.
- Sweller, J., van Merriënboer, J., & Paas, F. (1998). *Cognitive architecture and instructional design*. Educational psychology review, 10 (3), 251-296.
- Utbildningsdepartementet (1994), *Läroplan för de frivilliga skolformerna, Lpf94*. Stockholm: Skolverket/Fritzes.

Enkät om Syror, baser och logaritmer

Information till deltagarna

Varför? Syftet med den här enkäten är att undersöka vikten av beräkningarna i momentet syror och baser i gymnasiekemin. Målet är att bättre kunna förstå elevernas lärandesituation.

Vill du veta mer? Din lärare kommer att få en kopia av rapporten som den här enkäten kommer att resultera i, men om du har några frågor kan du skriva direkt till jenny.olander@yahoo.se.

Du som svarar är helt anonym och svaren kommer inte att ha några konsekvenser för dig. Jag uppskattar förstås om du gör ditt bästa.

Tack på förhand! /Jenny

Bakgrundsfakta

2. Ålder:
3. Vilken är den senaste kursen du läste (eller just nu läser) i kemi? Ringa in rätt alternativ.

A B

4. Hur skulle du beskriva din kunskap i kemi? Placera in dig själv på skalan

1 (inte så god) ----- 5 (god)

5. Vilken är den senaste kursen du läste (eller just nu läser) i matematik?

A B C D E

6. Hur skulle du beskriva din matematiska förmåga? Placera in dig själv på skalan

1 (inte så god) ----- 5 (god)

7. Tror du att du kommer att ha nytta av kemin efter gymnasiet?

1 (antagligen inte) ----- 5 (alldeles säkert)

Bilaga 1(2)

Uppgift 1 Logaritmer

- (a) Vad blir $0,01/100$? Svar: _____
- (b) Vad är logaritmen för 10 000? Svar: _____
- (c) Vilket av följande tal är det bästa närmevärdet till $\lg 80$?
 (A) 0,8 (B) 0,9 (C) 1,9 (D) 2,9 (E) 8,0 (F) 800 Svar: _____
(uppg. c kommer från Nationellt prov i Ma C VT02)

Uppgift 2 Syror och baser

- (a) Vad händer när saltsyra (HCl) löser sig i vatten? Skriv gärna en reaktionsformell!

- (b) Vad händer när kalksten, CaCO_3 löser sig i vatten? Skriv gärna en reaktionsformell!

- (c) Reaktionen för när en syra reagerar med en bas kallas för neutralisation. Vad innebär det?

- (d) Vilket är sambandet mellan pH-värdet och vätejonkoncentrationen i en lösning?

Uppgift 3 Syror, baser och logaritmer

- (a) Ordna följande lösningar efter ökande pH. Lösningen med lägst pH anges alltså först.
 (A) En lösning med $\text{pH} = 2,80$
 (B) En lösning med $\text{pOH} = 4,45$
 (C) En lösning med $[\text{OH}^-] = 0,174 \text{ mol/dm}^3$
 (D) En lösning med $[\text{H}_3\text{O}^+] = 3,2 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$
 Svar: _____
- (b) Vilken av följande lösningar har högst vätejonkoncentration; Citronsyra med $\text{pH} = 5,6$ eller fosforsyra med $\text{pH} = 1,3$? Hur många gånger högre är koncentrationen i denna lösning?
 Svar: _____
- (c) Antag att du blandar ekvivalenta mängder saltsyra och natriumhydroxid i en bägare med vatten. Vilket pH-värde får lösningen?
 Svar: _____

Bilaga 1(3)

Uppgift 4 Lös problemet på separat papper och svara sedan på frågorna om uppgiften. Lämna in din lösning även om du bara har kommit en bit på väg!

Problemformulering

Man blandar 50,0 cm³ svavelsyra med koncentrationen 0,200 mol/dm³ och 150 cm³ natriumhydroxidlösning med koncentrationen 0,100 mol/dm³. Svavelsyran protolyseras fullständigt. Beräkna pH i blandningen.

Frågor om uppgiften

Har du arbetat med liknande uppgifter i kemin? Ja Nej

Hur svår var uppgiften för dig med avseende på:

	Extremt lätt	Varken/eller	Extremt svår
* Kemisk procedur (sättet på vilket uppgiften skall lösas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* Matematisk procedur (själva beräkningarna)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* Verklighetsanknytning (att förstå vad uppgiften går ut på)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Annan kommentar: _____

Bilaga 1(4)

Uppgift 5 Läs först igenom problemformuleringen och lösningsförslaget. Fundera över hur du skulle ha upplevt problemet på ett prov och svara sedan på frågorna om uppgiften.

Problemformulering

Vilket pH erhålles om man späder 1 liter 0,010 molar HCl med vatten till

- (a) 100 liter
- (b) 100 000 liter
- (c) 10^{10} liter (d.v.s. man tömmer syraflaskan i Brunnsviken)

Lösning

- (a) Substansmängden saltsyra, $n(\text{HCl}) = 1 \text{ dm}^3 \times 0,010 \text{ mol/dm}^3 = 0,010 \text{ mol}$
 Den nya koncentrationen: $C = n / V = 0,010 \text{ mol} / 100 \text{ dm}^3 = 0,00010 \text{ mol/dm}^3$
 $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg[\text{HCl}] = -\lg(0,00010) = 4$

Svar: pH = 4

- (b) $n(\text{HCl}) = 0,010 \text{ mol}$
 $C(\text{HCl}) = n / V = 0,010 \text{ mol} / 100\,000 \text{ dm}^3 = 0,00000010 \text{ mol/dm}^3$
 $\text{pH} = -\lg(0,00000010) = 7$

Svar: pH = 7

- (c) $n(\text{HCl}) = 0,010 \text{ mol}$
 $C(\text{HCl}) = n / V = 0,010 \text{ mol} / 10^{10} \text{ dm}^3 = 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$
 I Brunnsviken är pH omkring 7, d.v.s. $[\text{H}^+] \sim 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \gg 10^{-12}$
 $[\text{H}^+] = \sim 10^{-7} + 10^{-12} \sim 10^{-7}$

Svar: pH ~ 7

Frågor om uppgiften

Har du arbetat med liknande uppgifter i kemin? Ja Nej
 (Om du svarat "nej" kan du gå vidare till nästa uppgift)

Hade du kunnat lösa uppgiften på egen hand? Ja Nej

Hur svår var uppgiften för dig med avseende på:

	Extremt lätt	Varken/eller	Extremt svår
* Kemisk procedur (sättet på vilket uppgiften skall lösas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* Matematisk procedur (själva beräkningarna)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* Verklighetsanknytning (att förstå vad uppgiften går ut på)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Annan kommentar: _____
