

# Konseptuell forståelse og bruken av mikro-makrooverganger i kjemi

En studie av kjemi 2-elevers konseptuelle forståelse (målt ved hjelp av et CCI verktøy) og bruk av mikro-makrooverganger i forklaringer av kjemiske fenomen

**Jon-Abraham Lie Leinæs**

Master i realfag

Innlevert: juni 2016

Hovedveileder: Per-Odd Eggen, PLU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Program for lærerutdanning



## Forord

Jeg har som barn, elev og student fundert mye over spørsmål som starter med spørreordene: *hva, hvordan og hvorfor*. Jeg er vel det man kan kalle en nysgjerrig person – jeg søker å forstå ting. Det å forstå noe er en prosess som ofte innebærer en hel masse arbeid, tvil, usikkerhet, og frustrasjon, men resultatet, opplevelsen av å forstå, virker alltid å være verdt det i andre enden.

Det å ha en faglig forståelse for noe kan bety å ha kunnskap om: et emne, et begrep, et konsept, et prinsipp eller et fenomen. Det er ikke lett å definere, men for meg har forståelse alltid stått i nær sammenheng med å prøve å finne svar på de tre "hellige" hv-spørsmålene: *hva, hvordan og hvorfor*. Min opplevelse av forståelse er når jeg er i stand til å forklare meg selv eller andre, svaret på disse spørsmålene. Denne opplevelsen er kanskje bedre kjent som *mestring*.

Vi vet at mestring er viktig for elevenes motivasjon og vilje til å lære. Mestring er et fundamentalt prinsipp i norsk skole, og er blant annet nedfelt i læreplaner og opplæringsloven. Her er et utdrag fra generell del av læreplanen: "*Mennesket finner glede både ved å stille spørsmål og finne svar, og det finner trygghet i å vite og mestre*" (Utdanningsdirektoratet, 2006a, p. 20, Det miljøbevisste mennesket; Natur, økologi og etikk). Sitatet viser i all sin tydelighet at det å stille spørsmål og det å finne svar står som et sentralt mål i norsk undervisning. Det samme gjelder for mestring, og *det å vite*. Det å vite (i naturfag) kan tolkes som å ha kunnskap og forståelse for fenomener og prosesser i naturen. Tolkningen av uttrykket kan understøttes med andre sitat fra samme hovedområde i læreplanen, for eksempel: "*Opplæringen må følgelig gi bred kunnskap om sammenhengene i naturen ... Den må spore de unges trang til å forstå prosessene i naturen*" (Utdanningsdirektoratet, 2006a, p. 21, Det miljøbevisste mennesket; Menneske, miljø og interessekonflikter). Sitatet peker samtidig på viktigheten av at norsk naturfagundervisning tar elevenes trang til å forstå sammenhenger i naturen på alvor. Disse målene, som er forankret i læreplanen, må følgelig få konsekvenser for undervisningen.

Min empiri er at kjemiutdanningen på videregående trinn ikke tar disse fagdidaktiske og pedagogiske betraktningene i tilstrekkelig grad på alvor. Min opplevelse er at man i alt for stor grad baserer kjemiundervisningen på algoritmiske problemer. Dette står i kontrast til å bruke tid i undervisningen på å besvare hv-spørsmålene og lære den grunnleggende og konseptuelle kjemikunnskapen.

Det er ikke før i senere tid, etter å ha studert kjemididaktikk, at jeg har innsett viktigheten av kognitive kunnskapssystematiseringer i kjemi. Jeg har begynt å undre om min (negative) empiriske erfaring, kan knyttes til et manglende fokus på den fagdidaktiske modellen: *kjemiens tre dimensjoner (3D<sup>1</sup>)*.

---

<sup>1</sup> 3D: er en forkortelse for kjemimens tre dimensjoner: mikronivået, makronivået og representasjonsnivået (mer om dette i teoridelen og introduksjonen)

Kunnskap om kjemiens tre dimensjoner, og opplevelsen av å mestre systematisering av kjemikunnskap på ulike nivå, har fått meg til å undre om evnen til å systematisere kjemikunnskap kan ha en overordnet betydning for læring i kjemi.

Jeg har stilt meg spørsmål som: "Har evnen til å systematisere kjemikunnskap etter 3D modellen; påvirkning – eller korrelasjon til – generell forståelse i kjemi?" og "Vil elever som mestrer kjemi på ulikt faglig nivå ha ulike (eller like?) preferanser til et eller flere av kjemiens tre dimensjoner, når de for eksempel skal forklare et kjemisk fenomen?".

I gjennom studien har jeg innsett at det krever mye arbeid og innsikt for å kunne besvare slike spørsmål. Samtidig har jeg innsett at min masterstudie har begrensninger knyttet til å besvare slike spørsmål, både når det gjelder omfang, tid og ferdighet. Det har likevel ikke hindret meg i å gjøre et forsøk. Forsøket beror på å undersøke sammenhengen mellom grunnleggende forståelse i kjemi og bruken av kjemiens tre dimensjoner/nivåer.

Nå det er sagt ønsker jeg å takke min hovedveileder og sparringspartner, førsteamanuensis og leder for skolelaboratoriet (NTNU), Per-Odd Eggen; for fruktbare og kritiske tilbakemeldinger underveis i prosjektet. Per-Odd har underveis i studien bidratt med sin ekspertise innen kjemi og didaktikk. Jeg vil også takke Per-Odd for hans tålmodighet og tilgjengelighet ovenfor meg under prosjektet. Jeg vil også takke for tilliten knyttet til bruken av CCI verktøyet; som Per-Odd har deltatt i produksjonen av. Til slutt vil jeg takke Per-Odd for hans positivitet ovenfor forslagene og ideene mine underveis, til tross for at gjennomførbarheten blant dem har vært varierende.

Deretter vil jeg rette en takk til førsteamanuensis Rolf Jonas Persson ved program for lærerutdanning (PLU, NTNU); for hans betraktninger først og fremst tilknyttet bruken og behandlingen av CCI dataene. Det bør også nevnes at Rolf Jonas, i likhet med Per-Odd, er medvirkende til produksjonen av CCI verktøyet jeg har brukt, derfor går også en takk for tilliten i retningen hans.

Jeg vil også bruke anledningen til å takke studiekolleger, nære venner og familie for deres støtte og bidrag – det har vært godt å ha tilgang på en *second opinion* – til tross for at dere har hatt ulikt innsyn i studien.

Jeg vil trekke frem medstudentene mine: Guro Sørli og Øyvind Knapperholen, og takke dem for å ha inkludert meg i mastertiden, til tross for at jeg ikke ender opp som uorganiker. Så en stor takk til mine foreldre Janne Lie og Morten Leinæs, for deres ekteføyte engasjement i meg og mine studier. Til slutt en stor takk til min fungerende mor nummer to, Bente Marie Børresen. Der Mamma og Pappa har kommet til kort i det akademiske, har du alltid vært der for meg som en utstrakt hjelpende hånd. Jeg kommer alltid til å sette pris på ditt engasjementet.

Mvh.  
Jon-Abraham Lie Leinæs  
Juni 2016  
NTNU, Trondheim

## Sammendrag

Inndelingen i mikronivået og makronivået og representasjonsnivå er sentrale didaktiske dimensjoner i kjemifaget. Et kjennetegn på konseptuell forståelse i kjemi er evnen til å se mikro- og makronivået i sammenheng, såkalte mikro-makrooverganger. Ettersom kjemiundervisningen formidles ved hjelp av kjemiens tre representasjonsnivåer/dimensjoner (Johnstone, 1982), er det interessant å undersøke elevenes bruk av dem.

I denne studien undersøkes fire elevers bruk av mikro- og makronivået i sine forklaringer av kjemiske fenomen. I studien blir bruken av mikro- og makronivået satt i sammenheng med elevenes konseptuelle forståelse i kjemi (målt ved hjelp av en flervalgstest, Chemical Concept Inventory, forkortet CCI). Sammenhengene som utledes i studien kan gi oss viktig informasjon om korrelasjon mellom elevenes CCI prestasjoner (konseptuell forståelse) og preferanse til bruk av representasjonsnivå.

I studien kombineres CCI med et kvalitative instrument (semi-strukturert intervju). Dataene i studien tyder på at det finnes en positiv korrelasjon mellom CCI prestasjoner og bruken av mikro-makrooverganger. Denne korrelasjonen drøftes i lys av didaktiske perspektiver som: metakognisjon, konseptuell forståelse, vitenskapelig tankemåter og modellbruk. I tillegg foreslås videre forskning basert på datagrunnlaget i studien.



## Summary

The micro- and macro-levels are central topics in chemical education/chemistry teaching. Conceptual understanding can be characterized by the ability to connect the two levels of importance. The traverse between the micro- and macro-level is known as micro-macro transitions, and is important in chemistry teaching. Because of the extensive use of micro-macro transitions in education of chemistry (Johnstone, 1982), there is an apparent need to research and study the learners use and understanding of these central topics (micro- and macro-levels and the transitions between them).

In this study four students from a secondary school in Trondheim (Norway) was studied, by their use of the micro- and macro-levels, in an interview setting. During the interview the students were asked to explain three different chemical phenomena. After qualitative analysis of their responses, and implementation of two chemical concepts inventories (CCI), a correlation between CCI score and use of levels was constructed.

Analysis of the constructed correlation showed indication that the student's use levels differently. The data suggests that there is a positive correlation between using micro-macro transitions and CCI score. This correlation is discussed in terms of: metacognition, conceptual knowledge, scientific knowledge and use of models. In addition, further research is proposed.





## Innholdsfortegnelse

<b>1.0 INTRODUKSJON</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 PROBLEMSTILLING</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2 FORSKNINGSSPØRSMÅL</b> .....	<b>4</b>
<b>2.0 FAGDIDAKTISKE STUDIER OG LITTERATUR – TEORIFORANKRING</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 MENINGSFULL LÆRING, METALÆRING OG KONSEPTUELL FORANDRING</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 MISOPPFATNINGER</b> .....	<b>8</b>
<b>2.3 PEDAGOGISK KOBLING</b> .....	<b>8</b>
<b>2.4 KJEMIENS TRE DIMENSJONER</b> .....	<b>9</b>
2.4.1 <i>Mikronivået – forklaringsnivået</i> .....	<b>9</b>
2.4.2 <i>Overganger mellom de ulike nivåene – kjennetegn på kjemiforståelse</i> .....	<b>10</b>
2.4.3 <i>Forankring av ulike nivå i læreplanen</i> .....	<b>10</b>
<b>2.5 KONSEPTUELL FORSTÅELSE I KJEMI</b> .....	<b>11</b>
<b>2.6 MODELLBRUK, KONSEPTUELL FORSTÅELSE OG MIKRO-MAKROOVERGANGER</b> .....	<b>12</b>
<b>2.7 DET VITENSKAPELIGE SAMFUNNETS PRAKSIS OG TANKEMÅTER</b> .....	<b>12</b>
<b>3.0 METODE</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1 METODETEORI</b> .....	<b>14</b>
3.1.1 <i>Sosialkonstruktivisme og sosiokulturell forskning</i> .....	<b>14</b>
3.1.2 <i>Troverdighet i kvalitativ forskning – validitet og reliabilitet</i> .....	<b>15</b>
3.1.3 <i>Metodedesign og triangulering</i> .....	<b>16</b>
3.1.3.1 <i>Triangulering</i> .....	<b>16</b>
3.1.4 <i>P.O.E modellen og utforskende arbeidsmåter i kjemi</i> .....	<b>17</b>
3.1.5 <i>CCI – Chemical Concepts Inventory</i> .....	<b>18</b>
3.1.6 <i>Semistrukturerte intervju</i> .....	<b>18</b>
<b>3.2 METODISK TILNÆRMING</b> .....	<b>19</b>
3.2.1 <i>Metodisk design og metodeteoretisk forankring</i> .....	<b>20</b>
3.2.2 <i>CCI flervalgstest</i> .....	<b>20</b>
3.2.2.1 <i>Kvantitativ analyse (CCI data)</i> .....	<b>21</b>
3.2.3 <i>Undervisning</i> .....	<b>22</b>
3.2.4 <i>Semistrukturert intervju</i> .....	<b>22</b>
3.2.4.1 <i>Kvalitativ analyse (intervju)</i> .....	<b>23</b>
3.2.5 <i>Deltakerinformasjon</i> .....	<b>24</b>
3.2.6 <i>Tilleggsdata fra blindklasse (B)</i> .....	<b>25</b>
<b>3.3 TILTAK FOR Å IVARETA RELIABILITET OG VALIDITET</b> .....	<b>25</b>
<b>4.0 RESULTATER OG ANALYSE</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1 KVANTITATIVE DATA</b> .....	<b>27</b>
4.1.1 <i>CCI (pre- og post-test)</i> .....	<b>28</b>
4.1.2 <i>Utvalg av intervjuobjekter</i> .....	<b>29</b>
<b>4.2 KVALITATIVE DATA</b> .....	<b>30</b>
4.2.1 <i>Tematisk koding og kvantifisering</i> .....	<b>31</b>
4.2.2 <i>Integrasjon</i> .....	<b>32</b>
4.2.3 <i>Feilkilder</i> .....	<b>34</b>
4.2.4 <i>Analyse av funn</i> .....	<b>40</b>

<b>5.0 DISKUSJON .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1 UTVALG AV INTERVJUOPPGAVER.....</b>	<b>41</b>
5.1.1 <i>Oppgave 7</i> .....	41
5.1.2 <i>Oppgave 24</i> .....	43
5.1.3 <i>Oppgave 30</i> .....	46
5.1.4 <i>Betydningen av oppgaveutvalgets størrelse</i> .....	47
<b>5.2 DRØFTING AV HOVEDFUNN .....</b>	<b>47</b>
5.2.1 <i>Økt bruk av mikro-makrooverganger kan tyde på en helhetlig konseptuell forståelse</i> ...	47
5.2.2 <i>Bruk av mikro-makrooverganger – et kjennetegn på metakognitiv kompetanse</i> .....	48
5.2.3 <i>Modellbruk, visualisering, metakognisjon og mikro-makrooverganger</i> .....	50
5.2.4 <i>Læring i det vitenskapelige fellesskapet</i> .....	51
5.2.5 <i>Makronivået: et lettere tilgjengelig nivå.</i> .....	51
5.2.6 <i>Mikronivået: forklaringsnivået.</i> .....	52
<b>5.3 TROVERDIGHET I STUDIEN.....</b>	<b>53</b>
<b>6.0 KONKLUSJON .....</b>	<b>57</b>
<b>6.1 FORSLAG TIL VIDERE STUDIER.....</b>	<b>58</b>
<b>7.0 LITTERATURLISTE .....</b>	<b>60</b>
<b>8.0 VEDLEGG .....</b>	<b>64</b>

## 1.0 Introduksjon

For mange elever og studenter oppleves kjemi som et utfordrende og vanskelig fag å forstå (Gabel, 1999; Garnett, Garnett, & Hackling, 1995; Johnstone, 2000b; Sirhan, 2007; Taber, 2001). Hvilke didaktiske perspektiv som har størst betydning i dette spørsmålet avhenger helt av hvem man spør, og i hvilken kontekst spørsmålet stilles. Flere studier peker blant annet på *misoppfatninger* som en kilde til vanskeligheter i kjemilæringen (Barke, Hazari, & Yitbarek, 2009; Carmichael et al., 1990; Nakhleh, 1992; Pfundt & Duit, 1988). Andre peker på utfordringer knyttet til elevers forståelse av *modeller* som avgjørende (Richard K Coll, 2006; Gilbert & Treagust, 2009; D. F. Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2002). Et tredje forskningsfelt som har fått mye oppmerksomhet de 30-40 siste årene, er forskning knyttet til det konstante samspillet mellom *mikronivået* og *makronivået*, i kjemi (Johnstone, 1991; Ringnes & Hannisdal, 2006, p. 28; Sirhan, 2007, p. 3; Taber, 2001, p. 131; 2013). Det er dette forskningsfeltet jeg ønsker å bidra til i denne studien.

I 1982 publiserte forskeren A. H. Johnstone artikkelen: "*Marco and micro chemistry*". I denne artikkelen tok han til ordet for at erfarne kjemikere tenker kjemi ved hjelp av tre kognitive nivåer ("*levels*"): mikronivået, makronivået og representasjonsnivået. I samme artikkel beskriver Johnstone den kognitive aktiviteten som: "*Trained chemists jump freely from level to level in a series of mental gymnastics*" (Johnstone, 1982, p. 377). Dette sitatet skulle vise seg å få stor innflytelse på kjemididaktisk forskning (Taber, 2013, p. 156). Med denne artikkelen og flere (Johnstone, 1989, 1991, 2000a, 2000b), lyktes A. H. Johnstone å rette søkelyset mot det som senere er blitt kjent som *kjemiens kunnskaps trekant*<sup>2</sup> (Talanquer, 2010) (se figur 1), eller som Ringnes og Hannisdal (2006) beskriver det: "*De tre dimensjoner ved kjemifaget*" (Ringnes & Hannisdal, 2006, p. 28). Jeg velger å benytte meg av en omskrivning av Ringnes & Hannisdal (2006, p. 28; figur 2.1) som jeg kaller *kjemiens tre dimensjoner*, forkortet til 3D (se figur 1). Ringnes og Hannisdal (2006) beskriver sammenhengen mellom mikronivået og makronivået i kjemi på følgende måte:

"Vi tolker det som skjer med stoffene på makronivået ut fra partiklene de er bygget opp av og organiseringen av dem. Da omtaler vi stoffene på det submikroskopiske nivået, eller det vi gjerne kaller mikronivået... Med henvisning til endringer på mikronivået søker vi å forklare de observasjonene vi gjør om stoffenes egenskaper og reaksjoner på makronivået" (Ringnes & Hannisdal, 2006, p. 27).

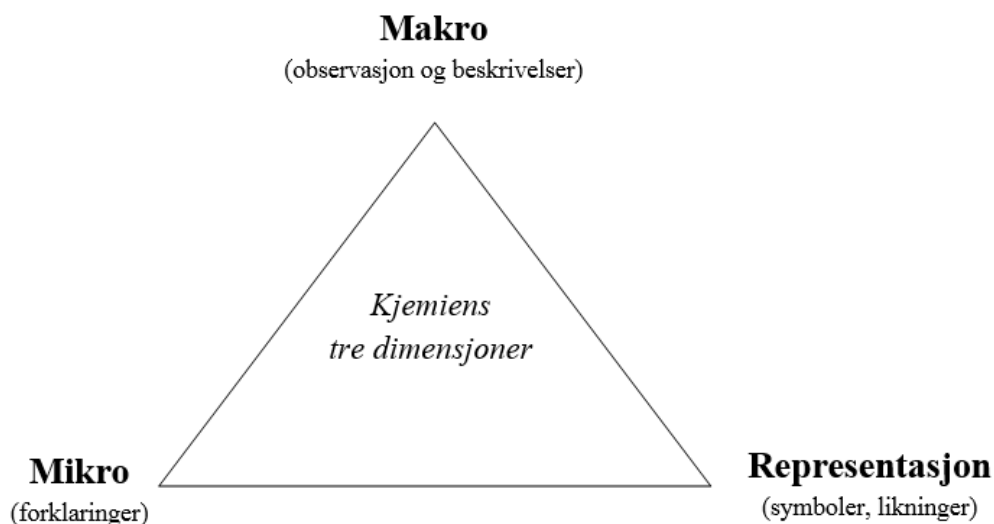
I sitatene beskriver Ringnes og Hannisdal (2006) det konstante samspillet mellom to "verdener": den makroskopiske og den mikroskopiske verdenen. Påstanden er at kjemikere og andre med kompetanse i kjemi, ofte ser verden rundt seg med to ulike sett briller. Med det ene paret briller "ser"<sup>3</sup> kjemikeren molekyler og partikler – dette paret bruker kjemikeren til å

---

<sup>2</sup> Kjemiens kunnskapstrekanter er oversatt til norsk fra: "*the chemical knowledge triplet*" (Talanquer, 2010)

<sup>3</sup> "Ser" står i anførselstegn fordi man aldri kan observere molekyler og atomer direkte gjennom de naturlige sansene. Dette er en viktig presisering ettersom elever har vist en evne til å danne misoppfatninger knyttet til overbevisningen om at man kan observere mikroskopiske substanser. Upresise ordvalg kan bidra til at elever trekker slutninger om mikronivået, basert sanseinntrykk på makronivået. Dette fører ofte til misoppfatninger (Andersson, 1986). Bruk av ord som har en bestemt betydning i hverdagsspråket kan tolkes feil i en kjemisk kontekst, og er derfor grobunn for misoppfatninger (Gilbert & et al., 1982).

observere og tolke kjemiske egenskaper og forandringer på et abstrakt nivå, mikronivået. Med det andre paret briller, observerer kjemikeren fenomener og egenskaper fra den sansbare *dimensjonen*, makronivået. I faglitteraturen brukes begrepene: *dimensjoner* eller *nivåer*, fremfor verdens-begrepet jeg brukte i metaforen. Derfor velger jeg å bruke begrepet: *nivåer*, heretter i oppgaven.



**Figur 1:** illustrerer en omskrivning av Johnstones opprinnelige nivåinndeling av kjemikunnskapen, *kjemiens tre dimensjoner* (3D).

Mikro- og makronivået er kognitive strukturer som virker naturlige og til dels underbevisste for drevne kjemikere. Vi bruker dem som mentale knagger; hvor vi kan henge fra oss og hente frem kunnskap – disse hjelper oss å holde oversikt og orden i kunnskapen. De kognitive strukturerne (nivåene) er verktøy som gjør oss i stand til å kunne sortere den store og varierte informasjonsmengden vi får gjennom ulike typer observasjoner. For elever som sliter i kjemi, kan den samme kognitive sorteringen oppleves som frustrerende, og bidra til å gjøre dem usikre. Derfor er det viktig at vi hjelper elevene våre til å lære strategier som hjelper dem i å prosessere og behandle kjemisk informasjon på en vitenskapelig måte (Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott, 1994; Pienta, Cooper, & Greenbowe, 2005, p. 19).

Studier som har undersøkt elevenes kognitive strukturering foreslår at elever kan ha vanskeligheter i kjemi, fordi de mangler en konstruktiv struktur på kjemikunnskapen deres (Jaber & Boujaoude, 2012; Rickey & Stacy, 2000). Studiene peker på at de fleste elevene kommer til skolen med få eller ingen slike vitenskapelige kognitive strukturer fra før (Gabel, 1999, p. 551). De kommer derimot til skolen med personlige og individuelle kognitive strukturer har oppstått på bakgrunn av erfaring i livet (Sjøberg, 2009, p. 328). Disse strukturerne er unike og av ulik kvalitet. Noen har velutviklede strukturer som hjelper dem å sortere ny kunnskap på en konstruktiv måte sammen med tidligere ervervet kunnskap, mens andre har en mer tilfeldig struktur. De samme studiene holder frem at en av lærerens viktigste funksjoner i undervisningen er å bidra til at elevene selv utvikler læringsstrategier og kognitive strukturer som gjør dem i stand til å bli selvstendige lærende. Dette er også forankret i *Prinsipp for opplæringen (læringsplakaten)*, samt *Generell del av læreplanen*:

"Ordnende kunnskap må til for å lære å lære og for å bruke det en vet, til å få grep på det en ikke kan. Det er helhetlige rammer som gir mønster for nye biter som skal føyes til mosaikken." (Utdanningsdirektoratet, 2006a, p. 14; "Konkret kunnskap og helhetlige referanserammer").

"Opplæringen skal gi elevene kunnskap om betydningen av egen innsats og om bevisst bruk og utvikling av læringsstrategier." (Utdanningsdirektoratet, 2006c, p. 4; "Motivasjon for læring og læringsstrategier").

Å lære vitenskapelige tankesett er et poeng som blant annet er forankret i studier som peker på metakognisjon som et viktig perspektiv i kjemiundervisningen (Fensham & et al., 1994, p. 219; Rickey & Stacy, 2000). I slike studier fremheves evnen til *selvrefleksjon*. I kjemididaktikken handler dette først og fremst om evnen til å vurdere kjemikunnskap på ulike nivå (3D). Slik sett taler disse studiene samme sak som Johnstones ide om et tredelt kjemifag. Johnstones ideer har blant annet fått innflytelse på norsk læreplanverk. Denne innflytelse kan vi observere ved å lese av formålet i *Læreplan i kjemi – programfag*:

"Kjemikere utforsker, bestemmer og beskriver hvordan stoffer er oppbygd på mikronivå, og forklarer på dette grunnlaget stoffenes egenskaper og reaksjoner. Utviklingen av kjemisk viten skjer i en vekselvirkning mellom eksperimenter og teori. Vekselvirkningen avspeiles i programfaget kjemi, der planlegging og gjennomføring av forsøk og vurdering av resultater er sentralt" (Utdanningsdirektoratet, 2006b; "Formål").

Når vi leser formålet i læreplanen for kjemi, går det tydelig frem av sitatet at begreper som: mikronivået (eksplicit) og makronivået (implisitt: resultater fra eksperimenter/forsøk), har en sentral posisjon i faget. Jeg ønsker her å påpeke, at sitatet er hentet nettopp fra *Formålet*. Det fremstår for meg som innlysende at Johnstones modell om tre nivåer i kjemi skal/bør ha en overgripende rolle i planleggingen og gjennomføringen av kjemiundervisning i den norske offentlige skolen, som er underlagt *kunnskapsløftet*. Denne påstanden kan begrunnes politisk ved å henvise til et sitat hentet fra statsmelding 28 (2015-2016):

"Departementets vurdering: Det er målsetting at det fornyede læreplanverket som helhet skal angi en tydeligere retning for arbeidet i skolen. Sammenhengen mellom formål og innhold skal bli tydeligere..." (Kunnskapsdepartementet, 2016, p. 69).

I sitatet støttes påstanden om at Formålet bør få overveiende betydning for undervisningen – samtidig som det bør være en tydelig sammenheng mellom formål og innhold i faget. I så måte blir den konstante sammenhengen mellom mikro- og makronivået aktuell både som en del av *prosessen* og som en del av *produktet* av undervisningen (Sjøberg, 2009).

Ovenfor har jeg argumentert for at mikro- og makronivået er et viktig tema å reise i undervisningen. Dette har jeg begrunnet med både læreverk, forskning og politiske vedtak. Samtidig har jeg pekt på hvilke forskningsfelt som berører Johnstones ide om et tredelt kjemifag. I lys av dette ønsker jeg å undersøke elevenes kjemikunnskap på ulike nivå. I denne studien er jeg først og fremst interessert i å undersøke: makronivået, mikronivået og overgangene mellom disse.

## 1.1 Problemstilling

Denne studien søker innsikt i elevers bruk av mikro- og makronivået. Studien søker å forstå hvilke elever som bruker nivåene i sammenheng, et kjennetegn på høy konseptuell forståelse i kjemi. Samtidig er det interessant å undersøke om det finnes noen sammenheng mellom elevenes faglige nivå, og deres bruk av mikro- og makronivået i forklaringer av kjemiske fenomen. Studien vil forsøke å belyse følgende problemstilling:

### Problemstilling:

*Hvordan benytter elever på videregående skole seg av mikro- og makronivået, når de forklarer kjemiske fenomen? Og hva er sammenhengen mellom elevenes konseptuelle forståelse og bruk av mikro-makrooverganger?*

Denne problemstillingen setter mikronivået og makronivået i sammenheng med *konseptuell forståelse*<sup>4</sup>. Elevenes konseptuelle forståelse vil i denne studien gjenspeiles som skår fra et diagnostisk kjemiverktøy, en såkalt kjemisk konseptuell flervalgstest (CCI<sup>5</sup>). Dette verktøyet er designet for å avdekke elevenes konseptuelle forståelse i kjemi (mer om dette i teoridelen). CCI dataene vil i denne studien fungere som et supplement til de kvalitative dataene fra intervju med elevene. Studiens design blir følgelig *multistrategisk* (Robson, 2011, p. 161) Det vil bli lagt vekt på å belyse *sammenhengene*, fremfor å søke svar på årsak/virkning.

I denne studien vil jeg ikke legge vekt på kvalitative vurderinger av det kjemifaglige innholdet i elevenes forklaringer (i motsetning til; (Lee, Eichinger, Anderson, Berkheimer, & Blakeslee, 1993)). Tilsvarende begrensning ble blant annet benyttet av (Brosnan & Reynolds, 2001, p. 71) i deres studie. Det er likevel relevant å trekke frem bestemte sitat som funn, og gjennomføre enkle drøftinger av disse i analyse og diskusjonsdelen. Hovedinnsatsen i studien vil være å identifisere og belyse sammenhengen mellom elevenes faglige nivå (målt med en CCI-test) og elevens bruk av mikro- og makronivået i deres forklaringer. Studien vil ha spesielt fokus på overganger mellom nivåene, såkalte mikro-makrooverganger.

## 1.2 Forskningsspørsmål

Med hensyn til begrensningene skissert ovenfor, søker denne studien å besvare følgende forskningsspørsmål:

*Er det en sammenheng mellom elevenes bruk av mikro- og makronivået og deres konseptuelle forståelse i kjemi? Og hvilken informasjon kan vi hente ut av en slik sammenheng?*

Forskningsspørsmålet er *utforskende* og *beskrivende* i sin formulering. Dette har betydning for metode og analysevalg. I studien vil det være fokus på tre ulike sammenhenger. Disse er:

---

<sup>4</sup> Konseptuell forståelse kan forstås ved hjelp av et mer hverdagslig uttrykk, nemlig: grunnleggende forståelse. Begrepet utledes i egen teoridel (2.5).

<sup>5</sup> CCI: Chemical Concepts Inventory – oversatt til norsk: kjemisk konseptuell beholdning, altså en test som søker å avdekke elevens konseptuelle forståelse.

### Sammenhengene mellom ...

... elevenes bruk av mikronivået og konseptuell forståelse (Mikro og CCI)

... elevenes bruk av makronivået og konseptuell forståelse (Makro og CCI)

... elevenes bruk av mikro-makrooverganger og konseptuell forståelse (Mikro-makro og CCI)

For å kunne besvare forskningsspørsmålet og undersøke de tre sammenhengene, benytter jeg meg av en multistrategisk design; med innslag av både kvantitativ og kvalitativ metode – såkalt *triangulering*. Denne typen metodevalg gir mulighet for å undersøke data fra ulike perspektiv og identifisere sammenhenger, samt beskrive disse. Mer om dette i metoddelen.

Studier med lignende problemstillinger er blitt gjennomført. For eksempel ble sammenhengen mellom elevenes bruk av ulike representasjoner (representasjonsnivået) og elevenes forklaringer av kjemiske fenomen undersøkt av Treagust et al (2003). I en annen forskningsstudie ble elevenes forklaringer av masse og molekyler på mikro- og makronivå undersøkt (Lee et al., 1993). I denne ble pre og post flervalgsoppgaver og intervju brukt som metodiske instrumenter. Her ble elevenes forklaringer kategorisert som enten mikro- eller makroforklaringer. I Jaber & Boujaoude (2012) identifiserte man tre elevprofiler ut ifra hvordan elevene forklarte kjemiske reaksjoner i relasjon til 3D. I denne studien ble pre- og post-test (CCI) benyttet, samt undervisning og intervju. Resultatet ble en sammenligning av lavtskårende og høytstående (CCI) elever med hensyn til bruken av 3D og overgangene mellom nivåene (Jaber & Boujaoude, 2012, p. 989). I Brosnan & Reynolds (2001) undersøkte man elevers forståelse av fire utvalgte kjemiske fenomen (Brosnan & Reynolds, 2001). I denne studien valgte man å kategorisere svarene som enten mikro-basert, makro-basert eller mikro-makrooverganger. Andelen av ulike typer svar ble så sammenlignet etter alder på elevene.

## 2.0 Fagdidaktiske studier og litteratur – Teoriforankring

I denne delen presenterer jeg relevant didaktisk forskning knyttet til temaene: meningsfull læring, metalæring, konseptuell forandring (conceptual change), misoppfatninger, pedagogisk kobling, kjemiens tre dimensjoner, modellbruk, vitenskapelige tankemåter og konseptuell forståelse.

### 2.1 Meningsfull læring, metalæring og konseptuell forandring

*Meningsfull læring* er et vidt begrep som favner stort, og er følgelig vanskelig å definere. Ut fra begrepets sammensetning kan vi si at en definisjon må ta stilling til ordet *meningsfull* og *læring*, og det i sammenheng. Meningsfull læring må dermed være *læring som oppleves som meningsfull*. Da blir spørsmålet: *hvem* skal oppleve læringen som meningsfull? Her finnes det to opplagte alternativ: læreren og/eller eleven. Det finnes også andre aktører som kan tenkes å ha en mening om hva meningsfull læring er: forskere, familie, klassekamerater, forbildet ditt, politikere eller samfunnet (representert av læreplan og kunnskapsdepartementet). Meningsfull læring vil nødvendigvis ikke bety det samme for alle.

Så, det finnes ingen standard for hva meningsfull læring skal være. Det finnes likevel flere studier som holder frem bestemte didaktiske perspektiv som viktige i bestrebelsene om å skape meningsfull læring. Et av hovedelementene i D. P. Ausubels læringsteori er at: Elevenes tidligere kunnskap er det viktigste utgangspunktet for å lære dem ny kunnskap (Ausubel, 1963; Ausubel, Novak, & Hanesian, 1978; Ringnes & Hannisdal, 2006, p. 52; D. F. Treagust & Chittleborough, 2001, p. 241). Ausubel og hans tilhengere hevder at: undervisning som bygger på (eller endrer) elevenes tidligere ervervede kunnskap, vil oppleves som meningsfull. I en slik undervisning deltar eleven aktivt i læringen ved å vurdere, reflektere (Rickey & Stacy, 2000), diskutere (Pienta et al., 2005, p. 20) og endre sine konseptuelle skjema<sup>6</sup> (eller kognitive struktur) – dette kaller Posner et. al. (1982) for *conceptual change* (C.C); som oversatt til norsk kan kalles *konseptuell endring*. Altså en prosess der tidligere og ny kunnskap blandes, forandres og omorganiseres.

Refleksjon rundt egne kognitive strukturer og prosesser, er læringsaktiviteter som er nært beslektet med *metalæring*. Metalæring og *metakognisjon* bygger på den samme teorien. Meta-kognisjon er definert som: kunnskap om egne kognitive prosesser og produkter. Metalæring blir dermed en læringsform som har til som å øke elevenes bevisstheten rundt egne tankeprosesser og kognitive strukturer (Fensham & et al., 1994, p. 7; Rickey & Stacy, 2000). Koblingen mellom konseptuell forandring (C.C) og metalæring ligger i prosessen kalt *akkomodasjon*. Det er denne linken som gjør metalæring så sentral i et konstruktivistisk læringsperspektiv (Fensham & et al., 1994, p. 132).

---

<sup>6</sup> Kognitive skjema: kan forstås som en enhet i den kognitive strukturen. Ofte er bestemte erfaringer, kunnskap og opplevelser koblet til et bestemt skjema. De ulike kognitive skjemaene utgjør til sammen den kognitive strukturen (Sjøberg, 2009, pp. 316-317). Under konseptuell endring skjer det endringer og reorganiseringer av de kognitive skjemaene (Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982).



Akkomodasjon er en flertrinnsprosess hvor elevenes kognitive strukturer endres som en følge av kognitiv konflikt. Akkomodasjon kan ses på som et av C.C endelige mål. Akkomodert kunnskap er kunnskap/konsepter som er blitt prosessert gjennom en *kognitiv konflikt*<sup>7</sup>, og blitt til en integrert del av den nyorganiserte kognitive strukturen/skjemaet. Kognitiv konflikt er en situasjon der elevene selv oppdager og opplever at deres kognitive skjema og konseptuelle forståelse er i ubalanse/konflikt med empirien. Dette fører til at eleven søker å opprette balanse ved å endre eller reorganisere sin kognitive struktur – eller sagt på en annen måte: eleven prøver å finne ut hva som hindrer den i å forstå den empiriske impulsen/observasjonen (Driver et al., 1994, p. 6). Dette innebærer at eleven henter frem de tidligere ervervede kognitive skjemaene, og vurderer om det trengs en endring i disse for å opprette balanse og ende den kognitive konflikten. En kognitiv konflikt kan oppstå i undervisningen ved at læreren utfordrer elevenes forståelse av kjemiske fenomen. Et viktig metakognitivt poeng i dette; er at eleven selv oppdager at forståelsen/den kognitive strukturen er utilstrekkelig eller mangelfull – kun da vil konseptuell forandring være mulig (Posner et al., 1982).

#### En oppsummering av betydningen til *meningsfull læring*:

1. Meningsfull læring må ta utgangspunkt i det eleven allerede vet, og bygge videre på denne kunnskapen. Enten gjennom akkomodasjon (C.C) eller assimilasjon<sup>8</sup> (Sjøberg, 2009, p. 328).
2. Meningsfull læring står i kontrast til pugg og memorering og fremmer forståelse (Ausubel, 1963, 1968).
3. Meningsfull læring fordrer at eleven er aktivt deltakende i læringsprosessen. Dette innebærer at eleven bevisst reflekterer over egne kognitive prosesser og nytter seg av metakognitive strategier. En slik strategi kan være å linke observasjoner på makronivået med teori på mikronivået – såkalte mikro-makrooverganger (Glynn, Yeany, & Britton, 1991, p. 123; Loughran, 2010, pp. 142-143; Rickey & Stacy, 2000, p. 919).

Pienta et. al. (2005) oppsummerer meningsfull læring i følgende sitat:

"The idea of meaningful learning stands in direct contrast to rote learning, in which the new material is not connected in any substantive manner to existing knowledge, but merely memorized. Ausubel (1963, 1968) speaks of meaningful learning as the processes by which new knowledge is incorporated into the learner's mind. In order to escape memorization, they must choose to make connections between what 'they already know' and what 'they need to know' (Bretz, 2001; Novak & Gowin, 1984). Helping students to make these connections, that

---

<sup>7</sup> Kognitiv konflikt kan forstås som en kognitiv (tankebasert) uoverensstemmelse, mellom den gamle og den nye kunnskapen.

<sup>8</sup> Assimilasjon: tvillingsfunksjonen til akkomodasjon. Assimilasjon er Piagets andre adaptasjonsprosess av kunnskap. Under en assimilasjonprosess blir den nye kunnskapen tatt opp i den eksisterende kognitive strukturen. I motsetning til akkomodasjon vil assimilasjon fundamentere den eksisterende kognitive strukturen, ikke endre den (Sjøberg, 2009, pp. 316-317).

is, 'to learn how to learn', is the central tenet of Ausubel and Novak's construct of meaningful learning (Ausubel, 1968; Ausubel et al., 1978)" (Pienta et al., 2005, p. 34).

Sitatet gjenspeiler de tre oppsummeringspunktene om hva meningsfull læring er, samtidig binder sitatet meningsfull læring og metakognisjon sammen.

## 2.2 Misoppfatninger

I kjemi finnes det mye forskning på elevenes *misconceptions*<sup>9</sup> (Barke et al., 2009; Nakhleh, 1992; Pfundt & Duit, 1988). En misoppfatning er en forestilling/oppfatning/forståelse, knyttet til et kjemisk konsept, som ikke stemmer overens med den vitenskapelige konsensus (Nakhleh, 1992, p. 330; Ringnes & Hannisdal, 2006, p. 70; Sjøberg, 2009). Med andre ord kan man si at en misoppfatning er et uttrykk for en gal forståelse; for eksempel av et kjemisk fenomen. Misoppfatninger kan oppstå av forskjellige grunner. Blant annet vil upresis bruk av begreper i undervisningen eller læreverk kunne føre til misoppfatninger i kjemi, dette gjelder også bruk av upresise forklaringsmodeller (Gilbert & Treagust, 2009; Sjøberg, 2009, p. 330).

## 2.3 Pedagogisk kobling

*Kobling* eller *pedagogisk kobling* er begreper som beskriver de kognitive prosessene hvor den aktivt lærende (elever) konstruerer kognitive linker/relasjoner mellom konseptene i sin kognitive struktur. Med andre ord: Kobling er en kognitiv prosess hvor målet er å bygge bro mellom kunnskapsenheter (konseptene) i den kognitive strukturen. Kobling handler altså om å knytte kunnskap sammen på en meningsfull måte (Fensham & et al., 1994, p. 7; Scott, Mortimer, & Ametller, 2011).

Scott et al. (2011) foreslår tre kategorier av pedagogisk kobling:

1. kobling som støtter kunnskapsbygging ("*support knowledge building*")
2. kobling som promoterer kontinuitet ("*promote continuity*")
3. kobling som oppfordrer til følelsesmessig engasjement ("*encourage emotional engagement*")

Av disse tre kategoriene er kategori 1: kobling som støtter kunnskapsbygging, mest relevant for denne masterstudien. Videre skiller Scott et al. (2011) mellom seks ulike former for kunnskap; som har hver sin fremgangsmåte. Av disse seks, er fremgangsmåte 5: "*moving between different scales and levels of explanation*" den mest relevante. I denne fremgangsmåten skiller Scott et. Al (2011) mellom de ulike nivåene (3D) i kjemi. Det rettes spesielt fokus på linkene mellom makronivået ("*phenomenological level*") og mikronivået ("*theoretical level*"). I Scott et al. (2011) trekkes det frem som viktig at: læreren presiserer overgangene mellom de ulike nivåene i undervisningen. Hvis læreren mislykkes med dette, vil eleven stå i fare for å havne et sted mellom de to nivåene (Scott et al., 2011, p. 11); her oppstår det ofte misoppfatninger (Sirhan, 2007, p. 8; Wilensky & Resnick, 1999, p. 4).

---

<sup>9</sup> Oversatt til norsk blir dette: misoppfatninger.

## 2.4 Kjemiens tre dimensjoner

Essensen av *kjemiens tre dimensjoner* ble redegjort for i introduksjonen. Det er likevel relevant å påpeke at det å lære kjemi er en mentalt krevende aktivitet. I kjemifaget møter mange elever utfordringer når de skal tolke empiriske observasjoner på makronivået, og samtidig vurdere teoretiske prinsipper på det abstrakte mikronivået (Meijer, Bulte, & Pilot, 2009, p. 196; Sirhan, 2007, p. 3; D. F. Treagust & Chittleborough, 2001, p. 241). Disse utfordringene gjenspeiles blant annet i følgende sitat:

"One of the essential characteristics of chemistry is the constant interplay between the macroscopic and the microscopic levels of thought, and it is this aspect of chemistry learning that represents a significant challenge to novices" (Bradley & Brand, 1985, p. 318)

Sitatet viser til hvor sentralt overganger mellom mikro og makro er, samtidig som det presiseres hvor vanskelig dette kan være for ulærte kjemikere. I denne sammenhengen må man ikke glemme betydningen av det tredje nivået som binder de to foregående sammen, nemlig: representasjonsnivået. Dette nivået består blant annet av: *modeller*, *symboler* og *visuelle representasjoner*. Disse er viktige i kommunikasjonen av kjemikunnskap, både i klasserommet og i vitenskapen forøvrig (D. Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2003; D. F. Treagust & Chittleborough, 2001).

Undervisning om kjemiens tre dimensjoner kan ses på som et svar på M. Coopers (2015) etterlysning av et "*underlying explanatory framework*" for studentene (Cooper, 2015). Cooper (2015) etterlyser i dette sitatet, et fundamentalt kognitivt rammeverk (3D) som kan tilby elevene metakognitive strategier. Rickey og Stacy (2000) foreslår å linke observasjoner på makronivået med forklaringer på mikronivået i undervisningen, som et forslag til en slik kognitiv strategi i kjemi (Rickey & Stacy, 2000, p. 918).

### 2.4.1 Mikronivået – forklaringsnivået

Mikronivået kan i en kjemididaktisk sammenheng betegnes som *forklaringsnivået*. Kjemikere bruker mikronivået til å *forklare* observasjoner fra den virkelige verden (makronivået) (D. F. Treagust & Chittleborough, 2001, p. 241). Det er på mikronivået vi kan undersøke de underliggende lovmessighetene som bestemmer kjemiske egenskapene på makronivået – derfor egner kunnskap på mikronivået seg godt til å forklare kjemi (Johnstone, 2000a, p. 35). Kozma og Russel (1997) peker på at forståelse i kjemi handler om å finne en forklaring på det usynlige og abstrakte, dette gjenspeiles i følgende sitat:

"perhaps more than other sciences, understanding chemistry relies on making sense of the invisible and the untouchable. Much of what is chemistry exists at a molecular level and is not accessible to direct perception" (Kozma & Russell, 1997, p. 949).

I sitatet snakkes det om å forstå ("*understanding*") og å finne mening ("*make sense*"). Dette ser jeg på som forutsetninger for å kunne forklare, og derfor mener jeg det går an å omtale mikronivået som et forklaringsnivå. Dette kan underbygges ytterligere med følgende sitat:

"...explanations are nearly always at the microscopic level – a level which cannot be observed – but is described and explained using symbols..." (D. F. Treagust & Chittleborough, 2001, p. 242).

I sitatet vektlegges mikronivået som forklaringsnivå. Dette samsvarer med min påstand.

#### **2.4.2 Overganger mellom de ulike nivåene – kjennetegn på kjemiforståelse**

Flere studier peker på *evnen til å bevege seg fritt mellom kjemiens tre dimensjoner* som et kjennetegn på at man forstår og tenker kjemi på en vitenskapelig måte (Chittleborough & Treagust, 2007; Gabel, 1999; Johnstone, 1982; D. F. Treagust & Chittleborough, 2001). Det er imidlertid urealistisk å forvente at elevene skal klare dette i starten av kjemiutdanningen (Johnstone, 2000a). Kjemiforståelse på ulike nivå, er likevel utpekt som et mål for kjemiundervisningen (Wilensky & Resnick, 1999).

I en studie ble det vist at elever som mestrer å ta i bruk ulike nivåer, og overganger mellom disse, forklarer bedre og mer effektivt, sammenlignet med elever som har utfordringer med dette (D. Treagust et al., 2003). En annen studie peker på at det finnes en sammenheng mellom elevenes konseptuelle forståelse, og deres evne til å konstruere og forstå forklaringsmodeller på ulike nivå (Chittleborough & Treagust, 2007). I denne studien ble det konkludert med:

"Practice with models and consideration of different levels of representations did improve students' modelling ability which in turn was instrumental in students learning the chemistry concepts" (Chittleborough & Treagust, 2007).

I sitatet brukes begrepet: "*different levels of representation*", til å omtale kjemiens tre dimensjoner. Studien demonstrerte at undervisning basert på modeller og kjemiens tre dimensjoner kan bidra til økt konseptuell forståelse i kjemi (mer om dette i teoridel 2.6).

#### **2.4.3 Forankring av ulike nivå i læreplanen**

Ut i fra Formålet i læreplanen kan vi tydelig lese at faget skal ha et overordnet fokus på å forklare og vurdere resultater fra forsøk og eksperimenter opp mot teori. Her kan vi oppdage en tydelig link til kjemiens tre dimensjoner.

Overgangene mellom mikro- og makronivået (mikro-makro) er nærmest omtalt eksplisitt gjennom passasjen: "*Kjemikere utforsker, bestemmer og beskriver hvordan stoffer er oppbygd på mikronivå, og forklarer på dette grunnlaget stoffenes egenskaper og reaksjoner*". Disse delene av læreplan for kjemi er med på å forankre masterstudiens relevans. Dette gjelder både undervisningen som ble gjennomført og problemstillingen. Jeg ønsker å trekke frem to passasjer til, som jeg vurderer som relevante i å forankre masterstudien i læreplanen. Disse er hentet fra *Formålet* og fra *Grunnleggende ferdigheter*:

"I programfaget skal den enkelte utvikle fortrolighet med naturvitenskapelig tankegang og naturvitenskapelige arbeidsmåter, og kunne vurdere eget arbeid og resultater" (Utdanningsdirektoratet, 2006b; Formålet - læreplan i kjemi).

Sitatet viser tydelig at metalæring har fått plass som overordnet mål i formålet for kjemifaget. Denne passasjen bidrar til å forankre relevansen av å studere elevenes metakognitive prosesser (mikronivået, makronivået og overganger mellom disse).

"Å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig i kjemi innebærer å vurdere og argumentere presist i faglige diskusjoner, og ved planlegging og gjennomføring av forsøk og ekskursjoner. I dette inngår å beskrive egne observasjoner og erfaringer fra naturen og laboratoriet ved å bruke kjemifaglige begreper. Det betyr å formulere spørsmål og hypoteser og presentere resultater" (Utdanningsdirektoratet, 2006b; Grunnleggende ferdigheter i kjemi).

Dette sitatet er først og fremst et bidrag til å forankre intervju som den kvalitative metoden i masterstudien. Under intervjuet blir eleven utfordret til å forklare kjemiske fenomen. Slik sett studeres en av elevens grunnleggende ferdigheter i faget.

## 2.5 Konseptuell forståelse i kjemi

Å komme frem til en endelig definisjon av: *konseptuell forståelse*, har vist seg å være utfordrende (Holme, Luxford, & Brandriet, 2015). Til tross for mangelen på en definisjon viser det seg at kjemikere likevel har en intuitiv forståelse av uttrykket. Disse intuitive forståelsene kan uttrykkes som individuelle definisjoner. Ingen av disse kan sies å være mer riktig enn andre, men det er mulig å undersøke hva majoriteten i et utvalg mener. Dette ble gjort av Holme et al. (2015) hvor 1400 kjemikere (lærere på ulike utdanningstrinn) ble bedt om å uttrykke sin intuitive forståelse av uttrykket. Ved hjelp av en konstant komparativ forskningsmetode kom studien frem til følgende seks hovedkategorier (se figur 2):

<b>Box 1. Defining Conceptual Understanding</b>	
In chemistry, there are core chemistry ideas that include theories, practices, patterns, and relationships. A student who demonstrates conceptual understanding can:	
Transfer	• Apply core chemistry ideas to chemical situations that are novel to the student.
Depth	• Reason about core chemistry ideas using skills that go beyond mere rote memorization or algorithmic problem solving.
Predict	• Expand situational knowledge to predict and/or explain behavior of chemical systems.
Problem Solving	• Demonstrate the critical thinking and reasoning involved in solving problems including laboratory measurement.
Translate	• Translate across scales and representations.

**Figur 2:** Box 1. presenterer hovedkategoriene som utgjør (Holme et al., 2015) sitt forsøk på å definere uttrykket: *konseptuell forståelse*. Kategoriene er basert på 1400 kjemikers intuitive forståelse av uttrykket.

Ut ifra figur 2 ønsker jeg å fremheve hovedkategoriene: *dept*, *predict* og *translate*, som ekstra relevante perspektiv i denne studien. "*Dept*": tar opp elevens evne til å argumentere og forklare kjerneideer (konsepter) i kjemi, "*predict*": tar opp elevens evne til å forklare kjemiske fenomen, mens "*translate*": tar opp hovedtemaet i denne masterstudien, nemlig: overganger mellom nivåer (mikro-makro). De tre hovedkategoriene er sentrale perspektiv i denne masterstudien.

## 2.6 Modellbruk, konseptuell forståelse og mikro-makrooverganger

I en case-studie ble tre studenters konseptuelle forståelse i kjemi, studert i sammenheng med Johnstones nivådeling (3D). I case-studien ble studentenes modellbruk og modellforståelse undersøkt i lys av deres evne til å bruke ulike nivåer (Chittleborough & Treagust, 2007). Konklusjonen i case-studien viser hvilken kobling det er mellom modellbruk, mikro-makrooverganger og elevenes konseptuelle forståelse. Konklusjonen er gjengitt i følgende sitat:

"Based on the case studies of 'Narelle', 'Alistair' and 'Leanne', the students' understandings of the role of models in relation to both macroscopic and submicroscopic levels have been shown to be significant in their depth of understanding of chemical concepts" (Chittleborough & Treagust, 2007, p. 287).

Konklusjonen i sitatet ovenfor peker på at studentenes modellbruk står i korrelasjon til den konseptuelle forståelsen av kjemi på mikro- og makronivået. Elevene i case-studien som utviste god evne til å tolke og bruke modeller på ulike nivå (3D), var de samme elevene som hadde størst konseptuell forståelse.

## 2.7 Det vitenskapelige samfunnets praksis og tankemåter

"... learning science involves being initiated into scientific ways of knowing... learning science thus involves being initiated into the ideas and practices of the scientific community and making these ideas and practices meaningful at an individual level. The role of the science educator is to mediate scientific knowledge for learners, to help them to make personal sense of the ways in which knowledge claims are generated and validated, rather than to organize individual sense-making about the natural world" (Driver et al., 1994, p. 6).

I sitatet hevder Driver et al. (1994) at læring innen vitenskapen, involverer å introdusere elevene for det *vitenskapelige fellesskapets*<sup>10</sup> praksiser og tankemåter; slik at elevene kan dra nytte av, og i fremtiden bidra til, det vitenskapelige fellesskapet. En slik læring forutsetter at læreren fungerer som en igangsetter og veileder i læringsprosessen (Driver et al., 1994, p. 6).

Sitatet hevder også at *meningsfull læring* oppstår når elevene gis mulighet til å validere og gjøre seg kjent med hvordan kunnskap organiseres og konstrueres i det vitenskapelige fellesskapet. Hvis eleven gjøres i stand til å akseptere den vitenskapelige praksisen på et personlig plan; reduseres sjansen for at eleven konstruerer et individuelt verdensbilde som

---

<sup>10</sup> Her brukes uttrykket *vitenskapelig fellesskap* som en oversetting ifra det didaktiske uttrykket: *Scientific community*.

skiller seg betydelig fra det vitenskapelige fellesskapets *paradigme*. Da lyktes man samtidig med å redusere sjansen for at misoppfatninger oppstår som følge av feiltolkning av kunnskap. En slik feiltolkning kan knyttes til forvirring rundt de ulike nivåene (3D) (Jaber & Boujaoude, 2012, p. 990).

## 3.0 Metode

Denne delen er tredelt: metodeteori (3.1), metodisk tilnærming (3.2) og tiltak for å ivareta reliabilitet og validitet (3.3).

### 3.1 Metodeteori

Her presenteres relevant teori knyttet til den metodiske tilnærmingen i masterstudien.

#### 3.1.1 Sosialkonstruktivisme og sosiokulturell forskning

I den *sosialkonstruktivistiske* læringsteorien finner man teoretisk grunnlag for å si at: Innsikt i elevenes forståelse og tanker, kan oppnås gjennom vitenskapelige undersøkelser av elevenes forklaringer. Ved å ta i bruk empiriske metoder som: *intervju* eller *observasjon*, kan forskere tolke og vurdere elevenes kunnskap (Robson, 2011, p. 24). Premisset gjenspeiler seg i følgende omtale av *sosiokulturell* forskning innen det kvalitative paradigme:

"Meaning does not exist in its own right; it is constructed by human beings as they interact and engage in interpretation ... Researchers with this theoretical orientation find grave difficulties in the notion of an objective reality which can be known. They consider that whatever the underlying nature of reality there is no access to it. In principle there are as many realities as there are participants – as well as that of the researcher. They consider the task of the researcher is to understand the multiple social constructions of meaning and knowledge." (Robson, 2011, p. 24).

Sitatet peker på at kunnskap om den objektive virkeligheten ikke eksisterer, og at vi som forskere kun kan håpe på å oppnå en frem-tolket forståelse av flerfoldige sosiale interaksjoner. Læring er en slik flerfoldig sosial interaksjon: mellom læreren, elevene og det sosiokulturelle miljøet. Ettersom denne masterstudien undersøker elevenes forståelse i en læringskontekst, kan man betrakte innholdet i sitatet som relevant for masterstudiens epistemologiske<sup>11</sup> forankring. Robson (2011) skriver videre:

"...Hence they tend to use research methods such as interviews and observation which allow them to acquire multiple perspectives. The research participants are viewed as helping to construct the 'reality' with the researchers." (Robson, 2011, p. 24).

Sitatet hevder at forskerens egen subjektivitet blir en integrert del av forskningsproduktet. Følgelig blir forskerens (min) oppgave å gjøre de metodiske valgene så transparente som mulig, dette gjelder blant annet tolkningene i analysen. En implikasjon av sitatet er at det ikke er mulig å oppnå 100 % objektive observasjoner, ettersom observasjoner gjøres av en subjekt som tolker den sosiale konteksten som omgir dem. Det finnes likevel tiltak som kan bidra til å øke objektiviteten og disse er viktig å etterstrebe. Dette beror blant annet på å ta i bruk metodiske grep som bidrar til økt validitet og reliabilitet.

---

<sup>11</sup> Epistemologi: læren om kunnskap og innsikt



### 3.1.2 Troverdighet i kvalitativ forskning – validitet og reliabilitet

I kvantitativ forskning er det først og fremst snakk om *validitet* og *reliabilitet*, når man skal vurdere troverdigheten/påliteligheten til en studie/metode. Validitet kan defineres som *gyldighet* (Dahlum, 2015); altså hvorvidt slutningene (funnene) i en studie er gyldige med hensyn til studiens forskningsspørsmål. Reliabilitet kan defineres *koherens*<sup>12</sup> (Tønnessen, 2015); altså hvilken stabilitet og pålitelighet en slutning/måling vil ha når den sammenlignes med målinger fra gjentatte forsøk over tid. Her forutsettes det at de gjentatte forsøkene tar i bruk samme metode og gjøres i mest lik kontekst.

I kvalitativ forskning snakker man ofte om studiens *troverdighet*. Begrepet kan deles inn i fire underbegrep. De fire underbegrepene representerer da studien totale troverdighet. En slik firedeling gjengis i (Lincoln & Guba, 1985):

1. *Intern validitet* (kredibilitet): betraktninger om hvorvidt den rapporterte forskningen fremstår som sannsynlig og tillitsvekkende. Karakteriseres av minimal inngripen, metodologisk triangulering og respons/konsultering med andre fagfeller. "Whether the treatment actually caused the outcome" (Robson, 2011, p. 88). Altså om dataene i studien er egnet til å besvare forskningsspørsmålet.
2. *Ekstern validitet* (Overførbarhet/generaliserbar): betraktninger knyttet til om funn fra forskningen kan anvendes til å si noe om et større sammenlignbart utvalg eller tilfelle. Om funnene i studien er generaliserbare for lignende situasjoner (Dahlum, 2015). Her har kontekst og beskrivelse stor betydning (transparens) (Robson, 2011, pp. 87-93).
3. *Reliabilitet* (avhengighet): betraktninger om hvorvidt andre forskere ville fått samme resultat ved bruk av den samme metoden. I denne betraktningen ligger det en vurdering av forskerens påvirkning: Hvis en studie er avhengig av at en bestemt forsker utfører den, er det trolig at forskeren selv påvirker resultatene – resultatene er da lite reliable. Bruk av standardiserte måleinstrumenter bidrar til å øke reliabiliteten. Det settes også høye krav til transparens, slik at metoden kan repeteres og forhåpentlig vis komme frem til samme resultat (gitt at reliabiliteten er høy) (Tønnessen, 2015).
4. *Objektivitet* (bekreftbarhet): betraktninger knyttet til om funn hadde blitt bekreftet i en studie som gjentok lik metode i en tilsvarende kontekst, med tilsvarende deltaker utvalg (Robson, 2011, p. 92). En studie blir mer objektiv hvis forskeren ivaretar sin relative nøytralitet – så langt det lar seg gjøre – slik at forskerens subjektivitet forblir lite blandet med de innhentede data. Et tiltak for å øke objektiviteten er at forskeren er åpen om sine forforståelser (Miles & Huberman, 1994), tolkninger og analyser. Transparens er sentralt her.

---

<sup>12</sup> Koherens: et annet ord for sammenheng (Nordbø, 2009)

### 3.1.3 Metodedesign og triangulering

En studie som benytter både kvantitative (CCI) og kvalitative (intervju) instrumenter klassifiseres gjerne som "*mixed design*" eller "*multi strategy design*" (Robson, 2011, p. 161). En oversettelse av begrepene til norsk vil for eksempel kunne være: "multistrategisk design" eller "mikset design". Jeg velger å bruke det engelske begrepet *mixed design* i denne oppgaven.

I en mixed design studie er det betydelig datainnsamling innen det kvantitative og kvalitative landskapet, såkalt *triangulering*. I de siste 25 årene har det vært økt interesse for denne typen forskningsdesign (Robson, 2011, p. 162). Mixed design blir i metodeteorien ansett som den *tredje vei* – hvorav de to andre veivalgene er de tradisjonelle inndelingene: kvantitativ og kvalitativ forskning. Ved å ta i bruk mixed design inntar man samtidig en pragmatisk posisjon i konflikten mellom kvantitativ forskning vs. kvalitativ forskning (Maxwell, 2010; Robson, 2011, pp. 27-30). En pragmatisk posisjon vil si at man ser på teorier som instrumenter og legger vekt på at det er mulig å innhente valide data fra praktisk empiri (kvalitative metoder). "Sannheten" (teori) avgjøres langt på vei av hva som viser seg å fungere i praksis (grounded theory) (Robson, 2011, p. 28). Disse metodeteoretiske/epistemologiske antagelsene er i samsvar med sosialkonstruktivismen (Robson, 2011, pp. 24-30). Dette gjenspeiles først og fremst i vektleggingen av at: mening konstrueres i samspillet mellom mennesker – dette skjer gjennom tolkning av kommunikasjon i en sosial kontekst.

#### 3.1.3.1 Triangulering

Å benytte to eller flere ulike instrumenter, for å besvare én og samme problemstilling, kalles for å *triangulere* (Robson, 2011, p. 87). Triangulering av data vil kunne bidra til økt validitet i en studie. Dette skjer gjennom å *sammenligne* og *korrelere* data fra ulike datakilder. Ved hjelp av triangulering minker man sjansen for at konklusjonene og implikasjonene som trekkes fra et datamateriale ikke skyldes tilfeldigheter, men i større grad gjenspeiler en reell beskrivelse av virkeligheten/fenomenet som undersøkes. Selv om triangulering kan bidra til økt validitet, bør det likevel ikke ses på som noen garanti for at funn i studien representerer noen form for sannhet.

Triangulering kan ses på som et metodisk tiltak for å øke validiteten/troverdigheten til en studie. Et annet aspekt ved triangulering er at forskeren får mulighet til å undersøke fenomenet fra ulike perspektiv. Dette kan bidra til å gjøre nye funn eller belyse de allerede innsamlede og analyserte dataene.

Høyere grad av objektivitet kan også oppnås gjennom triangulering. Dette skjer gjennom å sammenligne observasjoner fra ulike datakilder og vurdere disse for *konvergens*<sup>13</sup> (Robson, 2011, pp. 93, 165). Ofte er det nødvendig med et tilstrekkelig antall målinger for å kunne stadfeste/sannsynliggjøre objektiviteten til et funn.

---

<sup>13</sup> Konvergens betyr i denne sammenhengen om hvorvidt to observasjoner fra ulike kilder kan sies å sammenfalle. Hvis det er konvergens mellom to observasjoner, kan disse sies å understøtte hverandre.

I kvantitative studier vurderer man ofte statistisk *signifikans*<sup>14</sup> (CCI). Dette er fordi statistisk signifikans ofte har stor betydning for den eksterne validiteten; altså grunnlaget for å kunne generalisere. Det er en forutsetning at et datamateriale som brukes til å beskrive et gitt utvalg, har signifikans; om man har intensjon om å generalisere ut i fra det. Hvis et datamateriale inneholder et begrenset antall målinger, og følgelig ikke har statistisk signifikans, vil man ofte måtte konkludere med at datamaterialet ikke er tilstrekkelig. Det betyr at man ikke er i stand til å si noe om utvalget, med tilstrekkelig grad av sannsynlighet. I slike situasjoner fremtrer triangulering som en utfyllende metodisk løsning: Ved hjelp av triangulering kan man finne frem til et sammenlignbart datasett (ofte kvalitative data), som kan drøftes i lys av det begrensede utgangspunktet – slik kan kvalitative og kvantitative datasett brukes til å komplimentere hverandre. Dette er kjernen i et mixed design (Maxwell, 2010, p. 478; Robson, 2011).

### 3.1.4 P.O.E modellen og utforskende arbeidsmåter i kjemi

Undervisningen i denne masterstudien baserte seg på undervisningsmodellen *P.O.E.*<sup>15</sup> (Liew & Treagust, 1995; Loughran, 2010, p. 149; White & Gunstone, 1992). Denne undervisningsmodellen handler om å la elevene hypotetisere (**P**redict) rundt hva som skjer under et kjemisk fenomen; dette skjer ofte på makronivået. Deretter observere (**O**bserve) hva som faktisk skjer, for til slutt å utfordre elevene til å forklare (**E**xplain) hva som skjedde, gjerne ved bruk av både makro- og mikronivå (Rickey & Stacy, 2000, p. 918; D. F. Treagust & Chittleborough, 2001, pp. 254-255). Målet med denne typen undervisning er å promotere kritisk tenkning (Liew & Treagust, 1995, p. 254; Rickey & Stacy, 2000) og samtidig lære elevene gode læringsstrategier (Rickey & Stacy, 2000, p. 917). I kjemi innebærer dette undervisning med eksplisitt fokus på overganger mellom nivåene i 3D modellen (Rickey & Stacy, 2000, p. 918; D. F. Treagust & Chittleborough, 2001, p. 260).

Undervisningen som ble gjennomført tok også opp i seg elementer fra *utforskende/undersøkende undervisning*. Knain og Kolstø (2011) presenterer tre kjennetegn for utforskende arbeidsmåter:

1. Læringsaktiviteten må ta utgangspunkt i et spørsmål som identifiseres innledningsvis
2. Elevene må samle og bruke data til å vurdere/teste hypoteser satt opp i forhold til spørsmålet
3. Elevene driver en kunnskapsbyggende prosess, hvor de verifiserer og reflekterer over kunnskapen de erverver (Knain & Kolstø, 2011)

I denne formen for undervisning er eleven aktiv og undersøkende, mens læreren har fått en rolle som veileder/fasilitator; hvor hovedfokuset er å få elevene til å reflektere og fundere over det innledende spørsmålet som stilles. Læreren skal ta en aktiv rolle i å veilede elevene i deres kognitive prosesser (Knain & Kolstø, 2011; Knutsen, 2015; Rickey & Stacy, 2000).

---

<sup>14</sup> Statistisk *signifikans* kan forstås som betraktningen av om datamaterialet er representativt for det undersøkte utvalget.

<sup>15</sup> POE: predict, observe, explain – som oversatt til norsk betyr: forutse, observere og forklare.

Diskusjonen og dialog står svært sentralt i en slik form for undervisning (Driver et al., 1994, p. 11). En slik undervisningsform bidrar også til å introdusere elevene for den vitenskapelige tankemåte (Driver et al., 1994; Scott et al., 2011). Dette kan gjøres eksplisitt i kjemi gjennom å veilede elevene i bruken av kjemiens tre dimensjoner (3D) (Rickey & Stacy, 2000; Scott et al., 2011, p. 11; Wilensky & Resnick, 1999).

### 3.1.5 CCI – Chemical Concepts Inventory

CCI verktøyets hovedfunksjon er å utfordre og kartlegge elevenes dype og konseptuelle forståelse (Eggen, Jacobsen, Hafskold, & Persson, 2016). Dette innebærer kunnskap på alle de tre nivåene (3D): *representasjon* (bilder, figurer og modeller), *makronivået* (observasjoner og fysiske egenskaper) og *mikronivået* (abstrakt kunnskap, kjemiske prinsipper, fysiske lover og molekylære egenskaper).

Ettersom CCI verktøyet tester grunnleggende forståelse, bør den også kunne sies å ha bruksområde på et lavere utdanningstrinn enn det trinnet den er designet for. Dette premisset avhenger av oppgaveutvalget og pensumtilpasningen, ved hver enkelt CCI-test. I prinsippet bør alle CCI oppgaver som er designet for et introduserende kjemikurs kunne brukes til å teste videregående elevers konseptuelle kjemiforståelse, ettersom pensumslitteraturen samlet sett er tilnærmet lik. Detaljnivået er imidlertid et viktig element som bør tas hensyn til om man ønsker å bruke en CCI-test på et bestemt utvalg elever/studenter.

CCI verktøyet kan også brukes til å identifisere alternative oppfatninger/misoppfatninger i et utvalg (Eggen et al., 2016). Dette gjelder også CCI-testen som ble brukt i denne masterstudien. I et veldesignet CCI verktøy er distraktorene i oppgavene representative misoppfatninger. Da er det mulig å undersøke om disse er representative for utvalget, og følgelig bidra til kartleggingen av utstrekningen til vanlige misoppfatninger blant elever. Misoppfatninger er ikke et fokus i denne masterstudien, men det foreligger likevel et datamateriale i masterstudien som kan analyseres og undersøkes videre for misoppfatninger.

### 3.1.6 Semistrukturerte intervju

Semistrukturerte intervju har ofte varierende grad av *struktur*<sup>16</sup>. Semistrukturerte intervju er en mellomting mellom: *strukturerte intervju* – med streng kronologi og spørsmålsformulering, og *ustrukturerte intervju* – som har stor grad av frihet både når det gjelder kronologi og spørsmålsformulering. I likhet med strukturerte intervju gjennomføres semistrukturerte intervju etter en forhåndsbestemt plan/guide – en såkalt *intervjuguide*. Denne tjener som en tentativ kronologi igjennom intervjuet. I semistrukturerte intervju har intervjueren likevel frihet til å endre sekvensen og/eller formuleringen av spørsmålene, hvis intervjueren ser det som formålstjenlig. Friheten til å stille oppfølgingsspørsmål anses for å være en av styrkene til semistrukturerte intervju (Robson, 2011, p. 285).

---

<sup>16</sup> Struktur: strukturen i et intervju er knyttet til kronologien og innholdet av spørsmålene som stilles.

### 3.2 Metodisk tilnærming

I denne delen presenteres og begrunnes den metodiske tilnærmingen som ble valgt for å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene. Først gis en kort oversikt over metodens instrumenter (3.2). I neste del (3.2.1) gis en kort redegjørelse for metodens design og metodeteoretiske forankring, deretter redegjøres det for bruken av hvert enkelt instrument i metoden (3.2.2-4). Deltakerinformasjonen presenteres så i (3.2.5). Til slutt i del (3.2.6) presenteres tilleggsdata som ble samlet inn under studien. Ved hver del der det er relevant (3.2.2, 3.2.4) gis det også en oversikt over den analytiske tilnærmingen.

#### Metodens innhold (oversikt):

For å besvare problemstillingen: *Hvordan benytter fire videregående elever seg av mikro- og makronivået når de forsøker å forklare tre utvalgte kjemiske fenomen? Og hva er sammenhengen mellom elevenes konseptuelle forståelse (CCI) og bruk av mikro-makrooverganger?* Benyttes det i denne masterstudien tre ulike metodiske instrumenter<sup>17</sup>: CCI-testing (pre og post), undervisning og intervju.

En oversikt over kronologien i den metodiske tilnærmingen (instrumentene) kan gis på følgende måte (i parentes står gjennomføringstidspunktene for det enkelte instrument):

1. Pre-test CCI (uke 7)
2. Undervisning (uke 9)
3. Post-test CCI (uke 9)
4. Intervju (uke 17)

Hvert metodisk instrument som er listet ovenfor (1-4) tjener hver sin rolle i å undersøke sammenhengen mellom elevenes CCI skår og bruk av: mikronivået, makronivået og overganger mellom disse. Fra CCI undersøkelsene (pre og post-test) får vi innblikk i elevenes konseptuelle kunnskapsgrunnlag i kjemi (forståelse). I det påfølgende intervjuet får vi innsyn i elevenes bruk av ulike nivåer (mikro, makro og overganger mellom dem); dette gjøres ved å kode fire (utvalgte) elevers forklaringer av tre utvalgte kjemiske fenomen. Kodingen (kvalitativ analyse) beror på å kategorisere forklaringene deres som enten: mikro, makro eller mikro-makro<sup>18</sup>. Videre kan kodede sitat telles og *kvantifiseres* (Maxwell, 2010; Robson, 2011, p. 493). Kvantifiseringen i denne masterstudien beror på å telle antall sitat per kategori (mikro, makro, mikro-makro). Hvert sitat telles som 1. Etter den kvantifiserende prosessen, kan sammenhengen mellom elevenes CCI skår og bruk av nivåene visualiseres som en todimensjonal sammenheng (diagram). Disse sammenhengene er siden gjenstand for videre analyse og diskusjon.

---

<sup>17</sup> *Metodisk instrument*: er et begrep for datainnsamlingsmetode, der *metoden* tjener funksjonen som et *instrument* i å finne svar på problemstillingen/forskingsspørsmålet.

<sup>18</sup> Mikro-Makro notasjonen betyr i klartekst overganger mellom mikro- og makronivået.

### 3.2.1 Metodisk design og metodeteoretisk forankring

De metodeteoretiske antagelsene i denne masterstudien er i samsvar med sosialkonstruktivismen (Robson, 2011, pp. 24-30). Dette gjenspeiles først og fremst i vektleggingen av at mening konstrueres i samspillet mellom mennesker. Dette skjer gjennom tolkning av kommunikasjon i en sosial kontekst (intervju og intervjuanalyse/koding).

Masterstudien følger en mixed design (teoridel 3.3). Den inneholder bruk av både kvantitative (CCI) og kvalitative instrumenter (intervju) – dette kalles for triangulering (teoridel 3.3.1). I analysedelen legges det mest vekt på de kvalitative dataene – derfor kan masterstudien først og fremst sies å være en kvalitativ studie med innslag av kvantitative metoder.

Trianguleringen i masterstudien er både *data triangulering* (CCI skår vs. Kodede sitat) og *metodisk triangulering* (CCI og intervju) (Denzin, 1978; Robson, 2011, p. 158). Data trianguleringen beror på sammenligninger av CCI skår og konkrete sitater fra intervju, mens den metodiske trianguleringen først og fremst representerer kombinasjonen av kvalitative (intervju) og en kvantitative (CCI) instrumenter.

### 3.2.2 CCI flervalgstest

Det første metodiske instrumentet som ble tatt i bruk i masterstudien var en CCI-test (Pre-test). Denne var designet for studenter som tar introduksjonskurs i kjemi ved ulike studier, førsteåret på NTNU, i Trondheim (Eggen et al., 2016). CCI-testen er følgelig tilpasset pensumet på dette nivået. Det ble gjennomført en totalvurdering av oppgavens vanskelighetsgrad og omfang i beslutningen om å ta i bruk CCI-testen på et lavere utdanningsnivå (videregående trinn). I tabellen nedenfor presenteres for og imot argumentene (tabell 1).

**Tabell 1:** presenterer en tokolonne med for og imot argumenter knyttet til beslutningen om å ta i bruk CCI-testen (designet for studenter ved universitetet) på elever som går siste året på videregående.

For	Imot
Oppgavene tester konseptuell forståelse; grunnleggende kunnskap som elever på videregående trinn bør ha lært i kjemi 1 og 2 pensum (her er det et forbehold om få unntak)	(Noen) Oppgaver kan være for vanskelige, fordi de er designet for å teste studenter på universitetsnivå
Datamaterialet kan nyttes av andre studier som har brukt samme CCI-test – sammenligne skår og alternativer mellom ulike utvalg	Tilpasning etter elevenes modenhet vil alltid være en feilkilde (vanskelig å måle eller ta høyde for)
Mulighet for å identifisere misoppfatningene som eksisterer i to ulike utvalg (studentnivå og elevnivå)	
Statistiske sammenligninger av resultatene kan brukes til å forbedre eller tilpasse CCI oppgavene (tilpasse CCI mot videregående trinn med erfaringer fra utvalget i denne masterstudien)	

Ut fra tabell 1 kan vi lese flere argumenter for, enn imot. Beslutningen ble å ta i bruk CCI-testen slik den foreligger i (Eggen et al., 2016). Her vektlegges argumentet om at det er to

utvalg som er nært i kjemiutdanningsnivå. Graden av nærhet mellom de to nivåene avhenger av når studentene på universitetet testes; etter et halvår med undervisning på universitetet, eller i oppstarten studiene. Argumentet om muligheter for å oppnå sammenlignbare data på tvers av utvalg, tillegges også særlig vekt.

CCI oppgavene kan fås etter forespørsel. Når det gjelder drøftingen av verktøyets validitet og reliabilitet, samt diskriminerende evne, nøyer jeg meg med å henvise til redegjørelsen i (Eggen et al., 2016). Testen brukes i sin helhet slik den fremstår; hvilket betyr at feilkildene som er knyttet til denne også gjør seg gjeldende for resultatene i denne masterstudien.

Etter gjennomført undervisning ble det så gjennomført en post-test på elevutvalget. Den samme CCI-testen ble brukt som pre- og post-test. I mellom pre- og post-test ble det ikke delt ut noen fasit. Det ble ikke gjort noen tiltak for å hindre elevene i å diskutere oppgavene seg imellom etter egen memorering og initiativ etter skoletimen. Her ligger det en potensiell feilkilde knyttet til fremgang og memorering av oppgavene fra pre- til post-test.

Det ble lagt inn to uker og tre dager mellom pre- og post-test. Disse ukene inkluderte en vinterferieuke. Tidsperioden mellom testene betraktes som et bidrag for å ivareta den interne validiteten. Det samme gjelder beslutningen om å samle inn oppgavearkene, slik at elevene ikke fikk anledning til å diskutere dem i ettertid, i hvert fall ikke med oppgaveteksten og svaralternativene i hånd.

### **3.2.2.1 Kvantitativ analyse (CCI data)**

Analysen av CCI resultatene ble gjennomført på følgende måte:

1. Deltakernes svar ble skrevet inn i Excel (pre/post).
2. Dataene ble organisert slik at det ble generert en oppsummering av valgte svaralternativ.
3. Følgende statistiske operasjoner ble regnet ut for utvalget: *differanse* (poeng, %), *gjennomsnitt* (per oppgave, totalsum), *standardavvik* og Hake-gain (Hake, 1998).
4. Data fra de tre utvalgte oppgavene (7, 24, 30) ble isolert fra det øvrige datamaterialet. Basert på post-test skår for disse oppgavene ble det valgt ut intervjuobjekter.

#### Kommentarer til analyse av CCI data

Analysepunkt 1: følger som en naturlig del av datainnhenting.

Analysepunkt 2: var et ledd i å behandle datamaterialet slik at det kan nyttes i andre studier. For eksempel kan dataene brukes til å identifisere vanlige misoppfatninger. Dette kan gjøres ved å analysere svaralternativfordelingen i utvalget. Disse dataene kan gjøres tilgjengelig på forespørsel.

Analysepunkt 3: de statistiske regneoperasjonene ble gjennomført for å øke kunnskapen om deltakerne i utvalget. Det er for eksempel interessant å undersøke om de fire utvalgte intervjuobjektene svarte konsekvent det samme, eller om svarene deres varierte mye fra pre-

til post-test. Stor variasjon i poengsum for de utvalgte intervjuoppgavene, totalsum eller hake gain, vil kunne gi komplimenterende informasjon om intervjuobjektene i masterstudien.

Analysepunkt 4: utvalget av intervjuobjekter var basert på elevenes post-skår for de tre utvalgte oppgavene. De tre oppgavene ble vurdert til å ha tydelige mikro- og makrodimensjoner. Oppgavene representerte hver for seg et kjemisk fenomen som intervjuobjektet ble utfordret til å finne svar på (velge rett alternativ på CCI-test). De samme tre oppgavene (7, 24, 30) fra CCI ble brukt som kjemiske fenomener i intervjuet.

### 3.2.3 Undervisning

Undervisningen i masterstudien varte i 60 minutter og ble gjennomført i et kjemiklasserom på skolen hvor elevene vanligvis hadde undervisning. Det var jeg som planla og gjennomførte undervisningen, uten intervensjon fra elevenes faglærer. Elevene var informert på forhånd om at undervisningsopplegget ville være relatert til masterstudien de var deltakende i (samtykke).

Undervisningstimen var todelt. I første del av undervisningen ble elevene introdusert for kjemiens tre dimensjoner (3D) og betydningen av nivåene i organisering av kjemisk informasjon og kunnskap. Denne delen var preget av være *tradisjonell klasseromsundervisning*. Første del tok omtrentlig 10 minutter av den tildelte klokketimen.

Andre del av undervisningen var en *lærerveiledet dialog/utforskende undervisning etter P.O.E modellen* (teoridel 3.6). Undervisningen tok utgangspunkt i et enkelt kjemisk fenomen: fordampning av alkohol (etanol, 96 %) og vann (destillert). Under læringsaktiviteten ble elevene utfordret til å forklare, diskutere og praktiske utføre et forsøk (fordampning av vann og alkohol på et objektglass). Underveis i læringsaktiviteten ble elevene utfordret til å kommunisere og diskutere hva de selv trodde ville skje, vedrørende fordampningen av de to væskene. Elevene diskuterte i par (summegrupper) og i plenum (Pienta et al., 2005, p. 20). Det overordnede spørsmålet for timen var: *Hvorfor fordamper etanol raskere enn vann?*

Elevene fikk også utdelt et besvarelsesark i undervisningen; hvor de tegnet og formulerte forklaringer av fenomenet underveis. Malen for dette undervisningsarket finnes også i vedlegget (vedlegg 1). Det kronologiske forløpet i undervisningsaktiviteten kan fås tilsendt som PowerPoint presentasjon.

Faginnholdet i timen berørte temaene: faseoverganger, vurdering av bindingstyper og bindingsstyrke, kjemiens tre dimensjoner og fordampning av vann og etanol.

### 3.2.4 Semistrukturert intervju

I studien ble det gjennomført fire *semistrukturerte intervju* (metodeteoridel 3.1.6). Intervjuene hadde en varighet på 60 minutter +/- 10 minutter – dette er i øvre sjiktet av hva (Robson, 2011, p. 281) anser som ideelt. Intervjuene ble gjennomført i samme uke, og alle intervjuene fulgte den samme intervjuguiden (se vedlegg 2). Intervjuene ble audiotapet (tatt opp på lydbånd) ved hjelp av en digital diktafon utlånt fra AV-tjenesten på NTNU. Godkjenning fra NSD (Norsk Samfunnsvitenskapelig Datatjeneste) ligger vedlagt (se vedlegg 3) sammen med samtykkeerklæringen elevene fikk utlevert (se vedlegg 4).



Under intervjuet ble elevene utfordret til å forklare/uttrykke sin forståelse av tre kjemiske fenomen, hentet fra oppgave: 7, 24 og 30 fra CCI-testen (se vedlegg 5). Disse oppgavene kan være omtalt som oppgave A (7), B (24) og C (30) i intervjutransskriptet. Grunnen til dette er at elevene ikke fikk vite oppgavennummeret under intervjuet, slik at de skulle gjenkjenne oppgaven og memorere. Hver oppgave har fire deler (se intervjuguide i vedlegg 2):

Del I: Oppgave – i denne delen får eleven se oppgaveteksten, men ikke svaralternativene. I del I blir eleven utfordret til å svare på oppgaven uten hjelpemidler (svaralternativer).

Del II: Alternativer – i denne delen får eleven se hva som er svaralternativene (hentet fra oppgaven i CCI). I del II skal eleven velge alternativet den mener er riktig svar på oppgaven, og deretter begrunne valget. Eleven blir også utfordret til å forklare hvilke *kjemiske elementer*<sup>19</sup> den klarer å gjenkjenne i svaralternativet – dette utgjør en *probe*<sup>20</sup>; et verktøy for å få eleven til å utdype sin respons til det opprinnelige spørsmålet. Eleven blir også utfordret til å sammenligne sin første forklaring (fra del I) med begrunnelsen for valget av svaralternativ.

Del III: Svar på Pre/Post – i denne delen får eleven først vite hva den svarte på pre- og post-test, uten å få vite hvilket alternativ som tilhørte hvilken test (Pre vs. Post). Deretter blir eleven utfordret til å begrunne de tidligere valgene. Så får eleven mulighet til å velge alternativ på nytt – i lys av dens egne resonnement og refleksjoner rundt tidligere valg. Til slutt i del III får elevene vite *hva* de svarte på Pre og *hva* de svarte på Post test – altså hvilket alternativ de svarte på hvilken test.

Del IV: Fasit – i den siste delen (per oppgave) får elevene vite hvilket alternativ som er fasit. Deretter blir eleven utfordret til å forklare hvorfor fasit er riktig. Dette blir eleven utfordret på uavhengig av hva den svarte tidligere i intervjuet. Helt til slutt (per oppgave) ble eleven utfordret til å forklare hva den opplevde som utfordrende ved oppgaven.

Intervjuet ble avsluttet med seks spørsmål knyttet til elevens preferanser til ulike kjemi oppgaver. Spørsmålene var åpne og rettet mot elevens personlige mening.

### 3.2.4.1 Kvalitativ analyse (intervju)

All kvalitativ analyse innebærer en eller annen form for tolkning, og følgelig reduksjon av informasjon. Den kvalitative analysen i masterstudien er inspirert av "*tematiskkode analyse*" (Robson, 2011, pp. 474-488), og inneholder følgende analysetrinn:

1. Transkribering av lydopptak: Gjør de kvalitative dataene tilgjengelig for videre analyse (Robson, 2011, p. 475). En videreføringsprosess av elevens respons, fra audiotape til tekst.

---

<sup>19</sup> Kjemiske elementer: dette er et begrep jeg har benyttet i studien for å sammenfatte alle kjemiske tanker eleven måtte ha om det kjemiske fenomenet som undersøkes. Begrepet ble definert i introduksjonen av intervjuet (ovenfor eleven), og brukt i spørsmålsformuleringen under intervjuet.

<sup>20</sup> Probe: er her direkte oversatt fra det engelske begrepet probe. Å probe, betyr i en intervjusammenheng å få eleven til å utvide sin respons til et spørsmål, for eksempel brukes korte oppfølgingsspørsmål som: "Noe annet?" og/eller i kombinasjon med tilbakelesning av elevenes respons (Robson, 2011, pp. 283-284).

2. Åpen koding av transskript: Forskeren gjøres kjent med datamaterialet gjennom å generere initiale koder (ligger ikke vedlagt). Kodene oppstår som en induktiv interaksjon mellom forskeren og dataene (Robson, 2011, p. 476; Box 17.4). Det er i denne prosessen forskeren får oversikt over dataenes bruksområder, omfang og begrensninger. Her anses forskeren som et tolkningsverktøy.
3. Tematisk koding: Forskeren tar utgangspunkt i den initiale kodingen og prøver å identifisere tematiske sammenhenger i dataene. I masterstudien resulterer denne kodingen i tre kategorier: *mikronivå* (sitater<sup>21</sup>), *makronivå* (sitater) og sitater som uttrykker sammenhengene mellom dem: *mikro-makro*. I masterstudien resulterte denne kodingen i en oversikt over sitater som tilhører de ulike kategoriene.
4. Kvantifisering – data transformasjon (telling): De tematisk kodede sitatene kan kvantifiseres gjennom telling. Da får man en oversikt over elevens bruk av de tre ulike kategoriene. I masterstudien resulterte kvantifiseringen i en tabell.
5. Integrasjon og tolkning (sammenhenger/diagram): Etter kvantifisering kan dataene settes i sammenheng med CCI skår og visualiseres som todimensjonale diagram. Diagrammene kan videre vurderes og analyseres ved å hente frem og sammenligne relevante rådata (sitater fra enkeltelever).

### 3.2.5 Deltakerinformasjon

I masterstudien deltok en klasse kjemi 2-elever fra en offentlig videregående skole i Trondheim, Norge. Masterstudien ble gjennomført i tidsrommet: uke 7 til uke 17. I klassen (A) var det totalt 18 elever. Disse elevene fikk hvert sitt unike deltakernummer fra intervallet: [1000-1017]. I klassen var kjønnsfordelingen 7 menn og 11 kvinner. Deltakelsesandelen på de ulike metodiske intervensjonene er gjengitt i tabell 2 nedenfor.

**Tabell 2:** viser deltakelsesandelen i masterstudien på de ulike metodiske intervensjonene

Pre-test	Undervisning	Post-test	Alle	Samtykke til intervju
15 av 18	16 av 18	16 av 18	13 av 18	14 av 18

I masterstudien ble fire elever valgt ut til intervju basert på deres CCI post-skår på tre utvalgte oppgaver. De fire utvalgte elevene er sentrale i denne masterstudien og har fått tildelt hver sin bokstav (A-D) Elevene har fått en alfabetisk bokstav basert på post-skår CCI for de tre utvalgte oppgavene. Det vil si at elev A er den som skåret høyest, mens elev D er den som skåret lavest.

<sup>21</sup> I oppgaven brukes begrepet *sitater*. Dette omfatter: forklaringer, responser og kjemiske påstander, som kan knyttes til et nummerert sitat i elevenes transskript.

### 3.2.6 Tilleggsdata fra blindklasse (B)

Til opplysning ble det også gjennomført CCI undersøkelser i en annen klasse (B) fra samme skole og trinn, bestående av totalt 19 elever. I denne klassen var kjønnsfordelingen 2 menn og 17 kvinner. I klasse B ble det gjennomført pre- og post-testing, men på grunn av endring i masterstudien ble det ikke videre behov for disse dataene. Dataene fra klasse B kan forøvrig brukes som referanseklasse til klasse A; ettersom elevene i klasse B ikke har fått noen intervensjon utenom å gjøre den samme CCI-testen to ganger. CCI dataene fra klasse B kan også brukes som rådata i andre studier, som for eksempel ønsker å undersøke effekten av å gjøre CCI-testen to ganger, uten å få vite fasit imellom. Dette er ikke relevant for masterstudiens problemstilling eller intensjon. *CCI dataene fra klasse B kan gjøres tilgjengelig på etterspørsel.*

Dataene fra klasse B ble innsamlet etter følgende tidsforløp:

1. Pre-test CCI (uke 9)
2. Post-test CCI (uke 11)

CCI dataene fra klasse B er for øvrig ferdig sortert etter pre-skår og post-skår. Det er også gjort en sortering av svarene, slik at en svaralternativfordeling foreligger på Excel-format. *Også disse dataene kan gjøres tilgjengelig på etterspørsel.*

### 3.3 Tiltak for å ivareta reliabilitet og validitet

Slik jeg vurderer det, vil troverdigheten i denne masterstudien først og fremst hvile på bruken av intervjuinstrumentet. Som nevnt tidligere, vurderer jeg det som tilstrekkelig å referere til (Eggen et al., 2016) når det gjelder drøftinger av CCI verktøyets reliabilitet og validitet.

For å drøfte intervjuinstrumentets troverdighet tar jeg utgangspunkt i tre spørsmål:

1. Kan dataene fra intervjuet brukes til å besvare forskningsspørsmålene? (Intern validitet)
2. Kan funnene i masterstudien generaliseres til et større utvalg elever? (Ekstern validitet)
3. Ville andre forskere ha kommet frem til de samme resultatene ved hjelp av den samme metoden? (Reliabilitet)

Et av tiltakene for å ivareta reliabiliteten i intervjuet, var å følge en relativt streng intervjuguide (se vedlegg 2). Det er klare fordeler ved å gjennomføre tilnærmet like intervju. Da reduseres sjansen for at små endringer i hvert enkelt tilfelle, påvirker den totale reliabiliteten. Intervju med en streng intervjuguide kan også betraktes som en *intervjubasert undersøkelse*; med åpning for å stille åpne spørsmål eller oppfølgingsspørsmål (Robson, 2011, p. 261). Når intervjuguiden er streng, blir det lettere å ivareta reliabiliteten, fordi intervjuerens varierende prestasjon<sup>22</sup> blir mindre viktig. Responser fra intervju som er likt gjennomført er

---

<sup>22</sup> Med prestasjon menes intervjuerens ansvar for å formulere riktige spørsmål til rett tid. I et lite strukturert intervju kreves det mer av intervjueren. I ustrukturerte intervju påvirkes dataenes avhengighet (reliabilitet) i større grad av intervjuerens prestasjon og ferdighet (Robson, 2011, p. 301).

lettere å sammenligne, ettersom respondentene i større grad svarer på det samme (spørsmålene er like). Innholdet i responsen kan likevel være svært ulikt fra respondent til respondent, men da skyldes det i større grad respondenten selv, og ikke variasjon i intervjuerens spørsmålsstilling.

Under introduksjonen til intervjuet ble elevene informert om intervjuerens rolle. Blant annet at intervjuerens oppgave er å forbli nøytral i spørsmål knyttet til bekreftelse av riktige og gale resonnement. Dette er viktig å informere elevene om, slik at eleven ikke forventer å få en bekreftelse ved hvert avlagte svar. Det er også viktig å informere eleven om fordi objektiviteten som etterstrebes under intervjuet representerer en ukjent sosial interaksjon, eleven ikke nødvendigvis er vant til. Noen av elevene uttrykte dette tydelig under intervjuet, ved at de ofte søkte en bekreftelse. Dette ble håndtert ved å presisere at jeg ikke kunne gi noen faglig tilbakemelding underveis. Dette ses på som et tiltak for å ivareta den interne validiteten, ettersom eleven blir mer bevisst på hva som er rammene for den sosiale interaksjonen (Robson, 2011, p. 284).

Det ble også presisert under introduksjonen: at målet med intervjuet var å identifisere deres tanker og forståelse knyttet til oppgaver fra CCI. Det ble også presisert at intervjuet ikke var en faglig vurderingssituasjon. Elevene ga muntlig uttrykk for at de forstod rammene for intervjuet godt.

## 4.0 Resultater og analyse

"...analysis is a 'breaking up' of something complex into smaller parts and explaining the whole in terms of the properties of, and relations between, these parts... interpretation is considered to be about shedding light on meaning" (Robson, 2011, p. 412).

Tolkningen av datamaterialet vil skje i to deler: en *kvantitativ del* og en *kvalitativ del*. De kvantitative dataene er knyttet til pre- og post-test CCI, mens de kvalitative dataene er knyttet til intervjuene av de fire utvalgte elevene. Analysen er *integrert*; det vil si at tolkningen av dataene kommer suksessivt etter presentasjonen av dem.

Først presenteres de kvantitative dataene: *CCI skår* (pre- og post-test) og *utvalg av intervjuobjekter* (basert på post-skår for de utvalgte oppgavene: 7, 24, 30). Deretter presenteres de kvalitative dataene: her presenteres analysetrinn [3, 4 og 5] – 3: *tematisk koding*, 4: *kvantifisering* og 5: *integrasjon* (diagram). Analysetrinn 2: *Åpen koding* ligger ikke vedlagt i oppgaven. Analysetrinn 2 er en integrert del av tabell 7 (resultatdel 4.2.1).

### 4.1 Kvantitative data

De kvantitative dataene kan gi informasjon om hvordan elevene i masterstudien svarte på oppgaver som tester konseptuell forståelse i kjemi. Ved hjelp av resultatene fra CCI-undersøkelsen er det mulig å vurdere elevens konseptuelle kjemikunnskap; enten ved å vurdere totalskår (Pre/Post) eller ved å se på utvalgte oppgaver.

I denne masterstudien er vi først og fremst interessert i oppgaver som tester elevenes kunnskap på mikronivået og makronivået, samt evnen til å se de to ulike nivåene i sammenheng. Av 40 oppgaver (CCI) totalt, kan flere tolkes å tilhøre kategorien: "*Oppgaver som utfordrer kjemiforståelse på ulike nivå*" (mikro/makro oppgaver). I masterstudien er åtte oppgaver identifisert som relevante mikro/makro oppgaver: [5, 6, 7, 8, 22, 24, 30, 31]. Av disse åtte, er det igjen gjort et utvalg på tre oppgaver: [7, 24, 30]. Disse er selektert ut som ekstra relevante, fordi oppgavene utfordrer elevenes evne til å skille og se sammenheng mellom mikro- og makronivået – såkalte mikro - makro overganger. De tre oppgavene danner grunnlaget for intervjuet. CCI skår (Post) for de tre oppgavene ble brukt som utvalgsriteriet i utvalget av intervjuobjekter.

I resultat og analysedelen er 9 av 18 elever utelatt på grunn av ulike feilkilder, disse oppsummeres og begrunnes i tabell 4. I den kvantitative delen har jeg valgt å gå videre elevene som har full deltakelse i masterstudien, og har gjennomført de ulike metodiske instrumentene etter normert tid. Dette gjelder kun 9 av 18 elever (halvparten).

**Tabell 3:** oppsummerer feilkildene knyttet til deltakelsen til 9 av 18 elever i masterstudien.

Deltakernummer	Feilkilde
1000	Kun gjennomført Post-test
1009	Kun gjennomført Post-test
1012	Kun gjennomført Pre-test, ikke undervisning
1015	Ikke gjennomført Pre- eller Post-test
1006	Sen Post-test
1008	Sen Post-test
1014	Sen Post-test
1016	Sen Post-test
1017	Ikke deltagelse på undervisning

I tabell 4 står det at elev 1006, 1008, 1014 og 1016 gjennomførte en sen post-test. Dette innebar at elevene gjennomførte post-test 8 uker etter normert tid. Elevene har hatt mye undervisning og arbeid i kjemi opp mot eksamen på disse 8 ukene, derfor er ikke disse dataene inkludert i den videre analysen.

#### 4.1.1 CCI (pre- og post-test)

CCI dataene fra klasse A er gjengitt i tabell 5.

**Tabell 4:** en oppsummering av de kvantitative dataene i klasse A. Her presenteres pre og post-skår for totalsum, mikro/makro oppgaver og de tre intervjuoppgavene. Elevene som ble valgt ut til intervju har fått hver sin bokstav i parentes.

Deltakernummer	Totalpoengsum		Mikro/Makro oppgaver		Intervjuoppgaver	
	<i>pre</i>	<i>post</i>	<i>pre</i>	<i>post</i>	<i>pre</i>	<i>post</i>
(1000-1017)						
1001	14	11	3	2	1	1
1002 (B)	18	18	5	4	2	3
1003	14	17	6	5	2	2
1004 (C)	12	19	3	2	1	2
1005	23	24	6	7	2	2
1007 (A)	19	26	5	8	3	3
1010	17	27	2	6	2	2
1011 (D)	13	15	0	3	0	1
1013	19	23	5	7	1	2
Gjennomsnitt	16,6	20,0	3,9	4,9	1,6	2,0
Full skår	40	40	8	8	3	3

Ut fra tabell 5 kan vi lese at elevene i utvalget har en gjennomsnittlig fremgang (totalskår) på 3,4 poeng. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig prosentvis økning på 21,6 % fra Pre- til Post-test. Om denne økningen skyldes masterstudens intervensjon (undervisning) eller andre årsaker, forblir et ubesvart spørsmål i denne masterstudien. Det er som nevnt tidligere, ikke denne masterstudens intensjon å undersøke årsak/virkningsforhold, men vise sammenhenger. Utvalget i masterstudien er for lite til å kunne produsere et statistisk signifikant datasett. Når det er få elever i et utvalg, vil feilkilder og avvik prege de statistiske måltallene mye. Konklusjoner basert på et slik datasett vil ha problemer med å forsvare sin validitet. Derfor er

det ikke relevant å undersøke effekten av undervisningen som ble gjennomført, basert på de kvantitative dataene som foreligger i masterstudien.

Selv om det ikke er statistisk hold i de kvantitative dataene til å generalisere/vurdere effekten av undervisningen på hele utvalget under ett, vurderer jeg det som valid å behandle de individuelle skårdataene (per elev) som måltall for deres faglige nivå. På denne måten kan vi bruke CCI dataene til å vurdere hver enkelt elevs prestasjon. Da kan vi kategorisere elevene som høytskårende eller lavtskårende. Denne kategoriseringen kan gjøres med hensyn til ulike måltall. For eksempel kan man sortere elevene etter totalpoengsum, poengsum for mikro/makro oppgaver eller poengsum for intervjuoppgaver. Det er også mulig å spore endring fra Pre til Post, og vurdere om eleven har hatt fremgang, resesjon eller ingen av delene. Hvorvidt disse endringene er et resultat av undervisningen, er som nevnt utfordrende å stadfeste, altså ikke et tema i denne masterstudien.

Hvis elevene sorteres etter post-skår for intervjuoppgavene, er det mulig å gjøre et informert utvalg av intervjuobjekter, til forskjell fra å gjøre et tilfeldig utvalg. En styrke med et informerte utvalg er at det er mulig å triangulere data fra ulike kilder (se teoridel 3.3.1). Ved hjelp av triangulering vil det være mulig å undersøke om det finnes noen korrelasjon (sammenheng) mellom to variabler. I denne masterstudien er de to variablene representert ved: Post CCI skår for tre utvalgte oppgaver og elevenes bruk av ulike nivåer i sine forklaringer av kjemiske fenomen.

#### 4.1.2 Utvalg av intervjuobjekter

I masterstudien er det hensiktsmessig å gjøre et informert utvalg av intervjuobjekter. Det ble av hensyn til masterstudiens størrelse og omfang, besluttet å intervju kun fire av åtte kandidater. Ideelt sett skulle alle elevene ha blitt intervjuet. Dette ville bidratt til å styrke datagrunnlaget. For å gjøre utvalget så representativt som mulig ble det besluttet å velge to kandidater som skårt (relativt) høyt og to kandidater som skårt lavt på oppgavene som skulle brukes under intervjuet [7, 24, 30]. Et sekundært tilleggskriterium i utvelgelsen var: *endring mellom pre og post totalskår*.

Resultatene fra pre- og post-test er gjengitt i tabell 6 nedenfor. I tabellen presenteres poengskår for hver elev (A-D): totalskår, mikro/makro oppgaver, intervjuoppgaver og betegnelse (Lav/Høy) basert på post-skår for intervjuoppgavene.

**Tabell 5:** presenterer CCI skår fra Pre-test og Post-test for de utvalgte elevene.

Elev (A-D)	Totalpoengsum		Mikro/makro oppgaver		Intervjuoppgaver		Lav/Høy skår (Post intervjuoppgaver)
	pre	post	pre	post	pre	post	
A	19	26	5	8	3	3	Høyest
B	18	18	5	4	2	3	Høy
C	12	19	3	2	1	2	Lav
D	13	15	0	3	0	1	Lavest

Dataene fra tabell 6 viser at det er et relativt stort skille mellom elev A og D. Både når det gjelder pre-skår og post-skår. Ettersom intervjuet kun tar i bruk tre oppgaver, er det ikke like lett å observere det faglige skillet mellom elevene som forskjell i poengskår for intervjuoppgavene [1,3]. Vi kan også se at skillet mellom elev C og B omtrent utjevnes fra Pre- til Post-test. Dette kan tyde på at elev B og C kanskje burde kategoriseres som *middels* skårnde elever. Jeg ser det likevel formålstjenlig å snakke om lavtskårende og høytskårende elever, med en underforståelse om at utvalget også kan sies å representere det middels skårnde sjiktet av elever.

Ut fra de kvantitative dataene (tabell 5, resultatdel 4.1.1) ser vi at de to høytskårende elevene (A og B) skårer høyest på post-test for de utvalgte intervjuoppgavene. Deltaker 1010 og 1005 havner i samme kategori (høytskårende) basert på totalpoengsum og mikro/makro oppgaver, men begge skårer kun 2 av 3 poeng for de utvalgte intervjuoppgavene. Dermed falt valget på elev (A og B) som høytskårende elever.

Når det gjelder utvalget av lavtskårende elevene i masterstudien ser vi av tabell 5, at elev 1001 kvalifiserte til lavtskårende. Eleven ble imidlertid ikke valgt som intervjuobjekt, fordi eleven ikke samtykket til å delta på intervju. Sett bort i fra elev 1001, fremstod elev D (1011) som det klareste alternativet til kategorien lavtskårende, begrunnet i totalskår, mikro/makro oppgaver og utvalgte intervjuoppgaver. Da den andre lavtskårende eleven skulle bli valgt, gjenstod det bare elever med poengskår 2 av 3 eller høyere, for post-test intervjuoppgaver. Elev C ble da valgt på grunnlag av elevens lave pre-test skår for både totalsum, mikro/makro oppgaver og intervjuoppgaver.

En interessant observasjon er at elev B bidrar til å øke alle gjennomsnittsskårene i tabell 5, bortsett fra post-totalskår. Det er også den samme eleven som ikke har noen endring i totalskår fra pre- til post-test. Elev A og C har derimot relativt høy fremgang, mens elev D har relativt liten fremgang (i totalpoengsum fra pre- til post-test). Fremgang fra pre- til post-test er en forventet effekt av å ta den samme testen to ganger. Jeg vil derimot ikke drøfte betydningen av fremgangen ytterligere, da dette ville være å begi seg ut på en drøfting av årsak/virkning, hvilket jeg ikke har statistisk grunnlag for å gjøre i denne masterstudien. Det jeg imidlertid kan påpeke er at elev A skiller seg betydelig ut i klasse A, som den eleven som gjør det best i mikro/makro oppgaver (post-skår).

## 4.2 Kvalitative data

De kvalitative rådataene er intervjutransskriptene (se vedlegg 6). Transskriptene ble tematisk kodet og kvantifisert (se resultat og analysedel 5.2.1). Med utgangspunkt i tabell 6 og 7 ble det fremstilt følgende tre diagrammer/sammenhenger (figur 3, 4 og 5):

- I. Makro sitat vs. Post-skår intervjuoppgaver (CCI)
- II. Mikro sitat vs. Post-skår intervjuoppgaver (CCI)
- III. Mikro - Makro sitat vs. Post-skår intervjuoppgaver (CCI)

De tre diagrammene representerer hovedfunnene i masterstudien.



#### 4.2.1 Tematisk koding og kvantifisering

Kun sitater som oppfylte følgende kriterium ble kategorisert/kodet i den tematiske kodingen:

1. Sitatet må ha kjemifaglig innhold knyttet til: oppgavene, alternativene eller spørsmålene.
2. Sitatets innholdet må kunne knyttes opp mot mikronivået, makronivået eller overganger mellom disse.

I kriteriet er det bevisst ikke stilt noen krav til relevans. Det vil si at eleven kan utlede feil svar i sitt sitat, men likevel bli kategorisert og kodet. I tabell 7 gjengis den tematiske kodingen av elevenes responser (sitater). Kvantifiseringen er gjengitt i bunnen av tabellen.

**Tabell 6:** den tematiske kodingen av elevenes responser fra intervju. Sitatene kodes til mikro, makro eller mikro-makro(<->). Kvantifiseringen av dataene er presentert i bunnen av tabellen. Numrene i tabellen er sitatnumre tilknyttet elevenes respektive transskript. Fargekodene i diagrammet er: blå – oppgave 7, rød – oppgave 24 og grønn – oppgave 30.

#	Elev D			Elev C			Elev B			Elev A		
	Makro (sitater)	<-> (sitater)	Mikro (sitater)	Makro (sitater)	<-> (sitater)	Mikro (sitater)	Makro (sitater)	<-> (sitater)	Mikro (sitater)	Makro (sitater)	<-> (sitater)	Mikro (sitater)
1	15	95	4	72	126	2	60	83	2	78	2	4
2	99	130	6	74	151	6	66	91	6	80	12	10
3	103	144	13	80	178	13	77	105	12	120	16	14
4	115	148	23	84	195	25	124	136	18	122	22	18
5	127	150	25	88	213	40	132	148	24	128	24	20
6	138	154	37	94		60	164	156	28	132	26	28
7	178	156	47	98		121		160	32		33	88
8	182	188	49	104		130		162	37		53	106
9	196	192	51	134		164		177	41		55	108
10		247	67	145		176		179	43		57	116
11			89	162		189		204	56		82	118
12			91			199		206	58		94	164
13			93			201		249	79		98	166
14			105			203		258	81		100	177
15			119			205		260	112		104	
16			136			211			116		110	
17			140			223			172		112	
18			142			227			189		124	
19			146			239			194		134	
20			163			246			198		139	
21			198			248			214		141	
22			202						220		150	
23			206						223		154	
24			208						227		162	
25			223						233		179	
26			227								183	
27			231									
28			233									
29			259									
Tot.	9	10	29	11	5	21	6	15	25	6	26	14
Sum	48			37			46			46		

Tabell 7 kan tolkes som et opp-ned søylediagram. Da representerer hver kolonne i tabellen en søyle.

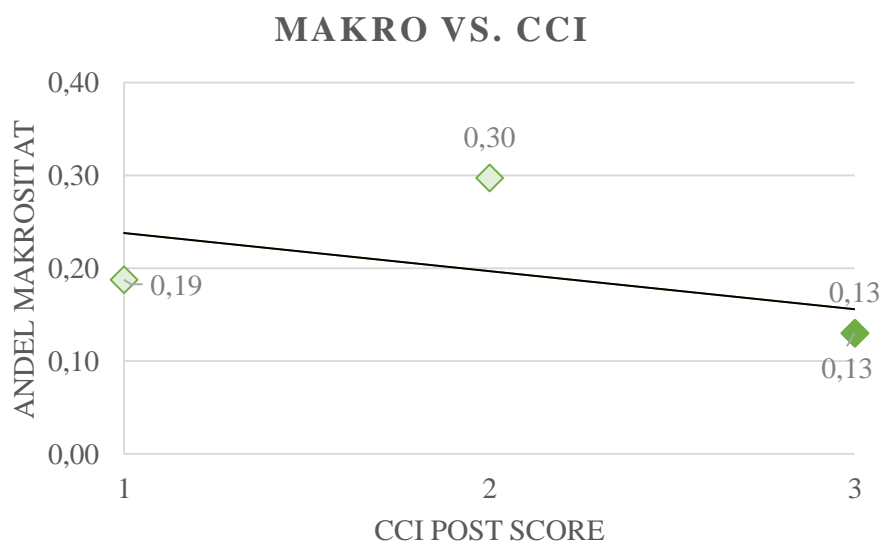
#### 4.2.2 Integrasjon

Tre diagrammer kan brukes til å illustrere sammenhengen mellom de kvantifiserte dataene fra tabell 7, og elevenes CCI post-skår (prestasjon). Diagrammene bruker *andel* kodete sitat, fremfor å bruke *antall* kodete sitat. Dette er et analytisk tiltak som nyttes for å imøtekomme en mulig feilkilde. Feilkilden oppstår som en følge av at antall kodete sitat, varierte fra elev til elev (spesielt elev C sammenlignet med resten). Hvis man bruker antall kodete sitat, som sammenligningsgrunnlag i diagrammene, vil man kunne komme i situasjonen; hvor repetisjon av en respons (repeterende sitat) lønner seg. Dette kan slå uheldig ut i sammenligningen. Ved å sammenligne andeler i stedet, vil denne feilkilden minkes betraktelig.

Andel *kodete*<sup>23</sup> sitat ble regnet ut ved hjelp av formel (1) (her brukes *andelen mikrositat* som et eksempel, samme formel gjelder for de to andre kategoriene):

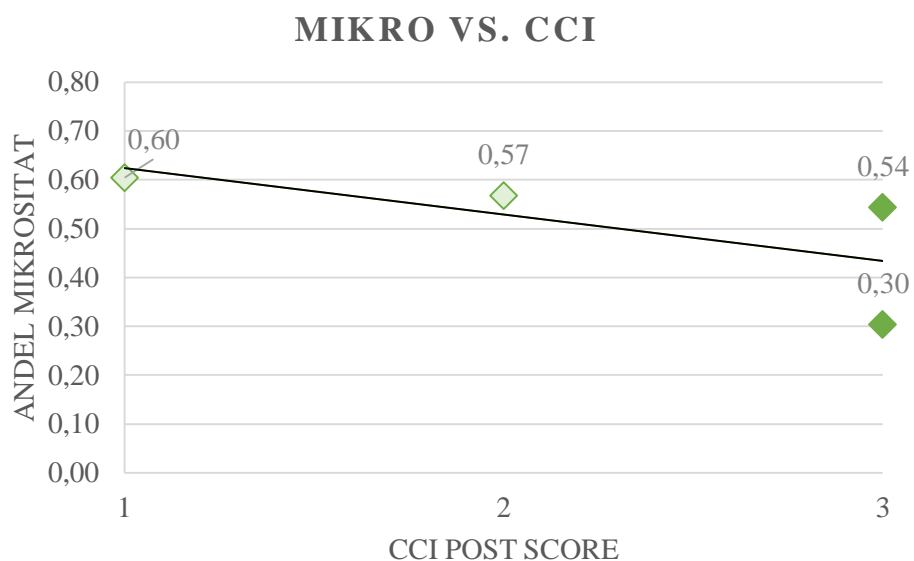
$$\text{Andel mikrositat} = \frac{\text{Antall kodete mikrositat}}{\text{Totalt antall kodete sitat}} \quad (1)$$

De tre resulterende diagrammene er gjengitt nedenfor (se figur 3, 4, og 5). Diagrammene integrerer sammenhengen mellom CCI skår og nivåbruk, og en kalkulert (lineær) regresjonslinje illustrerer trenden i utvalget.

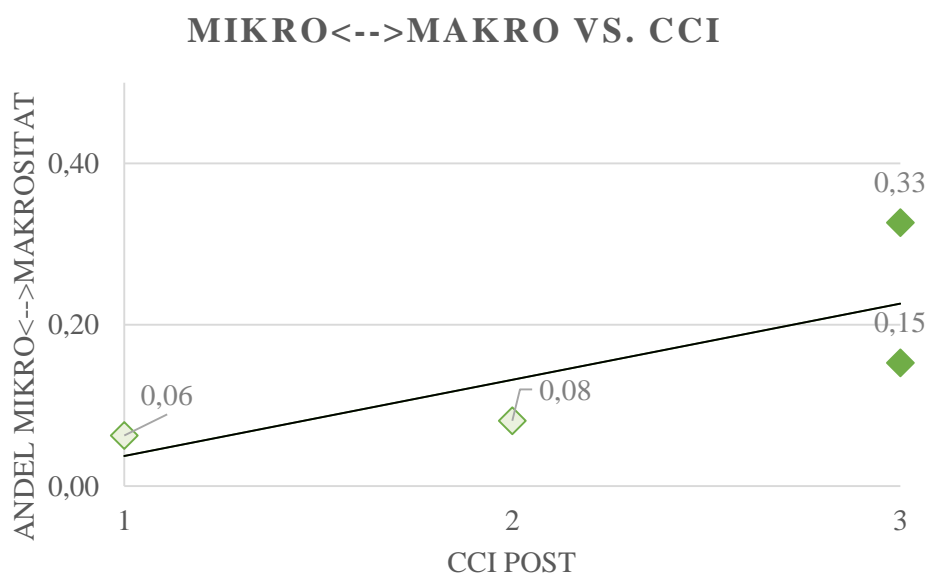


**Figur 3:** illustrerer de kvantifiserte dataene fra den tematiske analysen som: andel makrositat vs. Post CCI skår (intervjuoppgavene). De mørke datapunktene representerer høytskårende elever, de lyse representerer lavtskårende elever.

<sup>23</sup> Enten: mikro-, makro- eller mikro-makro-sitat.



**Figur 4:** illustrerer de kvantifiserte dataene fra den tematiske analysen som: andel mikrositat på Post CCI skår (intervjuoppgavene). De mørke datapunktene representerer høytstående elever, de lyse representerer lavtstående elever.



**Figur 5:** illustrerer de kvantifiserte dataene fra den tematiske analysen som: andel mikro-makrositat på Post CCI skår (intervjuoppgavene). De mørke datapunktene representerer høytstående elever, de lyse representerer lavtstående elever.

Tolkningen av de kvantifiserte dataene i tabell 7 og figur 3, 4, og 5 kan presenteres som følgende funn:

1. Det er en økende trend i bruken av mikro-makrooverganger, fra lavtstående elever til høytstående elever i utvalget.
2. Elevene hadde i sum omtrentlig likt antall kodete sitat (unntak: elev C).

3. De lavtskårende elevene benytter mikronivået og makronivået mer enn de høytstående.
4. Den høyest presterende eleven (A) skiller seg ut fra de andre (B, C og D) ved å benytte mikro-<->makro overganger i oppgave 7.
5. Mikronivået tas i bruk *mest*, mens makronivået tas i bruk *minst* i utvalget.
6. Det er sterkere korrelasjon mellom bruk av mikro-makrooverganger og CCI skår, enn det er mellom de andre nivåene (vurdering av regresjon). Den tydeligste trenden er korrelasjonen mellom bruk av mikro-makrooverganger og CCI-skår.

### 4.2.3 Feilkilder

Under intervjuet ble det avdekket at elev D hadde lest og pugget til eksamen rett i forkant av intervjuet. Analysen av datamaterialet kan tyde på at elev D har memorert store deler av innholdet i læreverket Aqua 2 (Steen, 2011, pp. 54-56). Dette kan ha fått innvirkning på resultatet av undersøkelsen.

Hvis vi undersøker fordelingen av mikro-makrositater i tabell 7, kan vi observere at majoriteten av elev D sine mikro-makrositater, tilhører oppgave 24. Dette kan tolkes som en indikasjon på at elev D reproduserte memorert kunnskap under intervjuet; kunnskap som ikke gjenspeiler elevens *langtidshukommelse*. Hvis det er slik at: kunnskapen som ble formidlet under intervjuet ikke er hentet fra elevens langtidshukommelse, er det heller ikke sannsynlig at elevens konseptuelle forståelse kom til syne. Den memorerte kunnskapen vil kunne bidra til å kamuflere elevens reelle konseptuelle forståelse, og følgelig gi et feil bilde av de faktiske forholdene. Disse tolkningene kan begrunnes gjennom triangulering av rådata fra transskript, læreverket og intervjunotater. I denne sammenhengen ønsker jeg å drøfte følgende sitater, hentet fra oppgave 24 (elev D):

#### Transskriptutdrag – Elev D:

Symbolikk: **fet tekst** (spørsmål fra intervjuguide), **rød skrift** (sitat fra intervjuobjekt), sort skrift (intervjuer), 'leser tilbake' ( ' '), [avbrytelse (|)], *kursiv* (informasjon/handlingsbeskrivelse) (se vedlegg 6 for mer informasjon om symbolikken i transskriptene).

- |      |  |
|------|--|
| 116. | <b>Når du leser oppgaven danner du deg et mentalt bilde av det kjemiske fenomenet?</b>   |
| 117. | <b>Ja. Da tenker jeg på redoksreaksjoner og korrosjon. Og <math>\text{Fe}(\text{OH})_3</math>, eller egentlig alle de jern(III) forbindelsene danner jo rust. Og at korrosjon vil jo si at jern har oksidert da, at det har gitt fra seg elektroner, også tenker jeg at jern går først fra <math>\text{Fe}^{2+}</math> og <math>\text{Fe}^{3+}</math>. Og hvis du tenker på spenningsrekka så må det ha vært den med lavest reduksjonspotensiale som oksiderer lettest, så det har måttet reagere med luft og vann som mest sannsynligvis må være over jern på den spenningsrekka som gjør at jern oksiderer da. Og da tenker jeg ofte på de tiltakene som kunne ha blitt gjort for at jern ikke hadde rustet.</b> |
| 118. | Du tenkte veldig mye du?   |
| 119. | <b>Ja, det er fordi vi nettopp har hatt temaet tenker jeg og.</b>  |
| 120. | Dere har 'nettopp hatt om det'?  |
| 121. | <b>Ja, eller første kapittel, men tentamen snart, så jeg har startet med repetisjon.</b>   |
| 122. | Så det er på grunn av repetisjonen du kom på   |

123. |For det meste ja.
124. **Kan du tegne dette bildet?**
125. Hvis vi tenker at det der (tegning) er på en måte jernoverflaten, også er den våte bobla vann da... (tegner og skriver)... og da tenker jeg, da er jeg ikke helt sikker, men jeg tenker at.. kan jeg skrive reaksjonsligningen her eller må jeg skrive i bilder?
126. Det bildet du får opp i hodet er det bildet du kan tegne. Om det innebærer en ligning så skriver du det.
127. Ja.

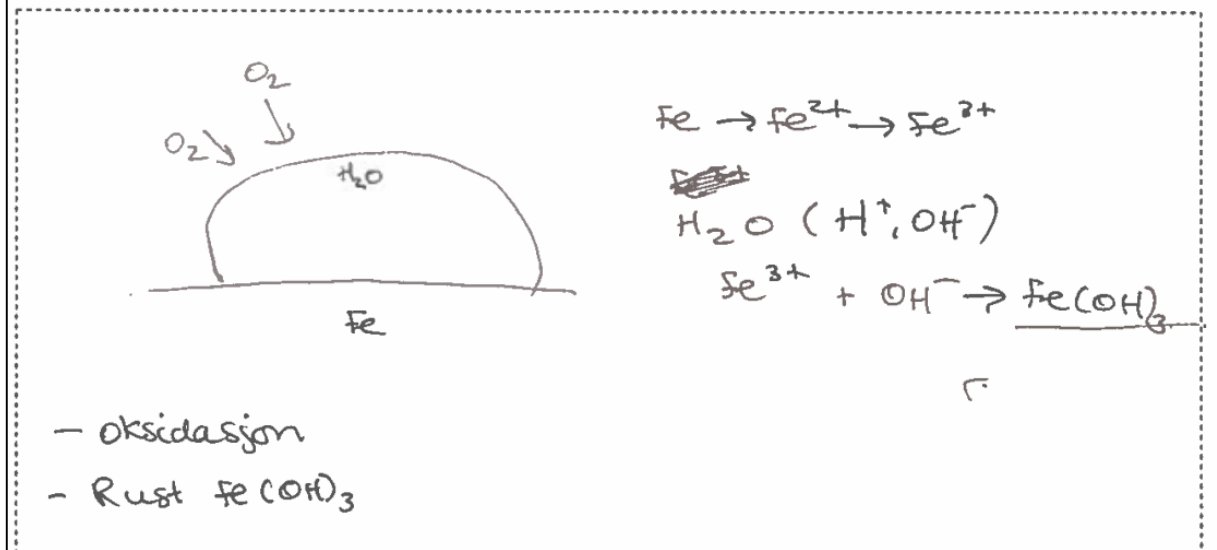
*Tegner en modell som kan hentes ut fra læreverket*

128. Jeg tenker i hvert fall at jern vil jo ruste og oksidere til  $Fe^{2+}$ .. eh.. også danne andre jern(II) forbindelser som på en måte farger jernoverflaten rosa-brun, men så oksiderer den videre på grunn av den kontakten med  $O_2$  som er rundt her (viser rundt spiker på tegning) så vil den da gjerne oksidere videre til  $Fe^{3+}$ . I tillegg har vi  $H_2O$  som jeg da tenker er  $H^+$  og  $OH^-$ , og da vil  $Fe^{3+}$  reagere med  $OH^-$  og danne forbindelsen jernhydroksid kanskje.. i alle fall en jern(III) forbindelse som da vil danne bunnfallet som ruster.. som gjør at det gror flekker og ikke bare fargen på rust.. på jernet. Det er egentlig det jeg så for meg.
129. Alt dette så du for deg da du leste oppgaven?
130. Ja. Jeg vil jo si at for det meste er, når jeg leste den, så fikk jeg på en måte hodet, jeg så på en måte i læreboka da, så jeg koblet på en måte til det.
131. Står det bildet der i læreboka?
132. Ikke akkurat det samme, men.. ja, ich.. men ikke akkurat det samme, der var det jo flere ligninger på hvor rusten vil skje og hvilke stoffer som er hvor, men det har ikke helt oversikt over så.
133. **Kan du forklare hvilke kjemiske elementer du mener tegningen presenterer?**
134. Hvis jeg tar med reaksjonsligninger og sånn så vil jeg si oksidasjon, rusten da som på en måte er bunnfallet eller.. ja.. jernforbindelsen.. så tenker jeg på.. eh.. når noe oksiderer så vil noe annet redusere, men bildet forklarer ikke akkurat det, det gjør det ikke...

I dette utdraget [116-134] kan vi lese at elev D først og fremst har mye på hjertet, spesielt når det kommer til fenomenet *korrosjon av jern*. Det andre vi kan observere, er at eleven i sitat [117 og 128] får fritt spillerom til å formidle alt den kan om temaet. Den totale mengden temaer eleven er innom er stor. Samtidig er det liten struktur på forklaringene. Totalen fremstår som noe uoversiktlig og tilfeldig. Dette indikerer at elev D reproduserte memorert og kognitivt ustrukturert kunnskap, under intervjuoppgave 24.

I sitatene [118-127, 129-132] gir elev D eksplisitt uttrykk for å memorere: kunnskap, uttrykk og forklaringsmodeller fra læreverket Aqua 2 (se figur 7). Om man sammenligner *sitatene*, *forklaringsmodellen* (figur 6) og *innholdet* i figur 7 (hentet fra Aqua 2 læreverket); er det stor grad av samsvar – hvilket peker i retning av at elev D memorerte under intervjuet.

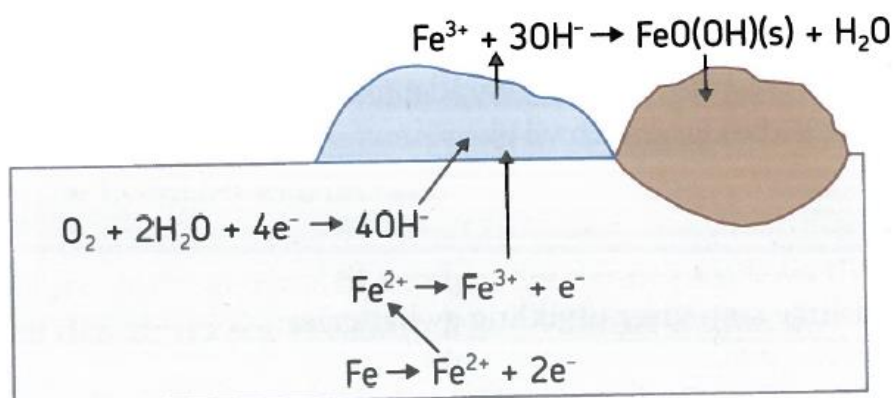
Notater (oppgave B):



**Figur 6:** illustrer forklaringsmodellen til elev D under intervjuet (oppgave 24 – korrosjon av spiker).

I figur 6 ser vi at elev D valgte å tegne en forklaringsmodell der jernspikeren ble tegnet som en rett strek med atomsymbolet Fe (jern) under. Over jernspikeren kan vi se en bobleform som skal symbolisere en dråpe vann. Elev D har også ført opp molekylformelen for oksygen og vann. Elev D har også skrevet noen ufullstendige reaksjonsligninger i tilknytning skissen. Det er også satt en bemerkende strek under forbindelsen elev D mente var rust ( $Fe(OH)_3$ ).

I figuren har vi vist hva som skjer.



Figuren viser at vi har fått dannet en elektrokjemisk celle med jern som anode og oksygen/vann som katode. Elektrolytten er vann med oppløste ioner (blå farge på figuren). Vi får en oksidasjon av Fe til  $Fe^{2+}$  og videre til  $Fe^{3+}$  ved anoden og en reduksjon av  $O_2$  til  $OH^-$  ved katoden. Ionene gir utfelling av basisk jernhydroksid (rust, brun farge på figuren).

**Figur 7:** illustrerer forklaringsmodellen av korrosjon av jern i læreverket Aqua 2 (Steen, 2011, p. 54).

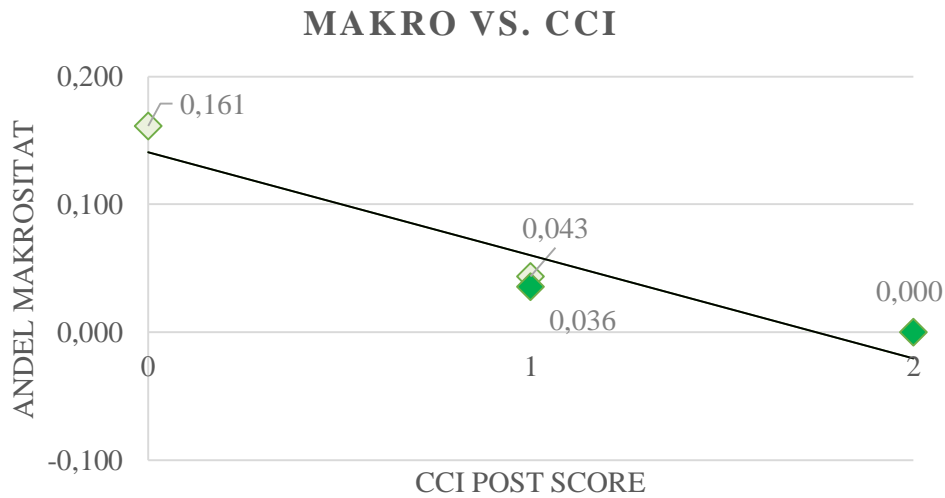
Når vi sammenligner figur 6 med figur 7 kan vi observere klare likhetstrekk. Det er en enkel fremstilling av jern (ingen skisse av noen jernspiker) og de andre reagensene, fokus på tilhørende reaksjonsligninger og en bemerkning om at OH inngår i rustforbindelsen. En enkel sammenligning av det tekstlige innholdet på side 54-56 i Aqua 2, og sitatene knyttet til oppgave 24, gir en klar indikasjon på at eleven memorerer lærestoff direkte fra læreboka.

En totalvurdering av datakildene: sitater, notater og lærebok (triangulering), bidrar til å øke sannsynligheten for at elev D reproduserte memorert kunnskap fra læreverket under intervjuet. Feilkilden får konsekvenser for oppgave 24 dataenes validitet. For å imøtekomme validitetsutfordringene, velger jeg å undersøke sammenhengen mellom nivåbruk og CCI skår, uten å inkludere data fra oppgave 24 (oppgave 24 data fra alle elevene). Ved å ekskludere oppgave 24 fra datasettet, har jeg tatt hensyn til feilkildens mulige konsekvenser ved å eliminere dem. Det reduserte datamaterialet (oppgave 7 og 30) er ulikt utgangspunktet (oppgave 7, 24, 30). Det kan medføre betydelige forandringer i sammenhengene (diagrammene). I tabell 8 er oppgave 24 dataene ekskludert, det samme gjelder for de tilhørende figurene (8, 9 og 10).

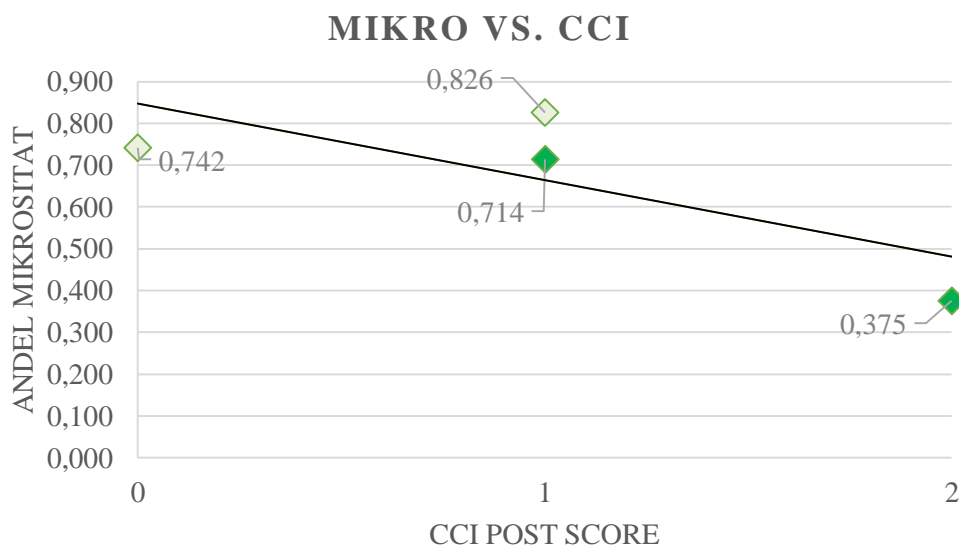
**Tabell 7:** gjengir den tematiske kodingen av elevenes responser fra intervju. I tabellen er dataene fra oppgave 24 ekskludert. Sitatene kodes til mikro, makro eller mikro-makro(<->). Kvantifiseringen av dataene er presentert i bunnen av tabellen. Fargekodene i diagrammet er: blå – oppgave 7 og grønn – oppgave 30.

#	Elev D			Elev C			Elev B			Elev A		
	Makro (sitater)	<-> (sitater)	Mikro (sitater)	Makro (sitater)	<-> (sitater)	Mikro (sitater)	Makro (sitater)	<-> (sitater)	Mikro (sitater)	Makro (sitater)	<-> (sitater)	Mikro (sitater)
1	15	95	4	162	178	2	60	177	2		2	4
2	99	192	6		195	6		179	6		12	10
3	103	247	13		213	13		204	12		16	14
4	115		23			25		206	18		22	18
5	196		25			40		249	24		24	20
6			37			60		258	28		26	28
7			47			164		260	32		33	164
8			49			176			37		53	166
9			51			189			41		55	177
10			67			199			43		57	
11			89			201			56		150	
12			91			203			58		154	
13			93			205			189		162	
14			105			211			194		179	
15			198			223			198		183	
16			202			227			214			
17			206			239			220			
18			208			246			223			
19			223			248			227			
20			227						233			
21			231									
22			233									
23			259									
Tot.	5	3	23	1	3	19	1	7	20	0	15	9
Sum	31			23			28			24		

Tabell 8 kan tolkes som et opp-ned søylediagram. Da representerer hver kolonne i tabellen en søyle.

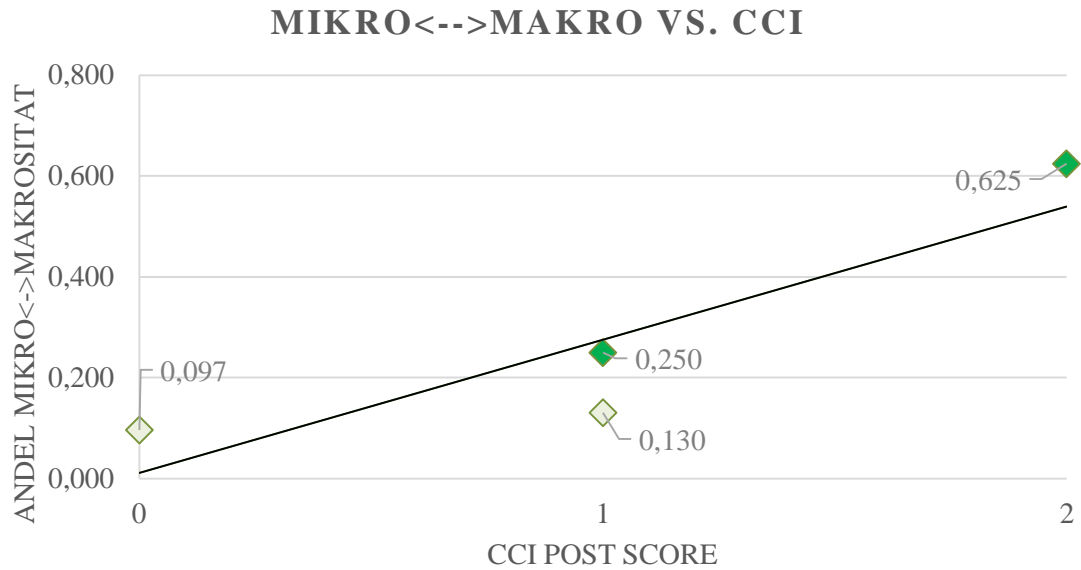


**Figur 8:** illustrerer de kvantifiserte dataene fra den tematiske analysen som: andel makrositat vs. Post CCI skår (intervjuoppgave 7 og 30). De mørke datapunktene representerer høytskårende elever, de lyse representerer lavtskårende elever.



**Figur 9:** illustrerer de kvantifiserte dataene fra den tematiske analysen som: andel mikrositat på Post CCI skår (intervjuoppgave 7 og 30). De mørke datapunktene representerer høytskårende elever, de lyse representerer lavtskårende elever.





**Figur 10:** illustrerer de kvantifiserte dataene fra den tematiske analysen som: andel mikro-makrositat på Post CCI skår (intervjuoppgave 7 og 30). De mørke datapunktene representerer høytskårende elever, de lyse representerer lavtskårende elever.

Tolkningen av de kvantifiserte dataene i tabell 8 og figur 8, 9, og 10 kan presenteres som følgende funn:

1. Det er en økende trend i bruken av mikro-makrooverganger, fra lavtskårende elever til høytskårende elever i utvalget.
2. Elevene hadde i sum omtrentlig likt antall kodede sitat (unntak: elev D).
3. De lavtskårende elevene benytter mikronivået og makronivået mer enn de høytskårende.
4. Den høyest presterende eleven (A) skiller seg ut fra de andre (B, C og D) når det gjelder bruken av mikro-makrooverganger.
5. Mikronivået tas i bruk *mest*, mens makronivået tas i bruk *minst* i utvalget.
6. Det er tilsynelatende sterkere korrelasjon mellom bruk av *mikronivået* og CCI skår, enn det er mellom de andre nivåene (vurdering av regresjon).
7. Mindre forskjell mellom den lavest-høytskårende eleven og den høyest-lavtskårende eleven (elev B og C).

#### 4.2.4 Analyse av funn

Med utgangspunkt i funn og data fra del 5.2.2 og 5.2.3 oppsummeres og analyseres følgende hovedfunn:

1. *Det er tilsynelatende en positiv korrelasjon mellom CCI skår og bruken av mikro-makrooverganger.*

I figur 5 og 7 kan en positiv korrelasjon mellom CCI skår og bruken av mikro-makrositater observeres som en lineær regresjonslinje/trend. Trenden har størst positiv korrelasjon i figur 7 – dette må ses i sammenheng med eksklusjonen av oppgave 24. Skillet mellom lavtskårende og høyt-skårende elever er tilsynelatende størst for denne tematiske kategorien: mikro-makro.

2. *Lavtskårende elever brukte oftere mikro- og makronivået hver for seg (isolert), enn de brukte nivåene i sammenheng.*

De lavtskårende elevene i masterstudien brukte makronivået oftere enn de høyt-skårende elevene, både når det gjaldt antall og andel sitater. Forskjellen var mest tydelig i det reduserte datasettet (uten oppgave 24). De fleste makrositatene til de høyt-skårende elevene, er knyttet til oppgave 24. Da denne oppgaven ble ekskludert, ble følgelig også antallet/andelen bruk av makronivået kraftig redusert.

Grunnen til at de lavtskårende elevene brukte mikronivået mer enn de høyt-skårende elevene i utvalget, kan ha en naturlig forklaring: I masterstudien vil nemlig et mikro-makrositat verken gi uttelling på mikrositatkoden eller makrositatkoden, kun mikro-makrositatkoden. Fordi høyt-skårende elever har mange sitat knyttet til mikro-makrositatkoden, vil disse de høyt-skårende elevene få mindre andel mikro- og makrositat, selv om sitatet deres inneholder kjemikunnskap på både mikronivået og makronivået. Slik sett kan man argumentere for at ethvert mikro-makrositat bør telles som både et mikrositat og et makrositat. Dette ble imidlertid ikke gjort i denne masterstudien, ettersom bruken av de to nivåene i sammenheng er en egen tematisk kode i analysen.

## 5.0 Diskusjon

I denne delen drøftes masterstudiens funn i lys av relevant teori. Der det er relevant drøftes sitater fra rådataene. I diskusjonsdelen presenteres det også observasjoner som ikke nødvendigvis har direkte relevans til besvarelsen av forskningsspørsmålet. Dette er observasjoner som likevel er av didaktisk interesse.

En oversikt over diskusjonsdelens innhold:

Først drøfter jeg utvalget av intervjuoppgaver (5.1). Deretter tar jeg for meg de studiens hovedfunn (5.2): Her blir funn fra intervjuanalysen diskutert i lys av relevant teori. Videre drøftes masterstudiens troverdighet (5.3).

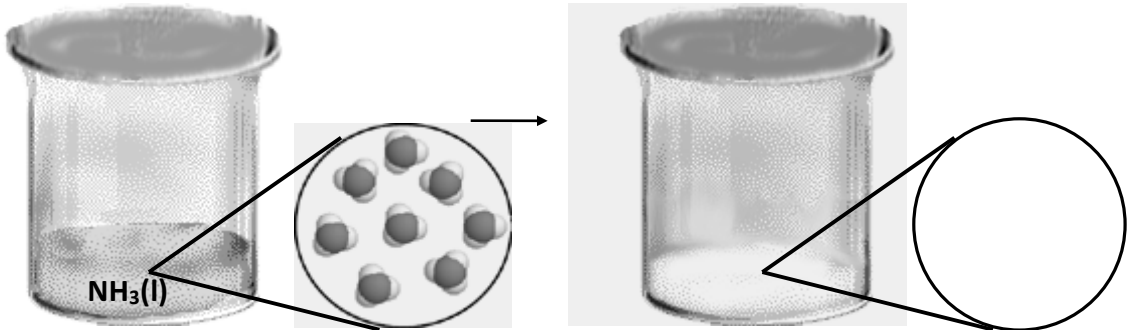
### 5.1 Utvalg av intervjuoppgaver

De tre oppgavene (7, 24, 30) ble tolket til å være oppgaver som utfordrer elevenes konseptuelle forståelse på mikronivå, makronivå og overganger mellom disse. Ettersom utvalget av intervjuoppgaver er basert på tolkninger og vurderinger av oppgavens innhold og form, kan det reises spørsmål rundt utvalgets validitet. For eksempel: Utfordrer intervjuoppgavene kunnskap på ulike nivåer? For å besvare dette validitetsspørsmålet bør det gis en faglig begrunnelse for utvalget av intervjuoppgaver. Å gi en begrunnelse for utvalget er viktig slik at masterstudiens transparens er ivarettatt (Robson, 2011, pp. 87-93). Ved å gi en begrunnelse for utvalget gjør jeg det mulig for andre å etterprøve, kritisere og eventuelt falsifisere mine tolkninger og vurderinger. Derfor vil jeg gi en kort begrunnelse for hver enkelt oppgave som ble brukt under intervjuet (oppgave: 7, 24, 30):

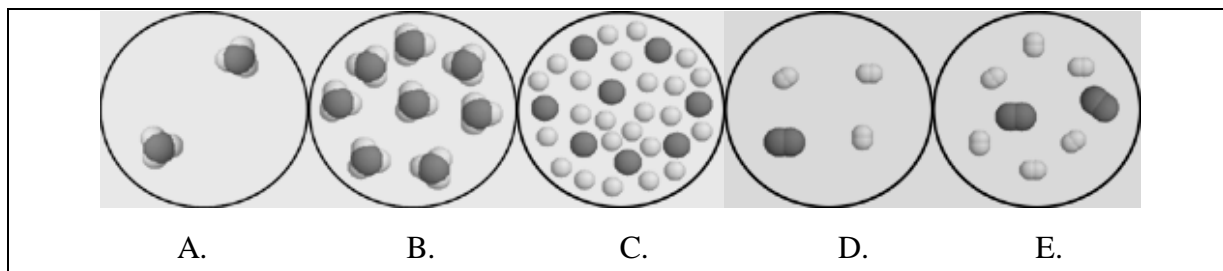
#### 5.1.1 Oppgave 7

Oppgave 7

Bildene under viser et begerglass med ammoniakk i væskeform (til venstre) og i gassform (til høyre)



**Hvordan ser bildet av ammoniakk-gassen ut?**



**Figur 11:** illustrerer svaralternativene og oppgaveteksten i oppgave 7.

Oppgave 7 (se figur 11) utfordrer eleven til å velge den riktige representasjonen av ammoniakk-gass, ut fra fem ulike modeller/alternativ. Samtlige alternativ visualiserer partikler på mikronivået, men kun en av dem representerer ammoniakk som gasspartikler. Gjennom observasjon av figur 11 kan eleven få informasjon om ammoniakk-gass på makronivået. I figur 11 er det illustrert et begerglass med gjennomsiktig væske, og et tilsynelatende tomt begerglass (i dette er det gasspartikler, men disse er mikroskopiske og ikke observerbare på makronivået). Eleven har følgelig flere informasjonskilder den må vurdere og ta stilling til før den kan velge rett alternativ. Dette kan ses i sammenheng med Scott et al. (2011) som fremholder at det er utfordrende for elever å sette sammen (koble) informasjon mellom virkelighetens observasjoner (makronivået) og vitenskapens forklaringer (mikronivået).

For å løse oppgave 7 må eleven først være i stand til å identifisere at ammoniakkmolekylene i startbegeret er på væskeform, og at disse kan modelleres etter gitte væskemodell (den molekylære representasjonen som danner utgangspunktet i oppgaven – viser ammoniakk som væskepartikler). Deretter må eleven være i stand til å identifisere at begerglasset som tilsynelatende er tomt, likevel inneholder molekyler, bare at disse er på gassform og følgelig ikke kan observeres. Samtidig må eleven ta hensyn til at systemet er lukket og at loven om massebevarelse er ivarettatt. En misoppfatning her kan være at eleven tror det har forsvunnet molekyler i prosessen fra væske til gass (faseovergang) (Fensham & et al., 1994; Prietos, Blanco, & Rodriguez, 1989, p. 21; D. F. Treagust & Chittleborough, 2001, p. 242). Misoppfatningen kan oppstå på bakgrunn av at eleven mistolker den makroskopiske observasjonen av det tomme begerglasset, og konkluderer med at informasjonen på makronivået tilsier dette. Således kan den makroskopiske informasjonen som gis i oppgaven tolkes å være en distraktor, eller misoppfatningsfelle for elever som velger å forklare kjemiske fenomen kun basert på deres empiriske grunnlag (Fensham & et al., 1994, p. 25).

For å besvare oppgaven rett må eleven være i stand til å identifisere alternativ (A) som rett. Begrunnelsen bør være at alternativ (A) illustrerer økt grad av uorden, og at de intermolekylære kreftene er brutt (gastilstand). De andre distraktorene er feil fordi de er identiske med utgangspunktet (alternativ B), eller reorganiserer den atomære sammensetningen av ammoniakkmolekylet (alternativ: C, D, E).

En oppsummering: Oppgave 7 forutsetter at eleven er i stand til å identifisere relevante egenskaper på mikronivået, og knytte disse til rett svaralternativ (A). Oppgaven forutsetter samtidig at eleven er i stand til å: "...provide molecular level, mechanistic explanations for macroscopic phenomena" (Cooper, 2015, p. 1274). Dette betyr at eleven må sette observasjoner fra makronivået i sammenheng med egenskaper på mikronivået. Med denne begrunnelsen klassifiserer jeg oppgave 7 som en mikro - makro oppgave.

Elevens evne til å tolke representasjoner, av både gass- og væskepartikler, er avgjørende for å lykkes i en slik oppgave (Taber, 2013, p. 165). Hvis eleven sliter med representasjonsnivået/tolke modeller, vil dette kunne ha påvirkning på elevens prestasjon på oppgave 7 (Jaber & Boujaoude, 2012). Følgelig vil en elev som sliter med representasjonsnivået kunne bli valgt som lavtskårende i denne masterstudien, men likevel mestre overganger mellom mikro-makrogodt. Slik sett kan elevenes utfordringer med representasjonsnivået spille en rolle som feilkilde i oppgave 7, og andre oppgaver som forutsetter kompetanse på representasjonsnivået (for eksempel: tolke og vurdere modeller).

### 5.1.2 Oppgave 24

#### Oppgave 24

Jern kan reagere med luft og vann og danne rust. Hvis en jernspiker fikk reagere slik at overflaten ble rusten, **hva kan man si om massen til den rustne jernspikeren?**

- A) Den ville være mindre enn massen til den opprinnelige spikeren.
- B) Det samme som massen til den opprinnelige spikeren.
- C) Den ville være større enn massen til den opprinnelige spikeren.
- D) Det er umulig å si ut fra opplysningene som er gitt.

**Figur 12:** illustrerer svaralternativene og oppgaveteksten i oppgave 24.

Oppgave 24 (se figur 12) baserer seg på det kjemiske fenomenet: korrosjon av jern. I oppgaven blir eleven utfordret til å vurdere hva som vil skje med massen til en spiker som korroderer. I oppgaven forutsettes det at eleven kjenner til korrosjonsprosessen, og er i stand til å vurdere den kjemiske forandringen i materialet, fra metallisk jern til rust. Dette innebærer en forståelse av at jernforbindelsen rust inneholder flere atomer enn metallisk jern, og følgelig ha større masse (flere atomer på mikronivå). Under intervjuet viste det seg imidlertid at elevene langt på vei klarte å komme frem til rett svaralternativ, uten å ha en forståelse av fenomenet på mikronivå. Flere av elevene henviste til hverdagslig erfaring (Jaber & Boujaoude, 2012, p. 990) og logikk, fremfor en mikro eller mikro - makro forståelse. Her gis noen eksempler fra transskriptene til elev A, B og D:

Transskriptutdrag – Elev B:

123. **Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?**
124. Da jeg valgte under testen så tror jeg ikke jeg tenkte på oksidasjon, da tror jeg at jeg mest tenkte på at.. det var en spiker, og at den hadde fått rust på seg, og at jeg tenkte på at.. om jeg ville ha funnet en spiker med rust på, om jeg tar av rusten på den så ser den ganske lik ut under rusten...
125. Så du tenkte egentlig litt mer på sånn hverdagslig erfaring?|
126. |Ja.
127. Med spiker og rust?|
128. |Ja.
129. Også drog du en konklusjon, som gjorde at du valgte den (alternativet)?
130. Ja.
131. Så du tenkte egentlig ikke spesielt mye på kjemi, det var mer logikk, kan man si det?
132. Ja.. Jeg tenkte mer det at det er logisk at hvis det får et lag utenpå seg så vil det være, vil massen være større.
133. Da vil den veie mer?|
134. |Ja
135. Du tenkte ikke at.. du tenker ikke på hvorfor da? Når du tenker på den tanken du hadde da, og den du gir nå?
136. Jo, på én måte så husker jeg jo at det her eksemplet har vært i det kapitelet om oksidasjon og reduksjon, så da tenkte jeg jo på at, når det ruster så er det det som skjer, men på en måte tenkte ikke på at det da vil feste seg molekyler og det derfor blir tyngre, jeg tenkte mer på at når det er et lag utenpå så vil det bli tyngre.
137. Gamblet du litt?
138. Ja, på en måte, men.. jeg tenkte, jeg husket jo på en måte at det er jo ett eller annet som skjer, men jeg tenkte ikke på at det blir tyngre fordi det skjer en oksidasjon, jeg tenkte ikke så langt.

I sitatene ovenfor kan vi lese at elev B først og fremst tenkte på hverdags erfaring med rust, fremfor å finne en kjemisk forklaring på fenomenet. For eleven fremkommer det som *logisk* (empirisk) at et rustlaget på utsiden av spikeren fører til økt masse. Det samme resonnementet kan vi finne igjen hos elev A, den andre høytstående eleven:

Transskriptutdrag – Elev A:

117. **Sammenlign svaret du ga først (del I) med det alternativet du mener er rett.**
118. Jeg sa jo at massen.. jeg la jo et belegg utenpå spikeren, som på en måte viser at den blir større, også forklarte jeg at|
119. |Hva mener du med at den viser at den ble større?
120. Eller at den blir tyngre, fordi her er en ren spiker og her er en spiker med rust, det er på en måte logisk at massen er større at den er tyngre når det er mer element (Amerikansk gjenkjennelse av begrep) i/på spikeren.
121. Når du sier element hva mener du da?
122. Eller altså, flere ting innad, eller liksom, det er ikke bare en spiker, det er en spiker med rust. Så på en måte to ting, ikke bare en spiker, det er flere ting og da er det på en måte logisk at flere ting er tyngre, enn bare den ene spikeren.

I sitatene ovenfor kan vi lese nok et eksempel på at de høytskårende elevene i masterstudien oppfatter det som logisk at en rusten spiker har størst masse. Det er kanskje ikke så overraskende at elever, på et høyt faglig nivå (relativt i forhold til utvalget/klasse A), oppfatter grunnleggende kjemikunnskap som logisk (Cooper, 2015, p. 1274), ettersom logikk kan forstås som en kognitiv overensstemmelse mellom det observerte og det mentalt prosesserte.

En av de to lavtskårende elevene ga uttrykk for at spikerens masse ville øke som en følge av å tenke *praktisk* på fenomenet. Å forklare dette med mikronivået er å tenke grundig og *teoretisk* på fenomenet. Elev D uttrykte følgende:

Transskriptutdrag – Elev D:

- |      |   |
|------|---|
| 177. | Du nevnte oksidasjon, og så satt du det i motsatt ende av det du mente var; "å tenke på rusten"   |
| 178. | Ja det er to forskjellige ting, skal du bare tenke på sånn teoretisk eller praktisk da, du vet jo at med rust så dannes det jo sånn flekk og på en måte bunnfall da, og da øker jo massen.  |
| 179. | Så du ser for deg spikeren..  |
| 180. | Ja, det eller rent teoretisk  |
| 181. | Holdt den i hånda eller? Når du sier praktisk da, hva legger du i det?  |
| 182. | Da ser jeg for meg bilde av ting som jeg vet har rusta; for eksempel sykkel og.. ja, sånne praktiske ting som bil og jern og sånt, som jeg ser til daglig.  |
| 183. | Så enten så tenker du på den dagligdagse  |
| 184. | Ja, eller sånn rent teoretisk da, sånn elektroner   |
| 185. | Ok, så  |
| 186. | Mikronivå og sånt på en måte.   |
| 187. | Hva er det du legger i mikronivået?   |
| 188. | Mikronivået, så tenker jeg for min del vil det være det når jeg snakker om sånn grundig; altså du vet at noe ruster FORDI det er i kontakt med luft og vann, det vil jeg på en måte si er makronivået, sånn overfladisk, mens mikro; forklare hvorfor, da tar du frem elektroner, oksidasjon, reduksjon og spenningsrekke og sånt da. |
| 189. | Er det det samme som du nevnte 'praktisk' og sånt?  |
| 190. | Eh.. ja.. for det meste, bare at mikronivået vil det være, ja.. jeg vil si det nesten er det samme ja.  |

I sitatet ovenfor gir elev D uttrykk for at vedkommende tenker kjemi gjennom to kognitive strukturer: enten praktisk eller teoretisk. I sitatet kan vi lese at eleven setter mikronivået i sammenheng med det å tenke *teoretisk* på fenomenet. Når eleven tenker *praktiske tanker* handler dette om dagligdagse observasjoner og erfaringer – dette kan tolkes som makronivået selv om eleven ikke uttrykker dette eksplisitt selv. En slik omtale av mikro- og makronivået kan vi kjenne igjen fra Scott et al. (2011); her omtales mikronivået som det teoretiske nivået og makronivået som det fenomenologiske nivået (Scott et al., 2011, p. 11). Sitatene kan tyde på at elev D bevisst deler inn kunnskap i ulike nivåer (mikronivået og makronivået), selv om eleven bruker begreper som praktisk og teoretisk.

Elev C har ingen sammenlignbare sitat knyttet til dette fenomenet, og derfor utelater jeg vedkommende i begrunnelsen for oppgave 24.

Sitatene knyttet til oppgave 24 bekrefter langt på vei ryktet om at: "elevene velger minste motstands vei". 3 av 4 elever gir uttrykk for at erfaring med rust på makronivået gir et tilstrekkelig grunnlag for å velge rett alternativ på oppgave 24. Sitatene avslører at de høytskårende elevene i utvalget nøyter seg med en forklaring på makronivået når logikken deres tillater det. Dette er i tråd med forskning som hevder at forståelse på makronivået kan være tilstrekkelig i mange tilfeller (Gabel, 1999; Johnstone, 1982)

### 5.1.3 Oppgave 30

Vann ( $H_2O$ ) og hydrogen sulfid ( $H_2S$ ) består av molekyler som ligner på hverandre. Ved romtemperatur er vann en væske, mens hydrogen sulfid er en gass. **Hva skyldes dette (hvorfor)?**

**Forskjellen skyldes hovedsakelig ...**

- A) Sterkere bindinger mellom vannmolekylene enn mellom  $H_2S$ -molekylene.
- B) At vann har lavere molar masse enn hydrogen sulfid.
- C) At bindingene mellom O og H er sterkere enn mellom S og H.
- D) At vannmolekylene beveger seg saktere enn  $H_2S$ -molekylene.

**Figur 13:** illustrerer svaralternativene og oppgaveteksten i oppgave 30.

Oppgave 30 (se figur 13) utfordrer eleven til å vurdere og sammenligne intermolekylære krefter i to kjemiske forbindelser: vann og hydrogen sulfid. Det oppgis i oppgaveteksten at vann er væske ved romtemperatur, mens hydrogen sulfid er en gass. Eleven blir utfordret til å finne forklaringen på dette. Alternativ (C) utgjør en vanlig misoppfatning. I alternativ (C) forklares fenomenet ved at det er bindingene mellom O og H, og S og H (intramolekylære bindinger) som er avgjørende for om stoffet er på væske eller gassform. Det er imidlertid alternativ (A) som er rett, fordi det er bindinger mellom molekyler (intermolekylære bindinger) som er relevante når et stoff går fra væske til gass.

I oppgave 30 representerer vurderingen av bindingene mikronivået, mens informasjonen om væskefase og gassfase representerer makronivået. Mikro-makrosammenhengen er representert ved løsningen, nemlig at informasjon om stoffene på makronivå må ses i sammenheng med bindingsstyrke på mikronivå.

Under intervjuet ble det avslørt at 4 av 4 elever i intervjuutvalget ikke hadde kjennskap til hydrogen sulfid som kjemisk forbindelse. Molekylformelen ble derfor gitt i oppgaven, slik at elever som ikke kjente til hydrogen sulfids molekylformel fra før, likevel var i stand til å identifisere de molekylære forskjellene mellom vann og hydrogen sulfid.



### 5.1.4 Betydningen av oppgaveutvalgets størrelse

Et annet kritisk spørsmål som kan stilles er; hvorvidt sammenhengen mellom kodete sitater og CCI skår, er avhengig av *hvilke* oppgaver som brukes under intervjuet? Dette kan tolkes som et validitetsspørsmål så vel som et reliabilitetsspørsmål. For å besvare spørsmålet henviser jeg til den tematiske kodingen (resultatdel 4.2.1 og 4.2.3). Om vi her sammenligner dataene i tabell 7 og tabell 8, og vurderer trendene i figur 3, 4, 5, og 8, 9, 10; ser vi at trendene forandres noe når oppgave 24 ekskluderes som en feilkilde. Slike variasjoner vil nødvendigvis oppstå når man benytter oppgaver som utfordrer kjemiske fenomen på ulikt vis. Et tiltak for å øke metodens troverdighet er å analysere et stort og variert utvalg oppgaver. På grunn av masteroppgavens begrensninger, i tid og omfang, ble det ikke mulig å gjennomføre undersøkelser av et større utvalg oppgaver enn det som foreligger.

### 5.2 Drøfting av hovedfunn

Funnene i masterstudien er gjengitt som todimensjonale sammenhenger i resultatdel 4.2. Analysen av disse resulterte i to hovedfunn (resultatdel 4.2.4):

1. *Det er tilsynelatende en positiv korrelasjon mellom CCI skår og bruken av mikro-makrooverganger.*
2. *Lavtskårende elever brukte oftere mikro- og makronivået hver for seg (isolert), enn de brukte nivåene i sammenheng.*

I denne delen trekker jeg frem kjemididaktiske perspektiv fra forskningslitteraturen som kan bidra til å belyse betydningen av masterstudiens hovedfunn.

#### 5.2.1 Økt bruk av mikro-makrooverganger kan tyde på en helhetlig konseptuell forståelse

Hovedfunn 1. viser til en positiv korrelasjon mellom CCI skår og bruken av mikro-makrositat. Basert på denne korrelasjonen kan vi observere at de høytskårende elevene i masterstudien tok i bruk overganger mellom mikro- og makronivået i større grad enn de lavtskårende elevene. Funnet kan ses i sammenheng med det A. H. Johnstone (2000) omtaler som *en mer helhetlig forståelse*<sup>24</sup> (Jaber & Boujaoude, 2012, p. 974):

"But chemistry, to be more fully understood, has to move to the submicro situation where the behavior of substances is interpreted in terms of the unseen and molecular..." (Johnstone, 2000a, p. 35).

I sitatet kan vi lese at en mer helhetlig forståelse i kjemi handler om å se sammenhenger mellom egenskaper på mikro- og makronivået. En helhetlig forståelse i kjemi forutsetter, med hensyn til påstanden i sitatet, at eleven må være i stand til å kunne forklare stoffenes egenskaper (på makronivået) ved hjelp av begrep og konsepter på mikronivået. Dette kan forstås som at elevene må være i stand til å kunne skille og se sammenheng mellom observasjon (makronivået) og teori (mikronivået) (Scott et al., 2011, p. 11; D. Treagust et al.,

---

<sup>24</sup> Her oversettes det engelske uttrykket: "fully understood" til *en mer helhetlig forståelse*.

2003, p. 1354). Å forstå kjemi mer helhetlig, betyr i denne sammenhengen å forstå kjemi på mikro- og makronivå, og se disse i sammenheng. Det handler altså om evnen til å se kunnskap fra flere perspektiv/nivåer (Wilensky & Resnick, 1999). I så måte tyder hovedfunn 1 på at de høytskårende elevene i utvalget har en mer helhetlig konseptuell forståelse i kjemi. Her er det samtidig viktig å presisere at masterstudien ikke kan si noe om årsak/virkning.

### 5.2.2 Bruk av mikro-makrooverganger – et kjennetegn på metakognitiv kompetanse

Forskning peker på at metakognitiv kompetanse kan kjennetegnes ved *vitenskapelige* tankeprosesser og læringsstrategier (Rickey & Stacy, 2000). En viktig strategi for kjemifaget er koblingen mellom observasjoner på makronivået og forklaringer på mikronivået, såkalte mikro-makrooverganger (Fensham & et al., 1994, p. 219; Rickey & Stacy, 2000, p. 918; Scott et al., 2011, p. 11). De høytskårende elevene i masterstudien koblet mikro- og makronivået sammen oftere enn de lavtskårende elevene (hovedfunn 1), hvilket kan tyde på at de høytskårende elevene har høyere metakognitiv kompetanse enn de lavtskårende. Denne indikasjonen kan observere ut ifra to sitatutdrag: elev A (forklarer oppgave 24) og elev D (forklarer oppgave 7):

#### Transskriptutdrag – Elev A:

93. **Hva er ditt svar på oppgaven?**

94. Det første jeg tenker på er at den blir tyngre fordi, jeg tenker at det danner seg rust utenpå. Og da at det blir tyngre, at det blir mer masse. Men så er det jo at det reagerer jo med jernet i seg selv, og det kan jo avgi noe også, men til slutt så tenker jeg at det reagerer jo med oksygen og blir, tilført noe for å reagere, sånn at det blir tilført masse, sånn at ja, den blir tyngre etter at overflaten blir rusten.

95. Du sier at det blir tilført masse når det blir rust. |

96. |Mhm.

97. Hva er det den massen kommer fra?

98. Massen... Eller det er jo en reaksjon mellom jern, oksygen og vann, så det kommer fra luft og vann. Eller, den massen, altså, de atomene  $O_2$  atomene og de  $H_2$  atomene reagerer med jernet og det dannes seg jo da på en måte et belegg, med rust, så.. den massen kommer fra den reaksjonen med jern og luft og vann.

99. Kan du oppsummere svaret ditt på oppgaven?

100. Ehm.. at.. om en jernspiker reagerer sånn at overflaten blir rusten, altså reagerer med luft og vann, så kan man si at den.. at massen blir.. at spikeren blir tyngre da, etter den her reaksjonen fordi det oksideres og det blir da tilført hydrogen og oksygenatomer, eller at det reagerer med oksygen og danner rust da, som legger seg utenpå, så det blir på en måte mer masse når den rusten.

I transskripsjonsutdraget kan vi lese at elev A bruker overganger mellom mikro- og makronivået aktivt i sin forklaring av oppgave 24. Forklaringen i sitatutdraget bærer preg av at elev A skiller mellom hva som er observasjoner på makronivået, med hva som er de underliggende teoretiske argumentene på mikronivået. Dette kan tyde på at elev A har en god forståelse for bruken av de to nivåene i sammenheng, samt et tegn på at elev A til en viss grad har adoptert et vitenskapelig tankesett. Slik sett kan vi tolke sitatutdraget som et tegn på at elev A har god metakognitiv kompetanse (Rickey & Stacy, 2000).

Transskriptutdrag – Elev D:

88. **Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?**
89. *M.. det motstrider jo egentlig alt jeg sa da, det gjør det jo.. m... det er jo færre molekyler enn det væsken hadde da for eksempel.*
90. Kan du skrive ned en stikkordsmessig forklaring på hvorfor A er rett?
91. *Færre molekyler enn væske er det jo... Det andre er jo at det oppfyller kravet om at det skal være NH<sub>3</sub> sammenlignet med det (C) og det (E).*
92. Så da ender du opp med at det er NH<sub>3</sub> og færre molekyler?
93. *Ja, jeg tenker noe annet nå, om at det er større avstand mellom molekylene. Det har kanskje noe å si. At det er mer romlig på en måte fordi det er så få molekyler, men det stemmer vel ikke med det jeg sa tidligere med entropi og sånt.. så egentlig skjønner jeg ikke hvorfor det skal være riktig, men hvis jeg skal si noe ut fra fasiten så tror jeg det skal ha noe å si.*
94. Kan du tenke deg hvorfor det er større avstand mellom molekylene?
95. *Det ene er jo at det er færre molekyler, som gjør at de har større omgivelser rundt seg da.. enn hvis det hadde vært flere, da hadde det på en måte vært mer tettpakka og kanskje mer vært mer sånn fast form da.. det kan jo være noe og... jeg prøver å tenke om avstander har noe med Columbs lov tenker jeg.. for det har noe å si om kreftene øker når avstanden minker.. tror jeg det var.*
96. Tar du fysikk?
97. *Nei det har jeg ikke. Jeg har tatt fysikk 1 og kjemi 1.*
98. Forsvinner det molekyler når det går fra væske til gass?
99. *N..ja, tenker fordampning for eksempel. Og det kan jo være noe.. kanskje jeg skal skrive det opp.*
100. 'Fordampning' ja
101. *\*Da forsvinner jo\*..|*
102. Hva er fordampning?
103. *Da tenker jeg, når du for eksempel koker opp vann da.. at du ser jo på en måte utvikling av gass, eller damp da, når du koker opp vann, det er det jeg forbinder med fordampning i alle fall.*
104. Hva skjer under koking av vann?
105. *Molekylene får jo høyere, altså temperaturen stiger, så det vil jo si at de kolliderer... kan hende det har noe med at flere molekyler slår seg sammen og blir til gass, eller på en måte splitter seg da. Tenker jeg. Jeg er ikke helt sikker.*

I motsetning til elev A sitt transskripsjonsutdrag, kan vi i elev D sitt transskripsjonsutdrag observere en rekke misoppfatninger knyttet til overganger mellom makronivå observasjoner og mikronivå forklaringer. Først i utdraget gir elev D uttrykk for at det er *færre molekyler* i det korrekte alternativet (A) enn i væskefiguren (alternativ B, se figur 11). Videre innser elev D at alternativ C og E må være feil, ettersom de ikke oppfyller kravet om at ammoniakkmolekylet skal være intakt. Deretter konkluderer elev D på bakgrunn av sin tolkning av alternativene, at det er større avstand mellom molekylene i alternativ A fordi det er færre molekyler i gass enn i væske og fast form. I sitat 99 bekrefter elev D misoppfatningen den har om at det vil forsvinne molekyler når en væske går til gass (fordampning). Denne misoppfatningen kan ses i sammenheng med det Jaber & Boujaoude (2012) omtaler som: "a macroscopic/microscopic level confusion" (Jaber & Boujaoude, 2012, p. 990). Her bruker elev D sin forståelse av fenomenet på makronivå (observasjoner) til å forklare et fenomen på mikronivå – en misoppfatning oppstår. Transskripsjonsutdraget gir uttrykk for at elev D har utfordringer med å se makronivået i sammenheng med mikronivået. Sitatutdraget kan følgelig sies å representere et eksempel på at lavtskårende elever i utvalget har lavere metakognitiv

bevissthet rundt fenomenene, ettersom bruken av mikro-makrooverganger er preget av misoppfatninger. Transskripsjonsutdraget kan også tyde på at eleven har dårlig begrepsforståelse (representasjonsnivå) ettersom den drar inn begreper som Columbs lov. Dette begrepet anses for å være lite relevant i et riktig resonnement i oppgaven.

### 5.2.3 Modellbruk, visualisering, metakognisjon og mikro-makrooverganger

*Modellbruk* og *visualisering* er to nært beslektede metakognitive ferdigheter/prosesser (Davidowitz & Chittleborough, 2009) som kan betraktes i sammenheng med evnen til å bruke ulike nivåer (3D) i kjemi (Chittleborough & Treagust, 2007). I et sitatutdrag fra intervjuet til elev A, kan vi observere at eleven blir utfordret til å reflektere (en metakognitiv prosess) rundt hva den syntes var utfordrende med oppgave 30:

#### Transskriptutdrag – Elev A:

- |  |
|--|
| <p>182. <b>Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?</b></p> <p>183. Det er jo.. at man må se for seg molekylerne og hvordan de er bundet sammen selv, for det er jo ikke noen modell å se etter, eller noe bilder å se etter. Også at, hvordan man skal bruke informasjonen, altså at vann er væske og <math>H_2S</math> er gass, hvordan man skal ta det videre for å komme inn på dette her med bindinger da, det er jo det som er cluet tror jeg da. Det kan jo også være litt utfordrende når man ikke helt forstår seg på molekyler og bindinger og væske og gassform.</p> |
|--|

I sitatet kan vi lese at elev A reflekterer rundt utfordringene i oppgave 30. En av utfordringene var at det ikke ble gitt noen modell eller bilder i oppgaven. Elev A ga samtidig uttrykk for at det var nødvendig "å se for seg molekylerne og hvordan de er bundet sammen selv". Her snakker elev A om visualisering; en metakognitiv prosess/ferdighet (Davidowitz & Chittleborough, 2009, p. 174). Visualisering kan ses i sammenheng med forskning som har undersøkt betydningen av modeller og visuelle representasjoner i kjemi (Richard K. Coll, France, & Taylor, 2005; Tasker, 2014, 2015; Tasker & Dalton, 2006; D. F. Treagust et al., 2002). Sitatet til elev A er en ytterligere indikasjon på at eleven har en velutviklet metakognitiv bevissthet, også rundt rollen til modeller i kjemifaget og nødvendigheten av visualisering for å knytte kunnskap på de ulike nivåene sammen. Den metakognitive bevisstheten gjenspeiler seg i elevenes refleksjoner; der eleven blant annet identifiserer visualisering som utfordrende og nødvendig for å forstå oppgave 30. Tilsvarende evne til refleksjon og metakognitiv bevissthet ble ikke identifisert hos noen av de andre elevene i utvalget.

I denne masterstudien ble det generert data som inneholder modeller laget av elevene. Disse modelldataene kunne blitt brukt til å triangulere hovedfunn 1. Med hensyn til masteroppgavens omfang og tidsbegrensning, ble det ikke gjennomført noen triangulering av hovedfunn 1, med en analyse av modelldataene. Modellbruk og visualisering er likevel et metakognitivt perspektiv jeg ønsker å trekke frem som relevant for problemstillingen, ettersom en analyse av modellbruken i masterstudien, potensielt kunne ha bidratt til å belyse sammenhengen (hovedfunn 1) ytterligere. Dette potensialet utnyttet imidlertid av tre lignende studier (Jaber & Boujaoude, 2012; D. Treagust et al., 2003; Wilensky & Resnick, 1999).

## 5.2.4 Læring i det vitenskapelige fellesskapet

Hovedfunn 1 peker på behovet for å hjelpe de lavtskårende elevene til å adoptere et mer vitenskapelig syn på kjemikunnskap. Dette kan for eksempel gjøres ved å gi elevene mulighet til å validere og vurdere mulighetene/begrensningene til en tredeling av kjemikunnskapen (lære om 3D i undervisningen). Et undervisningsopplegg som har til hensikt å øke elevenes forståelse av overganger mellom mikro- og makronivået, er i tråd med budskapet til Driver et al. (1994) om å introdusere elevene for vitenskapens praksis og tenkemåter. Et slikt undervisningsopplegg kan for eksempel være basert på P.O.E modellen eller utforskende arbeidsmetoder (Rickey & Stacy, 2000). I en slik undervisning vil eksplisitt bruk av ulike nivåer være sentral (Sirhan, 2007, p. 5).

Informasjonen i hovedfunn 1 kan brukes til å identifisere elever som har behov for *ekstra tilrettelegging*, slik at de oppnår en økt forståelse for overganger mellom ulike nivå i kjemifaget, og følgelig utvikler et mer vitenskapelig tankesett. Dette behovet kan ses i lys av *prinsipp for tilpasset opplæring* (Kunnskapsdepartementet, 1998): "Tilpasset opplæring handler om skolens arbeid for at elevene får best mulig utbytte av opplæringen ..." (Utdanningsdirektoratet, 2014). "Skolens arbeid" vil ifølge min tolkning av Driver et al. (1994), gi elevene "best mulig utbytte av opplæringen" hvis undervisningen sørger for at elevene er i stand til å vurdere kunnskap på ulike nivå og se nivåene i sammenheng.

Å tilegne seg en vitenskapelig tankemåte handler ikke bare om læring av ny kunnskap og organisering av tidligere ervervet kunnskap, det handler også om å tilegne seg et sett symboler, begreper og modeller som brukes innad i det vitenskapelige fellesskapet. Disse representasjonene er viktige for kommunikasjonen av kunnskap innad i det vitenskapelige fellesskapet (Taber, 2013, p. 159). Dette perspektivet er representert av *representasjonsnivået* i kjemiens tre dimensjoner, og har i denne masterstudien først og fremst påvirkningen på elevenes evne til å kommunisere sin kunnskap under intervjuet. Hvis metoden i masterstudien analyserte det kvalitative innholdet i sitatene til elevene, ville representasjonsnivået vært sentralt. Ettersom masterstudien er begrenset til å kode og telle antall mikro, makro og mikro-makrositat, havner betydningen av representasjonsnivået noe i skyggen. I denne masterstudien blir betraktninger rundt representasjonsnivåets påvirkning ansett for å være en integrert del av tolkningene under kodingen.

## 5.2.5 Makronivået: et lettere tilgjengelig nivå.

Hovedfunn 2 forteller oss at de lavtskårende elevene i utvalget bruker oftere makronivået og mikronivået isolert hver for seg, i stedet for samlet og i sammenheng. Hovedfunn 2 er basert på tolkningen av diagrammene/sammenhengene i figur 3, 4, 8 og 9 (se resultatdel 4.2.2 og 4.2.3). I alle diagrammene/sammenhengene er det en negativ korrelasjon mellom CCI skår og bruken av mikro- og makronivået (isolert). Det er en tydeligere negativ korrelasjon i figur 8 og 9, enn i 3 og 4, dette skyldes eksklusjonen av data fra oppgave 24, grunnet feilkilden hos elev D (les. begrunnelse i resultatdel 4.2.3).

Hvis vi tar utgangspunkt i sammenhengen mellom CCI skår og elevens bruk av makronivå (figur 8), ser vi at det er en betydelig forskjell mellom den høyest skårende eleven og den lavest skårende eleven i utvalget. Elev A brukte ingen isolerte makronivå sitat, mens elev D hadde den høyeste andelen makronivå sitat. Dette funnet er i samsvar med forskningen som peker på at makronivået først og fremst tas i bruk av svakt faglige elever (Jaber & Boujaoude, 2012, p. 988). Makronivået fremstår som lettere tilgjengelig fordi egenskapene på dette nivået kan sanses og observeres (Johnstone, 2000a, p. 35). Elevene kan hente informasjon fra dette nivået uten å måtte ta i bruk kognitivt krevende prosesser som: *abstraksjon*.

Elev B og C bruker omtrent makronivået likt (andel elev B makrositat: 0,043, andel elev C makrositat: 0,036; figur 8). Den relative likheten i bruken av makronivået mellom B og C kan tolkes til å være en indikasjon på at disse elevene i større grad utgjør et middels skårende sjikt, enn å tilhøre hver sin lavt/høytskårende kategori, som tidligere antydte i resultatdel 4.1.2.

Forskjellen i bruken av makronivået mellom lavtskårende og høytskårende elever, kan sies å gjenspeile elevenes nivåpreferanse, altså hvilket nivå de søker når de skal forklare og forstå kjemi. I et tilpasset opplæringsperspektiv vil det være viktig å ta hensyn til denne preferansen. For eksempel vil det i en klasse, bestående av mange lavtskårende elever med høy preferanse til makronivået (negativ korrelasjon mellom andel makronivå sitater og CCI skår), kunne virke læringsfremmende å imøtekomme elevene på makronivået, for deretter å bygge videre fra dette nivået – såkalt stillasbygging<sup>25</sup> av kunnskap (Taber, 2013, p. 164). En slik tilpasningen er i tråd med *konstruktivismen*; gjennom å ta utgangspunkt i elevenes forutsetninger (Sjøberg, 2009, pp. 41-43).

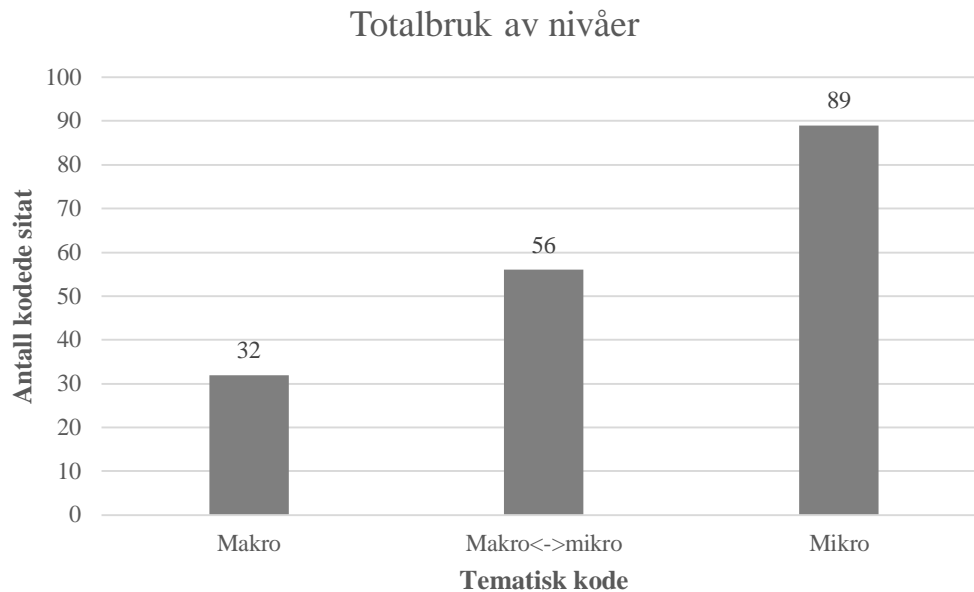
Å starte kjemiundervisningen på makronivået fremholdes som gunstig i forskningslitteraturen. Makronivået er mer empirisk basert enn mikronivået, og dermed lettere tilgjengelig for elevene (Gabel, 1999; Johnstone, 1982; Taber, 2013). Begrepsapparatet på makronivået kjennetegnes som *konkret* og *generelt*, i kontrast til det *abstrakte* og *spesifikke* begrepsapparatet på mikronivået. Undervisning på mikronivået vil derfor kreve mer av elevenes forståelse på representasjonsnivået, enn det undervisning på makronivå vil gjøre. Det er derfor viktig å gi elevene tilstrekkelig med tid og mulighet, i undervisningen, til å lære seg begreper og kunnskap på makronivået, før de introduseres for mikronivået (Taber, 2013).

### **5.2.6 Mikronivået: forklaringsnivået.**

Hvis vi tar utgangspunkt i sammenhengen mellom CCI skår og elevens bruk av mikronivå (figur 9), kan vi observere en negativ korrelasjonstrend fra lavtskårende til høytskårende. Forskjellen mellom de høytskårende elevene og de lavtskårende elevene i utvalget er derimot ikke like markant som for trendene av makrositat og mikro-makrositat (figur 3 og 4). Hvis vi derimot vurderer totalen til de ulike kategoriene: makrositat, mikrositat og mikro-makrositat, kan vi observere i figur 14 at det ble brukt totalt mest mikrositat.

---

<sup>25</sup> "Stillasbygging av kunnskap" er en oversettelse av det didaktiske uttrykket: *scaffolding* (Taber, 2013, p. 164).



**Figur 14:** diagrammet viser totalbruken av ulike nivåer; basert på fire elevers kodede sitater fra intervju.

Av figur 14 kan vi lese at elevene totalt sett tok i bruk mikronivået mest under intervjuene. Mikro-makrooverganger ble brukt omtrent dobbelt så ofte som makronivået, som igjen ble minst brukt. Denne fordelingen forteller oss at elevene totalt sett har en preferanse til å forklare kjemiske fenomen på mikronivået. Dette funnet er i samsvar med forskningslitteratur som vektlegger mikronivået som tradisjonelt og foretrukket forklaringsnivå (Brosnan & Reynolds, 2001; Gabel, 1999; Johnstone, 2000a; Rickey & Stacy, 2000; D. F. Treagust & Chittleborough, 2001, p. 241).

Et interessant spørsmål som kunne blitt undersøkt her er: Hvor stor andel av sitatene er i samsvar med den kjemiske faglitteraturen? Og hvordan fordeler de korrekte sitatene seg på de ulike tematiske kodene? For å besvare dette spørsmålet måtte det blitt gjennomført en kvalitativ analyse av hvert enkelt kodet sitat, og vurdert om sitatet stemte overens med faglitteraturen. Dette ble imidlertid ikke prioritert i denne masterstudien.

### 5.3 Troverdighet i studien

Hovedfunn 1 tyder på at det finnes en positiv korrelasjon mellom elevenes konseptuelle forståelse (CCI skår) og bruk av mikro-makrooverganger. Troverdigheten til denne korrelasjonen hviler på den interne validiteten til CCI verktøyet og de innsamlede og analyserte intervjudataene, samt reliabiliteten til datainnsamlingen (dette gjelder også hovedfunn 2). Intervjudataenes interne validitet er påvirket av *forskerens analyse* (tolkninger), mens reliabiliteten er påvirket av *intervjuerens inngrep* (gjennomføring av intervjuet).

Av de to metodiske instrumentene som ble brukt i masterstudien (CCI og intervju) vil jeg kun diskutere troverdigheten til intervjuet. CCI verktøyet troverdighet er redegjort for i Per-Odd et al. (2016). I denne delen søker jeg å belyse masterstudiens troverdighet ved å drøfte betydningen av spørsmålene (1-3) presentert i metodedel 3.3:

## 1. Kan dataene fra intervjuet brukes til å besvare forskningsspørsmålene? (Intern validitet)

Enhver kvalitativ analyse innebærer en eller annen form for *tolkning* (Robson, 2011). En tolkning kan være alt fra; transparent, begrunnet og (relativt) objektiv, til; skjult, ubegrunnet og subjektiv. Det første kjennetegner en troverdig tolkning (høy intern validitet), mens det andre kjennetegner en lite troverdig tolkning (lav intern validitet).

I denne masterstudien begrunnes ikke hvert tematisk kodede sitat, men i tabell 7 og 8 (resultat og analysedel 5.2.1 og 5.2.3) refererer hvert kodede sitat til rådata (intervjutranskript), slik at kodingen kan vurderes og etterprøves. Med en slik transparens mellom integrasjon og tematisk koding, er det mulig å kritisere, falsifisere og vurdere datagrunnlaget i masterstudien – en forutsetning for å ivareta troverdigheten.

Et tiltak for å øke den interne validiteten i masterstudien ville vært å la flere forskere tematisk kode det samme intervjudatamaterialet med de samme kriteriene, for deretter å diskutere og sammenligne kodene (Brosnan & Reynolds, 2001; Jaber & Boujaoude, 2012; Lee et al., 1993, p. 253; Robson, 2011; D. Treagust et al., 2003, p. 1358). Slike ressurser var ikke tilgjengelig i denne masterstudien. Jeg konsulterte imidlertid underveis med min hovedveileder om metode og analyse. For eksempel ble ulike kodede sitat diskutert. Konsultering mellom forskeren og veilederen kan ses på som et tiltak for å øke den interne validiteten (Phelps, 1994).

Et annet tiltak som kan ha bidratt positivt til validiteten, er den aktive sosiale interaksjonen mellom elevene i studien og forskeren, over tid (Phelps, 1994). Den sosiale interaksjonen i masterstudien baserte seg i all hovedsak på undervisningen som ble gjennomført, og min tilstedeværelse under CCI-testingen. Undervisningen kan anses for å være en sosial situasjon hvor forskeren har anledning til å utvikle et tillitsforhold til informantene/elevene (Robson, 2011, p. 157). Undervisningens plass i masterstudien kan derfor begrunnes som et tiltak for å øke validiteten.

Intervjuene ble gjennomført i tilsvarende likt tidsrom (samme uke); dette bidrog til at elevene i stor grad hadde likt undervisningsgrunnlag, med hensyn til den planlagte ordinære undervisningen<sup>26</sup>. Hvis intervjuene hadde blitt gjennomført i ulike tidsrom, ville dette trolig føre til å redusere intervjudataenes validitet, fordi undervisningsgrunnlaget til de ulike elevene ville vært skjevt fordelt.

## 2. Kan funnene i masterstudien generaliseres til et større utvalg elever? (Ekstern validitet)

Før jeg besvarer spørsmålet ønsker jeg å referere til Phelps (1994) forståelse av rollen til ekstern validitet, i kvalitativ forskning:

"External validity usually refers to the level of generalizability of research conclusions, which is not a goal of qualitative research. Since the term generalizability is a statistical construct, it has little meaning in qualitative research. This is not to say that what is learned through

---

<sup>26</sup> Deltakelse i den ordinære undervisningen er ikke undersøkt og kan variere blant deltakerne i studien.

Påvirkningen av ulik deltakelse i den ordinære undervisningen blant deltakerne, er ikke vurdert i sammenhengen med funnene i studien.



qualitative research is not useful to other people in other settings. Although the uniqueness of individual classrooms can be argued, compellingly the similarities between chemistry classrooms in a variety of settings are striking. Qualitative researchers are interested in the comparability and the translatability of their findings. Comparability refers to the degree to which the components of a study are sufficiently well described and defined so that other researchers can use the results of the study as a basis for comparison with other studies addressing related issues" (Phelps, 1994, p. 194).

I sitatet peker Phelps (1994) på at det blir feil å snakke om generalisering i kvalitative studier. Phelps (1994) trekker samtidig frem: *transparens* og *sammenlignbarhet*, som viktige i en vurdering av kvalitative studiers eksterne validitet. Begrepene er ifølge sitatet knyttet tett sammen. Masterstudiens transparens er diskutert ved ulike deler av teksten. Sammenlignbarheten til masterstudien kommer delvis til uttrykk i refereringen til andre studier; som kommer frem til tilsvarende like konklusjoner og/eller bruker tilsvarende lik metode. Her kan studiene (Brosnan & Reynolds, 2001; Jaber & Boujaoude, 2012; Lee et al., 1993; D. Treagust et al., 2003) trekkes frem som spesielt relevante å sammenligne med.

### 3. Ville andre forskere ha kommet frem til de samme resultatene ved hjelp av den samme metoden? (Reliabilitet)

Et annet sitat fra Phelps (1994), beskriver det essensielle i reliabiliteten til kvalitative studier:

"Reliability is a more difficult problem for qualitative researchers since exact duplication of a study is not possible. It can be argued that as long as humans are involved in research, no study can be replicated exactly-regardless of methods employed. Reliability for a qualitative study hinges upon the clear presentation of the data and the results from a given setting. The researcher's ability to completely disclose exactly what is done, and the role the researcher plays is paramount to insuring high levels of external reliability. Since the observations of the researcher are so central to the data collected and the way it is interpreted, it is important that the biases and perspectives of the researcher are also made explicit up front. Other areas that should be discussed in detail with respect to external reliability include informant choice, social situations and conditions, and methods of data collection and analysis" (Phelps, 1994, p. 194).

I sitatet peker Phelps (1994) på at det er umulig å gjennomføre identiske kvalitative undersøkelser. Fordi kvalitative undersøkelser avhenger av tolkninger, vil konklusjonene (den reduserte informasjonen) inneholde spor av forskerens subjektivitet – dette er uunngåelig. Reliabilitet i kvalitative undersøkelser handler derfor om å gjøre rede for tolkningene og vurderingene som blir gjort under ulike deler av undersøkelsen, spesielt under datainnsamling og analyse. Det er viktig at denne redegjørelsen er eksakt og detaljert, slik at det er mulig for fremtidige studier å ta hensyn til de samme forholdene. Dette inkluderer også forskerens perspektiver knyttet til masterstudien (se Forordet).

### Reliabiliteten til analysen og de metodiske instrumentene i masterstudien:

Intervjuene ble gjennomført etter en relativt streng intervjuguide. Dette bidrog til at gjennomføringene av intervjuene ble relativt lik, noe som kan anses for å være et bidrag til økt reliabilitet. Avvikene fra intervjuguiden skyldes først og fremst oppfølgingsspørsmål og kan tolkes som en mulig feilkilde. I en metode hvor kvantifiseringen (se resultat og analysedel 5.2.1) baseres på *antall* sitat (på ulike nivå), vil avvik fra intervjuguide/variasjon i intervjugjennomføringen i form av oppfølgingsspørsmål, kunne bidra til avvik i de integrerte sammenhengene (se resultat og analysedel 5.2.2). Feilkilden oppstår som en følge av at oppfølgingsspørsmål potensielt kan resultere i et økt antall kodete sitat. Et oppfølgingsspørsmål vil dermed kunne føre til en uriktig sammenheng i integrasjonen.

Feilkilden knyttet til å bruke *antall* sitat oppdaget jeg under analysen av intervjudataene. Tiltaket for å minimere feilkilden ble derfor å bruke *andel* sitat, i stedet for antall (se videre begrunnelse i resultat og analysedel 5.2.2). En vurdering av det totale antallet kodete sitat (se tabell 7 og 8 i resultat og analysedel 5.2.1 og 5.2.3) viser forøvrig at fordelingen av antallet kodete sitat blant elevene, er tilnærmet lik. Dette bidrar ytterligere til å minimere påvirkningen av den potensielle feilkilden.

## 6.0 Konklusjon

I denne masterstudien har jeg undersøkt fire elevers bruk av mikro- og makronivået i sine forklaringer av kjemiske fenomen. I masterstudien ble bruken av mikro- og makronivået satt i sammenheng med elevenes konseptuelle forståelse (målt ved hjelp av CCI). Resultatene av den metodiske og analytiske tilnærmingen i masterstudien, er presentert som to sett med tre ulike sammenhenger (figur 3, 4, 5 og 8, 9, 10). Disse utgjør datagrunnlaget for de to hovedfunnene i masterstudien:

1. *Det er tilsynelatende en positiv korrelasjon mellom CCI skår og bruken av mikro-makrooverganger.*
2. *Lavtskårende elever brukte oftere mikro- og makronivået hver for seg (isolert), enn de brukte nivåene i sammenheng.*

I diskusjonen av hovedfunnene har jeg belyst og drøftet relevante didaktiske perspektiver som:

- i. Elevenes evne til å skille og se sammenheng mellom observasjon og teori (mikro-makrooverganger) – et tegn på helhetlig konseptuell forståelse i kjemi.
- ii. Metakognitiv kompetanse/bevissthet knyttet til modeller, visualisering og kjemiens tre dimensjoner.
- iii. Kjemiens tre dimensjoner som verktøy for å oppnå meningsfull læring.
- iv. Makronivået: et gunstig nivå å starte på i undervisningen.
- v. Mikronivået: det mest brukte nivået til å forklare kjemiske fenomener.

Basert på drøftingen av de to hovedfunnene, utleder jeg følgende oppsummering og konklusjon. Med dette forsøker jeg å svare på forskningsspørsmålet:

Masterstudien antyder at elever bruker mikro- og makronivået ulikt når de skal forklare kjemiske fenomen. I masterstudien antydes det en positiv korrelasjon mellom elevenes konseptuelle forståelse, og bruken av mikro-makrooverganger. Denne korrelasjonen kan tyde på at den metakognitive kompetansen i utvalget, er ujevnt fordelt blant de lavtskårende og høyt-skårende elevene. Dette innebærer at elevene i ulik grad evner å se observasjoner (makronivå) og teori (mikronivå) i sammenheng. Dette tyder også på at elevene i ulik grad har adoptert et vitenskapelig/kjemisk tankegods.

Mikronivået er det mest brukte nivået i masterstudien og fremstår som elevenes foretrukne forklaringsnivå i kjemi. Makronivået brukes minst. Samtidig antyder dataene i masterstudien at de lavtskårende elevene har større preferanse til makronivået enn de høyt-skårende elevene. Masterstudien antyder at de lavtskårende elevene i utvalget har større utfordringer knyttet til å se de ulike nivåene i sammenheng, enn de høyt-skårende elevene. Dette har implikasjoner for kjemiundervisningen, ettersom kjemifaget formidles gjennom ulike nivå. For lavtskårende

elever i masterstudien vil kjemiundervisningen kunne oppleves som vanskelig og lite meningsfull, fordi de mangler kunnskap og erfaring med kjemiens tre dimensjoner.

*Resultatene i denne studien tyder på at elever har ulikt utgangspunkt, når det kommer til bruken og forståelsen av kjemifagets tre dimensjoner/nivåer. Dette innebærer at elevene stiller i klasserommet med ulike forutsetninger for å lære kjemi. Forskjellene mellom elevene er størst når det kommer til bruken av overganger mellom ulike nivå. Det er derfor viktig å tilpasse kjemiundervisningen slik at den imøtekommer elevenes behovet for at nivåene som blir brukt i undervisningen forklares eksplisitt, dette gjelder spesielt for elever som har lav konseptuell forståelse i kjemi. Feiler undervisningen i dette, vil antallet misoppfatninger kunne øke og undervisningen stå i fare for å oppleves som lite meningsfull.*

## **6.1 Forslag til videre studier**

I denne masterstudien foreligger det et kvantitativt og et kvalitativt datamateriale. Det *kvantitative* datamaterialet er basert på to CCI-tester (pre- og post-test). Det *kvalitative* datamaterialet består av fire intervjutransskript, fra elever med ulik CCI skår. Det ble også samlet inn skriftlig datamateriale fra undervisningen og intervjuet som inneholder ulike forklaringsmodeller.

Det kvantitative datamaterialet kan blant annet brukes i studier av misoppfatninger, ettersom flere av distraktorene utgjør vanlige misoppfatninger. I denne masterstudien ble testresultatene fra CCI overført fra analogt til digitalt format (fra papirbesvarelse til Excel) på en slik måte, at det ble generert et svaralternativdatasett. Dette datasettet kan utgjøre rådata i en studie som undersøker vanlige misoppfatninger blant elever i videregående trinn. Ettersom svaralternativdatasettet er generert fra en CCI-test, er det mulig å undersøke misoppfatninger i lys av CCI skår – det finnes altså muligheter for å gjøre komparative studier av datamaterialet. Her vil det for eksempel være interessant å undersøke fordelingen av misoppfatninger, sammenlignet med CCI skår.

Datamaterialet i masterstudien som inneholder elevenes forklaringsmodeller, kan i videre undersøkelser studeres med hensyn til CCI skår. Her kan det være interessant å undersøke modellenes kvalitet i lys av elevenes CCI skår. Modellene kunne også blitt undersøkt med hensyn til nivå (3D), slik som i (Chittleborough & Treagust, 2007; Davidowitz & Chittleborough, 2009; D. F. Treagust et al., 2002).

Korrelasjonene som ble avslørt i denne masterstudien kan undersøkes videre. Her vil det være interessant å undersøke årsak/virkning eller betydningen av korrelasjonene for læring i kjemi. Forbedringen til den metodiske tilnærmingen vil være å ta i bruk et større utvalg: både elever, oppgaver og intervju. Et større datamateriale vil kunne gi fremtidige studier mer kredibilitet og kanskje mer informasjon og kunnskap om sammenhengen mellom CCI skår og nivåbruken til elevene. En annen forbedring ville vært å analysere innholdet i intervjuuttalelser som en ekstra trianguleringskilde. Det kunne for eksempel blitt avslørt andre korrelasjoner. Elevenes ferdighet til å forklare og konstruere kjemifaglige argumenter er en annen trianguleringskilde det er mulig å generere ut ifra datamaterialet i masterstudien. En slik studie ville lagt større

vekt på den kvalitative analysen. En potensiell undersøkelse i denne sammenhengen er å undersøke sitatens presisjonsgrad, og se denne i sammenheng med CCI skår.

## 7.0 Litteraturliste

- Andersson, B. (1986). Pupils' Explanations of Some Aspects of Chemical Reactions. *Science Education*, 70(5), 549-563.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning : an introduction to school learning*. New York: Grune & Stratton.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology : a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology : a cognitive view* (2d ed. ed.). New York etc.: Holt, Rinehart and Winston.
- Barke, H.-D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry: Addressing Perceptions in Chemical Education*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Bradley, J. D., & Brand, M. (1985). Stamping out misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 62(4), 318. Retrieved from <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed062p318>
- Bretz, S. L. (2001). Novak's theory of education: Human constructivism and meaningful learning (Vol. 78, pp. 1107).
- Brosnan, T., & Reynolds, Y. (2001). Student's Explanations of Chemical Phenomena: Macro and Micro Differences. *Research in Science and Technological Education*, 19(1), 69-78.
- Carmichael, P., Driver, R., Holding, B., Phillips, I., Twigger, D., & Watts, M. (1990). Research on Children's Conceptions in Science: a Bibliography. *Leeds, UK: Children's Learning in Science Research Group, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds*.
- Chittleborough, G., & Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 274-292. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000259185700001
- Coll, R. K. (2006). The Role of Models, Mental Models and Analogies in Chemistry Teaching. In P. Aubusson, A. Harrison, & S. Ritchie (Eds.), *Metaphor and Analogy in Science Education* (Vol. 30, pp. 65-77): Springer Netherlands.
- Coll, R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198. doi:10.1080/0950069042000276712
- Cooper, M. M. (2015). Why Ask Why? *Journal of Chemical Education*, 92(8), 1273-1279. doi:10.1021/acs.jchemed.5b00203
- Dahlum, S. (Ed.) (2015) Store norske leksikon. snl.no.
- Davidowitz, B., & Chittleborough, G. (2009). Linking the macroscopic and sub-microscopic levels: Diagrams *Multiple representations in chemical education* (pp. 169-191): Springer.
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: a theoretical introduction to sociological methods*. New York: New York: McGraw-Hill.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Eggen, P.-O., Jacobsen, E. E., Hafskold, B., & Persson, J. (2016). *Development of an inventory for Alternative Conceptions among students in chemistry*. PLU - Program for lærerutdanning. NTNU.
- Fensham, P. E., & et al. (1994). *The Content of Science: A Constructivist Approach to Its Teaching and Learning*.

- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548. doi:10.1021/ed076p548
- Garnett, P., Garnett, P., & Hackling, M. (1995). Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25(1), 69-96. doi:10.1080/03057269508560050
- Gilbert, J. K., & et al. (1982). Children's Science and Its Consequences for Teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education* (Vol. v.v. 4). Dordrecht: Springer.
- Glynn, S. M., Yeany, R. H., & Britton, B. K. (1991). *The Psychology of learning science*. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses *Am. J. Phys.* (Vol. 66, pp. 64-74).
- Holme, T. A., Luxford, C. J., & Brandriet, A. (2015). Defining Conceptual Understanding in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 92(9), 1477-1483. doi:10.1021/acs.jchemed.5b00218
- Jaber, L. Z., & Boujaoude, S. (2012). A Macro–Micro–Symbolic Teaching to Promote Relational Understanding of Chemical Reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973-998. doi:10.1080/09500693.2011.569959
- Johnstone, A. H. (1982). Macro- and microchemistry. *The School science review*, 64(277), 377-379.
- Johnstone, A. H. (1989). Some messages for teachers and examiners: An information processing model. *Assessment of Chemistry in Schools*, VII, 23-39.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83. doi:10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x
- Johnstone, A. H. (2000a). Chemical education research: where from here. *University Chemistry*.
- Johnstone, A. H. (2000b). Teaching of chemistry-logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15. Retrieved from <http://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2000/rp/a9rp90001b>
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2011). *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforl.
- Knutsen, B. (2015). Utforskende arbeidsmåter i biologi. In P. v. Marion & A. Strømme (Eds.), *Biologididaktikk* (2. utg. ed.). Oslo: Cappelen Damm.
- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968.
- Lov om grunnskolen og den videregående opplæringen (opplæringsloven), 1-1 C.F.R. § Kapittel 1 (1998).
- Kunnskapsdepartementet. (2016). *Fag – Fordypning – Forståelse, En fornyelse av Kunnskapsløftet*. (Meld. St. 28 (2015–2016)). Regjeringen.no Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20152016/id2483955/?ch=1&q=>.
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D., & Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249-270. doi:10.1002/tea.3660300304

- Liew, C. W., & Treagust, D. F. (1995). A Predict-Observe-Explain Teaching Sequence for Learning about Students' Understanding of Heat and Expansion Liquids. *Australian Science Teachers Journal*, 41(1), 68-71.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, Calif: Sage.
- Loughran, J. J. (2010). *What expert teachers do : enhancing professional knowledge for classroom practice*. London: Routledge.
- Maxwell, J. A. (2010). Using Numbers in Qualitative Research. *Qualitative Inquiry*, 16(6), 475-482. doi:10.1177/1077800410364740
- Meijer, M. R., Bulte, A. M. W., & Pilot, A. (2009). Structure–Property Relations Between Macro and Micro Representations: Relevant Meso-levels in Authentic Tasks. In J. K. Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Multiple Representations in Chemical Education* (pp. 195-213). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis : an expanded sourcebook* (2nd ed. ed.). Thousand Oaks, Calif: Sage.
- Nakhleh, M. B. (1992). WHY SOME STUDENTS DONT LEARN CHEMISTRY - CHEMICAL MISCONCEPTIONS. *J. Chem. Educ.*, 69(3), 191-196.
- Nordbø, B. (Ed.) (2009) Store norske leksikon. snl.no.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*: Cambridge University Press.
- Pfundt, H., & Duit, R. (1988). Bibliography. Students' Alternative Frameworks and Science Education. 2nd Edition.
- Phelps, A. J. (1994). Qualitative Methodologies in Chemical Education Research: Challenging Comfortable Paradigms. *Journal of Chemical Education*, 71(3), 191. doi:10.1021/ed071p191
- Pienta, N. J., Cooper, M. M., & Greenbowe, T. J. (2005). *Chemists' guide to effective teaching*. Upper Saddle River, N.J: Pearson Prentice Hall.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227. doi:10.1002/sce.3730660207
- Prietos, T., Blanco, A., & Rodriguez, A. (1989). The ideas of 11 to 14-year-old students about the nature of solutions. *International Journal of Science Education*, 11(4), 451-463. doi:10.1080/0950069890110409
- Rickey, D., & Stacy, A. M. (2000). The Role of Metacognition in Learning Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 77(7), 915. doi:10.1021/ed077p915
- Ringnes, V., & Hannisdal, M. (2006). *Kjemi fagdidaktikk: kjemi i skolen*. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Robson, C. (2011). *Real world research : a resource for users of social research methods in applied settings* (3rd ed. ed.). Chichester: Wiley.
- Scott, P., Mortimer, E., & Ametller, J. (2011). Pedagogical link-making: a fundamental aspect of teaching and learning scientific conceptual knowledge. *Studies in Science Education*, 47(1), 3-36. doi:10.1080/03057267.2011.549619
- Sirhan, G. (2007). Learning difficulties in chemistry: An overview. *Journal of Turkish science education*, 4(2), 2-20.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Steen, B.-G. (2011). *Aqua 2 : kjemi 2 : grunnbok : Studiebok* (Bokmål[utg.]. ed.). Oslo: Gyldendal undervisning.
- Taber, K. S. (2001). BUILDING THE STRUCTURAL CONCEPTS OF CHEMISTRY: SOME CONSIDERATIONS FROM EDUCATIONAL RESEARCH. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2(2), 123-158. doi:10.1039/B1RP90014E



- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156-168. doi:10.1039/C3RP00012E
- Talanquer, V. (2010). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195. doi:10.1080/09500690903386435
- Tasker, R. (2014). Research into Practice: Visualising the Molecular World for a Deep Understanding of Chemistry. *Teaching Science*, 60(2), 16-27.
- Tasker, R. (2015). Representing molecular behaviour. *Education in Chemistry*, 2015(May).
- Tasker, R., & Dalton, R. (2006). Research into practice: Visualisation of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 141-159.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368. doi:10.1080/0950069032000070306
- Treagust, D. F., & Chittleborough, G. (2001). Chemistry: A matter of understanding representations *Subject-specific instructional methods and activities* (pp. 239-267).
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368. doi:10.1080/09500690110066485
- Tønnessen, S. (Ed.) (2015) Store norske leksikon. snl.no.
- Generell del av læreplanen, (2006a).
- Læreplan i kjemi - programfag i studiespesialiserende utdanningsprogram (2006b).
- Utdanningsdirektoratet. (2006c). Læringsplakaten *Prinsipper for opplæringen*. udir.no: Utdanningsdirektoratet.
- Veiledning i lokalt arbeid med læreplaner, (2014).
- White, R., & Gunstone, R. (1992). Prediction-observation-explanation *Probing understanding* (Vol. 4): Falmer press: London.
- Wilensky, U., & Resnick, M. (1999). Thinking in Levels: A Dynamic Systems Approach to Making Sense of the World. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 3-19. doi:10.1023/A:1009421303064

## **8.0 Vedlegg**

### Innhold:

Vedlegg 1: Besvarelsesark (undevisning) .....	66
Vedlegg 2: Intervjuguide .....	68
Vedlegg 3: Godkjenning fra NSD .....	73
Vedlegg 4: Samtykkeerklæring .....	75
Vedlegg 5: Intervjuoppgaver (7, 24, 30).....	77
Vedlegg 6: Intervjutransskript for elev (A-D).....	79-123



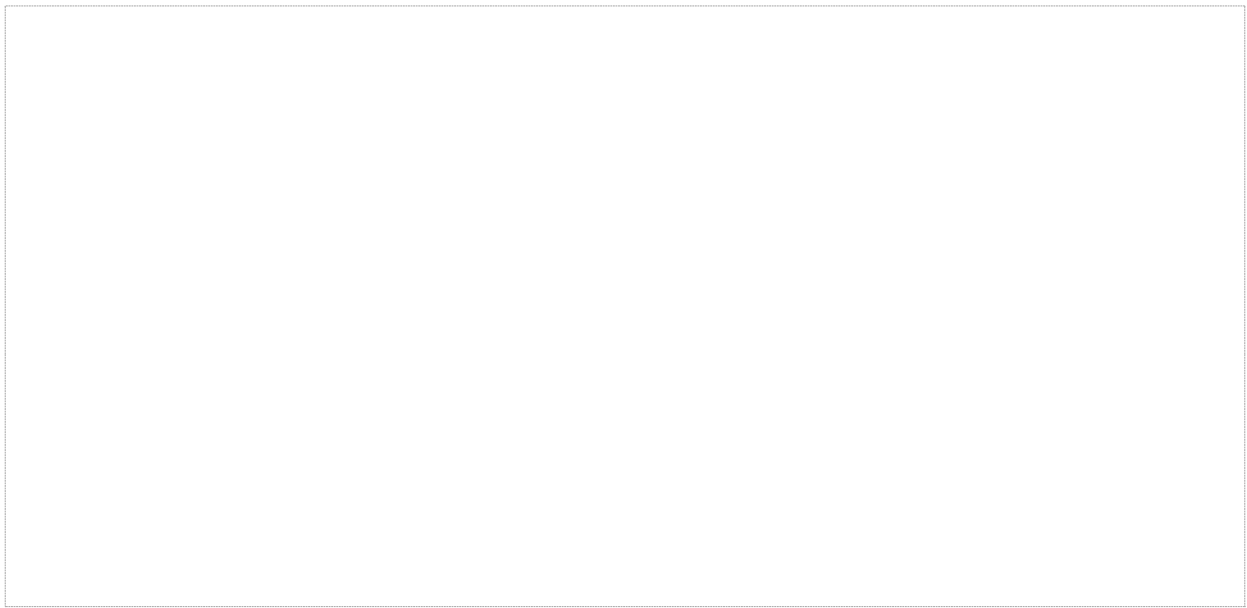
**Vedlegg 1: Besvarelsesark (undervisning)**

Deltakernummer:.....

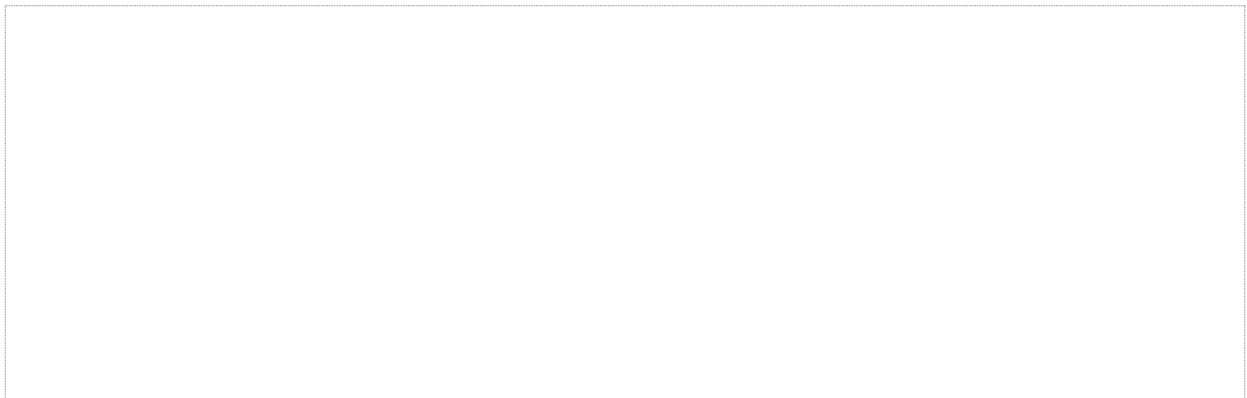
Hva tror du vil skje? (skriv eller tegn):

Skriv ned en forklaring på fenomenet du nettopp observerte – ta i bruk representasjonsnivået (teskt, symboler og modeller):

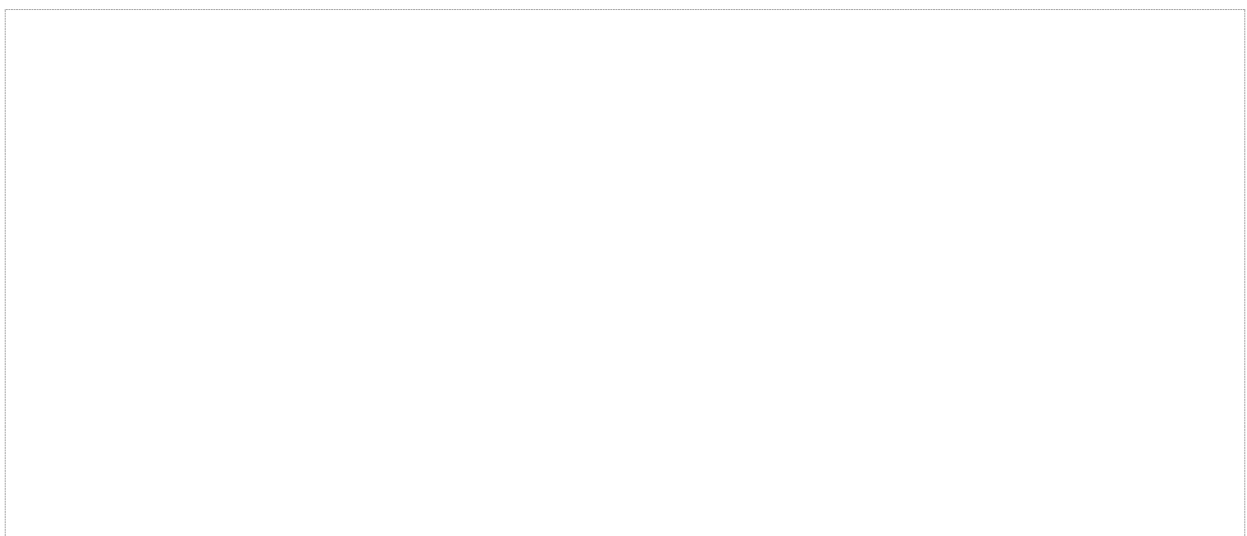
*Ta i bruk faglige begreper og argumenter i forklaringen. Du kan starte setningene med:  
"Etanol fordampet raskere enn vann fordi: ..."*



Tegn molekylstrukturen til vann og etanol:



Skriv på stikkordsform hva du mener kan være nytten av "kjemiens tre dimensjoner" for deg i kjemifaget:



## Vedlegg 2: Intervjuguide

### Deltakerinformasjon:

Dato	Deltakernummer

### Introduksjon:

Intervjuet består av tre oppgaver som hver består av fire deler. Ved hver del oppfordres eleven til å tenke høyt og forklare rundt oppgaven han/hun prøver å løse. Ved de ulike delene står eleven fritt til å tegne eller skrive. Det gis en sort farget penn til rådighet i del I & II (før hint om svaret) og en blå penn til rådighet i del III & IV (hint om svaret + fasit). Den selvlysende markeringstusjen blir brukt til å gi eleven informasjon om hva den svarte på pre- og post-test (den diskriminerer ikke mellom dem). Under del IV blir eleven først gjort oppmerksom på hvilke av svarene som tilhørte PRE og hvilke som tilhørte POST besvarelsen deres, før det riktige svaret blir avslørt (markert med en ring - grønn penn).

Tabell 1: viser fargekodene under intervjuet (penner og tusj)

Fargekode penn/tusj	Kode
Sort	Del I
Sort	Del II
Blå	Del III
Blå	Del IV
Selvlysende gul	Svar (PRE/POST)
Grønn	Fasitsvar

### Intro til eleven:

Ønsk velkommen.

Intervjuet vil ha en varighet på alt fra 30-45 minutter. Jeg kommer til å stille spørsmål knyttet til et utvalg oppgaver fra CCI. Jeg vil også på ulike tidspunkt kunne stille spørsmål ved tidligere avgitte svar. Under intervjuet er jeg interessert i å undersøke hva du tenker. Dette vil jeg gjøre gjennom å oppfordre deg til å tenke høyt og forklare ulike sider ved oppgavene. Du kan også skrive og tegne underveis. Du er også helt fri til å avbryte meg under intervjuet hvis du kommer på noe du vil fortelle. Jeg vil ta lydopptak av hele intervjuet. Jeg vil ikke oppgi personlige opplysninger. Du kan når som helst avbryte intervjuet. Under intervjuet vil jeg henvende meg til deg som: "du". Noen spørsmål før vi setter i gang?

**Kjemiske elementer = kjemisk teori (elementer)**

Hoveddel:

## Oppgave 7

Deler	Kommentar	Utført
<b>Del I: Oppgave</b>		
<i>Hvordan vil du beskrive bildet av ammoniakk-gassen?</i>	Makro / mikro	
<i>Kan du tegne slik du ser for deg bildet av gassen?</i>	Makro / mikro	
<i>Kan du forklare hvorfor du tegnet bildet slik?</i>	Makro / mikro	
<i>Kan du forklare hvilke kjemiske elementer du mener tegningen presenterer?</i>	Makro / mikro	
<b>Del II: Alternativer</b>		
<i>Når du ser alternativene; hvilket bilde mener du er det riktige svaret på oppgaven?</i>	Påvirkning (hint)	
<i>Hva får deg til å velge nettopp dette alternativet?</i>	Forklare (makro / mikro)	
<i>Hvilke kjemiske elementer mener du bildet presenterer?</i>	Makro / mikro	
<i>Sammenlign alternativet du valgte nå med svaret du ga i starten (del I)</i>	Makro / mikro vurderinger?	
<b>Del III: Svar på PRE/POST</b>		
<i>Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?</i>	Refleksjon / tanker	
<i>Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå? Og hvorfor?</i>	Makro / mikro	
<i>Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?</i>	Refleksjon / tanker	
<i>Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?</i>	Refleksjon / tanker	
<b>Del IV: Fasit</b>		
<i>Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?</i>	Makro / mikro	
<i>Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?</i>	Refleksjon / tanker	

## Oppgave 24

Deler	Kommentar	Utført
<b>Del I: Oppgave</b>		
<i>Når du leser oppgaven danner du deg et mentalt bilde av det kjemiske fenomenet?</i>	Mental models/visualising	
<i>Kan du tegne dette bildet?</i>	Makro / mikro	
<i>Kan du forklare hvilke kjemiske elementer du mener tegningen presenterer?</i>	Makro / mikro / representasjon	
<i>Hva er ditt svar på oppgaven?</i>	Makro / mikro / representasjon	
<b>Del II: Alternativer</b>		
<i>Når du ser alternativene; hvilket alternativ mener du er det riktige svaret på oppgaven?</i>	Påvirkning (hint)	
<i>Hvorfor velger du nettopp dette alternativet?</i>	Forklare (Makro / mikro)	
<i>Hvilke kjemiske elementer mener du alternativet representerer?</i>	Makro / mikro	
<i>Sammenlign svaret du ga først (del I) med det alternativet du mener er rett.</i>	Makro / mikro vurderinger?	
<b>Del III: Svar på PRE/POST</b>		
<i>Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?</i>	Makro / mikro	
<i>Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå? Og hvorfor?</i>	Makro / mikro	
<i>Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?</i>	Påvirkning (hint)	
<i>Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?</i>	Påvirkning (hint)	
<b>Del IV: Fasit</b>		
<i>Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?</i>	<i>Hva er forklaringen på oppgaven?</i>	
<i>Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?</i>	Makro / mikro vurderinger?	



## Oppgave 30

Deler	Kommentar	Utført
<b>Del I: Oppgave</b>		
<i>Når du leser oppgaven hvilke kjemiske elementer tenker du først på da?</i>	Makro / mikro / representasjon	
<i>Kjenner du til stoffene i oppgaven?</i>	Gjenkjennelighet (undervisning)	
<i>Hva er ditt svar på oppgaven?</i>	Makro / mikro / representasjon	
<b>Del II: Alternativer</b>		
<i>Når du ser alternativene; hvilket alternativ mener du er det riktige svaret på oppgaven?</i>	Påvirkning (hint)	
<i>Hvorfor velger du nettopp dette alternativet?</i>	Forklare (Makro / mikro)	
<i>Hvilke kjemiske elementer mener du alternativet representerer?</i>	Makro / mikro	
<i>Sammenlign svaret du ga først (del I) med det alternativet du mener er rett?</i>	Makro / mikro vurderinger?	
<b>Del III: Svar på PRE/POST</b>		
<i>Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?</i>	Makro / mikro	
<i>Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå? Og hvorfor?</i>	Makro / mikro	
<i>Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?</i>	Påvirkning (hint)	
<i>Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?</i>	Påvirkning (hint)	
<b>Del IV: Fasit</b>		
<i>Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?</i>	<i>Hva er forklaringen på oppgaven?</i>	
<i>Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?</i>	Makro / mikro vurderinger?	
<i>Har du løst noen lignende oppgaver som denne før?</i>	Teste om eleven gjenkjenner oppgaven fra undervisning (spørsmålet utgjør et hint i seg selv)	

**Tabell:** svarene til deltaker under intervju

Oppgave	Svaralternativ	Pre	Post	Intervju			
				Oppgave (del I)	Alternativ (del II)	Svar (del III)	Fasit (del IV)
(A-C)	(A-E)	(X)	(X)				
7	(A-E)						
24	(A-D)						
30	(A-D)						

<b>Oppgave</b>	<b>7</b>	<b>24</b>	<b>30</b>
Fasit	A	C	A

### Avslutning:

Da har vi snakket litt om ulike oppgaver og kjemiske fenomener. I dette prosjektet har du løst CCI oppgaver og nå også forklart hva du tenker rundt de ulike oppgavene. Til det har jeg noen spørsmål:

*husk at du kan la være å avgi et svar hvis du ikke har noen formening om det temaet spørsmålet tar opp.*

1. Hvordan har det vært å løse slike oppgaver (intervjuutvalget), sammenlignet med oppgaver du vanligvis bruker å løse?
  - a. Hva er det med disse oppgavene som er likt/ulikt?
2. Hvilken type oppgaver opplever du at du mestrer?
  - a. Hvorfor er de oppgavene greie?
3. Hvilke typer oppgaver oppleves for deg som vanskelig?
  - a. Hvorfor er slike oppgaver vanskelig?
4. Hva er din mening om oppgaver som baserer seg på kjemiske fenomen?
5. Hva er din mening om oppgaver som utfordrer forståelsen?
6. Hva er din mening om oppgaver hvor du må regne deg frem til svaret?

"Disse oppgavene mener jeg kan belyse elevens preferanse til oppgaver som utfordrer forståelsen (CCI). Og være med å øke informasjonen om eleven i lys av de andre spørsmålene i intervjuet."

## Vedlegg 3: Godkjenning fra NSD

### Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS

NORWEGIAN SOCIAL SCIENCE DATA SERVICES

Per-Odd Eggen

Program for lærerutdanning NTNU

7491 TRONDHEIM

Vår dato: 29.01.2016

Vår ref: 46569 / 3 / LT

Deres dato: ~

Deres ref:



Harald Hårfages gate 29  
N-5007 Bergen  
Norway  
Tel: +47-55 58 21 17  
Fax: +47-55 58 96 50  
nsd@nsd.uib.no  
www.nsd.uib.no  
Org.nr. 985 321 884

### TILBAKEMELDING PÅ MELDING OM BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 11.01.2016. Meldingen gjelder prosjektet:

46569	<i>Forståelse for grunnleggende kjemi</i>
<i>Behandlingsansvarlig</i>	<i>NTNU, ved institusjonens øverste leder</i>
<i>Daglig ansvarlig</i>	<i>Per-Odd Eggen</i>
<i>Student</i>	<i>Jon-Abraham Lie Leinæs</i>

Personvernombudet har vurdert prosjektet og finner at behandlingen av personopplysninger er meldepliktig i henhold til personopplysningsloven § 31. Behandlingen tilfredsstillter kravene i personopplysningsloven.

Personvernombudets vurdering forutsetter at prosjektet gjennomføres i tråd med opplysningene gitt i meldeskjemaet, korrespondanse med ombudet, ombudets kommentarer samt personopplysningsloven og helseregisterloven med forskrifter. Behandlingen av personopplysninger kan settes i gang.

Det gjøres oppmerksom på at det skal gis ny melding dersom behandlingen endres i forhold til de opplysninger som ligger til grunn for personvernombudets vurdering. Endringsmeldinger gis via et eget skjema, <http://www.nsd.uib.no/personvern/meldeplikt/skjema.html>. Det skal også gis melding etter tre år dersom prosjektet fortsatt pågår. Meldinger skal skje skriftlig til ombudet.

Personvernombudet har lagt ut opplysninger om prosjektet i en offentlig database, <http://pvo.nsd.no/prosjekt>.

Personvernombudet vil ved prosjektets avslutning, 01.06.2016, rette en henvendelse angående status for behandlingen av personopplysninger.

Vennlig hilsen  
Vigdis Namtvedt Kvalheim

Lis Tenold

Kontaktperson: Lis Tenold tlf: 55 58 33 77

Vedlegg: Prosjektvurdering

*Dokumentet er elektronisk produsert og godkjent ved NSDs rutiner for elektronisk godkjenning.*

*Avdelingskontorer / District Offices:*

OSLO: NSD, Universitetet i Oslo, Postboks 1055 Blindern, 0316 Oslo. Tel: +47-22 85 52 11. nsd@uio.no  
TRONDHEIM: NSD, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim. Tel: +47-73 59 19 07. kyrre.svarva@svt.ntnu.no  
TROMSØ: NSD, SVF, Universitetet i Tromsø, 9037 Tromsø. Tel: +47-77 64 43 36. nsdmaa@sv.uit.no



## Prosjektvurdering - Kommentar

Prosjektnr: 46569

Utvalget informeres skriftlig og muntlig om prosjektet og samtykker til deltakelse. Informasjonsskriv og samtykkeerklæring er noe mangelfullt utformet. Vi ber derfor om at følgende endres/tilføyes:

- datoer må rettes opp, - plan for gjennomføring rettes til 15/2-2016, og data for prosjektslutt rettes til 01.06.2016
- navn og kontaktinformasjon til veileder førsteamanuensis Per-Odd Eggen må gå frem.

Revidert informasjonsskriv skal sendes til [personvernombudet@nsd.no](mailto:personvernombudet@nsd.no) før utvalget kontaktes.

Personvernombudet legger til grunn at forsker etterfølger NTNU sine interne rutiner for datasikkerhet. Dersom personopplysninger skal sendes elektronisk eller lagres på mobile enheter, bør opplysningene krypteres tilstrekkelig.

Forventet prosjektslutt er 01.06.2016. Ifølge prosjektmeldingen skal innsamlede opplysninger da anonymiseres. Anonymisering innebærer å bearbeide datamaterialet slik at ingen enkeltpersoner kan gjenkjennes. Det gjøres ved å:

- slette direkte personopplysninger (som navn/koblingsnøkkel)
- slette/omskrive indirekte personopplysninger (identifiserende sammenstilling av bakgrunnsopplysninger som f.eks. bosted/arbeidssted, alder og kjønn)
- slette digitale lydopptak

**Kommentar til godkjenningen:** Den reviderte samtykkeerklæringen er sendt inn. Den ligger også vedlagt i vedlegg 4.



## *Mikronivået i kjemi*

### Bakgrunn og formål

I kjemi er det viktig å kunne tenke, visualisere og behandle kunnskap på ulike nivå, et av disse er mikronivået. Et annet navn for mikronivået er det subatomære nivået eller det molekylære nivået. Her ligger det implisitt i begrepene at det er fokus på små partikler. Når vi skal forklare kjemi må vi ofte ty til mikronivået.

I denne masterstudien (forskningen) ønsker jeg å undersøke kjemi 2 elevers kjemiforståelse på *mikronivået*. I masterstudien ønsker jeg å finne svar på følgende problemstilling (problemstillingen er et utkast til den endelige):

*"Hvilken type undervisning kan bidra til å øke kjemi 2 elevers forståelse i kjemi?"*  
– en studie av læringsutbyttet fra to ulike undervisningsopplegg om mikronivået:  
lærerstyrt dialog vs. selvregulert læring.

Masterstudien er tilknyttet NTNU og utgjør min mastergrad. Jeg er student (på 5 året) ved lektorutdanningen i realfag. Masterstudien plasseres i det tverrfaglige feltet mellom kjemi og pedagogikk kalt: *kjemididaktikk*. I dette forskningsfeltet er man opptatt av hvordan elever og studenter lærer. Samtidig er man opptatt av å vurdere ulike undervisningsopplegg, slik at man kan finne på nye eller forbedre de gamle.

Masterstudien tar utgangspunkt i en undersøkelse kalt/forkortet til: CCI (*oversatt til norsk: konseptuell<sup>27</sup> forståelsesinnhenting i kjemi*). Dette er en tradisjonell flervalgsoppgave inspirert av tilsvarende tester i USA, hvor de har kommet langt i å teste fysikkelevers vanlige konseptuelle oppfatninger av faget. På dagligtale kaller vi disse oppfatningene jeg referer til som: *forståelse*.

Dere er trukket ut som mulige deltakere i denne masterstudien fordi dere har kjemi 1 grunnlag og fordi dere tar kjemi 2. Jeg har vært i kontakt med faglæreren deres og har fått tillatelse av henne til å gjennomføre mitt forskningsopplegg i hennes timer.

I et større perspektiv er denne forskningen svært viktig i utviklingen av kjemifaget som undervisningsfag i norsk skole. Derfor oppfordrer jeg alle til å delta.

### Oppbygning av masterstudien

1. Samtykke til deltakelse i studie (leveres inn).
2. Pre-test (CCI).
3. Undervisning (1 time à 45 minutter).
4. Post-test (CCI).
5. Mulig intervju (5-20 minutter).

**NB!** Alt vil foregå i skoletiden.

---

<sup>27</sup> Konseptuell/konsept: er et ord/uttrykk man bruker innen kjemididaktikken for å snakke om innholdet og begreper i ulike temaer, i et fag. I kjemi utgjør for eksempel "*syre og baser*" et slikt konsept, *buffer* – et annet eksempel. Å si at man har en *konseptuell forståelse* for syre og baser, blir derfor det samme som å ha kunnskap om syrer, baser og sammenhengene mellom dem. For eksempel at baser nøytraliserer syrer og omvendt.

### **Hva innebærer deltakelse i masterstudien?**

Deltagelse i masterstudien er frivillig, dog undervisningsopplegget og testingen vil gjøres obligatorisk av læreren deres, på lik linje med ordinær undervisning. Samtykker du til deltakelse i masterstudien (nedenfor) innebærer det at du samtykker til å bli trukket ut til intervju, og at jeg kan bruke dataene fra flervalgstestene dine i min mastergradstudie.

**Viktig:** alle data (intervju og flervalgstest) vil bli anonymisert. Det vil si at det ikke vil være mulig å spore de ulike resultatene eller sitatene tilbake til deg som person. All datainnhenting vil foregå ved hjelp av kandidatnumre, på samme måte som bruken av eksamensnumre.

### **Litt mer info om datainnhenting**

Flervalgsoppgavene (CCI: pre-test og post-test) ligner på ordinære flervalgsoppgaver, med alternativer og et riktig svar. Når dataene fra pre-test og post-test er analysert ferdig kommer jeg til å kunne identifisere interessante funn. Dette vil kunne føre til at jeg ønsker å intervju deg til å fortelle litt om testresultatene og hva du tenker om oppgavene og temaet for studien. Her forventes det ingen forberedelse fra deltakernes side. Jeg vil ikke ha kapasitet til å intervju alle, derfor vil det kun være heldige utvalgte som vil bli kalt inn til et intervju. Jeg vil kun velge blant deltakerne som har samtykket til deltakelse i studien (nedenfor).

Intervjuet vil bli tatt opp ved hjelp av lydopptaker og skrevet over (transkribert) til tekst i ettertid. Sitater vil kunne bli referert til i selve (forsknings-) artikkelen hvis jeg ser det formålstjenlig. De eventuelle sitatene vil som all annen data i studien bli anonymisert. Intervjuet vil kunne variere i tid, men det medregnet at det vil ta alt fra 5-20 minutter. Intervjuene vil finne sted under ordinær kjemiundervisning. Dette vil skje etter nærmere avtale med faglærer.

### **Hva skjer med informasjonen om deg?**

Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt. Dvs. at det er kun jeg som har tilgang på datamaterialet i form av intervjuopptak og CCI besvarelser. Det vil under hvert trinn av studien benyttes anonymisering. Lydopptakene vil bli slettet senest: 01.06.2016. Andre personopplysninger som navn, kjønn og klasse vil også slettes ved prosjektets slutt: 01.06.2016.

### **Frivillig deltakelse og kontaktinformasjon**

Det er frivillig å delta i studien, og du kan når som helst trekke ditt samtykke uten å oppgi noen grunn.

Dersom du har noen spørsmål til studien, ta gjerne kontakt:

Mastergradstudent, Jon-Abraham Lie Leinæs:

Epost: jaleinae@stud.ntnu.no eller mobil: 45254646.

Du kan også kontakte min mastergradveileder, førsteamanuensis Per-Odd Eggen:

Epost: per.eggen@plu.ntnu.no eller mobil: 90994382.

### **Samtykke til deltakelse i studien:**

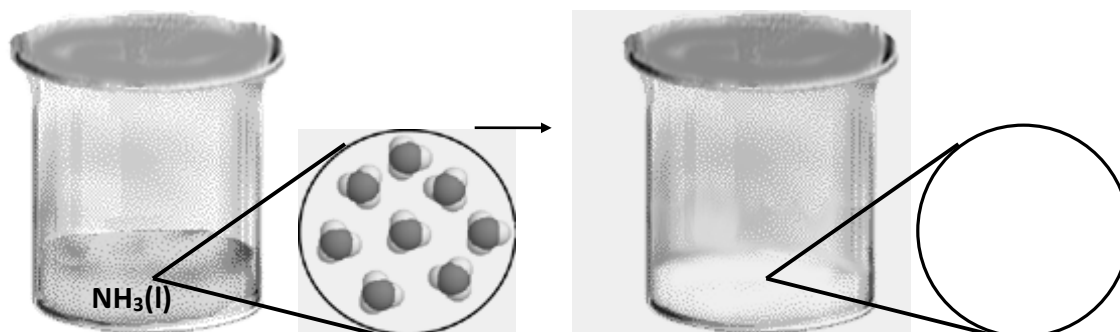
*Jeg har mottatt informasjon om studien, og er villig til å delta.*

*Dette innebærer skriftlig og muntlig deltakelse i form av CCI (pre- & post-test) og intervju.*

-----  
(Signert av prosjektdeltaker, dato)

### Oppgave 7

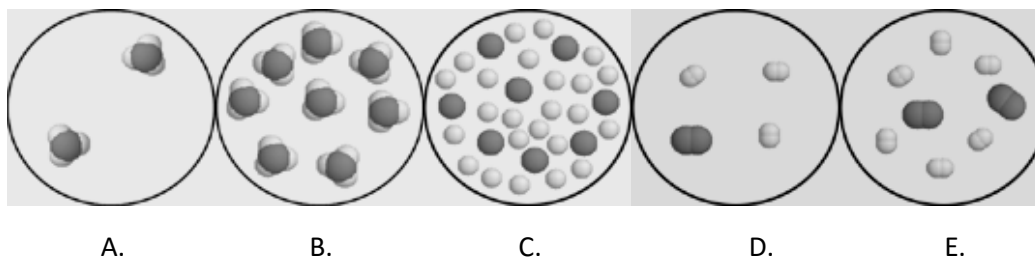
Bildene under viser et begerglass med ammoniakk i væskeform (til venstre) og i gassform (til høyre)



Hvordan ser bildet av ammoniakk-gassen ut?

(du kan tegne rett inn i figuren/sirkelen)

Hvilken av figurene under gir det beste bildet av denne ammoniakk-gassen?



A.

B.

C.

D.

E.

### Oppgave 24

Jern kan reagere med luft og vann og danne rust. Hvis en jernspiker fikk reagere slik at overflaten ble rusten, **hva kan man si om massen til den rustne jernspikeren?**

- A) Den ville være mindre enn massen til den opprinnelige spikeren.
- B) Det samme som massen til den opprinnelige spikeren.
- C) Den ville være større enn massen til den opprinnelige spikeren.
- D) Det er umulig å si ut fra opplysningene som er gitt.

### Oppgave 30

Vann ( $\text{H}_2\text{O}$ ) og hydrogensulfid ( $\text{H}_2\text{S}$ ) består av molekyler som ligner på hverandre. Ved romtemperatur er vann en væske, mens hydrogensulfid er en gass. **Hva skyldes dette (hvorfor)?**

**Forskjellen skyldes hovedsakelig ...**

- A) Sterkere bindinger mellom vannmolekylene enn mellom  $\text{H}_2\text{S}$ -molekylene.
- B) At vann har lavere molar masse enn hydrogensulfid.
- C) At bindingene mellom O og H er sterkere enn mellom S og H.
- D) At vannmolekylene beveger seg saktere enn  $\text{H}_2\text{S}$ -molekylene.



## Vedlegg 6: Intervjutranskript

### Elev A

#### Transkripsjonssymbolikk

Sort skrift: intervjuer.

Rød skrift: elev.

Grå tekst: ble ikke med i intervjuet (hoppet over).

**Fet skrift:** spørsmål fra intervjuguide

*Kursiv skrift* = hendelsesbeskrivelser under intervju.

Store bokstaver midt i ord = trykklagt del av ord.

\*molekyler\* = hvisker/tenker høyt.

"dra hjem etter.." (..) = nøling.

"det tror jeg er atomer..." (...) = en kort stillhet inntil tre sekunder.

"Dette er et sitat" (" ") = setninger som legges frem som et sitat i intervjuet.

'Leser tilbake' (' ') = repeterer for eleven/hva eleven har sagt ved å gjenta det høyt.

(Forklaringer) ( ) = forklaring av utydigheter og sammenhenger (fra transskribent).

|<--- Betyr avbrytelse/umiddelbart svar. [[]] står i setningen det avbrytes og i den påfølgende setningen som avbryter.

#### Sitater:

## Oppgave 7

### Del I: Oppgave

1. **Hvordan vil du beskrive bildet av ammoniakk-gassen?**
2. Det er jo de samme molekylerne, på en måte.. som er i gassen.. det er bare at de er mer spredt, tenker jeg. Fordi, den her formen (tegning) er jo gassen spredt rundt i hele boksen, mens her (bildet av beger med væske) er det mer samlet på bunnen i den flytende formen. Så da.. siden man bare tar en liten del av den flytende formen og det her (tegning) er en liten del av gassen, så tror jeg det er mye færre molekyler i den her lille delen av det store begeret med gass da.
3. **Kan du tegne slik du ser for deg bildet av gassen?**
4. Det er jo samme molekylerne, bare at de er mer spredt tenker jeg (tegner). De er veldig tilfeldige ikke sant, fordi gass er jo mer tilfeldig enn i flytende form
5. Hva legger du i 'tilfeldig' da?
6. Eller. Det er jo den der.. hva het det.. den som er S.. hva var det den het.. Jeg vet ikke hva den het...
7. Du tenker på uorden?
8. Ja! Ja! Entropy (Amerikans uttale og gjenkjennelse av begrepet).

9. Entropi ja
10. Et kjemisk begrep da, men det jeg legger i det, vet ikke.. bare at.. det er ikke noe mønster på hvor gassen flytter seg på en måte. Det sier seg selv, på en måte.
11. **Kan du forklare hvorfor du tegnet bildet slik?**
12. Akkurat sånn. Jeg er har jo tegnet en modell av de samme molekylene bare færre. Fordi det har spredd seg mer ut i karet på en måte, og da er den lille delen man forstørrer så blir det mindre molekyler, i den delen.
13. Du sier forstørre? Hva mener du med det?
14. At man går inn på mikronivå.
15. Akkurat.
16. Ja. For det virker som man tar den lille delen av væska der og forstørrer den opp (peker på forstørrelsessirkel i oppgave) og.. det er jo bare en modell da, det er jo egentlig ikke sånn det ser ut, men.. det å se nærmere på det, som i et mikroskop på en måte. Tror det.
17. **Kan du forklare hvilke kjemiske elementer du mener tegningen presenterer?**
18. Det er jo.. det representerer jo en gass.. ammoniakk.. gass, altså i gassform. Hm... \*kjemiske elementer\*.. altså som enten varmet opp.. da blir det.. \*hva heter det, nei jeg husker ikke\*.. Det er jo ikke damp.. \*nei\*.. Det er jo entropi
19. 'Entropi' ja?
20. At det er uorden i systemet. Og gass og.. ja jeg er ikke helt sikker.

## **Del II: Alternativer**

21. **Når du ser alternativene; hvilket bilde mener du er det riktige svaret på oppgaven?**
22. jeg mener jo A. Det ligner jo på det jeg tegnet og henger i sammen med det jeg forklarte også, at bare.. det er jo mindre konsentrert på den delen man forstørrer sånn at det blir mindre molekyler, men det er fortsatt.. altså at molekylene.. de.. brytes ikke.. det er fortsatt samme molekylet, det er bare færre på det stedet.
23. **Hva får deg til å velge nettopp dette alternativet?**
24. Jeg velger det fordi det fortsatt er ammoniakk, det er fortsatt samme molekylet, bare at det er mer spredd mer ut i boksen, og da blir det mindre molekyler på det lille området man forstørrer, tenker jeg.
25. **Hvilke kjemiske elementer mener du bildet presenterer?**
26. Det representerer jo entropi, som vi snakket om, uorden. Og.. jeg... på grunn av uorden så kunne det har vært en tilfeldighet at akkurat på det stedet så kunne det ha vært mange gassmolekyler også, på grunn av at.. når det er tilfeldig så betyr det at det er spredt ut jevn i hele boksen. Men det er vel det som er mest sannsynlig at man får da, altså.. kjemiske elementer som entropi da, også at det er i gassform, ja... tror det.
27. **Sammenlign alternativet du valgte nå med svaret du ga i starten (del I)**
28. Her tegnet jeg jo tre molekyler, men her er det jo to.. men det er jo cirka like lite.. altså at det blir mindre på akkurat det stedet fordi det er tilfeldig.. men de er jo ganske like sånn sett.
29. 'Ganske like'.
30. Men jeg tror også at jeg husker den oppgaven i bakhodet når jeg har løst oppgaven her også. At det var det jeg svarte da, og da tenkte jeg.. tegna det samme så|
31. |Ja.

### Del III: Svar Pre/Post

32. **Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?**
33. Det er mye av det samme, det er jo ammoniakk bare at det går over til gassform. Ehm.. det er samme molekylene bare at det.. ja.. er uorden og sprer seg mer i glasset, sånn at det er mindre molekyler når man forstørrer i det området.
34. **Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå?**
35. A.
36. Fortsatt A.
37. **Hvorfor det?**
38. Det er jo det jeg har tenkt hele tida, og det er jo det du viste meg var riktig..
39. Viste jeg deg?
40. Hæ?
41. Jeg har ikke vist deg hva som var rett enda.
42. Åja. Nei, jeg mener den du viste meg, er også den jeg har svart tidligere så.. jeg føler jeg selv har riktig på den da.
43. **Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?**
44. Det gjør meg på en måte litt sikrere, men jeg har jo ikke fått noe fasit på det, men jeg begynner jo ikke å tenke på at det kan være et annet alternativ for det er jo det samme.
45. Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?

### Del IV: Fasit

46. **Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?**
47. Oi.. er fordi det bildet representerer ammoniakk i gassform? Best.
48. Hvorfor?
49. Fordi, hehe. Må jeg repetere det igjen?
50. Jeg bare spør hvorfor jeg.
51. hvofor det representerer ammoniakk]
52. [Hvorfor det alternativet er rett og ikke de andre, for eksempel?
53. B er jo det samme bildet som flytende form. Så da er det samme density, tetthet og.. ja, altså det har ikke endret seg noe. Mens når det går fra flytende til gass, så er det jo noe i molekylene som.. henger sammen.. som har endret seg. Og i C så har bare alle..]
54. [Hva har endret seg?
55. Altså hvordan? Kreftene i molekylene.. nei vent da, hva var jeg sa før det.. jeg sa at.. ja, når det går fra flytende så sitter jo molekylene tettere sammen, som da også vil si at bindingene mellom molekylene er sterkere, ehm.. og de beveger seg mer sånn, inn i hverandre, i stedet for gassform, som skyter de mer rundt og flyr mer rundt hverandre.
56. Hvordan er bindingene i gassform da?
57. Det er jeg faktisk ikke helt sikker på. Det vi har lært da er at når det går over til gass så beveger molekylene seg fortere om hverandre.. ehm.. og da på en måte at det bryter bindingene som det hadde i flytende form. Så jeg er ikke helt sikker på hvordan bindinger det er i gassform, det er jeg ikke.
58. Men du sier at 'de brytes'?
59. Ja..
60. Fra væske til gass?

61. Ja.. og da.. men så er det vanskelig å forstå at det ikke er noen bindinger i det hele tatt, kanskje bare at det flyter, kanskje bare at gassen flyter i rommet?.. altså at molekylene flyter i rommet? Er ikke helt sikker men, det kan jo være en forklaring på det.
62. **Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?**
63. Det var jo... jeg tror på den første testen så tenkte jeg at det var C egentlig, fordi.. jeg husker ikke hvorfor.. for den er jo mest tilfeldig og mest uorden, men.. det er jo kanskje å skjønne hvorfor.. det er kanskje å skjønne hvorfor det er mindre i det her alternativet enn i det flytende kanskje.
64. Og hva er grunnen til at det er mindre i det alternativet der (A) da enn i det flytende (oppgave).
65. Mer uorden og at det sprer seg mer i glasset.
66. Når du sier 'sprer seg mer i glasset' da tenker du på figuren på oppgaven?
67. Ja.
68. Kan du se det da? At gassen flyter rundt i glasset?
69. Den er jo gjennomsiktig. I det bildet her i alle fall.
70. Men vil du se gassen? Når den er gjennomsiktig?
71. Nei, man må jo tenke seg til det.
72. Hva mener du med å tenke seg til?
73. Nei, man kan jo ikke se den.. hm.. \*jeg vet ikke\*...
74. Der ser du jo væsken (peker på oppgave figur) også sier du at det er gass i den (svaralternativ/tegning). Hvordan vet du at gassen er fordelt rundt der sånn, sånn som du sier?
75. Her er den jo konsentrert på bunnen her (peker på væskebildet i oppgaven).. \*Hvordan skal jeg forklare det\*..
76. Vi går videre.

## Oppgave 24

### Del I: Oppgave

77. **Når du leser oppgaven danner du deg et mentalt bilde av det kjemiske fenomenet?**
78. Jeg danner jo først meg et bilde av en spiker, også en spiker som har rust rundt seg.. \*Dannet i hodet\*
79. **Kan du tegne dette bildet?**
80. Først tenger jeg en vanlig spiker, med den massen den har. Også den samme spikeren da, bare med sånne, rust rundt seg da.
81. **Kan du forklare hvilke kjemiske elementer du mener tegningen presenterer?**
82. Det er jo en kjemisk, altså at jern, det er jo en kjemisk reaksjon som.. altså.. jernioner med i, med oksygen, som da danner rusten som man ser utenfor (rundt spikeren) her (peker på tegning)
83. Så oksygen er med i reaksjonen?
84. Ja, luft og vann.. så oksygen og vann da.
85. Visste du at det var luft og vann før du så det i oppgaven?
86. Jeg visste at det var oksygen, men.. jeg visste kanskje at det var vann også, men jeg tenkte ikke på vann med det første, jeg tenkte på oksygen med det første.
87. Hvorfor tenkte du kun på oksygen først?
88. Jeg vet ikke.. Fordi.. jeg bare husket at den rustingsreaksjonen inneholdt oksygen.
89. Hva sa du at?
90. Rustingsreaksjonen. Jeg husker ikke hva den het. Det er liksom, et ord for det, men jeg husker ikke hva det heter. Men ja.. det oksiderer jo.
91. Ja, så det er en oksidasjon?

92. Og.. det ble jo.. altså.. navnet oksidasjon kommer av reaksjonen. Ehm.. Som reagerte med oksygen. For eksempel magnesiumoksid.
93. **Hva er ditt svar på oppgaven?**
94. Det første jeg tenker på er at den blir tyngre fordi, jeg tenker at det danner seg rust utenpå. Og da at det blir tyngre, at det blir mer masse. Men så er det jo at det reagerer jo med jernet i seg selv, og det kan jo avgi noe også, men til slutt så tenker jeg at det reagerer jo med oksygen og blir, tilført noe for å reagere, sånn at det blir tilført masse, sånn at ja, den blir tyngre etter at overflaten blir rusten.
95. Du sier at det blir tilført masse når det blir rust. |
96. |Mhm.
97. Hva er det den massen kommer fra?
98. Massen... Eller det er jo en reaksjon mellom jern, oksygen og vann, så det kommer fra luft og vann. Eller, den massen, altså, de atomene  $O_2$  atomene og de  $H_2$  atomene reagerer med jernet og det dannes seg jo da på en måte et belegg, med rust, så.. den massen kommer fra den reaksjonen med jern og luft og vann.
99. Kan du oppsummere svaret ditt på oppgaven?
100. Ehm.. at.. om en jernspiker reagerer sånn at overflaten blir rusten, altså reagerer med luft og vann, så kan man si at den.. at massen blir.. at spikeren blir tyngre da, etter den her reaksjonen fordi det oksideres og det blir da tilført hydrogen og oksygenatomer, eller at det reagerer med oksygen og danner rust da, som legger seg utenpå, så det blir på en måte mer masse når den rustet.

## Del II: Alternativer

101. **Når du ser alternativene; hvilket alternativ mener du er det riktige svaret på oppgaven?**
102. Jeg mener C er riktig, at massen etter rustinga vil være større enn den opprinnelige spikeren som ikke er rustet.
103. **Hvorfor velger du nettopp dette alternativet?**
104. På grunn av den kjemiske reaksjonen som skjer mellom jernioner og oksygen og  $H_2O$  blir spikeren tilført masse i form av rust. Altså det blir mer.
105. Er det rusten som tilfører masse?
106. Det er jo jernionene som blir omdannet til rust, men for å bli omdannet til rust så reagerer den jo med oksygen og vann, sånn at på en måte, rustmolekylene er større enn, altså det er jernionene da, enn jernet i seg selv. Så jernionene er jo veldig små og blir tilført oksygen og  $H_2O$  og da dannes en ny kjemisk forbindelse, ikke sant? Men den er større.. jeg husker ikke helt hvordan forbindelse det var, men den forbindelsen er i alle fall større enn den opprinnelige jernionene de blir dannet av.
107. Når du sier større, hva mener du da?
108. At det er flere elementer i molekylene, det er flere atomer og flere bindinger.
109. Hva har det å si for massen da?
110. Da, alle atomer har jo en masse, så da når det blir flere atomer så blir det større masse og den blir tyngre.
111. **Hvilke kjemiske elementer mener du alternativet representerer?**
112. Den representerer en kjemisk reaksjon, altså oksygen, fordi den (jernspikeren) reagerer med blant annet  $O_2$  i lufta. Ehm.. og da dannes det der molekyler med flere bindinger, flere atomer, så det blir større masse. Ja.
113. Så da nevnte du en reaksjon med oksygen.
114. Ja, oksidasjon da.
115. Oksidasjon er reaksjonen som skjer med oksygen, og det blir tilført jernionene?

116. Eller at jernionene blir oksidert. Og da dannes et større molekyl, som har større masse.
117. **Sammenlign svaret du ga først (del I) med det alternativet du mener er rett.**
118. Jeg sa jo at massen.. jeg la jo et belegg utenpå spikeren, som på en måte viser at den blir større, også forklarte jeg at
119. |Hva mener du med at den viser at den ble større?
120. Eller at den blir tyngre, fordi her er en ren spiker og her er en spiker med rust, det er på en måte logisk at massen er større at den er tyngre når det er mer element (Amerikansk gjenkjennelse av begrep) i/på spikeren.
121. Når du sier element hva mener du da?
122. Eller altså, flere ting innad, eller liksom, det er ikke bare en spiker, det er en spiker med rust. Så på en måte to ting, ikke bare en spiker, det er flere ting og da er det på en måte logisk at flere ting er tyngre, enn bare den ene spikeren.

### **Del III: Svar Pre/Post**

123. **Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?**
124. Jeg tror jeg.. da tenkte jeg ikke på de elementene (kjemiske elementer) som; oksidasjon og at det er et større molekyl og at det blir mer atomer som har større masse, jeg tenkte ikke på det i hodet, jeg tenkte mer på at det skjer en reaksjon med jernionene og da blir det dannet et belegg over spikeren, og at det.. eller at det bare var luft som reagerte og at da blir det dannet et nytt kjemisk, ny kjemisk forbindelse, men jeg tenkte ikke på begreper som oksidasjon for eksempel, men jeg tenkte veldig mye på at jeg så for meg en spiker og så jeg for meg en spiker med rust, og at det var logisk at den med rust var tyngre, det var egentlig det jeg tenkte mest på.
125. Så du trengte egentlig ikke gå videre og tenke på reaksjonen som skjedde, du tenkte bare
126. |Jeg tror jeg tenkte litt på det, at reaksjonen det er ikke bare at det legger seg et belegg utenpå, men at det er jernet som reagerer i seg selv, jeg tror jeg tenkte litt på det, men ikke så grundig.
127. Hva gjorde at du gikk for det alternativet der? (C)
128. Det var jo mest fordi at.. jeg bare så for meg at det ble tilført masse, på en rusten spiker så blir det tilført masse. Også så jeg for meg to ulike spikere, en med rust og en uten, også ble det logisk at den med rust ble tyngre.
129. **Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå?**
130. C.
131. **Hvorfor det?**
132. Fordi en rusten spiker.. det virker som en rusten spiker er tyngre enn en spiker som ikke er rusten.
133. På bakgrunn av?
134. På bakgrunn av at det blir oksidert og da tilført flere atomer, som har en masse i seg selv og da blir jo massen totalt tyngre.
135. **Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?**
136. Nei. Det virker veldig logisk at jeg svarte det før også.
137. **Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test.**  
a. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?

### **Del IV: Fasit**

138. **Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?**
139. Fordi.. eh.. spikeren oksiderer jo og blir tilført.. danner ny forbindelse med flere atomer som gjør spikeren tyngre.

140. **Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?**
141. Jeg tror det som var utfordrende var om den blir tyngre eller ikke, å tenke sånn; rusten må jo bli dannet et sted, og de blir jo dannet av atomene i spikeren selv, så man kan kanskje tenke sånn at den kanskje mister masse fordi jernionene i spikeren blir brukt i reaksjonen. Man kan gå den veien også. Det kan være utfordrende å tenke på den måten.. ehm.. altså, utfordrende å tenke på mikronivå. Det er lett å se for seg en spiker og en spiker med rust, og da tenke at den med rust er tyngre, men det er kanskje mer utfordrende å gå nøye inn på..
142. Mikronivået sa du?
143. Ja, sånn som du snakka om (ref. undervisning).
144. Sånn som jeg snakket om?
145. Ja..
146. Tenkte du på mikronivået fordi det var noe vi hadde snakket om tidligere?
147. Kanskje.. Kanskje fordi jeg snakket høyt og.. eller tenkte høyt, og da kom inn på det, i stedet for å bare se det for meg i hodet. Men også det at.. det kan godt hende det har innvirkning det at du snakka om det. Men på det temaet, etter at du kom å snakka med oss, det hadde mer innvirkning på spørsmålene om bindinger innad i molekyler og bindinger ehm.. mellom ulike molekyler. Der tror jeg det du snakka om hadde en stor innvirkning på at man fikk det mer klart for seg, tror jeg.
148. Da tar vi neste oppgave.

## Oppgave 30

### Del I: Oppgave

149. **Når du leser oppgaven hvilke kjemiske elementer tenker du først på da?**
150. Jeg tenker jo på ulikhetene mellom væske og gass. Hvordan jeg ser for meg en væske er sånn og en gass er sånn. Også tenker jeg også på bindinger mellom atomene. Ja... Det er de kjemiske elementene jeg tenker på.
151. **Kjenner du til stoffene i oppgaven?**
152. Kjenner jo til H<sub>2</sub>O, hydrogensulfid er jeg ikke så kjent med nei.
153. **Hva er ditt svar på oppgaven?**
154. Jeg tenkte med en gang at.. de hydrogensulfidbindingene mellom hydrogen og.. hva blir det... svovel! Er sterkere.. fordi.. nei, omvendt, fordi eeh.. er svakere enn molekylerne mellom oksygen og hydrogen fordi.. for å bryte.. nei.. bindingene mellom vannmolekylerne, ikke mellom hydrogen og oksygen, de er sterkere enn bindingene mellom hydrogensulfidene. Fordi, for å bryte de bindingene, for eksempel.. eller det å snakke om romtemperatur og for å bryte eeh.. for eksempel vannmolekylerne, altså bindingene mellom vannmolekylerne, så trengs jo, trengs det mye varme opp mot 100 grader celsius. Mens i romtemperatur så er hydrogensulfid en gass, som betyr at det trengs mindre krefter, og da mindre temperatur for å bryte da bindingene mellom hydrogensulfid.
155. Kan du tegne de to molekylerne og bindingene mellom dem, sånn at du forklarer det samme bare ved tegning. Det samme som du nettopp sa, som var forklaringen på oppgaven.
156. **Molekyler eller mange molekyler?**
157. Så mange du trenger for å forklare.

*Tegner vann molekyler (korrekt)*

158. \*Jeg vet ikke helt hvordan bindingene der er, men det kan godt være at det er mellom hydrogen og svovel\*

Tegner hydrogensulfidmolekyler (korrekt)

## Del II: Alternativer

159. **Når du ser alternativene; hvilket alternativ mener du er det riktige svaret på oppgaven?**
160. Ehm.. jeg tror det er A. At det er sterkere bindinger mellom vannmolekylene enn mellom hydrogensulfidmolekylene.
161. **Hvorfor velger du nettopp dette alternativet?**
162. Fordi.. det var jo forklart i oppgaven at vann er i væskeform i romtemperatur og H<sub>2</sub>S er i gassform. Som betyr at vannmolekylene, at det trengs større kraft for å bryte bindingene mellom vannmolekylene. Og derfor svarer jeg at det sterkere bindinger mellom vannmolekylene enn H<sub>2</sub>S.
163. **Hvilke kjemiske elementer mener du alternativet representerer?**
164. Jeg tror det heter intermolekulære krefter.. eller intramolekulære krefter. Tror det er intermolekulære krefter.
165. Hvis det (i oppgaven) er intermolekulære krefter, hva er i så fall de intramolekulære kreftene?
166. **Altså bindingene innad i molekylet, mellom atomene. Mens det andre er mellom molekylene.**  
Ehm.. Ja.. også det, væskeform og gassform.
167. **Sammenlign svaret du ga først (del I) med det alternativet du mener er rett?**
168. Det er veldig likt.

## Del III: Svar Pre/Post

169. **Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?**
170. Jeg husker i hvert fall at jeg var sikrere på andre testen. Jeg tror det var på grunn av det foredraget ditt, fordi du snakket om sterke.. at hydrogenbindinger er så sterke og at.. det.. jeg husker ikke om du snakket om væskeform og gassform, men at det er viktig å se på det, når man snakker om sånne spørsmål.
171. **Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå? Og hvorfor?**
172. Det er fortsatt A.
173. **Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?**
174. Det gjør meg mer sikker, fordi jeg har tenkt det nå tre ganger på rad.
175. **Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?**

## Del IV: Fasit

176. **Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?**
177. Fordi bindingene mellom vannmolekylene er sterkere enn mellom H<sub>2</sub>S molekylene, og da trengs det mer..
178. Er de det? Hvordan kan du si det?
179. Fordi, vann.. er i væskeform ved romtemperatur, det trengs mer krefter for å bryte dem og da kan man si at de er sterkere. Føler det er definisjonen på sterke bindinger; hvor mye kraft som trengs for å bryte dem.
180. Så du bruker informasjonen i oppgaven som et argument i svaret?
181. Ehm.. Ja! Det at H<sub>2</sub>S er i gass og vann er i flytende form ja.
182. **Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?**
183. Det er jo.. at man må se for seg molekylene og hvordan de er bundet sammen selv, for det er jo ikke noen modell å se etter, eller noe bilder å se etter. Også at, hvordan man skal bruke



informasjonen, altså at vann er væske og H<sub>2</sub>S er gass, hvordan man skal ta det videre for å komme inn på dette her med bindinger da, det er jo det som er cluet tror jeg da. Det kan jo også være litt utfordrende når man ikke helt forstår seg på molekyler og bindinger og væske og gassform.

184. **Har du løst noen lignende oppgaver som denne før?**
185. Ehm... Det kan hende. Ikke i kjemi 2, men.. i fjor var jeg i USA og hadde kjemi der da, på den skolen. Og.. da gikk vi mer med på mikronivået føler jeg egentlig når det gjelder den grunnleggende kjemien, men det gjør dem sikkert i kjemi 1 også, men jeg var jo ikke der. Men ikke akkurat sånn her.. ikke akkurat den typen.
186. Du har ikke hatt undervisning som har tatt opp lignende oppgaver heller?
187. Ikke såne her spørsmål at det.. om de bindingene er sterkere enn de bindingene.. altså om de bindingene mellom det her molekylet er sterkere enn bindingene mellom det her (molekylet), det tror jeg ikke jeg har hatt nei. Eller kanskje jeg har hatt det, men jeg kan ikke huske det.

#### Avsluttende spørsmål:

188. **Hvordan har det vært å løse slike oppgaver (intervjuutvalget), sammenlignet med oppgaver du vanligvis bruker å løse?**
189. Jeg tror i de her oppgavene så må man tenke mye selv og gå tilbake til på en måte grunnleggende kjemi, oppgaver som vi løser nå for tiden er for eksempel regnestykker eller, se ting mer.. se ting større. Det her går jo veldig ned i dybden på molekylene. Ehm... som jeg tror vi ikke gjør så mye til vanlig, vi ser mer på det større bildet, tror jeg.
190. Når du snakker om bildet, større og mindre, hva er det du legger i det?
191. Vi snakker liksom om mange kjemiske forbindelser eller grunnstoff, men vi går ofte ikke så dypt ned på mikronivået da og ser på bindinger og struktur.. hvert fall. I organisk kjemi ser vi jo mye på struktur da, men vi har ikke gjort det i elektrokjemi eller det vi hadde før jul, i organisk kjemi har vi gjort det, men ikke..
192. Hvilket nivå vil du si det andre er på da, hvis du sier at dette er på mikronivå?
193. Jeg vet ikke om jeg vil si makronivå, for vi jo.. vi.. det er jo ikke bare at: "Nå har vi den her løsningen, vi tar oppi det også blir den lilla", vi forklarer jo mer enn det. Jeg vet ikke om det finnes noen mellomting (ref. mellom mikro og makro).
194. Det er i alle fall i overgangen?
195. Ja.
196. **Hva er det med disse oppgavene som er likt/ulikt?**
197. I kjemien går vi gjennom ulike tema hele tida, det her er mer sånn grunnleggende kunnskap, grunnleggende kjemi. Som man burde kunne fra før, så da tester kanskje ikke læreren, det tar for mye tid eller at læreren ikke tester oss i det her med de temaene vi går igjennom.
198. **Hvilken type oppgaver opplever du at du mestrer?**
199. Jeg har mestret regneoppgaver ganske godt. Men også flervalgsoppgaver, da er det lettere å huke av alternativ eller krysse ut alternativ sånn at ja, det er lettere å se for seg. Det er kanskje mye pugging til vanlig, og memorering. Vi har jo biokjemi da er det mye memorering, men her er det mye forståelse for kjemien. Mens det kan være mye pugging og memorering i vanlig kjemi.
200. **Hvilke typer oppgaver oppleves for deg som vanskelig?**
201. Generelt så er det såne store oppgaver hvor man må finne ut selv hvor man skal begynne, om du skjønner, der man må "imply what you learnt" i såne store tekstoppgaver.. prak|
202. |Implementere ulike|
203. |praktiske oppgaver der man må implementere det man har lært og finne ut hva man skal bruke selv. Det kan være ganske utfordrende
204. **Hvorfor er slik (forklare) oppgaver vanskelig?**

205. Fordi man må jo ta stilling til hva man selv mener skal bruke, og hva man selv mener trenger å bruke, det kan noen ganger være feil og man kan være ganske usikker om spørsmålet ikke er så rett frem så kan man bli mer usikker på om man faktisk gjør det rette.
206. Var du usikker på de oppgavene her på den måten?
207. Nei, det.. her ser man jo mer hva man må tenke på, de oppgavene her var jo ganske rett frem. Det var ikke noe regneoppgaver eller deloppgaver som fulgte opp oppgavene så, det var ganske rett frem så man skjønner hva man skal tenke på.
208. **Hva er din mening om oppgaver som baserer seg på kjemiske fenomen?**
209. Jeg tror de er ganske viktige for kjemielever å mestre, fordi det er kunnskap som egentlig ligg i grunn for all kjemi som man lærer videre, så jeg synes egentlig det er ganske viktig å mestre dem.
210. **Hva er din mening om oppgaver som utfordrer forståelsen?**
211. Mening? Ehm... de er jo... de er jo ganske annerledes enn vanlig. De kan på en måte være mer utfordrende om man ikke vet hva man skal se på og ikke har grunnkunnskapen. Så.. men om man har den så er de ofte veldig lett, men om man ikke har det så kan man tulle seg bort i masse, finne opp egne fenomener kanskje.
212. Så du peker på grunnkunnskapen som en forutsetning for å forstå, eller for klare oppgaver som utfordrer forståelsen?
213. Ja. Og om man mangler det så blir det veldig utfordrende hvert fall.
214. **Hva er din mening om oppgaver hvor du må regne deg frem til svaret?**
215. Om.. jeg selv vet et slags mønster jeg skal gå igjennom og metoden jeg må bruke for å finne svaret, hva jeg skal se etter, hvilket tall jeg skal se etter i oppgaven, så er de ganske greie, men om man må på en måte finne det ut selv så liker jeg de ikke. Om man må trikse med formler eller, jeg vet ikke, finne en egen formel.

## Sitater:

### Oppgave 7

#### Del I: Oppgave

1. **Hvordan vil du beskrive bildet av ammoniakk-gassen?**
2. Ehm, det første jeg tenker er at når det er væske så.. beveger det seg.. molekylene seg mindre enn når det er gass, da vil de bevege seg mye fortere, og derfor vil det kanskje være, vises færre molekyler i den sirkelen for gassform, for den vil ikke være så tett.
3. **Kan du tegne slik du ser for deg bildet av gassen?**

*Tegner i tom sirkel rett i oppgaven.*

4. Forklar gjerne mens du tegner. Eventuelt hva du tenker.
5. **Kan du forklare hvorfor du tegnet bildet slik?**
6. Ja, jeg tenker bare at de er færre på en måte, fordi de ikke skal stå så tett, at de beveger seg mye mer og.. ehm.. ja.. ikke mer å si..
7. **Kan du forklare hvilke kjemiske elementer du mener tegningen presenterer?**
8. Ehm..
9. Da, den tegning du har tegnet.
10. Kjemiske.. nei..
11. Kan du komme på noen begreper eller, som beskriver det bildet|
12. |Jeg tenker, nå husker jeg ikke forskjellen på det, men jeg tenker på entalpi og entropi, eller hva det heter. Det er med sånn grad av uorden og.. ja.. litt sånn der ting.
13. Mhm. Kan du skrive det ned stikkordsmessig?
14. Ja.

*Skriver ned stikkord.*

15. Så skriver du graden av uorden, ja.. også nevnte du gass|
16. |Ja.
17. også, nevnte du ikke noe om fart? Var det det du sa?
18. Ja, at de beveger seg mye raskere.
19. Kan du skrive ned det og?
20. Ja.

*Skriver ned enda flere stikkord.*

#### Del II: Alternativer

21. **Når du ser alternativene; hvilket bilde mener du er det riktige svaret på oppgaven?**
22. Jeg tenker med en gang, A!
23. **Hva får deg til å velge nettopp dette alternativet?**
24. B er jo helt likt som den væskeformen, så derfor tenker jeg at det er ikke det samme (ref. som oppgavebildet – B er ikke rett fordi det er likt som i oppgaven). C, D og E har liksom skilt.. eh.. molekylet, så de har liksom delt dem opp. Så hvert atom er hver for seg, eller eventuelt satt sammen på en annen måte. Så derfor tror jeg A er rett.
25. **Hvilke kjemiske elementer mener du bildet representerer?**

26. Ehm..
27. Det blir veldig likt spørsmål som i stad.
28. Ja, jeg tenker fortsatt det er liksom. Det er nå den forskjellen, den graden av at man.. farta har økt, og ja..?
29. Skriv gjerne ned, helt sånn stikkordsmessig når du kommer på slike ting.
30. Ja. Fart...

*Skriver ned stikkord.*

31. Hva har farta med det bildet å gjøre?
32. Fordi det er økt fart, så er det færre molekyler i.. færre molekyler.. altså tett.. eller.. det er jo ikke færre molekyler totalt, men... men.. akkurat i.. de er ikke så tett, det er jo bare det, det er derfor det vises i det bildet da.
33. **Sammenlign alternativet du valgte nå med svaret du ga i starten (del I).**
34. Det var rimelig det samme.
35. Basert på de to svarene du har gitt hittil, ville du endret svaret ditt - tegningen?  
- På hvilken måte?

### **Del III: Svar Pre/Post**

36. **Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Guler ut hvilke alternativ eleven valgte på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?**
37. Når jeg valgte A tror jeg at jeg tenkte det samme som jeg gjorde nå. Da jeg valgte B så tror jeg at jeg kanskje tenkte at, det er akkurat like mange molekyler i gassen som i væsken, for jeg regner med at det ikke blir tilført noe mer. Så det bare er det samme. Ehm.. Ja, jeg tror det er det som er forskjellen.
38. Så det er en vurdering av at du tenkte en total mengde, molekyler der, så det var derfor du valgte B?
39. Ja.
40. Hva tror du at du har forstått i mellom å velge A og B da?... Sånn i forhold til at du nå lander på A..
41. Eh... nei det er jo kanskje mer det at jeg tenkte.. den farten har noe å si da.. at de.. at gassen vil bruke større plass.. hvert molekyl vil bruke større plass og da vil de ikke være så tett.
42. Så gassen tar større plass per molekyl da? Som du sier.
43. Ja. Eller de beveger seg jo da, så da vil dem på en måte bruke mer plass da, de vil ikke være fast.
44. **Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå? Og hvorfor?**
45. Jeg tenker A akkurat nå. Eh.. Ja.. på grunn av farten og det da.
46. **Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?**
47. Det hadde egentlig ganske liten påvirkning.
48. Hva er grunnen til det?
49. Eh.. nei det er egentlig det at det.. Når jeg først liksom fikk tenkt hvorfor, velge en og hvorfor jeg valgte den, så virker det fortsatt logisk, selv om jeg har valgt noe annet før.
50. **Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test.**

*Skriver 1-Pre og 2-Post (Markeringstusj)*

51. **Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt om å velge A som riktig svar?**
52. Ehm.. Kanskje litt, det hjelper jo på en måte å tenke at jeg tenkte det samme, den siste gangen.
53. Så det er på en måte en bekreftelse?
54. Ja.

## Del IV: Fasit

55. **Nå får du se fasit, det er jo A. Hvorfor er dette alternativet rett?**
56. *Jeg står fortsatt på det jeg sa først, det handler om farte og at de tar større plass, de beveger seg mer, og da vil de på en måte, ja da vil det være færre molekyler i det her området (peker på svarsirkelen i oppgaven).*
57. **Da vil jeg at du skal sammenligne alle svarene du har gitt til nå og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?**
58. *Ehm... Det som var utfordrende med oppgaven var vel kanskje det å... ehm... det var vel kanskje det med at.. man tenker at det er jo like mange molekyler, det blir jo ikke noe mer, men de tar bare større plass, jeg tror det var, kan være en av grunnene til at jeg valgte B første gangen hvertfall, fordi jeg tenkte at.. det er akkurat like mange molekyler i væskeform som gassform. Det var kanskje det som var utfordrende med oppgaven.*
59. Når du ser på den oppgaven (A), da har du jo den rundingen (sirkel med væskeform på mikronivå) som viser oss vannet og sirkelen hvor alternativet som skal være riktig (skal stå). Men så har du jo et annet bilde også (peker på begerglass med vann og gass – makro) kan du kommentere det? Hjelper det deg noe i oppgaven?
60. *Eh.. på en måte som hjelper det jo å se at vannet er en liten del av begerglasset, men du ser jo ikke hvor mye gassformen er, men da tenker du jo hvert fall at den er i hele begerglasset. Så det hjelper jo på en måte å se at de tar større plass.*
61. Så du sier at du ser væsken der, mens gassen ser du ikke.
62. *Ja.*
63. Men når du ikke ser gassen, så klarer du allikevel å tegne riktig svar da..? (hint om å koble makro med mikro – eksplisitt)
64. *Ja...* (tar ikke hintet)

## Oppgave 24

### Del I: Oppgave

65. **Når du leser oppgaven danner du deg et mentalt bilde av det kjemiske fenomenet?**
66. *Ja, jeg ser for meg en spiker som er full av rust i hvert fall..*
67. **Kan du tegne dette bildet?**
68. *Ja, jeg kan prøve.*
69. Det trenger ikke være veldig detaljert. Det er bare for å få innblikk i hva du tenker.
70. *Ja.*

*Tegner. Spiker med rust på.*

71. Tegn gjerne piler, så vi vet hva som er spiker og hva som er rust.

*Setter på piler.*

72. **Kan du forklare hvilke kjemiske elementer du mener tegningen presenterer?**
73. *Ehm.. Den representerer...*
74. Eller for å stille spørsmålet på en annen måte, når du ser den tegningen du selv har tegnet|
75. *Ja.*
76. Så er det ditt mentale bilde av oppgaven, når du nå skal prøve å finne svar på den oppgaven, hvilke kjemiske ting er det du tenker på?

77. Jeg tenker at først så har du en helt vanlig spiker som er.. ja.. består bare av jern, men når den reagerer, så vil du på en måte få et sånt lag utenpå seg, ja...
78. Hva er det laget da?
79. Det er jo rust da! Det er jo.. jern har reagert med oksygen og.. vann.
80. Kan du skrive det ned på stikkordsform?<sup>28</sup>

*Skriver ned.*

81. Jeg tenker med en gang at det er en oksidasjon som skjer hvert fall...
82. Kom du på oksidasjon nå, mens du skrev? Eller tenkte du på det i stad også?
83. Jeg tenkte på det litt i stad også, i og med at det reagerer med luft, så regner jeg med at det er oksygen det reagerer med.
84. Kan du skrive ned det også da? Inn i tegningen din?
85. Inn i tegningen?
86. Mhm..

*Nøler litt med hvor og hva som skal tegnes inn. Tegner til slutt en ny spiker ved siden av og setter en reaksjonspil i mellom.*

87. \*Jeg kan egentlig tegne en spiker til, uten rust. (tegner ny spiker ved siden av den andre)
88. Så skriver du oksygen + vann?
89. Ja.
90. **Hva er ditt svar på oppgaven?**
91. Jeg er litt usikker for, det første jeg tenker, er jo at det blir dannet et lag utenpå med rust. Og det må jo være et eller annet som lager det her rusten, og om det er i spikeren fra før av?... Men samtidig så blir jo.. så.. kommer oksygenet og kanskje og.. jeg tror det blir større masse fordi jeg tror jernspikeren tar til seg noen molekyler..]
92. 'Den tar til seg molekyler'?
93. |Og dermed danner rust.
94. Hvilke molekyler tar den til seg da?
95. Den.. det er vel oksygen da?
96. Oksygen?
97. Ja.. tror det..
98. Mhm. Hvilket produkt er det du får da, når jern tar opp oksygen?
99. Det er jo rust da, men jeg vet ikke helt hva det heter.
100. Ja, nei, men rust.. 'rust er produktet'. Så ditt svar er da, i forhold til oppgaven? Hva skjer med massen til spikeren når den rustet? Hva er svaret ditt?
101. Jeg tenker at massen øker.

## **Del II: Alternativer**

102. **Når du ser alternativene; hvilket alternativ mener du er det riktige svaret på oppgaven?**
103. Ehm.. da tenker jeg C, at massen vil være større.
104. **Hvorfor velger du nettopp dette alternativet?**
105. Fordi, når jeg tenkte på at det foregikk en oksygen, nei, oksidasjon så, tenkte jeg på at da, vil den rusten være jernet som har tatt til seg noen molekyler og da vil jo massen øke.
106. **Hvilke kjemiske elementer mener du alternativet representerer?**
107. Oksidasjon.

---

<sup>28</sup> Tredje oppfordring til å ta nytte av representasjonsnivået.

108. Kan du skrive det ned som et stikkordspunkt?

*Skriver ned.*

109. Ja, oksidasjon.. kommer du på noe mer?

110. **Nei, det er egentlig det eneste jeg tenker på.**

111. Hva er det som eventuelt oksiderer her da?

112. **Det er vel jernet... som oksideres.**

113. Kommer du på noen annen reaksjon som ofte er i sammenheng med|

114. **|Det er jo reduksjon da**

115. Kan du skrive det i parantes under da kanskje? Reduksjon. Vet du hva som reduseres i..?

116. **|Ehm. Det må nå være det her hvor oksygenet kommer ifra det da? Hvis det kommer fra luft som vil jo, det.. reduseres..?**

117. 'Luft'?

118. **Ja.**

119. Mhm. Hva i lufta eventuelt da?

120. **Oksygen eller vanndamp, eller.. ja..**

121. **Sammenlign svaret du ga først (del I) med det alternativet du mener er rett.**

122. **Jeg svarer jo fortsatt ganske likt da.**

### **Del III: Svar Pre/Post**

123. **Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?**

124. **Da jeg valgte under testen så tror jeg ikke jeg tenkte på oksidasjon, da tror jeg at jeg mest tenkte på at.. det var en spiker, og at den hadde fått rust på seg, og at jeg tenkte på at.. om jeg ville ha funnet en spiker med rust på, om jeg tar av rusten på den så ser den ganske lik ut under rusten...**

125. Så du tenkte egentlig litt mer på sånn hverdagslig erfaring?|

126. **|Ja.**

127. Med spiker og rust?|

128. **|Ja.**

129. Også drog du en konklusjon, som gjorde at du valgte den (alternativet)?

130. **Ja.**

131. Så du tenkte egentlig ikke spesielt mye på kjemi, det var mer logikk, kan man si det?

132. **Ja.. Jeg tenkte mer det at det er logisk at hvis det får et lag utenpå seg så vil det være, vil massen være større.**

133. Da vil den veie mer?|

134. **|Ja**

135. Du tenkte ikke at.. du tenker ikke på hvorfor da? Når du tenker på den tanken du hadde da, og den du gir nå?

136. **Jo, på én måte så husker jeg jo at det her eksemplet har vært i det kapitelet om oksidasjon og reduksjon, så da tenkte jeg jo på at, når det ruster så er det det som skjer, men på en måte tenkte ikke på at det da vil feste seg molekyler og det derfor blir tyngre, jeg tenkte mer på at når det er et lag utenpå så vil det bli tyngre.**

137. Gamblet du litt?

138. **Ja, på en måte, men.. jeg tenkte, jeg husket jo på en måte at det er jo ett eller annet som skjer, men jeg tenkte ikke på at det blir tyngre fordi det skjer en oksidasjon, jeg tenkte ikke så langt.**

139. Når du nå kom til det svaret da, og det er det samme svaret som på pre- og post-test, så da har du sikkert gått inn i de samme tankene nesten, og nå kommer du jo frem til en kanskje litt annen forklaring under intervjuet her, har det noe med tidsperspektivet å gjøre, på prøven?... Hva kan det ha med at du nå tenker hvorfor, mens du da tenkte mer logisk?
140. Ja, det kan jo være at.. ja, det er jo med det at når du setter deg ned da og bruker langt tid, og spør HVORFOR hele tiden, så..
141. Så det har med det spørsmålet å gjøre?
142. Ja.
143. Hvorfor!
144. Ja.
145. **Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå? Og hvorfor?**
146. C. Det er fordi det skjer en oksidasjon og da, vil massen øke.
147. Vil massen alltid øke når du har en oksidasjon?
148. Ehh.. ja, jeg regner med det, siden den tar til seg molekyler så må den jo bli tyngre?...
149. Akkurat.
150. **Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?**
151. Det hadde litt å si. Med å se at jeg tenkte det samme da som jeg tenker nå.
152. Så igjen en bekreftelse for deg?
153. Ja.
154. Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?

#### Del IV: Fasit

155. **Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?**
156. Nei, når den rustet så blir det, så får den større masse, fordi det skjer en oksidasjon og den tar til seg molekyler, eller atomer..
157. Eller atomer sier du..?
158. Ja, eller det er jo, den tar jo til seg oksygen, men det er kanskje bare et oksygen den tar til seg eller..
159. Så da er det molekyler eller atomer som er rett da?
160. Nei, det spør jo litt, fordi hele spikeren er jo, det skjer jo mange reaksjoner på hele spikeren. Så til sammen så tar den jo til seg mange atomer, eller.. ja..
161. **Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?**
162. Det som var utfordrende, eller de jeg tenkte når jeg tok de testene var at, om det rustet fordi at.. om det bare byttes ut atomer, eller om det rustet fordi det tar til seg noe?..Eh.. men samtidig så hvis det hadde blitt bytta ut, så kunne det fortsatt blitt byttet ut med tyngre.. molekyler.. nei atomer, så da.. det hadde jo fortsatt blitt tyngre. Ja. Det var nå hvert fall noe jeg tenkte litt over da, om den rusten, hva den egentlig er..
163. Okey, så du lurte på hva rust var?
164. Ja, om liksom om det var, måtte tenkte liksom på om det var et lag utenpå eller om det var jernet som reagerte om det ble mindre.. ja..
165. Vil du igjen si at du tenkte liksom litt sånn erfaringsmessig på det?
166. Ja, litt..
167. Eller tenkte du kjemisk på det?
168. Litt begge deler kanskje..
169. Så det som var utfordringen her, hvis jeg sammenfatter deg riktig, så lurte du på hva rust var?



170. Jeg jeg måtte tenke litt på hva er egentlig rust og hva.. hvordan blir det dannet da.. hvordan..
171. Og når du tenkte på hvordan det blir dannet, hvilke kjemiske elementer tenkte du på da?
172. Jeg tenkte med en gang på ideen om at det reagerer med oksygen, men under de testene så tenkte jeg ikke på at det var en oksidasjon liksom, men jeg tenkte på at jern reagerer med oksygen. Det gjorde jeg.
173. Og når det reagerte med oksygen så?
174. Ja, da blir det jo tyngre da, når det fester seg.

## Oppgave 30

### Del I: Oppgave

175. **Når du leser oppgaven hvilke kjemiske elementer tenker du først på da?**
176. Det første jeg tenker på da, er kokepunkt. Og... (intervjuer peker på notatområdet på intervjuenesvarelsen for å få intervjuobjekt til å skrive ned)

*Intervjuobjekt starter og skrive ned.*

177. Det første som slår meg er og at hydrogensulfid har et lavere kokepunkt har et lavere kokepunkt enn vann... Det jeg tenker så er, hvorfor har det lavere kokepunkt, det har kanskje noe med bindingene å gjøre. Eh.. ja.
178. Kan du oppsummere det du tenkte på da du så oppgaven?
179. Det at, det første som skjer er at vann er en væske og hydrogensulfid er en gass. Og det vil si at hydrogensulfid har nådd kokepunktet sitt, det har liksom gått over fra væskeform til gassform. Det vil jo si at det har et lavere kokepunkt enn vann. Og hvorfor det har et lavere kokepunkt må jo ha noe med at bindingene brytes, eller når de blir svakere og dermed begynner å bevege seg mer, og blir til en gass.
180. Det var det første du tenkte på?
181. Ja.
182. **Kjenner du til stoffene i oppgaven?**
183. Vann kjenner jeg igjen, men hydrogensulfid kan jeg ikke huske, kommer jeg ikke på, har ikke sett så mye om.. egentlig ikke.
184. Egentlig ikke?
185. Nei, ikke noe jeg kommer på nå.
186. **Hva er ditt svar på oppgaven?**
187. At... e...
188. Hva skyldes dette?
189. Det skyldes bindingene mellom.. molekylene.
190. Kan du skrive det ned?

*Skriver det ned.*

191. Da vil jeg spørre deg litt videre på det, hva med bindingene mellom molekylene? Hva er grunnen til at det ene er gass og det andre er væske?
192. Ja, det er jo de bindingstypene jeg kommer på er jo van der Waalske krefter.. (noterer uoppfordret)
193. Hva er det?
194. Det er en binding mellom, atomer, det er en svak type binding, eeh.. jeg husker ikke helt, om det var noe med at de er pakket tett sammen eller... tror ikke at det har noe med.. \*ah, herregud hva er det det heter\*... liksom, polar.. om de er negativt eller positivt ladd.

195. Altså, Van der Waal har ikke noe med det å gjøre?
196. **eh.. nei.. jeg tror ikke det.**
197. Har du noen videre tanker om: hva med de bindingene? Som gjør at vann er væske, mens hydrogensulfid er gass.
198. **Hvis jeg tenker på bindinger så vet jeg i hvert fall at vann er et polart stoff. Og det er jo ikke så sterke bindinger, men det er jo.. litt sterke hvert fall. Hydrogensulfid er jeg ikke helt sikker på.**
199. Det hjelper kanskje hvis du tegner de to.. (molekylene)
200. **Jeg vet ikke helt hvordan hydrogensulfid ser ut jeg så.. hehe.. Den S'en, jeg husker ikke atomnummeret til det, så jeg vet ikke, så da hjelper ikke det meg så mye.**
201. Vet du hvor 'S'en' står hen i periodesystemet da?
202. **Nei, det kommer jeg ikke på nå.**
203. Hvis du kan summere opp svaret ditt da?
204. **Oppsummeringen er at det, hydrogensulfid har et lavere kokepunkt, derfor går det over til gassform, og det skyldes bindingene mellom molekylene.**
205. Og hva med bindingene hvis jeg spør om|
206. **|Og de er svakere i hydrogensulfid enn de er i vann, og derfor vil de fortære, løsne fra hverandre og gå over i gassform.**
207. Der kom du med noe nytt nå da, at du mener at det er svakere bindinger mellom hydrogensulfid enn det er mellom vann.
208. **Mhm.**

## **Del II: Alternativer**

209. **Når du ser alternativene; hvilket alternativ mener du er det riktige svaret på oppgaven?**
210. **Jeg tenker med en gang at det er A.**
211. **Hvorfor velger du nettopp dette alternativet?**
212. **Fordi kokepunktet har ikke noe med bindingene mellom oksygen og hydrogenet, fordi når det går over i gassform, så løsner atomene i fra hverandre, det er ikke at oksygen er fritt rundt. Det er i alle fall hva jeg tenker da.**
213. Kan du si det engang til?
214. **Grunnen til jeg tar A er at, når et stoff går fra væske til gassform, så er det molekylene som, bindingene mellom molekylene som brytes, ikke bindingene mellom atomene.**
215. **Hvilke kjemiske elementer mener du alternativet representerer?**
216. **Det er jo det med bindingene og polaritet kanskje? Men det med polariteten kan også igjen ha noe med bindingene. Altså hvordan type bindinger det er mellom vannmolekylene.**
217. 'Polaritet', hva betyr polaritet i dette eksempelet her da?
218. **Nei, vannmolekylene har jo en ladning, ehm..**
219. Hvilken type ladning?
220. **Eh.. de er, oksygenet er litt negativt ladet, og hydrogenet er litt positivt ladet.**
221. Kan du tegne det?
222. **Ja.**

*Tegner vannmolekyl.*

223. **Litt negativt og litt positiv ladning, sånn at når det da kommer et vannmolekyl til, så vil jo, de trekkes mye sterkere mot hverandre da.**
224. Sterkere, hva mener du da? Sterkere i forhold til hva?
225. **I forhold til hvis de ikke ville hatt noen ladning. Ville de ikke, ja, koblet seg så godt sammen.**
226. Hvis du nå skulle prøvd deg på å tegne H<sub>2</sub>S, hvordan tror du det ville sett ut da?

227. Ehm.. jeg er ikke helt sikker. Vannet har jo det at de to hydrogenene går litt, peker litt nedover, et ganske stort sann, område.. der det ikke er noe<sup>29</sup>, de står liksom ikke på en rekke. Og det er jo ikke sikkert at H<sub>2</sub>S har.
228. Jeg kan røpe at svovel står rett under oksygen i periodesystemet. De står i samme gruppe.
229. Ja... Oksygen har jo 8, og da har jo, da tipper jeg at S'en har 16, men det vil jo gjøre at... mm... .. det vil jo gjøre at... H<sub>2</sub>S ikke vil... hhm... vil ha noe ledige plass i ytterste skallet sitt... for elektroner...
230. Det vil ikke ha det?
231. Jo, det vil vel ha det|Nei, det vil ikke ha det...
232. Hva betyr det da?
233. Nei, det vil jo bare bety at det ikke vil koble seg så lett til andre atomer, for det vil ikke leite etter noe som kan fylle det tomrommet da...
234. Hm... Hvis du tar utgangspunkt i molekylformelen|
235. |Ja.
236. For H<sub>2</sub>S... Hva betyr den da?
237. Molekylformel?
238. Ja, hva er den..?
239. Det vet jeg ikke..
240. Den står der (peker på molekylformel i oppgaven).
241. Hva den har å si liksom?... Nei, jeg vet ikke hva den har å si jeg...
242. Nei? Du ser ikke hvilken informasjon den kan gi deg om molekylet?
243. Nei, det er jo at det er to hydrogen og et S da men..
244. Hvis du setter sammen det da? I en tegning.
245. Ja, da hadde jeg bare kommet til å tegne det som det her..

*Tegner et lineært molekyl<sup>30</sup>*

246. Da går vi tilbake til alternativet A, og den forklaringen du ga på forrige del og om du kan:  
**Sammenligne svaret du ga først (del I) med det alternativet du mener er rett?**
247. Det er ganske likt, jeg tenkte på bindingene her og, og det er det alternativet jeg har valgt. At det er sterkere bindinger i vannmolekylene, og svakere i H<sub>2</sub>S.

### **Del III: Svar Pre/Post**

248. Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?
249. Jeg tenkte akkurat det samme som jeg tenkte nå. At når H<sub>2</sub>S gikk over til gass fortere, så har det ett eller annet med bindingene å gjøre.
250. Så du identifiserte med en gang bindingene som en del av løsningen, på svaret.
251. Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå? Og hvorfor?
252. Fortsatt A.
253. Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?
254. Mer sikker.
255. Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?
256. Fortsatt det der at jeg blir sikker da.

<sup>29</sup> Glemmer lonepair, bekrefter mangel på forståelse for lonepair.

<sup>30</sup> Bekrefter nok en gang neglisjering av lonepairs og dets betydning for molekylets form.

#### **Del IV: Fasit**

257. **Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?**
258. Nei, det er jo rett fordi det handler om bindingene, og at vann har sterkere bindinger og derfor holder det seg i væskeform mye lengre enn det H<sub>2</sub>S gjør.
259. Lengre i tid eller?
260. eh.. nei, lengre uten påvirkning, eller med den samme påvirkningen da, hvis du for eksempel varmer det opp da så, hvis du varmer opp akkurat samme så vil H<sub>2</sub>S gå over til gassform forttere.
261. Så det har med varmen å gjøre?
262. Eh.. ja.
263. Så mer med hvor mye varme det er enn hvor mye tid det tar? Vil du si det?
264. Det er jo litt begge deler da, men det handler jo om, mest om at de har et kokepunkt og det her er en grad der de går over fra væskeform til gassform.
265. **Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?**
266. Utfordrende var jo at jeg ikke var så kjent med H<sub>2</sub>S, hadde ikke så mye forhold til det stoffet.. ehm.. det var kanskje det som var mest utfordrende med oppgaven.
267. Hvert fall når jeg graver litt i den oppgaven.
268. Og det andre utfordrende var kanskje det at.. akkurat det med bindingene, akkurat hvordan bindinger er det der, men det var jo ikke noe vi trengte å vite.
269. Bare når jeg kommer og spør hvorfor?
270. Ja. Hehe.
271. **Har du løst noen lignende oppgaver som denne før?**
272. Ja, det tror jeg?
273. I hvilken sammenheng?
274. Eh.. jeg lurte på om det var noen eksamensoppgaver som står i boka kanskje? Litt usikker.

#### **Avsluttende spørsmål:**

275. **Hvordan har det vært å løse slike oppgaver (intervjuutvalget), sammenlignet med oppgaver du vanligvis bruker å løse?**
276. De var kanskje formulert litt annerledes, men det har kanskje noe med at jeg ikke har gjort så mange flervalgsoppgaver i kjemi.
277. **Hva er det med disse oppgavene som er likt/ulikt?**
278. Det som er likt, er kanskje det at det er et eller to alternativ som er litt usannsynlige, og at man gjerne står mellom et par alternativ som kan være sant.
279. **Hvilken type oppgaver opplever du at du mestrer?**
280. Ingen spesielt. Det handler mer om hva jeg kan og ikke kan.
281. Hvorfor er de oppgavene greie?
282. Hvilke typer oppgaver oppleves for deg som vanskelig?
283. Kanskje der du må.. på en måte bruke... kanskje, der du på en måte ikke har lest svaret før, men har lest en måte du kan tenke deg til svaret på.
284. Så du sier de oppgavene hvor du må bruke kunnskapen til å komme frem til et svar som ikke er gitt på forhånd?
285. Ja.
286. I en bok eller i en forelesning?
287. Ja. Det kan være det. Og da er det heller ingen sikkerhet.
288. **Syntes du de tre oppgavene her var vanskelige?**
289. Nei, de tre her var greie.

290. **Hva er din mening om oppgaver som baserer seg på kjemiske fenomen?**
291. De som var i intervjuet syntes jeg var grei.
292. **Hva er din mening om oppgaver som utfordrer forståelsen?**
293. På en måte syntes jeg det er bra, på en annen måte er det vanskelig å vise hva man kan, fordi, ofte kan spørsmålet bli mer et sånt, hvor godt du forstår oppgaven, ikke hva du kan om det.
294. **Hva er din mening om oppgaver hvor du må regne deg frem til svaret?**
295. Det spørres veldig på tema, men det kan være litt utfordrende syntes jeg.
296. Hvis du skulle velge mellom oppgaver som utfordrer forståelsen din, og oppgaver du kan regne deg frem til svaret på?
297. Da ville jeg valgt regning.

## Elev C

### Sitater:

## Oppgave 7

### Del I: Oppgave

1. **Hvordan vil du beskrive bildet av ammoniakk-gassen?**
2. Uorden, det er litt sånn, her (oppgave bilde) er det ganske orden på dem, men det er litt færre og det er litt sånn, jeg vet ikke helt, det er vanskelig å forklare.
3. Du må gjerne tegne også, mens du tenker på det... Du nevnte uorden?
4. Ja, det er litt sånn...mmm...
5. Hva betyr uorden da?
6. Det betyr, sånn i et, for eksempel i et fast stoff så er det veldig sånn på rekker, det er liksom, her er et atom og her og der (gestikulerer atomer i ordnet struktur), mens i væske er det litt mer uordnet, mens i gass er dem bare helt vill, da gjør dem litt det dem vil, og bare.. lever sitt eget liv skulle jeg til å si.
7. **Kan du tegne slik du ser for deg bildet av gassen?**
8. **Kan du forklare hvorfor du tegnet bildet slik?**
9. Det er nå sånn jeg tror det ser ut da. Hehe. Ja.. jeg vet ikke om det er mer å si jeg. Det er jo sånn jeg så det for meg
10. 'Det er sånn du så det for deg'
11. Ja.
12. Når du så det for deg, så tegnet du slik du viste meg nå. Hva er det som ligger til grunn for at du tegnet det sånn. **Hvilke kjemiske elementer mener du tegningen representerer?**
13. Den presenterer jo gassform av et stoff da.. at det er.. ja.. uorden og at det er.. de er jo litt fri da.. det er litt vanskelig å forklare.
14. Så du tenker det er gassformen som er det kjemiske elementet da som blir presentert?
15. Ja.

### Del II: Alternativer

16. **Når du ser alternativene; hvilket bilde mener du er det riktige svaret på oppgaven?**
17. Jeg ville ha tippet A.
18. Så er jeg litt interessert i begrunnelsen for tippingen, for det er ofte sånn at man har en begrunnelse for hvorfor man tipper det ene eller det andre. Så **Hva får deg til å velge nettopp dette alternativet?**
19. Nå ble jeg litt usikker på om jeg ville valgt A eller B, men jeg tror det er fordi at|
20. 'A eller B'?
21. Ja, det var litt sånn.. jeg tror jeg ville valgt A. Men, det er jo at gass er jo litt sånn, uorden da..
22. Kan du forklare hvorfor du lurte på A og B da?
23. Jeg lurte på om det var B for der var det også litt uorden, og det var jo litt flere av de molekylene, men e... Tror jeg fortsatt hadde valgt A kanskje.
24. Kan du prøve å forklare hvorfor du velger A? Ut fra kjemiteori. Hvorfor det er mer rett å velge A enn B for eksempel?
25. Den er jeg litt usikker på.. Det der er litt sånn der om jeg ville valgt B. Men, jeg tenker jo sånn at det er jo, sånn som i gass så er det uorden, og de er litt sånn fri, så tenker jeg at det er kanskje litt få med 2, det kan være flere da, men at det gir litt mening med B..

26. Du blir litt usikker?|
27. |Ja.
28. Men du tenker at A er mest riktig? Det er den du ville gått for?
29. I starten hadde det vært det, men jeg tror kanskje jeg hadde kommet til å endre til B.

*Endrer fra A til B*

30. **Hvilke kjemiske elementer mener du bildet presenterer?**
31. **Sammenlign alternativet du valgte nå med svaret du ga i starten (del I)**
32. Ja det var jo litt det med at jeg hadde jo kommet til å tegne litt flere.. av de her (ammoniakkmolekyler).. på svaret mitt da..
33. Flere av hva da?
34. Altså, flere ammoniakker..
35. Flere ammoniakkmolekyler?
36. Ja, så det er jo egentlig det samme da..

### **Del III: Svar Pre/Post**

37. **Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?**
38. Det er litt vanskelig egentlig.. jeg tror kanskje når jeg valgte A så tror jeg kanskje jeg tenkte på litt samme måte som jeg tenkte nå, men jeg er ikke helt sikker på hva jeg tenkte da jeg valgte C...
39. Kan du prøve å begrunne hva du kan ha tenkt?
40. Jeg tenkte sikkert det med uorden da, det er egentlig det første jeg tenker når jeg hører gass, så er det sånn, det er ikke noe struktur, det er uorden. Og her ser du (peker på alternativ C) at her er det ganske uorden da for det henger jo ikke sammen, det er jo bare litt sånn.. her er det litt H atomer, her er det litt N atomer, det er litt sånn.. uorden da.
41. **Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå? Og hvorfor?**
42. Jeg tror fortsatt det er B, ikke A.
43. Og hvorfor B da?
44. Nei.. jeg vet egentlig ikke helt.. hehe. Det er litt sånn..
45. Det er lov å si at man er usikker.
46. Det var det jeg følte nå.
47. Ja, men det er helt|(..lov det)
48. |Ser hvor forskjell man tenker fra gang til gang|
49. |Ja.|
50. Endre mening, det er.. mhm..
51. **Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå? Om å velge B nok en gang.**
52. Nei, altså.. nå når jeg ser hva jeg har valgt tidligere, så ble jeg jo litt usikker da, på om.. det kan jo være at det er en av de andre (alternativene).. men.. nei..
53. Ble du usikker, eller ble du mer sikkert på B?
54. Jeg ble litt mer usikker på B også, for jeg ble litt sånn: oi! kanskje jeg egentlig husket noe annet, eller kom på noe annet på en av prøvene vi har tatt, og bare: Det er rett.. Men..
55. Du kommer ikke på det nå?
56. Nei, for nå mener jeg B er rett.
57. **Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?**

58. Nei, egentlig ikke. Jeg tenker litt sånn: På posttesten, det ligner jo litt mer på det jeg har valgt nå da.. Enn det gjorde på den testen før.. men det.. nei, jeg hadde fortsatt kommet til å velge B tror jeg.

#### **Del IV: Fasit**

59. **Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?**
60. ...jeg vet ikke.. jeg var jo i.. jeg snakka jo om at jeg mente den var rett først da.. men e.. det er jo sikkert med det at det er jo uorden, det er jo ammoniakkmolekyler fortsatt.. det er færre... jaah.. jeg vet ikke jeg..
61. **Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?**
62. Finne en forklaring på hvorfor jeg mener det der (A) er rett og.. først finne ut hva jeg tror var rett.. da også.. ikke bare ringe rundt det jeg tror er rett.. men skulle forklare det.. hvorfor jeg mener det er rett da.. det er ikke alltid så lett.
63. Så det at du måtte forklare nå, det var det som var mest utfordrende for deg?
64. Ja.
65. Hvis du kunne tenke deg at du ikke trengte å forklare til meg, men bare ringet rundt, hva ville du tenkt var vanskelig med oppgaven da? Eller utfordrende da?
66. Finne ut hva som er rett, eller prøve å komme frem til.. for jeg må jo forklare det litt til meg selv først, hvorfor jeg mener det er rett. Så jeg tror det hadde vært litt vanskelig.

## **Oppgave 24**

#### **Del I: Oppgave**

67. **Når du leser oppgaven danner du deg et mentalt bilde av det kjemiske fenomenet?**
68. Ja.
69. **Kan du tegne dette bildet?**
70. oi.. ja..
71. Med de elementene det bildet har
72. ja... Jeg ser jo egentlig bare for meg en spiker da... også ser jeg for meg liksom at det er et belegg utenpå... Ja det er egentlig det jeg ser for meg da.
73. **Kan du prøve å forklare hvilke kjemiske elementer du mener tegningen presenterer?**
74. Det er jo jern, spikeren, også er det det rustbelegget utenpå her da (peker på tegning).
75. Er det noen andre kjemiske ting du kommer på, i forhold til oppgaven, hva den spør om?
76. Neehei..
77. Du ser bare for deg jern og rusten?
78. Ja.
79. **Hva er ditt svar på oppgaven?**
80. Mm... .. Jeg tror jeg ville sagt at massen øker litt, ikke mye, men litt.
81. Den øker?
82. Ja.
83. Kan du prøve å forklare hvorfor du tenker sånn, at den øker?
84. Fordi at når jern reagerer med både luft og vann, så reagerer det med dem, og liksom tar til seg.. ikke at det veier så veldig mye det da, men det tar til seg litt mer, og det blir jo laget rust da. Husker ikke helt hva rust er, på en måte.. er.. men er på en måte sikkert en tyngre.. veier litt mer enn jern. Ja..
85. Så du tenker at molekylet rust og molekylet jern|



86. |Mhm.
87. Hvis du tenker|
88. |Ja, at det veier litt mer da, og hvis det går over til rust da.. ja..
89. Men du nevnte vann og oksygen.. var det med i det bildet du hadde i stad eller?
90. eh.. nei.
91. I det mentale bildet du hadde?
92. nei egentlig ikke.
93. Men du kom det på nå, når du skulle forklare det eller?
94. Ja, sånn.. Det jeg ser for meg er jo bare det her (peker på ?), jeg tenker det at lufta og vannet er på en måte med inne i rusten, litt sånn..
95. Kan du tegne på det da?
96. Det er litt vanskelig..
97. Du kan bare skrive|
98. |Det er litt med på en måte, under.. ja.. luft og vann.. det er litt sånn, inne i det her det og (peker på rust)
99. Så det er en del av rusten?
100. Ja.

## **Del II: Alternativer (19:22)**

101. **Når du ser alternativene; hvilket alternativ mener du er det riktige svaret på oppgaven?**
102. C.
103. **Hvorfor velger du nettopp dette alternativet?**
104. Jeg tror det er litt det jeg forklarte i stad, med at jeg mener at, ja, når lufta og vannet, reagerer.. så blir det.. ja det blir jo rust, det blir litt tyngre enn jern.
105. Nå sa du at lufta og vannet reagerte?
106. Ja, med jern.
107. Da ble det rust sa du?
108. Mhm.
109. Og det blir tyngre?
110. Ja..
111. Kan du beskrive den reaksjonen som skjer?
112. ... .. jaaa... hehe..
113. Vet du for eksempel hva den heter?
114. Det husker jeg ikke. Nei.
115. Kan du se for deg.. hvordan den skjer da?
116. ... .. jeg vet ikke helt jeg.
117. Nei..
118. **Hvilke kjemiske elementer mener du alternativet representerer?**
119. hæ?
120. Det alternativet der, C, hvilken kjemisk teori er det du tenker det tar opp i seg?
121. Jeg vet ikke helt. Litt sånn.. sammenslåing av molekyler.
122. Ja?
123. Ja... ja..
124. Du nevnte jo reaksjoner..
125. **Sammenlign svaret du ga først (del I) med det alternativet du mener er rett nå.**

126. Det er jo egentlig det samme da.. mener at massen til.. spiker.. det er liksom.. ja.. jeg mener at den blir litt større. På grunn av at molekylene slår seg sammen og.. at det danner noe litt mer enn jern på en måte.

### **Del III: Svar Pre/Post**

127. **Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?**

128. Jeg tror jeg tenkte det samme som jeg har tenkt nå.. egentlig.

129. Som er?

130. Det at det er molekyler som slår seg sammen og blir noe større enn det det var.

131. Når du snakker om størrelse, eller sier større|

132. |Eller sånn..|

133. |Hva tenker du på da?

134. At massen til det blir litt større, for hvis du har.. ja, en liten masse av det ene og en liten masse av det andre, så slår du dem sammen, så blir det en litt større masse. Ja..

135. **Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå? Og hvorfor?**

136. Fortsatt den (C)

137. Kan jeg spørre deg om hvorfor?

138. Nei, det er egentlig det samme som jeg har forklart nå da..

139. Ja?

140. Ja..

141. **Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå? I** sted ble du usikker?

142. Ja, men nå ser jeg litt sånn, ah, jeg tenkte litt det samme måte før og. Men, kan jo aldri være 100 % sikker. For.. men, det er det jeg føler er.. ja.. føler fortsatt det.

143. **Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?**

### **Del IV: Fasit**

144. **Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?**

145. Jeg vet jo egentlig ikke 100 % hvorfor, men det er jo det jeg tenker da.. det med at dem slår seg sammen og blir litt.. litt mer på en måte.. ja.. vanskelig å si.. egentlig.. sånn.. mm.

146. 'Det er vanskelig å forklare det?'

147. |Ja.

148. Hvorfor det er rett?

149. Ja, også er det at.. jeg vet ikke jeg det er jo ikke sikkert jeg har den rette forklaringen, det er jo bare det jeg tenker er rett..

150. Men hva er din forklaring da?

151. Det er det at dem er.. at molekylene slår seg sammen og.. får litt større masse da, som gjør til at spikeren blir litt større.. litt tyngre..

152. Nesten kalle det logikk?

153. Ja..

154. Fremfor at du kanskje kjenner hele reaksjonen?

155. Mhm.

156. **Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?**

157. ... Jeg vet ikke.. det er jo fortsatt litt utfordrende å vite hva som er rett, fordi at.. jeg har jo ikke nok.. jeg er jo ikke utdannet kjemiker så jeg er jo ikke 100 % sikker på hva som er rett. For det er jo.. jeg er veldig flink til å liksom overtale meg selv til at noe annet kan være rett da, så jeg kan jo sikkert finne en forklaring på at noe annet er rett også, men det er jo det.. det å finne den største forklaringen på en måte.. det jeg føler er mest rett. Det er det som er litt vanskelig.
158. Er du litt usikker?
159. Jaa.. alltid litt usikker.. hehe. Det er jeg.
160. Det er lov å være.

## Oppgave 30

### Del I: Oppgave

161. **Når du leser oppgaven hvilke kjemiske elementer tenker du først på da?**
162. Vet ikke helt jeg.. hehe (usikker latter) det... jeg tenker litt på det som står der.. sånn: temperatur, væske, gass, hvordan det er da.
163. Så du nevnte temperatur|
164. |Og bindinger!
165. ..væske, gass og bindinger.
166. Ja.
167. Det er de fire.. tingene du først tenker på?
168. Ja.
169. Det er egentlig det du henter ut av oppgaven?
170. Ja, egentlig.
171. Og litt der (peker på egen hjerne)
172. hehe. Ja, og litt der (peker på sin egen hjerne)
173. **Kjenner du til stoffene i oppgaven?**
174. Ja. Jeg kjenner jo til vann og jeg har jo hørt om hydrogensulfid.. og det.. ja.
175. **Hva er ditt svar på oppgaven?**
176. Eh.. jeg tror jeg ville svart det med, at det er.. ulike bindinger, og det at dem bindingene mellom... hydrogenet og.. hva er det?.. sulfi..svovel?
177. Svovel ja.
178. Svovel ja, at de bindingene er svakere enn mellom.. ja hydrogen og oksygen i H<sub>2</sub>O, og det førere da til at ved den temp.. ja ved romtemperaturen, så bryter de bindingene sånn at det blir.. gass! på Hydrogensulfid og det blir væske da, på romtemperatur for det at.. på vann, fordi at bindingene der er sterkere, for der er det jo hydrogenbindinger. Mens i hydrogensulfid er det kanskje.. van der waalske krefter eller.. noe sånt.. og de brytes mye lettere. Ja, det er det jeg tenker da.
179. Hva er... kan du prøve å tegne de to molekylene?
180. Hm...

*Tegner molekylene. Først vannmolekylet. Deretter mens objekt prøver å tegne hydrogensulfid tenker den høyt:*

181. Ja... Vet ikke helt jeg, kan ikke.. kanskje likt ut.. jeg vet ikke jeg.. hm..

*Tegner hydrogensulfid likt som vann*

182. Ja...
183. Når du sier at.. du snakket om bindinger i stad.|

184. |Mhm.  
 185. Mellom svovel og hydrogen, og mellom oksygen og hydrogen.  
 186. Mhm.  
 187. Kan du sette en pil på den bindingen du da snakket om?  
 188. Må tenke litt nå...

*Funderer på hvilke bindinger objektet tenkte på (Hm)*

189. Det er jo bindingene mellom de ulike.. så hvis du har liksom.. et til da.. sånn (tegnet et nytt molekyl vann)... så er det liksom (tegnet en bølget strek mellom H på et vannmolekyl og O på nabomolekylet)... der.. der har du liksom enda et H<sub>2</sub>(O)  
 190. |Der har du den du snakket om ja (anerkjenner å ha sett bølget strek). Og for den.. Hydrogen og svovel da?  
 191. Den er jeg jo litt usikker på da... Så er det liksom.. er ikke helt sikker da men..  
 192. Hvis du ikke er helt sikker, kan du stille spørsmålstegn bak  
 193. Ja, da gjør jeg det

*Intervjuobjekt klusser over "van der waalsk" i tegning og skriver spørsmålstegn over (ment å være knyttet til bindingene i hydrogensulfid)*

194. Og da, hvis jeg ber deg om å summere opp forklaringen din på oppgaven?  
 195. Det er jo det at bindingene mellom de ulike, vannmolekylene.. at et vannmolekyl og et vannmolekyl, dem bindingene er sterkere enn mellom et hydrogensulfid og et annet hydrogensulfid, som fører da til at, siden det er svakere bindinger mellom de hydrogensulfidene, så brytes de bindingene fortare når temperaturen øker.. eller her øker den jo ikke.. men som... med svake bindinger så går dem over til gass ved en lavere temperatur enn med sterkere bindinger. Ja.

## **Del II: Alternativer**

196. Når du ser alternativene; hvilket alternativ mener du er det riktige svaret på oppgaven?  
 197. Jeg tror den her (ring rundt A)  
 198. Hvorfor velger du nettopp dette alternativet?  
 199. Tror det er på grunn av det jeg forklarte i stad. Det er jo sterkere bindinger mellom vannmolekylene, der er det jo hydrogenbindinger mens mellom hydrogensulfid så er det svakere bindinger.  
 200. Hva ville du kalt den bindingen i mellom hydrogensulfid og et annet hydrogensulfid?  
 201. Jeg ville kanskje kalt den van der waalske krefter. Men jeg er ikke helt sikker.  
 202. Kan du forklare hva van der waalske krefter er?  
 203. Det er.. ganske svake bindinger.. det er.. jeg er egentlig ikke helt sikker. Jeg har bare liksom... jeg vet ikke, det er ganske svake bindinger.. som brytes lett.. ja..  
 204. Klarer du å forklare hydrogenbinding på en annen måte da? Eller, klarer du å forklare en hydrogenbinding?... Hvis du blar om til tegningen du hadde.  
 205. Det er liksom, skal vi sjå.. Det er bindinger mellom.. ok.. nå ble jeg litt usikker igjen nå.. Tror bindinger mellom.. et hydrogen og oksygen? Hm.. nei, jeg vet ikke helt jeg (ga litt opp i toneleiet)  
 206. Du må bare hoppe i det og si hva du tenker.  
 207. Ble litt usikker. Nei. Vet ikke.  
 208. Hvis du skulle forklart en hydrogenbinding. Hva er det som binder seg da?  
 209. Nå ville jeg tenkt hydrogen og oksygen.  
 210. Okei. Ja.

211. Men det kan jo ikke være bare det? Jeg tenkte også hydrogen – hydrogen, men det kan jo ikke være det heller..
212. Hva med hydrogensulfid da?
213. Ja det er det jeg tenker, for hvis det hadde vært hydrogen og hydrogen, så kunne dem her (H og H på H<sub>2</sub>S) også kobla.. men.. nei, dem kan ikke ha samme bindinga, for da vil ikke temperaturen endre seg.. eller da vil dem.. gå over til gass på samme temperatur.
214. Klarer du å forklare hvorfor en hydrogenbinding oppstår?
215. Neei. Det vet jeg ikke.
216. 'Nei'?
217. Nei.
218. **Hvilke kjemiske elementer mener du alternativet (A) representerer?**
219. Det er jo sånn, bindinger da med hydrogenbindinger og... ja, det er egentlig det jeg tenker.
220. 'Bindinger'?
221. Ja. Bindinger.
222. **Sammenlign svaret du ga først (del I) med det alternativet du mener er rett?**
223. Det er egentlig ganske det samme. Egentlig så er det jo det samme. Det jeg forklarte først, med at det er sterkere bindinger mellom vannmolekylene enn mellom hydrogensulfid. Det fører jo til at.. det trengs mer.. høyere temperatur for å bryte bindingene mellom vannmolekylene.. ja..
224. Enn?
225. Enn mellom hydrogensulfid molekylene.

### **Del III: Svar Pre/Post**

226. **Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?**
227. Jeg tror egentlig jeg tenke på samme måte som jeg tenkte nå, bare at jeg tenkte at det var bindingene mellom O'ene og H'ene, fremfor mellom de ulike molekylene. Mellom liksom H<sub>2</sub>O molekylet og H<sub>2</sub>O molekylet. For jeg satt og tenkte på det her nå og, men så var jeg litt sånn. Nei! Jeg tror det er A. Hehe.
228. Hva er det alternativ C sier?
229. Den sier jo det at bindingene mellom Oen og Hen i et vannmolekyl er sterkere enn, mellom Sen og Hen i et hydrogensulfid, så det skal mye mer til for å bryte bindingene mellom.. O og H... (usikkert toneleie på slutten av resonnementet) Nå ble jeg litt usikker.
230. Ble du usikker nå?
231. Ja! Når jeg tenker så blir jeg litt usikker. Det her er sånn jeg klarer å overtale meg selv til å være det andre (alternativet) uansett.. Nei. Jeg tror jeg vil stå på den jeg (A)
232. Stå på A?
233. Ja.
234. Men du ble usikker da du så hva du hadde svart (tidligere)?
235. Mhm.
236. På både post og pretest.
237. For et eller annet må jeg jo ha tenkt. Som ga veldig mye mening begge gangene. Jeg har jo tenkt på det nå og, men.. hm.. (usikker)
238. Hvis du kan sammenligne de to. Hva er forskjellen på A og forskjellen på C?
239. Det er jo at det på A er bindingene mellom molekylene, mens på C er det bindingene mellom atomene, det er liksom Oen og Hen i vannmolekylet, mens i Aen så er det, vannmolekyl og vannmolekyl.
240. **Hvilke av de to mener du er rett da, i forhold til å besvare oppgaven?**

241. **Nei.. A!**
242. **Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?**
243. **Jeg ble jo litt usikker.**
244. **Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?**

#### **Del IV: Fasit**

245. **Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?**
246. **Nei, det jeg har sagt da.. det med bindingene, trengs mye mer, temperaturen må være mye mer, for at bindingene mellom vannmolekylene, de ulike vannmolekylene skal brytes, enn mellom hydrogensulfidmolekylene. Det er sterkere bindinger mellom vannmolekylene.**
247. **Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?**
248. **Det var egentlig. Det er fortsatt det å finne en forklaring da. På hvorfor det er rett, at det ikke bare er sånn at: det der er rett. Men, det å forklare videre hvorfor jeg mener det og.. sånn.. også var det å skille A og C. Det er litt sånn, om bindingene er mellom de ulike vannmolekylene eller om det er mellom de ulike atomene i molekylene. Det er også litt vanskelig. Ja, men fornøyd med svaret.**
249. **Sånn som i denne oppgaven her er det snakk om en væske og en gass.**
250. **Mhm.**
251. **Hvilke bindinger er det man ser på når man skal vurdere om det blir en væske eller en gass?**
252. **...**
253. **Er det de mellom molekylene? Eller er det de innad i molekylet?**
254. **Det er det jeg er litt usikker på. For... Hm... Jeg vet ikke helt. Jeg tror liksom begge bindingene har litt å si. Jeg vet ikke helt jeg.**
255. **Nei.**
256. **Har du løst noen lignende oppgaver som denne før? Og da mener jeg denne (Oppgave C)**
257. **Ja.. det er sikkert noen sånne oppgaver i boka? Ja..**
258. **Så du tenker det kan ha vært en oppgave i boka som ligner?**
259. **Ja. Sånn, ikke helt denne oppgaven her, men litt da, med bindinger og.. ja.**
260. **Så først og fremst boka da... Og CCI en da kanskje?**
261. **Ja.**

#### **Avsluttende spørsmål:**

262. **Hvordan har det vært å løse slike oppgaver (intervjuutvalget), sammenlignet med oppgaver du vanligvis bruker å løse?**
263. **De der er litt vanskeligere på en måte. De er sikkert ikke så veldig mye vanskeligere, men de bare er formidlet litt.. vanskeligere eller.. også var det ikke svaralternativer.. så jeg måtte tenke før jeg så svaralternativene.**
264. **Hadde det vært lettere om du hadde hatt svaralternativene sammen med oppgaveteksten?**
265. **Det kan være at jeg hadde svart litt annerledes. Jeg tror ikke det, men sånn. Hvert fall på den her (C) kanskje.**
266. **Det så jo ut litt sånn. Noen ganger. At du hadde svart litt annerledes avhengig om du hadde fått alternativ eller ikke.**
267. **Mhm. Fordi hvis jeg ikke har alternativ så må jeg liksom tenke på forhånd, på en måte. Bare prøve å komme frem til en forklaring først. Og det er jo lurt, egentlig.**

268. Så du pleier ikke det nødvendigvis, hvis du har alternativer, ikke nødvendigvis: Hva er riktig svar? Men du prøver å finne..
269. Jeg prøver det, også liksom holde over alternativene først, og kommer frem til en forklaring, og så se på|
270. |Det er en studieteknikk du bruker?
271. Ja, jeg har begynt med det i det siste da. Men det er litt vanskelig innimellom når du har det på PCen da, når spørsmålet kommer også har du svaralternativene rett under, så er det sånn.. neida. Skal prøve å ikke se på dem, men ser på dem læll.
272. Så det er en bevisst studieteknikk du har lagt til deg i det siste.
273. Ja.
274. Hva er grunnen til det da?
275. Det er jo for at da, får jeg liksom reflektert over på forhånd hva jeg kan og, hva jeg mener er rett. For når jeg bare leser svaralternativene så er det sånn: ja, det kan jo være rett, og det kan jo være litt rett, og.. sånn der. Men hvis jeg har en grunn på forhånd da, så er det litt lettere å finne det rette svaralternativet etterpå.
276. Blir du mindre usikker da når du.. når du har gjort deg opp en mening på forhånd for før du ser alternativene?
277. Litt. Men samtidig så er det litt sånn at når jeg ser svaralternativene så blir jeg litt sånn, det kan jo egentlig kanskje være det her og da.. men..
278. Jeg tenkte på om det var en bevisst handling du gjorde, den studieteknikken for å motvirke at du ble usikker.
279. Ja, jeg prøver jo det. For det er jo.. for det gjør meg jo sikrere på noen alternativ, men noen ganger så har du noen alternativ som er ganske likt, og da blir jeg jo litt sånn.. nei.. men.. jeg har funnet ut at det er jo litt lurt.. å prøve å svare på det før svaralternativene.
280. **Hva er det med disse oppgavene som er likt/ulikt?**
281. Det som er likt er jo at det handler litt om det samme da. Det er jo.. det som er ulikt er jo at de er jo på en måte.. de er jo ikke formulert på en annen måte, men... samtidig som er dem litt det. Det er litt mer at du må.. tenke deg til det, og at det kan ha på en måte flere tema i en oppgave. Enn, hvis du.. gjør oppgaver i boka da, så kan det være litt sånn at, det er det her temaet, da er det det du svarer på, mens hvis du ser eksamensoppgaver og kanskje de her (CCI), så er det dratt inn litt flere temaer; du må tenke litt på bindinger og du må tenke litt på det og på det og på det og..
282. Så du tenker at de (CCI) ligner litt på eksamensoppgaver?
283. Litt. Ja. Føler det hvert fall.
284. **Hvilken type oppgaver opplever du at du mestrer?**
285. Heller regneoppgaver enn å forklare.
286. Så du vil heller ha regneoppgaver enn å forklare?
287. Ja! Mye heller regneoppgaver enn å forklare.. hehe.
288. Hvorfor det?
289. Jeg er veldig sånn.. jeg er ganske dårlig til å forklare, og i tillegg så er det at jeg er veldig to streker under svaret person, så da vil jeg ha det. Der har du svaret. Du kan ha to streker under svaret på en forklaringsoppgave og, men du kan forklare den på ganske mange forskjellige måter. Og ofte når jeg forklarer så blir jeg litt.. e.. litt forvirra av meg selv og litt usikker da.. kan bli litt mer usikker av å forklare enn av å regne.
290. Blir du litt distraherert av noen tanker kanskje?
291. Ja, det er.. Jeg kan merke det innimellom når jeg skal forklare noe til meg selv, så blir det litt sånn.. nei, men kanskje det ikke stemmer det her, også blir jeg.. ja..
292. Så du liker regneoppgavene?
293. Ja.

294. **Hvorfor er de oppgavene greie?**
295. Det er to streker under svaret. Det er litt sånn rett frem.
296. **Hvilke typer oppgaver oppleves for deg som vanskelig?**
297. Forklare.
298. **Hvorfor er slik (forklare) oppgaver vanskelige?**
299. Jeg er dårlig til å forklare. Også vet jeg ikke om jeg er.. Kanskje ikke nok kunnskap til å forklare, også blir jeg kanskje litt forvirra av meg selv. For uansett om jeg tror at sånn, det er det og jeg tror jeg kan forklare det her så er det en eller annen tanke som kommer i hodet mitt, også bare.. nei.. mm.. (negasjon mm) ikke rett.
300. **Hva er din mening om oppgaver som baserer seg på kjemiske fenomen?**
301. Nei jeg vet ikke om jeg har noen mening om det.
302. Nå er jo dette (peker på A) en oppgave som tar for seg et kjemisk fenomen, fra væske til gass, du har ikke noen mening om sånne oppgaver?
303. Nei, egentlig ikke.
304. Er de lette, er de vanskelige eller?
305. ...
306. Avhengig?
307. Ja, litt avhengig.
308. **Hva er din mening om oppgaver som utfordrer forståelsen?**
309. Nei!
310. 'Nei!'
311. Hehe. Nei, jeg er ikke så glad i dem nei, egentlig ikke.
312. 'Ikke så glad i dem nei'
313. De er jo lure, fordi du må jo forstå det, men e.. bare.. nei.. det blir så mye vanskeligere.
314. 'Lurt men vanskelig'?
315. Mhm.
316. **Hva er din mening om oppgaver hvor du må regne deg frem til svaret?**
317. De liker jeg.



## Elev D

### Sitater:

## Oppgave 7

### Del I: Oppgave

1. **Hvordan vil du beskrive bildet av ammoniakk-gassen?**
2. Altså jeg kan jo si det jeg tenker først da
3. Ja.
4. Jeg tenker hvert fall at når du sammenligner.. ee.. altså når jeg tenke, er det entropi det heter? Altså når det er fast, væske og gass så er det mest entropi i gassen, altså at det flyr flere partikler som går rundt og.. høyere energi da tenker jeg i for eksempel gassen.. i tillegg så er det H<sub>2</sub> og for eksempel klor med sånt to tall skulle jeg til å si.. tenker jeg.. så det kommer til å være sånn partall.. hvis.. og flere molekyler og da tenker jeg..
5. **Kan du tegne slik du ser for deg bildet av gassen?**
6. Jeg tenker hvertfall H.. at det vil være en blanding av H<sub>2</sub> og.. N<sub>2</sub>, jeg er ikke helt sikker, men det er det eneste jeg kommer på skulle jeg til å si.
7. Bare skriv det du tenker.
8. Ja.

### *Tegner*

9. Også flere da..
10. Flere?
11. Ja, altså antall, flere enn det der (peker på molekyler i tegning) tenker jeg.
12. **Kan du forklare hvorfor du tegnet bildet slik?**
13. Hvorfor det er sånn parvis, så tenker jeg at det, de fleste gassene jeg kommer på eller vet om da er H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, at de er samme av hvert tenker jeg. Og at det med at det er flere molekyler, så tenker jeg det med entropien, at høyere energi flere som kolliderer, og mer.. høyere grad av uro skulle jeg til å si.
14. Uro?
15. Ja, nå husker jeg ikke helt hvordan jeg skal definere entropi, men at det, ja mer på en måte rot, skulle jeg til å si.
16. Uorden? Kanskje det var?
17. Njaa.. (ingen umiddelbart samtykke) Ja.
18. **Kan du forklare hvilke kjemiske elementer du mener tegningen presenterer?**
19. Som jeg sa, entropi
20. Entropi ja?
21. Ee.. entropi, tenker jeg.. kinetisk energi tenker jeg..
22. Ja... Hva har den kinetiske energien med bildet å gjøre da?
23. Eeh.. sånn helt, akkurat fra bildet vil det jo ikke gjøre noe, men.. når det er i bevegelse så tenker jeg, hvis du ser for deg et begerglass med gass så vil jeg tenke at det er flere molekyler som vil ha høyere fart..
24. Høyere fart enn?
25. Enn i hvert fall gassen da.. nei, en væskeform og en fastform. Sammenlignet med de to, så tror jeg den (gassformen) vil ha høyere kinetisk energi.
26. Er det andre kjemiske ting du ser ut fra figuren her?

27. Molekyler, men det er kanskje litt mer sånn generelt da tenker jeg.
28. Ja, men det er jo kjemi det.
29. Ja... På... Jeg husker ikke hva det heter med sånn.. tilstand.. kan jeg bare skrive sånne tilstander med (s), (g) og (l) skulle jeg til å si?
30. Jeg kan ikke svare på det, men ja... Tilstandssymboler heter det.
31. Ja!

## Del II: Alternativer

32. **Når du ser alternativene; hvilket bilde mener du er det riktige svaret på oppgaven?**
33. Jeg kan jo på en måte starte med å eliminere de jeg ikke tror..
34. Da bruker du pennen til å krysse vekk de du ikke tror.
35. Ikke Ben fordi det er det samme bildet som i oppgaven, heller ikke A.
36. Ikke A heller?
37. Nei. Heller ikke C. Fordi jeg tenker at gassmolekylene ikke er.. for eksempel jeg tenker at det hvite er H-atomer og at det ikke er der som singel, at det alltid opptrer som par, så derfor tror jeg ikke det er C. Og da står det mellom D og E... .. Vil jo si at den (D) og den (E) er egentlig det samme fordi.. hvis vi ser det der som.. det er det dobbelte av.. altså hvis det er tre der så er det seks av nitrogenene her.. og en og to her da.. så vil på en måte si det er det samme.. men som jeg sa på den forrige oppgaven|
38. Du mener forholdet er det samme?
39. Ja.
40. På D og E?
41. Ja. Jeg tenker at.. begge opptrer jo parvis som jeg sa da.. men ut i fra det jeg sa sist gang (del I).. så jeg på en måte at det er flere molekyler i gassen.. og derfor vil jeg egentlig tro E, men ellers er jeg egentlig usikker på de to da.
42. Du står mellom D og E?
43. Ja.
44. Hvis du skulle gått for en av dem da?
45. Da tror jeg hadde tatt sjans på E egentlig.
46. **Hva får deg til å velge nettopp dette alternativet?**
47. Hm... Jeg tror egentlig bare mest at entropien som jeg sa da; det er høyere grad av uorden det er flere molekyler og hvis det er flere molekyler så tenker jeg at det er flere kollisjoner i tillegg, og det er flest på E da, så da velger jeg den.
48. Du velger E på grunn av entropi og?
49. Flere molekyler som vil øke entropien da, i gass.
50. **Hvilke kjemiske elementer mener du bildet presenterer?**
51. Jeg tenker det samme som sist gang egentlig. Entropi i alle fall... Bevegelsesenergi og... kan jeg si H<sub>2</sub> og.. jeg tenker at den (N<sub>2</sub>) må være nitrogengass skulle jeg til å si..
52. Hva er nitrogen og hva er hydrogen der da?
53. Ut ifra det vi har lært å bygge med molekylsettene, så tror jeg de hvite er hydrogen.
54. Kan du sette pil på tegningen?

*Setter piler på tegningen*

55. Men så tenker jeg at det ikke stemmer med formelen NH<sub>3</sub> da, det gjør det ikke.. ut ifra bildet, om du ikke hadde visste om hva, om jeg ikke visste hvordan formelen til ammoniakk var, så hadde jeg gått for N<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>.
56. Men vet du formelen til ammoniakk da?

57. Ja,  $\text{NH}_3$ . Og det er jo derfor jeg ser at det ikke stemmer sånn.. helt der.. ja.. andre kjemiske elementer er... jeg kan jo skrive  $\text{NH}_3$ .. gass.. jeg tror egentlig det er alt.
58. **Sammenlign alternativet du valgte (E) nå med svaret du ga i starten (del I)**
59. Det ligner vel, men.. igjen så.. så klarer du ikke å skille.. hvis du sammenligner med den (tegningen del I) med den (D) og den (E). Da kan man ikke akkurat se om det er D eller E, siden det ikke stemmer med antall molekyler eller.. ja.. det er det jeg tenker. Ellers så stemmer jo den på forrige oppgave da (del I, tegning/svar)
60. Så hva ble konklusjonen på sammenligningen av de to?
61. Hm... At det stemte i hvert fall det jeg hadde tenkt da.. eh.. men det gjenstår som usikkert mellom dem to da (D & E), på grunn av.. at det oppstår som parvis, det stemmer, og det med at hydrogen er hvite og nitrogen svarte, det stemmer, men ikke antall.. ikke hvor mye det skal være da
62. Så hvordan det ser ut stemmer, men ikke nødvendigvis antallet?
63. Ja.

### **Del III: Svar Pre/Post**

64. **Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?**
65. Valgte jeg begge to? Altså første og andre mener du?
66. Det er det.
67. Her (C) tenkte jeg kanskje mer på at det var høyere grad av uorden, at det var flere molekyler, men ikke at det kunne oppstå, at de ikke kunne oppstå parvis da, at de kunne oppstå som singel, men det er jo sammenlignet med alle andre så er den liksom den eneste som ikke er parett med noen andre molekyler. Eh.. mens nå når jeg tenkte på nå.. når jeg valgte E.. så tenkte jeg på at D, at det måtte være flere og at det måtte være parvis.
68. Så du tenkte på antallet og at det måtte være parvis?
69. Ja, begge. Og nå tenker jeg også, kanskje muligens jeg satt og telte.. eh.. at det ble oppfylt  $\text{NH}_3$  og at det skulle være tre hydrogen og et nitrogen.
70. Så du tok hensyn til at du visste molekylformelen til ammoniakk?
71. Ja.
72. **Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå? Og hvorfor?**
73. Av dem to? Da blir det jo E da.. Og det er fordi at da har jeg tatt hensyn til flere.. kjemiske elementer som du sa. Enn bare antall.
74. **Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?**
75. De meste jeg tenker er at jeg ikke tok hensyn til alle de andre tingene, bare antallet da egentlig, det er vel det..
76. Har det noen påvirkning at du fikk vite hva du svarte tidligere, på C og E, når du skulle velge på nytt?
77. Felles er jo at.. antall.. så det hadde jeg jo alltid tatt hensyn til, men..
78. Så når du fikk vite at du hadde valgt C, så var det antallet|
79. |Det var alltid der, men nå fikk jeg på en måte vite at jeg måtte ta hensyn til andre ting i tillegg. Men det jeg la til grunn for å velge C da, ligger jo alltid igjen når jeg velger det (E) alternativet.
80. Så du tenker at|
81. |Jeg må oppfylle det kravet i tillegg.
82. Så kravet i C er også oppfylt i E, i tillegg til mer, det er det du egentlig sier?
83. Ja.
84. **Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?**
85. At det var den rekkefølgen liksom?

86. Ja.
87. Det viser vel bare det at.. kanskje neste gang da.. så vil jeg kanskje ta hensyn til andre kjemiske elementer som jeg ikke kom på nå. Så på den måten da, så tenker jeg på en måte mer grundig når jeg har tatt den samme oppgaven igjen. Som muligens kan påvirke.. og hvis jeg var veldig bestemt på den første så hadde jeg kanskje valgt det samme.

#### **Del IV: Fasit**

88. **Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?**
89. M.. det motstrider jo egentlig alt jeg sa da, det gjør det jo.. m... det er jo færre molekyler enn det væsken hadde da for eksempel.
90. Kan du skrive ned en stikkordsmessig forklaring på hvorfor A er rett?
91. Færre molekyler enn væske er det jo... Det andre er jo at det oppfyller kravet om at det skal være  $\text{NH}_3$  sammenlignet med det (C) og det (E).
92. Så da ender du opp med at det er  $\text{NH}_3$  og færre molekyler?
93. Ja, jeg tenker noe annet nå, om at det er større avstand mellom molekylene. Det har kanskje noe å si. At det er mer romlig på en måte fordi det er så få molekyler, men det stemmer vel ikke med det jeg sa tidligere med entropi og sånt.. så egentlig skjønner jeg ikke hvorfor det skal være riktig, men hvis jeg skal si noe ut fra fasiten så tror jeg det skal ha noe å si.
94. Kan du tenke deg hvorfor det er større avstand mellom molekylene?
95. Det ene er jo at det er færre molekyler, som gjør at de har større omgivelser rundt seg da.. enn hvis det hadde vært flere, da hadde det på en måte vært mer tettpakka og kanskje mer vært mer sånn fast form da.. det kan jo være noe og... jeg prøver å tenke om avstander har noe med Columbs lov tenker jeg.. for det har noe å si om kreftene øker når avstanden minker.. tror jeg det var.
96. Tar du fysikk?
97. Nei det har jeg ikke. Jeg har tatt fysikk 1 og kjemi 1.
98. Forsvinner det molekyler når det går fra væske til gass?
99. N..ja, tenker fordampning for eksempel. Og det kan jo være noe.. kanskje jeg skal skrive det opp.
100. 'Fordampning' ja
101. \*Da forsvinner jo\*..|
102. Hva er fordampning?
103. Da tenker jeg, når du for eksempel koker opp vann da.. at du ser jo på en måte utvikling av gass, eller damp da, når du koker opp vann, det er det jeg forbinder med fordampning i alle fall.
104. Hva skjer under koking av vann?
105. Molekylene får jo høyere, altså temperaturen stiger, så det vil jo si at de kolliderer... kan hende det har noe med at flere molekyler slår seg sammen og blir til gass, eller på en måte splitter seg da. Tenker jeg. Jeg er ikke helt sikker.
106. **Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?**
107. Du kan se på det som negativt og positivt, det at.. her så har du på en måte, flere alternativer som du vet er riktig, en av dem i hvertfall..
108. Når du ser alternativene?
109. Så vet du at et av dem må være riktige, i tillegg til at den (væskebilde i oppgavefiguren) og den (alternativ B) er akkurat det samme, så vet du at den ikke er et av.. altså det riktige svaret da..
110. Hva syntes du var mest utfordrende ved oppgaven?
111. Det var jo mest hvilke kjemiske elementer jeg skulle tenke da, hvilket som er riktig liksom.
112. Så utfordringen for deg var å identifisere hvilke kjemiske element du skal tenke på?
113. Ja, egentlig. For jeg vet ikke om jeg skal se for meg teoretisk eller mer i praksis.

114. Hva legger du i det?
115. Teoretisk så tenker jeg for eksempel at ok, jeg vet.. trekker frem noen eksempler at jeg vet at det finnes hydrogenatom som parvis, for eksempel klorgass og bromgass for eksempel, som oppstår parvis, da bruker jeg for eksempel den teorien, men i praksis så ser jeg for meg, for eksempel kokende vann da. Når det er gass så vil det være flere molekyler, eller jeg tenker mer på høyt trykk, gass er flere molekyler og flere kollisjoner tenkte jeg, men ettersom jeg så fasiten så ble jeg litt sånn forvirra skal man si|
116. |Ble du litt forvirra?
117. Ja, jeg vet ikke helt hvorfor det er riktig.

## Oppgave 24

### Del I: Oppgave

118. **Når du leser oppgaven danner du deg et mentalt bilde av det kjemiske fenomenet?**
119. Ja. Da tenker jeg på redoksreaksjoner og korrosjon. Og  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , eller egentlig alle de jern(III) forbindelsene danner jo rust. Og at korrosjon vil jo si at jern har oksidert da, at det har gitt fra seg elektroner, også tenker jeg at jern går først fra  $\text{Fe}^{2+}$  og  $\text{Fe}^{3+}$ . Og hvis du tenker på spenningsrekka så må det ha vært den med lavest reduksjonspotensiale som oksiderer lettest, så det har måttet reagere med luft og vann som mest sannsynligvis må være over jern på den spenningsrekka som gjør at jern oksiderer da. Og da tenker jeg ofte på de tiltakene som kunne ha blitt gjort for at jern ikke hadde rustet.
120. Du tenkte veldig mye du?
121. Ja, det er fordi vi nettopp har hatt temaet tenker jeg og.
122. Dere har 'nettopp hatt om det'?
123. Ja, eller første kapittel, men tentamen snart, så jeg har startet med repetisjon.
124. Så det er på grunn av repetisjonen du kom på|
125. |For det meste ja.
126. **Kan du tegne dette bildet?**
127. Hvis vi tenker at det der (tegning) er på en måte jernoverflaten, også er den våte bobla vann da... (tegner og skriver)... og da tenker jeg, da er jeg ikke helt sikker, men jeg tenker at.. kan jeg skrive reaksjonsligningen her eller må jeg skrive i bilder?
128. Det bildet du får opp i hodet er det bildet du kan tegne. Om det innebærer en ligning så skriver du det.
129. Ja.

*Tegner en modell som kan hentes ut fra læreverket*

130. Jeg tenker i hvert fall at jern vil jo ruste og oksidere til  $\text{Fe}^{2+}$ .. eh.. også danne andre jern(II) forbindelser som på en måte farger jernoverflaten rosa-brun, men så oksiderer den videre på grunn av den kontakten med  $\text{O}_2$  som er rundt her (viser rundt spiker på tegning) så vil den da gjerne oksidere videre til  $\text{Fe}^{3+}$ . I tillegg har vi  $\text{H}_2\text{O}$  som jeg da tenker er  $\text{H}^+$  og  $\text{OH}^-$ , og da vil  $\text{Fe}^{3+}$  reagere med  $\text{OH}^-$  og danne forbindelsen jernhydroksid kanskje.. i alle fall en jern(III) forbindelse som da vil danne bunnfallet som ruster.. som gjør at det gror flekker og ikke bare fargen på rust.. på jernet. Det er egentlig det jeg så for meg.
131. Alt dette så du for deg da du leste oppgaven?
132. Ja. Jeg vil jo si at for det meste er, når jeg leste den, så fikk jeg på en måte hodet, jeg så på en måte i læreboka da, så jeg koblet på en måte til det.
133. Står det bildet der i læreboka?

134. Ikke akkurat det samme, men.. ja, ich.. men ikke akkurat det samme, der var det jo flere ligninger på hvor rusten vil skje og hvilke stoffer som er hvor, men det har ikke helt oversikt over så.
135. **Kan du forklare hvilke kjemiske elementer du mener tegningen presenterer?**
136. Hvis jeg tar med reaksjonsligninger og sånn så vil jeg si oksidasjon, rusten da som på en måte er bunnfallet eller.. ja.. jernforbindelsen.. så tenker jeg på.. eh.. når noe oksiderer så vil noe annet redusere, men bildet forklarer ikke akkurat det, det gjør det ikke...
137. Hva er det som reduseres da?
138. Det må jo være vann og luft på en måte reagerer sammen og reduserer da.
139. Så luft og vann?
140. Ja. Mens jern oksideres i to trinn.
141. Hva er det i luft som reduseres da?
142. Oksygen,  $O_2$  tenker jeg... Også har det jo på en måte noe å si om det for eksempel oppløste stoffer i vann, for eksempel salt, så vil det jo på en måte øke reaksjonsfarten, som gjør at det gjerne rust.. korroderer enda raskere.
143. Hvorfor det?
144. Jeg tenker at.. det virker på en måte som en katalysator kanskje, for eksempel hvis det er NaCl i vannet så vil kanskje noe av det, være på en måte et oksidasjonsmiddel som gjør at jern oksiderer raskere, men jeg er ikke helt sikker på hvorfor. Men jeg vet i alle fall at biler og sånt står i kontakt med, eller rett ved sjøvannet da så korroderer de raskere, men jeg har aldri tenkt over grundig hva det er som skjer for akkurat det saltet, gjør da.
145. **Hva er ditt svar på oppgaven?**
146. Massen... Jeg vil si at den øker egentlig. Fordi... jeg tenker at oksidasjon som vil gi ifra seg elektroner, så da mister det masse på den måten, men i tillegg så danner den...|
147. |Hvor mye masse har et elektron?
148. Det er ikke mye i det hele tatt. Så kanskje det ikke teller så mye, men i tillegg så dannes jo det der FeOH forbindelsen som på en måte er bunnfallet eller rusten som legger seg på jernspikeren og på den måten så vil massen øke på jernspikeren.
149. Så forklaringen er summert opp?
150. At den vil øke fordi  $Fe^{3+}$  som har oksidert fra jern vil deretter reagere med  $OH^-$  og danne forbindelse som er da, rusten da, som legger seg på jernet.

## **Del II: Alternativer**

151. **Når du ser alternativene; hvilket alternativ mener du er det riktige svaret på oppgaven?**
152. C. At massen vil være større enn til den opprinnelige spikeren ja.
153. **Hvorfor velger du nettopp dette alternativet?**
154. Hvis vi ser på B så mener jeg at massen vil endre siden det er.. elektronene er jo liten men det er jo på grunn av at elektronene vandrer, gir ifra seg og tar i fra seg, og så deretter gjør at den reagerer med andre stoffer som gjør at den da danner rust for eksempel og fargingen jeg snakket om og  $Fe^{2+}$ , og derfor mener jeg at det vil være en masseforskjell, så B er feil tenker jeg. Den mener jeg også er feil, og det er jo fordi.. jeg har på en måte ikke forklaring på det men... ja, jeg tror alle opplysningene er gitt for det meste egentlig.
155. Så da går du for?

156. Da går jeg for egentlig C; A og C er jo egentlig motsatte, men som jeg sa i stad da så, at Fe(III) forbindelsen som legger seg på, rusten, et ekstra bunnfall på en måte, som gjør at massen øker.
157. Ok.
158. Hvis det ikke hadde vært C så måtte det ha vært A da, mener jeg i alle fall.
159. **Hvilke kjemiske elementer mener du alternativet representerer?**
160. **Sammenlign svaret du ga først (del I) med det alternativet du mener er rett.**
161. Det stemmer nå helt skulle jeg til å si.

### **Del III: Svar Pre/Post**

162. **Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?**
163. A'en så er det jo bare at jeg tenke mer på elektronene, fordi jeg.. akkurat nå tenkte jeg i tillegg til.. en lignende oppgave hvor det var oksidasjon og reduksjon i elektrolyse eller galvanisk celle det husker jeg ikke, men det var snakk om.. siden oksidasjon og det gir fra seg elektronene så minker massen der også øker massen på den andre, tenker jeg. Men jeg tenkte ikke på at  $Fe^{3+}$  som er, som er egentlig i den forbindelsen i rusten som legger seg, så vil på en måte jernet øke da, i massen. Det er på en måte det samme på A da, at jeg ikke tok hensyn til de to. På første tok jeg vel mer på elektronene, men her (intervju) okei, elektronene veier vel egentlig ikke så mye, så det er rusten det her er snakk om så derfor C.
164. **Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå? Og hvorfor?**
165. Fremdeles C. Ut ifra alle forklaringene jeg har gitt.
166. **Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?**
167. Det viser jo forskjellen om at jeg tenkte mer elektroner her (ref. CCI) og her (intervju), oppgaven virket litt mer klar nå da, hadde det ikke travelt, og nå leste jeg den nøye og fikk god tid, og da var det rusten som stod mer i fokus hos meg da, som gjorde at jeg valgte C nå.
168. Du nevnte i stad at du hadde lest til tentamen, vil du si det hadde noen påvirkning?
169. Ja, jeg vil si det ja. Altså, jeg vet jo hva rust er sånn generelt, men at jeg på en måte vet hvilken forbindelse som danner rust, hva rust egentlig er. Da tenker jeg på de kjemiske elementene og formlene så føler jeg at det hjalp meg til å finne riktig alternativ, som jeg mener er C da.
170. **Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?**
171. Det er jo litt som i stad da at jeg har tatt hensyn til flere kjemiske elementer. Og for min del da så hadde jeg bedre tid til å lese gjennom oppgaveteksten nøye.

### **Del IV: Fasit**

172. **Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?**
173. Det er jo det jeg har forklart tidligere da, trenger jeg å forklare det igjen?
174. Nei, det er greit at du refererer til forklaringen du har gitt for C tidligere.
175. **Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?**
176. Jeg syntes egentlig ikke den var så utfordrende. Det var jo bare, selve oppgaveteksten, om du mente om jeg skal bare tenke på, sånn rent kjemisk; oksidasjon eller reduksjoner eller om jeg skal tenke om det er rusten det er snakk om, rusten som legger seg på. Om det er bunnfall eller ikke må jeg kanskje vite om det har vært en rusten løsning, men det er jo ikke det, men om det har bare vært farging så hadde ikke massen økt, siden jeg visste at rust, bunnfall og det øker så vil vel C være den, eller så er det ingen andre utfordringer jeg ser i oppgaven da.

177. Du nevnte oksidasjon, og så satt du det i motsatt ende av det du mente var; "å tenke på rusten"
178. Ja det er to forskjellige ting, skal du bare tenke på sånn teoretisk eller praktisk da, du vet jo at med rust så dannes det jo sånn flekk og på en måte bunnfall da, og da øker jo massen.
179. Så du ser for deg spikeren..|
180. |Ja, det eller rent teoretisk|
181. |Holdt den i hånda eller? Når du sier praktisk da, hva legger du i det?
182. Da ser jeg for meg bilde av ting som jeg vet har rusta; for eksempel sykkel og.. ja, sånne praktiske ting som bil og jern og sånt, som jeg ser til daglig.
183. Så enten så tenker du på den dagligdagse|
184. |Ja, eller sånn rent teoretisk da, sånn elektroner|
185. |Ok, så|
186. |Mikronivå og sånt på en måte.
187. Hva er det du legger i mikronivået?
188. Mikronivået, så tenker jeg for min del vil det være det når jeg snakker om sånn grundig; altså du vet at noe ruster FORDI det er i kontakt med luft og vann, det vil jeg på en måte si er makronivået, sånn overfladisk, mens mikro; forklare hvorfor, da tar du frem elektroner, oksidasjon, reduksjon og spenningsrekke og sånt da.
189. Er det det samme som du nevnte 'praktisk' og sånt?
190. Eh.. ja.. for det meste, bare at mikronivået vil det være, ja.. jeg vil si det nesten er det samme ja.

## Oppgave 30

### Del I: Oppgave

191. **Når du leser oppgaven hvilke kjemiske elementer tenker du først på da?**
192. I så fall er jeg usikker på om det er snakk om strukturmessig at det ligner på hverandre eller at en annen egenskap; fysisk eller kjemisk egenskap. Fysiske så vil jeg si at det er ulike fordi det står her at vann er væske ved romtemperatur, men ikke hydrogensulfid. Så det er på en måte tre ting jeg tenker på: fysiske og kjemiske egenskaper og struktur.
193. Det er de tre tingene du tenker på?
194. Ja.
195. Kan du begynne med den første da?
196. Fysiske vil jo si smeltepunkt og kokepunkt og sånt. Og her står det jo at ved romtemperatur er vann væske, det tar for seg, det er klart at de fysiske egenskapene er ulike i så fall da. Også regner jeg med at dere (ref. CCI) mener at de strukturmessig ligner på hverandre.
197. Underforstått at det det struktur de mener når de skriver at de ligner?
198. Ja. Kjemiske egenskaper da tenker jeg litt mer struktur. Og bindingene imellom og sånt. Ja, forskjellen her er jo at O'en og S'en, tenker jeg egentlig mest, og det vil være hydrogenbindinger inni. Kanskje det også er forklaringa mener jeg, H<sub>2</sub>O har jo hydrogenbindinger mellom O og H, mens det er ikke noe hydrogenbinding mellom hydrogensulfid og kanskje også mer upolart enn vann som er polart.
199. **Kjenner du til stoffene i oppgaven?**
200. Vann ja. H<sub>2</sub>S, ikke noe kunnskap om det nei.
201. **Hva er ditt svar på oppgaven?**
202. Jeg klarer ikke komme frem til en konklusjon, men jeg tror det har noe med hydrogenbindingene å gjøre i hvert fall.
203. Så du identifiserer hydrogenbindingene som en del av forklaringen.



204. Ja.
205. Hva tenker du på når du snakker om hydrogenbindingene?
206. Hvis jeg ikke tar feil, så dannes hydrogenbindingene mellom H og O. Som er en svak binding.. eh.. hydrogenbindinger kan også dannes med nitrogen, oksygen og fluor. Og i tillegg er det en svak binding, men den er sterk til å være svak. Og den er polar. Som i vann som gjør at vann er polart. Hydrogensulfid, jeg skulle kanskje ha visst mer om det stoffet da, for å forklare, det er i hvert fall ikke hydrogenbindinger, som gjør den upolar, når noe er upolart så kreves det mindre energi, altså det er van der Waalske krefter inne i her, og da vil det si at det krever mindre, altså på en måte smeltepunktet, nå tenker jeg smeltepunkt, men for å bryte bindinger mellom så trengs det ikke så mye energi som det trengs i vann da.
207. Så du tenker at det er energien for å bryte bindingene?
208. Ja, som da igjen skyldes hydrogenbindingene.
209. Hvilke bindinger eller, hva er det bindinger imellom?
210. H<sub>2</sub>O'er og.. hva mener du?
211. Når du snakker om bindinger da er det ofte en ting som binder en annen?
212. Ja..
213. Hva er de to tingene som bindes?
214. Åja, om det er O og H eller?
215. Hvis du har en hydrogenbinding, hva har du binding imellom da?... Hva er det på hver sin side av bindingen?
216. Atomer skulle jeg til å si. H og O, også har du på en måte bindingen imellom.
217. Kan du tegne det, hvordan du ser for deg bindingen i|
218. |I vann for eksempel?
219. 'I vann for eksempel' ja.

*Begynner å tegne vannmolekyl*

220. Jeg husker ikke helt, men et tegn som gjør at det var litt positivt (på H) og litt negativt (på O). Og nå tenker jeg på at det er sånn dipolbindinger som jeg pleier å si. Jeg husker ikke hva det var, men det var at noe var svakt positivt og noe var svakt negativt.
221. Og hvor var bindingen du mente var hydrogenbindingen da? Kan du sette pil på bindingen?

*Setter pil på hydrogenbinding i tegning*

## **Del II: Alternativer**

222. **Når du ser alternativene; hvilket alternativ mener du er det riktige svaret på oppgaven?**
223. C vil jeg tro, ut ifra forklaringa jeg ga i stad. Det med hydrogenbindinga mellom O og H. Det er svake bindinger mellom O og H og S og H, vi har mange forskjellige svake bindinger, hydrogenbindinger som dannes mellom O og H er sterke for å være svake, mens de svake bindingene som er mellom S og H som er da de van der Waalske, upolart, de er veldig svake,
224. De van der Waalske hvor er de? (ref. tegning)
225. De var mellom S og H mener jeg.
226. **Hvorfor velger du nettopp dette alternativet?**
227. Det stod litt imellom.. altså B er det rett og slett at jeg ikke har så mye kunnskap om, jeg vet ikke den molare massen til svovel.. eh... men jeg vet jo i tillegg at.. jeg tror ikke den molare massen har så mye å si, det er selve strukturen egentlig. Jeg tror det er mer når man skal regne om, på støkiometri, det er egentlig det jeg tenker der. A så tenker jeg på sterke bindinger mellom vannmolekylene enn H<sub>2</sub>S, det er et alternativ jeg kunne ha valgt om jeg ikke hadde valgt C, men...

da tror jeg ikke, da er jeg igjen usikker på hvilke sterke bindinger det er i H<sub>2</sub>S molekylene da som gjør at jeg ikke velger A. Det er for det meste usikkerhet på de andre som gjør at jeg ikke velger dem, også i tillegg at jeg nevnte akkurat det som står her (C) som gjør at jeg velger C da.

228. **Hvilke kjemiske elementer mener du alternativet representerer?**
229. Hydrogenbindinger, svake bindinger, polart
230. Hvilke var de svake?
231. Begge er jo svake, men de svakeste er de mellom S og H, van der Waalske
232. Hva er en van der Waalske binding?
233. van der Waalske bindinger er i alle, men det dannes mellom upolare stoffer skulle jeg til å si. Jeg husker egentlig ikke så mye av det. Nå blander jeg sikkert litt, men at det forskyver seg litt, elektronskyer, at det forskyver seg litt mot midlertidig dipol binding eller et eller annet. Jeg bare forbinder med ord jeg leste fra i fjor, men jeg er ikke helt sikker.
234. **Sammenlign svaret du ga først (del I) med det alternativet du mener er rett?**
235. Jeg mener at det stemmer helt.

### Del III: Svar Pre/Post

236. **Her ser du hvilke alternativ du valgte tidligere på CCI. Hva tenkte du da du valgte disse?**
237. Det var egentlig den samme forklaringa. Ikke noe mer nei.
238. **Hvilke alternativ virker mest riktig for deg nå? Og hvorfor?**
239. C egentlig. Da henviser jeg bare til samme forklaring som tidligere.
240. Som er?
241. Det med hydrogenbindinger, det har noe med temperatur og egenskaper og gjøre da.
242. Temperatur nevnte du nå.
243. Ja altså det med romtemperatur, at ved romtemperatur så er det her stoffet ulikt med det andre da.
244. Informasjonen du får i oppgaven?
245. Ja.
246. Hva gjør du med den informasjonen som gjør at du kan velge C?
247. Eh.. det gjør at jeg tenker på bindinger, fordi når jeg får vite at for eksempel vann er ulikt ved romtemperatur enn hydrogensulfid, så tenker jeg at det har noe med bindingene å gjøre, om det er svake eller sterke, og når du på en måte øker temperaturen så bryter du jo bindinger, hvilke bindinger du bryter og da på en måte undersøker jeg mer på det da, og da får jeg vite at ok, det er sterkere bindinger på det ene enn det andre.
248. Hvilke bindinger er det som brytes?
249. Det er vel hydrogenbindingene.
250. Hva er det som bindes mellom hydrogenbindinger?
251. Det er vel elektronene tror jeg.
252. Ikke hva bindingene består av, men hva er det som bindes imellom? Hva er det som bindes imellom i en hydrogenbinding?
253. **At H og O, og på en måte bindingen imellom da?**
254. Ja, da er det H og O som bindes imellom hvis du mener det.
255. **Hvilken påvirkning har informasjonen om hva du svarte tidligere, på valget ditt nå?**
256. Ble mer sikker. Nå vet jeg, om det er riktig eller ikke det vet jeg ikke, men nå får jeg, at jeg tenkte det samme da, at jeg ikke var usikker imellom, at jeg ikke gjettet i hvert fall da.
257. **Nå får du vite hvilke alternativ du valgte på PRE, og hvilke du valgte på POST-test. Har denne informasjonen noen påvirkning på valget ditt?**

## Del IV: Fasit

258. **Nå får du se fasit. Hvorfor er dette alternativet rett?**
259. Hvis jeg ikke hadde valgt C da.. Jeg mener at det (A) på en måte er litt mer generell enn C. Det er sterkere bindinger imellom vannmolekylene, jeg sa jo det at hydrogenbindingene var sterkere, men den (A) skiller liksom ikke mellom svake bindinger som hydrogenbinding og van der Waalske, også er det en til tror jeg, og sterke bindinger som ione og metallbindinger og sånt. Så den (A) virker mer generell. Mens C det alternativet der forklarer litt mer hva det bindes og som gjør at den virker litt mer riktig da. Ellers er det samme forklaring egentlig.
260. Men nå var jo C feil da? Hva er det som kan være feil med C?
261. Jeg mener at det er den samme teorien som jeg sa ligger bak, bare at dere kategoriserer kanskje hydrogenbindinger som sammenlignet med begge to, det stemmer jo at det er sterkere binding mellom vannmolekylene enn H<sub>2</sub>S, bare at jeg følte at C på en måte gikk litt mer grundig og følte mer riktig ut da.
262. Fordi det (C) var mer spesifikk?
263. Ja.
264. Ser du hva som er feilen med C, sammenlignet med at du vet at A er rett?
265. Muligens det ikke er... nei egentlig ikke.
266. **Sammenlign svarene du har valgt tidligere med fasit og fortell meg; hva var utfordrende med denne oppgaven?**
267. Det var bare at jeg følte A var litt generell.
268. 'At A var litt generell'
269. Ja, litt mer overfladisk.
270. Men oppgaven i seg selv? Det var alternativene. Hvordan vurderer du oppgaven? **Hva syntes du var utfordrende med oppgaven?**
271. Jeg syntes ikke oppgaveteksten var særlig utfordrende, men det var bare det, med tidligere oppgaver at når du har flere svaralternativer så blir du litt usikker, spesielt når to svaralternativer ligner litt på hverandre, bare at den ene går mye grundigere da. Fordi A stemmer jo på en måte med C, ved at det er sterkere binding mellom O og H.. det må være mellom S og H som ikke stemmer da..
272. **Har du løst noen lignende oppgaver som denne før?**
273. Nei, ikke i det siste som jeg husker nei.
274. I undervisning eller?]
275. |Nei.
276. 'Ikke som du husker'.
277. Nei, eller på en måte, den undervisningen du hadde imellom med etanol, fordampning, hvorfor det fordampet raskere enn vann, hadde noe med polaritet å gjøre tror jeg. At vann var mer polart, mens etanol var mer upolart. Og da lettere å bryte bindingene som gjør at det fordamper raskere enn vann da. Det har på en måte en påvirkning, men det var ikke sånn at jeg tenkte direkte på den undervisningen. Så har vi jo hatt litt om polart og sånn da i kapittelet om næringsstoffer.

### **Avsluttende spørsmål:**

278. **Hvordan har det vært å løse slike oppgaver (intervjuutvalget), sammenlignet med oppgaver du vanligvis bruker å løse?**
279. Jeg føler det var, oppgavesettet tok opp mange ting som vi egentlig ikke tenker over, føler jeg da.
280. 'Tenker over', når da?

281. For eksempel, så følte jeg at det var sånn mye mer kjemi 1 pensum enn kjemi 2, som gjør at.. på en måte har glemt litt. Eh.. For eksempel jeg tenker ikke.. oppgaver som jeg løser nå i det siste, kjemi 2, så tenker jeg liksom ikke over hvordan molekylene ser ut, det har jo kanskje påvirkning, men jeg tenker i hvert fall ikke direkte på det nei.
282. Du må liksom prøve å huske hva du har lært tidligere for å løse de oppgavene her?
283. Ja.
284. Spesielt fra kjemi 1?
285. Ja.
286. **Hva er det med disse oppgavene som er likt/ulikt med oppgaver du er vant med å løse i undervisningen?**
287. Alternativer. Del 1 består ofte av sånne alternativer.
288. På eksamen?
289. Ja. Og for det meste sånne kapitteprøver.
290. Det er det som er likt?
291. Ja. Også er formuleringen av oppgavene ganske lik også.
292. **Hvilken type oppgaver opplever du at du mestrer?**
293. Da er det vel.. alternativsoppgaver.
294. Hvorfor er disse typen oppgaver greie?
295. Hvis du på en måte ikke har vet hvilke kjemiske elementer du skal tenke på, så kan det på en måte gi pekepinn på at nå skal jeg tenke på det og det. Mens når det er så fritt som det der (del I, oppgave A). Så må du tegne og, kommer opp med kjemiske elementer selv da.
296. **Hvilke typer oppgaver oppleves for deg som vanskelig?**
297. Sånne som oppgave A. Eller sånne oppgaver hvor du må tegne eller finne på kjemiske elementer selv.
298. Når du må komme opp med den kjemiske teorien uten å få hint?
299. Ja.
300. **Hvorfor er slike (forklare) oppgaver vanskelige?**
301. Det er jo som jeg nevnte tidligere at jeg ikke får noe hint om hva jeg skal tenke på. Mens flervalgsoppgaver, selv om det for eksempel kan gi to forskjellige hint, så kan du tenke begge veier, og muligens kan de motsi hverandre og den ene er mer riktig enn den andre.
302. Da kan du eliminere?
303. Ja. Det er lettere.
304. **Hva er din mening om oppgaver som baserer seg på kjemiske fenomen?**
305. Jeg syntes bare det er positivt, for det gir jo hvert fall litt pekepinne, for sånn som her da (oppgave A, del I) så gir det hvert fall at det er fra væske til gass jeg må tenke. Siden det er alle fall er små hint i oppgaver om kjemiske elementer så hjelper det mer. Mens flervalgsoppgaver hjelper et hakk mer.
306. **Hva er din mening om oppgaver som utfordrer forståelsen?**
307. Det viser jo at du skal klare å trekke sammenhenger mellom alt det du har lært. Selv om vi har lært om bindinger i kjemi 1 så får vi oppgaver hvor vi må trekke sammen det, og ting du lærer i kjemi 2 som reduksjon og oksidasjon og bindinger og alt da, så må du binde sammen alt du har lært på en måte. Ikke tenke ensrettet.
308. Nå beskrev du jo forståelsesoppgavene, men hva synes du om dem?
309. De er bra fordi du får vist en eller annen side, selv om svaret ikke er rett da.
310. **Hva er din mening om oppgaver hvor du må regne deg frem til svaret?**
311. Jeg syntes i hvert fall det er bra med en blanding av regning og sånn teoriforståelse, jeg syntes også det bare er positivt.
312. Hva synes du om regneoppgaver alene da?

313. Da er jeg litt negativt til det på en måte, fordi en liten regnefeil kan ødelegge for hele svaret da, selv om du kan hele stoffet. For eksempel gjeldene siffer kan trekke deg ned, eller smådesimaler. Men hvis det er en blanding av hvorfor og regning så får du jo vist begge sidene da. Både skriftlig da skulle jeg til å si og regninga di.
314. Du liker begge deler?
315. Ja.