

Michiel Vogelezang

EEN ONVERDEELBARE EENHEID



EEN ONVERDEELBARE EENHEID MICHEL VOGELEZANG

CD-B WETENSCHAPPELIJKE BIBLIOTHEEK

Onder redactie van:

Dr. P.L. Lijnse

Prof. dr. A. Treffers

Dr. W. de Vos

Dr. A.J. Waarlo

1. Didactiek in Perspectief
redactie: P.L. Lijnse en W. de Vos
2. Radiation and Risk in Physics Education
H.M.C. Eijkelhof
3. Natuurkunde-onderwijs tussen Leefwereld en Vakstructuur
R.F.A. Wierstra
4. Een onverdeelbare Eenheid
M.J. Vogelezang

Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen
Rijksuniversiteit Utrecht
Postbus 80.008
3508 TA Utrecht

EEN ONVERDEELBARE EENHEID

Band 2
Bijlagen

Omslag: A. Lurvink, OMI-RUU
Layout: André Drenth
Druk: FEBO - Enschede
Copyright: M.J. Vogelezang, Utrecht 1990.

ISBN 90-73346-06-1

INHOUD

Bijlagen

1 Niet-gebruikelijke chemische termen	1
2 Globale informatie K-deel	5
3 Enige opdrachten uit het K-deel	9
4 Tabellen genoemd in 5.3.4.2	17
5 De oorspronkelijke versie van K 3 - 1 en 2	19
6 De veranderde versie (nu K 3 - 1, 2 en 3)	21
7 Tekst van K 6 - 9 t/m K 7 - 3	23
8 Over de protocollen	33
9 Protokol 3	35
10 Protokol 4	37
11 Protokol 5	39
12 Protokol 6	47
13 Protokol 7	51
14 Protokol 8	53
15 Protokol 9	57
16 Protokol 10	65
17 Protokol 11	71
18 Protokol 12	77
19 Protokol 13	83
20 Protokol 14	87
21 Protokol 15	89
22 Protokol 16	91
23 Protokol 17	97
24 Protokol 18	101
25 Protokol 19	103
26 Protokol 20	109
27 Protokol 21	115
28 Protokol 22	123
29 Protokol 23	129
30 Protokol 24	135
31 Protokol 25	143

1. NIET-GEBRUIKELIJKE CHEMISCHE TERMEN

Niet, of niet meer gebruikelijke, chemische termen worden omschreven m.b.v. thans gangbare termen, of er wordt naar (een) andere term(en) uit de lijst verwezen.

De verwijzingen betreffen (een) paragraafnummer(s) waar het begrip ter sprake komt en eventueel wordt toegelicht.

Voor de verwijzingen naar het K-deel zie bijlage 7.

Cupri/cupro: kwalitatieve aanduiding van de twee positieve toestanden van koper; in symbolen weergegeven met $\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}^{+}$ (6.1.3.2).

Derde equivalentgetal (zie ook: equivalentgetal): bij een element met drie toestanden is het derde equivalentgetal het equivalentgetal dat hoort bij die toestandsverandering waarbij de grondtoestand niet is betrokken. Bijv. $\text{Cu}^{+2} \rightarrow \text{Cu}^{+}$ (5.2.1.4; 6.1.3).

Dulong en Petit, wet van: 'konstante' warmtecapaciteit per mol vaste, enkelvoudige stof (5.3.3).

Eén-tot-één gasreactie: een reactie tussen stoffen in gasvorm waarbij het element waarop de aandacht is gericht, slechts voorkomt in één uitgangsstof en in één ontstane stof (2.1.2; 3.3.4).

Eenvoudige redoxreactie: een redoxreactie waarbij één of twee elementen zijn betrokken, die daarbij beide van toestand veranderen (5.3.3).

Element: datgene dat bij de chemische reactie geen verandering ondergaat (Mendelejeff); behouden blijft, d.w.z. noch kan verdwijnen noch kan ontstaan (Ten Voorde) (5.3.1).

Elementeenheid: elementmassaportie-per-volume-eenheid of anders gezegd: elementmassaportie-per-standaardvolume (8.1.1; K6-14).

Elementgetal: de relatieve atoommassa genormeerd op die van waterstof als 1 (5.3.3); Mendelejeff sprak over 'elementairgewicht' (5.3.1).

Elementgroepering: aanduiding voor een chemische stof als de nadruk niet zozeer ligt op de chemische eigenschappen maar op de kwalitatieve (en kwantitatieve) samenstelling uit elementen (5.3.4.2; 7.1.3).

Elementhoeveelheid: bij een atoomsoort horende molmassa; zoveel gram van het element als het elementgetal bedraagt (8.1.1).

Elementindividu: zie stofindividu (3.1.2).

Elementmassaportie: zie massaportie (8.1.1; na K6-13).

Elementmassaverhoudingsgetal: zie verhoudingsgetal.

Enkelvoudig redoxkoppel: overgang van enkelvoudige stof naar enkelvoudig ion, of overgang tussen twee enkelvoudige ionen.

Enkelvoudig stofindividu: een stof die slechts uit één element bestaat (7.2.1).

Equivalentgetal van een redoxkoppel t.o.v. een ander redoxkoppel: (massa)-verhoudingsgetal van een redoxkoppel t.o.v. een ander, genormeerd op het verhoudingsgetal van H^0/H^{+} als 1 (5.3.3).

- Ferri/ferro:** kwalitatieve aanduiding van de twee positieve toestanden van ijzer; in symbolen weergegeven met $\text{Fe}^{(F)}^+/\text{Fe}^+$ (5.2.1.4; 6.1.1).
- Formule-eenheid:** stofmassaportie per standaardvolume (na K6-19); vgl. met 'element-eenheid'.
- Formulegetal:** de relatieve molekuulmassa genormeerd op het elementgetal van waterstof als 1 (8.1.1; na K7-2).
- Formulehoeveelheid:** de massa van 1 mol; zoveel gram van de stof als het formulegetal bedraagt (8.1.1; zie K7-3; 7.1.3).
- Gay-Lussac, wet van:** volumeverhoudingen (z.t.p.) bij gasreacties zijn weer te geven met eenvoudige, gehele getallen (3.1.3).
- Gramequivalent:** zoveel gram van een enkelvoudig redoxkoppel als zijn equivalentgetal bedraagt (5.3.3). Een gramequivalent is afweegbaar als bij het redoxkoppel de enkelvoudige stof is betrokken.
- Grondtoestand van een element:** de enkelvoudige stof. Bijvoorbeeld voor waterstof kwalitatief aangeduid als H^0 (5.3.3). Eventuele allotrope vormen worden hierbij niet als verschillende grondtoestanden opgevat.
- Hergroeperen van elementen:** andere zegswijze voor chemische reactie (inleiding K7; 7.1.3).
- (Massa)equivalentgetal:** zie equivalentgetal (6.1.2).
- Massagetal van een element:** het elementgetal (5.3.3).
- Massaportie:** kleinste massa van een element die vergelijkenderwijs in gelijke volumes van verschillende met dat element samengestelde stoffen wordt aange troffen bij (gas)reacties (5.3.4.3; na K6-13). Dit is het "Atom" van Cannizzaro of van Kekulé (1.1 en 3.2.3).
- Massaverhoudingsgetal:** zie verhoudingsgetal (3.1.1; 5.3.4.3). Wordt gebruikt om tegenstelling tot volumeverhoudingsgetal te benadrukken.
- Maximaal verdeelde element:** term gebruikt in het betoog van 3.3.4. Heeft dezelfde betekenis als 'massaportie'.
- Portie:** zie massaportie (2.1.2; 3.3.4; 5.3.4.3; 7.1.3; 7.2.2).
- Proust, wet van:** konstante samenstelling van de verbindingen (3.1.1).
- Reactie-individu:** zie stofindividu (3.1.1).
- Reeks van equivalentgetallen/elementgetallen/(massa)verhoudingsgetallen:** deze getallen naar opklimmende grootte gerangschikt (5.3.3; 5.3.4.3; 6.1.2; 8.1.1).
- Samengesteld stofindividu:** verbinding, een stof opgebouwd uit twee of meer elementen (3.1.1).
- Standaard(gas)volume:** een zeker volume van een ideaal gas bij een bepaalde druk en temperatuur. De grootte van volume, druk en temperatuur is gedurende het betoog niet belangrijk, wel dat deze groottes niet veranderen (3.3.4).
- Stofindividu:** gebruikt om verschillen tussen diverse stoffen te benadrukken (2.2.1).
- Toestand(sverandering):** bij een element worden verschillende toestanden onderscheiden. Daartussen kan een overgang plaats vinden, waardoor de toestand verandert (5.3.1).
- Valentie:** de elektrovalentie van een element (5.3.3).
- Verdeelbaarheid:** het aantal atomen van een element in een molekuul (8.1.1; na K6-14; 7.2.3). Zie ook 'maximaal verdeelde element'.

Verdeelbaarheidsformule: molekuulformule (8.1.1).

Verdunbaarheid, chemische: de maximale waarde van q/p (zie: 3.3.4) van het betreffende element in de stof A (3.3.4; 5.3.3; 7.2.1; 7.2.2).

Verdunbaarheidsformule: molekuulformule (5.3.3).

Verhoudingsgetal: elementgetal of equivalentgetal zonder nadruk op normering op het elementgetal of equivalentgetal van waterstof als 1 (3.1.1; 5.3.3).

Volumeverhoudingsgetal: één van de getallen die voorkomt in een gegeven volumeverhouding bij een (gas)reactie.

2. GLOBALE INFORMATIE K-DEEL

HOOFDSTUKTITELS

- K 1. Hoeveelheden bij reacties
- K 2. Verhoudingsgetallen van elementen
- K 3. Verhoudingsgetallen van toestandsveranderingen
- K 4. Equivalentgetallen van toestandsveranderingen; de Faraday
- K 5. Elementgetallen bij metalen
- K 6. Kwantitatieve regelmaat bij reagerende gassen
- K 7. Elementgetallen, formulegetallen; verdunbaarheidformule
- K 8. Het elementgetal van koolstof; formulebepaling van organische stoffen
- K 9. Het formulegetal van niet-elektrolyten uit de vriespuntdaling
- K 10. Formules van elektrolyten

MOTTO'S VAN K 1 TOT EN MET K 7

K1 HOEVEELHEDEN BIJ REAKTIES

Nadat we ons in het S-deel hebben beziggehouden met *kwalitatieve* aspecten van scheikundige reacties zoals:

- welke stoffen/reagentia reageren en op welke wijze ze dat doen;
- welke soorten reacties daarbij te onderscheiden zijn;
- hoe het verloop van reacties beïnvloed wordt door verandering van temperatuur;
- welke rol elektriciteit bij bepaalde soorten reacties speelt;

gaan we ons in de K-reeks bezig houden met *kwantitatieve* aspecten van chemische reacties.

Als eerste gaan we in K1 enkele regelmatigigheden (wetten) formuleren die blijken te gelden als we letten op de hoeveelheden stoffen die bij reacties betrokken zijn.

K2 VERHOUDINGSGETALLEN VAN ELEMENTEN

In de volgende opgaven blijven we ons bezighouden met de wet van Proust. Daarbij ontdekken we dat we waarschijnlijk op een eenvoudige wijze een overzicht kunnen krijgen over de verhoudingen waarin de elementen onderling reageren.

K3 VERHOUDINGSGETALLEN VAN TOESTANDSVERANDERINGEN

Het perspectief van K2, één reeks verhoudingsgetallen voor alle elementen, wordt twijfelachtig als we gaan letten op elementen met meer dan

twee chemische toestanden. Het zal blijken dat door aanpassing van de betekenis van de getallen in de reeks ook deze elementen erin opgenomen kunnen worden.

K4 EQUIVALENTGETALLEN VAN TOESTANDSVERANDERINGEN; DE FARADAY

Bij het berekenen van de hoeveelheden stoffen die bij redoxreacties betrokken zijn, is het praktisch gebleken dat

- iedereen met dezelfde reeks verhoudingsgetallen werkt;
- we nagaan hoe binaire samengestelde stoffen bij deze reeks betrokken kunnen worden;
- we enige, in het bijzonder voor deze berekeningen ingevoerde begrippen bespreken.

Tenslotte beschouwen we bij deze redoxreacties het verband tussen de hoeveelheid stof en de hoeveelheid overgedragen elektriciteit.

K5 ELEMENTGETALLEN BIJ METALEN

In K2 konden we een aantal elementen rangschikken volgens bepaalde massaverhoudingsgetallen, betrokken op redoxreacties. Ieder verhoudingsgetal leek een kwantitatieve eigenschap van het element aan te geven. In K3 bleek echter dat dit niet algemeen geldt, maar dat zo'n massaverhoudingsgetal slechts een kwantitatieve eigenschap van een bepaalde toestandsverandering van een element aangeeft. We kunnen dus aan een elementsymbool niet zonder meer één getal toekennen dat verband houdt met de verhouding waarin de massa van dit element betrokken is met de massa's van andere elementen bij reacties.

In dit hoofdstuk zullen we op zoek gaan naar zo'n getal, het zogenaamde elementgetal, omdat dit een algemeen gebruikt hulpmiddel is geworden bij het kwantitatief formuleren van reactieschema's.

K6 KWANTITATIEVE REGELMAAT BIJ REAGERENDE GASSEN

Door op *massaverhoudingen* waarin elementen met elkaar reageren te letten, konden we komen tot (massa)equivalentgetallen voor een reeks elementen (K1 t/m K4).

In K5 ontwikkelden we het begrip elementgetal dat verband houdt met de *massaverhouding* tussen reagerende elementen en dat we dus vollediger elementmassaverhoudingsgetal zouden kunnen noemen. Van de besproken keuzemogelijkheden voor dit getal bleek die, bepaald door de regel van Dulong en Petit, de zinvolste. Zo kwamen we tot een systeem van elementgetallen en valenties voor metalen en enkele niet-metalen. Voor de groep van de niet-metalen als geheel konden we niet tot een uitspraak over de grootte van hun elementgetal komen.

In dit hoofdstuk zal gelet worden op de *volumeverhoudingen* bij chemische reacties tussen gasvormige stoffen. De hierbij gevonden *regelmatigheden* zullen in K7 gebruikt worden om ook voor de niet-metalen tot element(massaverhoudings)getallen te komen.

K7 ELEMENT- EN FORMULEGETALLEN; VERDUNBAARHEIDS-FORMULE

In K5 voerden we, in verband met *massaverhoudingen* tussen reagerende elementen, het begrip 'elementgetal' in. Met behulp van de regel van Dulong en Petit konden we voor metalen de waarde ervan bepalen. Dit gaf de mogelijkheid om bij redoxreacties tussen metalen het reactieschema, waarin kwalitatieve formules gebruikt worden, om te vormen in een reactievergelijking, met kwantitatieve formules en coëfficiënten (K5-5).

In K6 letten we op *volumeverhoudingen* bij chemische reacties tussen gasvormige stoffen. De hierbij vastgestelde *regelmatigheden* zijn geformuleerd in de chemische wet van Gay-Lussac en in het begrip 'chemische verdunbaarheid'.

De in K5 en K6 ontwikkelde begrippen willen we nu gaan gebruiken bij het opstellen van reactievergelijkingen voor reacties tussen gassen. Ingevoerd worden o.a. de begrippen 'verdunbaarheidsformule', 'formulegetal' en 'formulevolume'. Tevens worden wegen gewezen om voor een niet-metaal de waarde van het elementgetal te bepalen.

TITELS TABELLEN KT -1 T/M KT - 5

- KT - 1 Enige equivalentgetallen van elementen bij redoxreacties
- KT - 2 Smeltpunt, kookpunt (bij 1 atm), soortelijke massa en soortelijke warmte van de enkelvoudige stoffen die voorkomen in KT - 1
- KT - 3 Elementgetallen en valenties van enige metalen
- KT - 4 Soortelijke massa (25 °C, 1 atm) en kookpunt van enige gassen
- KT - 5 Enkele eigenschappen van enige organische stoffen

3. ENIGE OPDRACHTEN UIT K 1 T/M K 7

K1-1e In een verslag staat als resultaat van de elektrolyse van water vermeld dat na afloop van de proef 1,79 ml water verdwenen was. Er werd 2,39 l waterstof en 1,20 l zuurstof van 20 °C en 1 atm opgevangen. Wat denk je van dit meetresultaat?

Opmerking: deze proef kan niet uitgevoerd worden met het toestel van Hofmann zoals dat in S9-4 gebruikt is. Dit apparaat moet zo gewijzigd worden dat zowel de gasvolumes als het volume van het verbruikte water met de aangegeven nauwkeurigheid te meten zijn. Het vermelde resultaat is het gemiddelde van een serie metingen.

	water	waterstof	zuurstof
soortelijke massa (20 °C, 1 atm)	0,998 g/ml	0,0838 g/ml	1,331 g/ml

K1-2a Bij verwarming van 24,76 g kopersulfaathydraat (blauw vitriool) ontstaat 15,83 g kopersulfaat en 8,94 g water. Bij verhitting van deze hoeveelheid kopersulfaat vormt zich o.a. 7,89 g koperoxide. Als men deze hoeveelheid koperoxide vermengt met overmaat koolstof en dit mengsel verhit, ontstaat o.a. 6,30 g koper.

Men lost 7,89 g koperoxide op in voldoende zoutzuur en voegt aan de ontstane oplossing voldoende ijzerpoeder toe. Als de oplossing kleurloos geworden is, wordt het overtollige ijzer opgelost in zoutzuur en het koper afgefiltreerd. Na drogen blijkt de massa hiervan 6,30 g te zijn.

Lost men 24,76 g kopersulfaathydraat in water op en voegt men aan deze oplossing ijzerpoeder toe dan ontstaat er koper.

Na behandeling van het reactiemengsel op de zojuist beschreven wijze blijkt de massa van het koper 6,30 g te zijn.

- Geef deze beschrijving in reactieschema's weer.

- Vermeld onder de formules zo mogelijk de hoeveelheden.

K1-2e Omdat uit 7,89 g koperoxide onafhankelijk van de reductor steeds 6,30 g koper verkregen kan worden, ligt het voor de hand te veronderstellen dat in 7,89 g koperoxide 6,30 g van het *element* koper aanwezig is. Als je dit veronderstelt en je hebt verder alléén, de beschikking over de gegevens van K1-1e, zou je dan kunnen berekenen dat er 1,79 g water ontstaat?

- Geef deze berekening zoveel mogelijk stap voor stap.

- Ga daarbij na welke veronderstelling(en) je nog meer hebt nodig gehad dan dat er in 7,89 g koperoxide 6,30 g koper zit.

- K1-*2f Konsekwenties van de in 2e gemaakte veronderstelling kunnen we in de gaten krijgen door eens even van een andere veronderstelling uit te gaan, bijvoorbeeld dat zich in 7,89 g koperoxide 6,20 g van het element koper bevindt. Als je dit veronderstelt én je weet dat bij reductie van deze hoeveelheid koperoxide 6,30 g koper ontstaat, én je hebt verder de beschikking over de gegevens van K1-1e, bereken dan hoeveel gram water er bij de reductie van 7,89 g koperoxide zal moeten ontstaan.
- Geef deze berekening zoveel mogelijk stap voor stap.
 - Ga daarbij na welke veronderstelling(en) je nog meer hebt nodig gehad dan dat er in 7,89 g koperoxide 6,30 g koper zit.

- K1-2j - Als je de veronderstellingen ten aanzien van de hoeveelheden van de elementen koper, waterstof en zuurstof gemaakt in e en f nog eens nagaat, is het dan eenvoudiger te veronderstellen dat deze hoeveelheden konstant blijven bij een toestandsverandering of dat ze hierbij veranderen?

Nu zien we geen mogelijkheid om door weging tot een voorkeur voor een van beide veronderstellingen te komen. Daarom ligt het voor de hand de eenvoudigste veronderstelling te kiezen.

Vanaf S16 hebben we reacties opgevat als een hergroepering van elementen op grond van de veronderstelling (= hypothese) dat enkelvoudige stoffen bij een reactie niet spoorloos verdwijnen. Nu we letten op de hoeveelheden stoffen, kunnen we deze hypothese uitbreiden: het niet-spoorloos-verdwijnen geldt voor de gehele hoeveelheid van de enkelvoudige stof. Deze veronderstelling noemt men de *hypothese van het massabehoud van het element*. Een reactie kunnen we dus nu opvatten als een hergroepering van bepaalde hoeveelheden van de elementen.

- K1-6 Indien we op de hoeveelheden reagerende stoffen letten dan kunnen we konkluderen: als twee of meer stoffen aan een bepaalde reactie deelnemen, zijn ze daarbij betrokken in hoeveelheden die in een voor deze reactie kenmerkende verhouding tot elkaar staan. Dit wordt *de wet van de kenmerkende verhoudingen* of ook wel *de wet van Proust* genoemd.

- a. - Is deze kenmerkende verhouding beslist een massaverhouding of zou het ook een volumeverhouding kunnen zijn?
Licht toe aan voorbeelden.

- b. - Is de volgende uitspraak geldig?
"Als twee of meer *elementen* aan een bepaalde reactie deelnemen, zijn ze hierbij betrokken in hoeveelheden die in een voor deze reactie kenmerkende verhouding tot elkaar staan".
Motiveer je antwoord.

K2-3 Bij K2-1 en 2 zijn we uitgegaan van de geldigheid van K1-6b: "Als twee of meer elementen aan een bepaalde reactie deelnemen, zijn ze daarbij betrokken in hoeveelheden die in een voor deze reactie kenmerkende verhouding tot elkaar staan" (wet van Proust toegespitst op elementen). In deze wet staat niet dat je deze verhoudingsgetallen voor verschillende paren elementen tot één reeks kunt samenvoegen. Toch lijkt het daar wel op. We vonden het voor vier elementen (K2-2d). Is nu het bestaan van deze reeks van vier verhoudingsgetallen een logisch gevolg van de wet van Proust of is het een toevallig feit? Laten we deze vraag door een *bedacht* voorbeeld trachten te beantwoorden.

We veronderstellen drie metalen A, E en M en drie niet-metalen D, G en R (dit zijn letters die geen elementsymbolen zijn) die onderling binaire samengestelde stoffen kunnen vormen (binaire samengestelde stoffen zijn stoffen die uit slechts twee elementen zijn samengesteld).

Volgens de wet van Proust moet voor bijvoorbeeld de samengestelde stof (E,G) een bepaalde massaverhouding gelden waarin de elementen E en G gereageerd hebben.

We veronderstellen dat de volgende verhoudingsgetallen door zorgvuldige metingen bepaald zijn (waarmee dus voor ieder van de samengestelde stoffen voldaan is aan de wet van Proust):

(A,D)	1 : 2	(E,D)	5 : 2	(M,D)	9 : 2
(A,G)	1 : 7	(E,G)	4 : 7	(M,G)	9 : 8
(A,R)	3 : 13	(E,R)	5 : 13	(M,R)	9 : 13

- Zijn deze verhoudingsgetallen tot één reeks te combineren?
- Is het een nieuwe regelmatigheid naast de wet van Proust als een aantal elementen rangschikbaar blijkt te zijn in één reeks van massaverhoudingsgetallen?

K4-1 De in K3-3b gevonden reeks is één van de oneindig vele reeksen verhoudingsgetallen die we zouden kunnen opstellen. Vermenigvuldigen we alle getallen uit de reeks van K3-3b met eenzelfde willekeurig getal (bijv. 21,7 of 0,0356) dan veranderen de verhoudingen tussen de termen van de reeks niet. Het is daarom handig een onderlinge afspraak te maken zodat iedereen met dezelfde reeks verhoudingsgetallen werkt.

De chemici hebben vroeger gekozen voor de afspraak: geef het kleinste verhoudingsgetal de waarde 1. Het kleinste verhoudingsgetal hoort bij het element waterstof en een prettige bijkomstigheid is dat we hiervan maar één geoxideerde toestand kennen.

- Hoe wordt de reeks als we aan het koppel H^0/H^+ het verhoudingsgetal 1 toekennen? De (massa)verhoudingsgetallen van de redoxkoppels uit deze reeks heeft men (*massaequivalentgetallen*) genoemd.

K4-9 Zoals we in het S-deel hebben gezien, is elektrolyse een gedwongen reactie met elektriciteitsoverdracht. Zo kan men b.v. een zilvernitraatoplossing elektrolyseren met gebruik van zilverelektroden. Hierbij wordt de zilveranode lichter, de zilverkathode zwaarder.

- a. – Welk verband verwacht je, o.a. op grond van het stromingsmodel van de elektriciteit, tussen de gewichtstoename van de kathode en de gewichtsafname van de anode, en waarom?
- b. – Welk wiskundig verband verwacht je, o.a. op grond van het stromingsmodel van de elektriciteit, tussen de gewichtstoename k van de kathode, de grootte van de stroomsterkte i en de tijdsduur t van de elektrolyse als de stroomsterkte gedurende de elektrolyse zorgvuldig konstant gehouden wordt, en waarom?
- c. Hieronder volgt het resultaat van enige metingen met de zojuist beschreven opstelling. In de stroomkring is een ampèremeter opgenomen. Men houdt de stroom zo goed mogelijk gedurende één meting konstant.

i (A)	2,00	0,80	1,30	2,00	2,00	1,30	1,0
t (min)	5,00	15,0	24,0	24,0	15,0	15,0	24,0
k (g)	0,671	0,805	2,09	3,22	2,01	1,31	1,77

Uit deze gegevens blijkt duidelijk dat de hoeveelheid zilver die op de kathode neerslaat, bepaald wordt door de grootte van de stroomsterkte én door de tijdsduur van de elektrolyse.

– Toon aan dat deze gegevens in overeenstemming zijn met het wiskundig verband onder b voorspeld, m.a.w. dat het model door dit experiment bevestigd wordt.

Dit verband wordt de *wet van Faraday* genoemd.

(Michael Faraday (1791 - 1867), Engels schei- en natuurkundige. Ontdekte o.a. de elektrische en magnetische inductie en formuleerde kwantitatieve regelmatigheden die optreden bij elektrolyse (1835). Hij voerde de begrippen elektrode, anode en kathode in.)

- d. – Wat is in de betrekking $k = c \cdot i \cdot t$ de eenheid én getalswaarde van de evenredigheidsconstante c op grond van de resultaten van het weergegeven experiment?
- e. – Verwacht je dezelfde waarde voor deze konstante c als we kopernitraatoplossing elektrolyseren tussen koperelektroden? (Bedenk hierbij dat de reactie tussen koper en geoxideerd zilver opgevat kan worden als een proces waarbij overdracht van elektriciteit plaatsvindt.) Motiveer je antwoord.

K4-10a De hoeveelheid elektriciteit die wordt overgedragen bij de overgang van één gram H^0 in H^+ is één Faraday (afgekort F) genoemd.
 – Hoeveel Faraday wordt er overgedragen bij de overgang van 32,4 g Zn^0 in Zn^+ ?

- d. Het equivalentgetal van zilver is 107,0.
 – Hoeveel Faraday wordt er overgedragen bij de reductie van Ag^+ tot 107,0 g zilver aan de kathode bij de proef van K4-9?
 – Hoeveel coulomb is dus volgens deze proef één Faraday?

K4-12 Bij K1-2 hebben we gekonkludeerd dat de eenvoudigste veronderstelling bij redoxreacties is dat hierbij de massa van het element behouden blijft. We zien geen kans op grond van een experiment (weging) te besluiten tussen verschillende mogelijke veronderstellingen.

In de opgaven K4-9, 10 en 11 hebben we onze voorstelling van elektriciteitsoverdracht bij redoxreacties verdiept door het verband tussen de hoeveelheid stof en de hoeveelheid overgedragen elektriciteit te onderzoeken. Bij hoeveelheid stof denken we aan een aantal grammen of aan een aantal milliliters; bij hoeveelheid elektriciteit aan een aantal Coulombs.

- Laat onze voorstelling van het massabehoud van een element bij chemische toestandsveranderingen de mogelijkheid open dat een hoeveelheid elektriciteit ook een bepaalde massa heeft, of niet? Motiveer je antwoord.

K5-5 Na de afspraak gemaakt over de grootte van het elementgetal (K5-3c), kunnen we met behulp van de besproken formules o.a. alle verdringingsreacties tussen metalen kwantitatief beschrijven.

Als afkorting voor het begrip "elementhoeveelheid" voeren we in "eh" (zoals "geq" voor gramequivalent).

- a. Hoeveel gramequivalenten cupri reageren met één gramequivalent ijzer?
- b. – Beschrijf de reactie van één elementhoeveelheid ijzer met cupri met behulp van:
- de afgesproken formules;
 - getallen vóór de formules die aangeven hoeveel elementhoeveelheden van de betrokken elementen bij de reactie een rol spelen.

Een reactieschema waarin op deze wijze de kwantitatieve verhoudingen bij een reactie tot uitdrukking worden gebracht, noemt men een *reactievergelijking*. De getallen voor de formule noemt men de *coëfficiënten*.

- K5-10
- Zoek in KT-2 de niet-metallische, enkelvoudige stoffen op die bij kamertemperatuur vast of vloeibaar zijn.
 - Ga door berekening na of je bij *deze* enkelvoudige stoffen met de regel van Dulong en Petit redelijkerwijs tot een bepaling van de geoxideerde en/of gereduceerde toestand(en) van deze elementen kunt komen. Maak bij deze berekening gebruik van de in K5-6h genoemde C_e -waarde: 6,1 cal/eh.graad.
 - Zo ja, wat zijn dan deze valenties en wat de elementgetallen? Toon je berekening.

In KT-3 zijn de elementgetallen en de valenties verzameld van de metalen genoemd in KT-1.

K5-11

- a. In KT-2 is waterstof geplaatst bij de niet-metallische enkelvoudige stoffen.
 - Vind je deze plaatsing gezien de in KT-2 vermelde eigenschappen ook wel redelijk of niet? Licht je antwoord toe.
- b. Het element waterstof hebben we tot de metalen gerekend (zie bijv. KT-3).
 - Welke argumenten kun je daarvoor aanvoeren?

Aangezien de enkelvoudige stof waterstof bij kamertemperatuur een gas is, kan het elementgetal van waterstof niet afgeleid worden met behulp van de regel van Dulong en Petit uit de waarde van de soortelijke warmte per elementhoeveelheid bij kamertemperatuur. Gezien de titel van K5 - elementgetallen bij metalen - ligt het wel voor de hand aan het elementgetal van het metallische element waterstof enige aandacht te schenken.

De redoxequivalentgetallen hebben we vastgelegd op die van het koppel H^+/H^0 als één (K4-1). Kenmerk van een redoxreactie is de elektriciteitsoverdracht. De hoeveelheid elektriciteit die overgedragen wordt bij de reductie/oxidatie van één gramequivalent van een oxidator/reductor hebben we één Faraday genoemd. Bij de toestandsverandering van één gram waterstof wordt dus één Faraday elektriciteit overgedragen (K4-10). Als eenvoudigste veronderstelling ligt het wel voor de hand één gram waterstof als elementhoeveelheid te beschouwen, dus aan waterstof het elementgetal één toe te kennen. Bij deze veronderstelling is dus een elementhoeveelheid waterstof gelijk aan een gramequivalent waterstof.

- c. - Wordt de grootte van de elementgetallen van de metalen beïnvloed door de keuze van de waarde van het *elementgetal* van waterstof? Motiveer je antwoord.

- K7-12a In K5-10 zagen we dat we van de vaste niet-metallische enkelvoudige stof zwavel resp. arseen het elementgetal met de regel van Dulong en Petit redelijkerwijs konden bepalen op 31,8 resp. 74,4.
- Wordt de grootte van deze elementgetallen beïnvloed door de keuze van de grootte van het elementgetal van waterstof?
- b. Voor waterstofsulfide gelden de volgende gegevens: smpt. - 86 °C; kpt. - 61 °C; $\rho = 1,539 \text{ g/l}$ (o.s.o.); één liter waterstofsulfide levert bij ontleding één liter waterstof en 1/8 liter zwaveldamp (z.t.p.).
- Leid hieruit de verdunbaarheidformule van waterstofsulfide af als je ook let op het gegeven uit K6-7d.
 - Wat is dus de systematische naam van waterstofsulfide?
 - Leid uit de gegeven dichtheid het formulegetal van waterstofsulfide af.
 - Wordt de grootte van dit formulegetal bepaald door de keuze van $E(\text{H}) = 1$? Licht je antwoord toe.
 - Welke waarde voor $E(\text{S})$ volgt uit het zojuist berekende formulegetal van waterstofsulfide?
 - Wordt deze grootte van $E(\text{S})$ bepaald door de keuze van $E(\text{H}) = 1$? Motiveer.
- c. Voor monoarseentrihydride gelden de volgende gegevens: smpt. - 116 °C; kpt - 55 °C; $\rho = 3,485 \text{ g/l}$ (o.s.o.).
- Leid uit de gegeven dichtheid het formulegetal van As_1H_3 af.
 - Wordt de grootte van dit formulegetal bepaald door de keuze van $E(\text{H}) = 1$?
 - Welke waarde voor $E(\text{As})$ volgt uit de zojuist berekende waarde van $F(\text{As}_1\text{H}_3)$?
 - Wordt deze grootte van $E(\text{As})$ bepaald door de keuze van $E(\text{H}) = 1$?
- d. - Vergelijk de grootte van het elementgetal van zwavel resp. arseen verkregen in b resp. c, met dat genoemd in a. Konklusie?

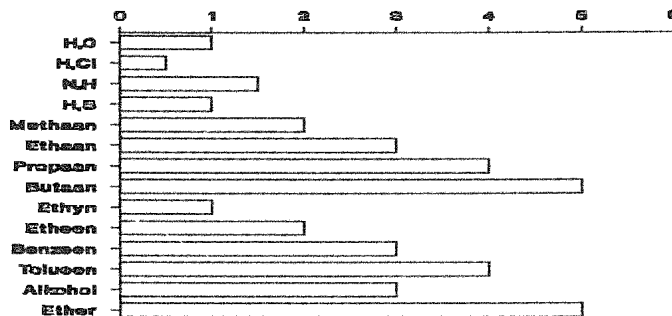
De grootte van de elementgetallen genoemd in a was onafhankelijk van de keuze van $E(\text{H}) = 1$ (vgl. K5-11c); die berekend in b en c afhankelijk van deze keuze.

Deze keuze ligt dus niet alleen voor de hand als de eenvoudigste (vgl. K5-11), maar hierdoor worden ook twee series elementgetallen, op totaal verschillende grondslagen bepaald, numeriek op elkaar afgestemd.

Dit is geen bewijs voor de juistheid van deze keuze, maar wel een argument voor haar bruikbaarheid.

4. TABELLEN GENOEMD IN 5.3.4.2

Tabel 1



K6-5. Het aantal liter waterstof dat nodig is voor de vorming van één liter (z.t.p.) van enige met waterstof samengestelde, gasvormige stoffen

Tabel 2

Verband tussen de gasvolumes, z.t.p., van een aantal samengestelde stoffen en de enkelvoudige stoffen waaruit ze gevormd kunnen worden

1 liter gasvormige samengestelde stof	aantal liters z.t.p. daaruit te vormen gasvormige, enkelvoudige stof.				
	water- stof	zuur- stof	stik- stof	chloor	fosfor
waterstofoxide	1	1/2			
kleurloos stikstofoxide		1/2	1/2		
bruin stikstofoxide		1	1/2		
lachgas		1/2	1		
zwaveloxide (gas*)		1			
zwaveloxide (vast*)		3/2			
fosforoxide		5			1
ammoniak	3/2		1/2		
hydrazine	2		1		
waterstofnitraat			1/2		
amino-ethaan	7/2		1/2		
waterstofazide	1/2		3/2		
waterstofchloride	1/2			1/2	
chloroform	1/2			3/2	
chloorethaan				1/2	
fosforchloride (vast*)				5/2	1/4
fosforchloride (vlt*)				3/2	1/4
fosfien	3/2				1/4
difosfien	2				1/2
koolstofoxide		1			
sublimaat				1	

* bij kamertemperatuur en 1 atm.

Tabel 3

Volumeverhoudingsgetallen tussen enige met waterstof samengestelde stoffen

Je gaat uit van V liter	Hieruit ontstaat ontstaat ... V liter	$H^+ Cl^-$ $H^+ Br^-$	$H^0, H^+ O^-$ $H^+ S^-$	ammoniak fosfien	difosfien hydrazine	metaan aminome- taan	etaan
waterstofchloride waterstofbromide		1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6
waterstof waterdamp waterstofsulfide		2	1	2/3	1/2	2/5	1/3
ammoniak fosfien		3	2/3	1	3/4	3/5	1/2
difosfien hydrazine methaan		4	2	4/3	1	4/5	2/3

5. DE OORSPRONKELIJKE VERSIE VAN K 3 -1 EN 2

K3 VERHOUDINGSGETALLEN VAN TOESTANDSVERANDERINGEN

Het perspectief van K2, één reeks verhoudingsgetallen voor alle elementen, wordt twijfelachtig als we gaan letten op elementen met meer dan twee chemische toestanden. Het zal blijken dat door aanpassing van de betekenis van de getallen in de reeks ook deze elementen erin opgenomen kunnen worden.

- 1a. Bij verhitten van 2,77 g ijzer in een droge chloorstroom ontstaat 8,05 g zwartbruin ferrichloride.
Wanneer men deze hoeveelheid ferrichloride vervolgens verhit in een droge waterstofstroom houdt men 6,29 g wit ferrochloride over en er ontwijkt waterstofchloride.
 - Leid voor beide ijzerchloriden de samenstelling uit de elementen, uitgedrukt in massaprocenten, af uit deze gegevens.
- b. Op grond van a kun je aan het element ijzer niet één verhoudingsgetal toekennen t.o.v. chloor in de reeks van K2-4b.
 - Bereken drie verhoudingsgetallen waarmee ijzer t.o.v. chloor in deze reeks geplaatst kan worden.
 - Met welke veranderingen van ijzer komen deze verhoudingsgetallen overeen?
- c. Er is het zwarte ferro- en het roodbruine ferri-oxide bekend. Het massapercentage zuurstof van ferro-oxide is 22,3 %, van ferri-oxide 30,1 %.
 - Bereken drie verhoudingsgetallen waarmee ijzer t.o.v. zuurstof in de reeks van K2-4b geplaatst kan worden.
 - Met welke veranderingen van ijzer komen deze verhoudingsgetallen overeen?
 - Wat valt je op bij de vergelijking van deze verhoudingsgetallen met die gevonden bij b?
- d. - Verwacht je voor waterstof en voor magnesium op grond van je ervaring met deze elementen ook meerdere verhoudingsgetallen t.o.v. zuurstof en chloor? Zo ja, hoeveel? Bereken ze eventueel.
- 2a. - Leid voor water en zwart koperoxide de samenstelling uit de elementen, uitgedrukt in massaprocenten, af uit de gegevens van K1-2d.

- b. Uit 4,257 g rood koperoxide ontstaat door reductie met waterstof 3,780 g koper en 0,537 g water.
- Leid uit deze gegevens de procentuele samenstelling van water en rood koperoxide af.
 - Vergelijk deze resultaten met die van a. Kun je hetzij de overeenkomst, hetzij het verschil verklaren?
- c. - Als dit de enige bekende koperoxiden zijn, welke namen zou je ze dan op grond van a en b kunnen geven? Motiveer.
- d. - Bereken de verhoudingsgetallen waarmee koper t.o.v. zuurstof in de reeks van K2-4b geplaatst kan worden.
- Bij welke veranderingen horen deze getallen?
- e. Men kent twee verschillende chloriden van koper, een wit en een donkerbruin. De massaverhouding koper : chloor in het witte is 1,79 : 1, in het donkerbruine 0,895 : 1.
- Bereken twee verhoudingsgetallen waarmee koper t.o.v. chloor in de reeks van K2-4b geplaatst kan worden.
 - Met welke veranderingen van koper komen deze verhoudingsgetallen overeen?
 - Wat valt je op bij het vergelijken van deze verhoudingsgetallen met die gevonden bij d?

6. DE VERANDERDE VERSIE (NU K 3 - 1 EN 2)

K3. MASSAVERHOUDINGSGETALLEN EN TOESTANDSVERANDERINGEN.

1. In S14-3 hebben we koper verbrand. Hierbij ontstond een zwarte stof, maar soms ook een rode stof.

Twee leerlingen (1 en 3) wogen verschillende hoeveelheden van de zwarte stof af. Terwijl zij de zwarte stof verhitten, werd waterstof overgeleid en werden de hoeveelheden waterstofoxide en koper, die bij de reactie ontstonden, gewogen.

Twee andere leerlingen (2 en 4) deden hetzelfde met de rode stof.

leerling	g afgewogen stof	g waterstofoxide	g koper
1	7,9	1,8	6,3
2	7,1	0,9	6,3
3	19,7	4,5	15,7
4	14,2	1,8	12,6

- a. Geef in formules het reactieschema van de reactie, die plaatsvindt wanneer waterstof wordt geleid over de zwarte stof.
- Vermeld onder de elementsymbolen de massa's, die je berekent uit de gegevens van leerling no. 1.
- b. - Welke massaverhouding voor de elementen koper en zuurstof vind je in de zwarte stof, die leerling 1 gebruikte?
- c. - Welke massaverhouding tussen de elementen koper en zuurstof kun je berekenen voor de stoffen, waarvan leerling 2, 3 en 4 uitgingen?
- d. - Vind je één kenmerkende massaverhouding, waarin koper en zuurstof reageren?
- e. Breid zo mogelijk de reeks van massaverhoudingsgetallen voor elementen uit K2 uit met het element koper.
- 2a. Men kent twee verschillende chloriden van koper, een wit en een donkerbruin. De massaverhouding koper : chloor in het witte is 1,79 : 1, in het donkerbruine 0,895 : 1.
- Bereken twee verhoudingsgetallen waarmee koper t.o.v. chloor in de reeks van K2 geplaatst kan worden.
 - Met welke veranderingen van koper komen deze verhoudingsgetallen overeen?

- Wat valt je op bij het vergelijken van deze verhoudingsgetallen met die gevonden bij 1 d?
- b.
 - Verwacht je voor waterstof en voor magnesium op grond van je ervaring met deze elementen ook meerdere verhoudingsgetallen t.o.v. zuurstof en chloor? Zo ja, hoeveel? Bereken ze eventueel.
- 3a.

Bij verhitten van 2,77 g ijzer in een droge chloorstroom ontstaat 8,05 g zwartbruin ferrichloride.

Wanneer men deze hoeveelheid ferrichloride vervolgens verhit in een droge waterstofstroom houdt men 6,29 g wit ferrochloride over en er ontwijkt waterstofchloride.

 - Leid voor beide ijzerchloriden de samenstelling uit de elementen, uitgedrukt in massaprocenten, af uit deze gegevens.
- b.

Op grond van a kun je aan het element ijzer niet één verhoudingsgetal toekennen t.o.v. chloor in de reeks van K₂.

 - Bereken drie verhoudingsgetallen waarmee ijzer t.o.v. chloor in deze reeks geplaatst kan worden.
 - Met welke veranderingen van ijzer komen deze verhoudingsgetallen overeen?
- c.

Er is het zwarte ferro- en het roodbruine ferri-oxide bekend. Het massapercentage zuurstof van ferro-oxide is 22,3 %, van ferri-oxide 30,1 %.

 - Bereken drie verhoudingsgetallen waarmee ijzer t.o.v. zuurstof in de reeks van K₂ geplaatst kan worden.
 - Met welke veranderingen van ijzer komen deze verhoudingsgetallen overeen?
 - Wat valt je op bij de vergelijking van deze verhoudingsgetallen met die gevonden bij b?

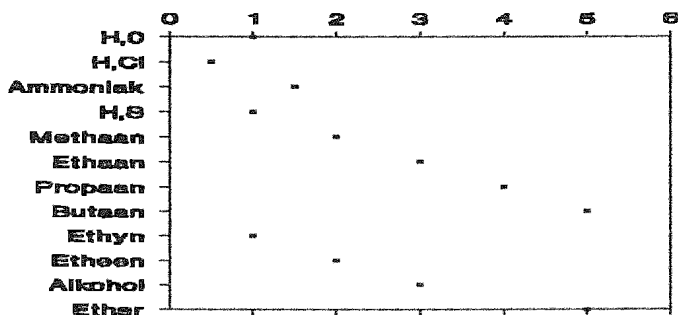
7. TEKST VAN K 6 - 9 T/M K 7 - 3

- 9a. Hoeveel liter gasvormige samengestelde stof ontstaat volgens de chemische wet van Gay-Lussac uit 1 liter waterstof bij de synthese van:
 1) waterstofchloride (K6-1h) 2) ammoniak (K6-2) 3) waterstofoxide (K6-1a)?

Volgens de methoden beschreven in K6-2 en 3 kan men bij meer vluchtige stoffen die met waterstof zijn samengesteld de verhouding vinden tussen de volumes waterstof en samengestelde stof.

Van een aantal van deze volumeverhoudingen is het volgende diagram gemaakt.

Tabel 1



Tabel 1 : volumeverhouding tussen het volume waterstof en het daaruit te vormen volume van een gasvormige met waterstof samengestelde stof.

- 9b. Ga met behulp van tabel 1 na of je de juiste volumina in het begin van deze opgave bij 9a hebt uitgerekend.
- 9c. Je ziet dat niet elke willekeurige volumeverhouding kan worden gevonden.
- Welke waarden zijn wel mogelijk?
 - Kun je al deze mogelijke waarden beschrijven als een geheel aantal keer één van deze waarden?

Je ziet dus dat de in tabel 1 staande volumeverhoudingen beschreven kunnen worden in de relatie:

$$\frac{V(H^0)}{V(\text{gas X})} = n \cdot 1/2$$

We kunnen ons nu afvragen of we dit moeten interpreteren als: bij H^0 hoort het getal 1/2 of dat we juist beter kunnen schrijven

$$2 \cdot V(H^0) = n \cdot V(\text{gas X})$$

en dan zeggen dat bij H^0 het getal 2 hoort en bij gas X het getal n.

Om te zien wat we het beste kunnen doen zullen we eerst nagaan of ook voor andere elementen dergelijke getallen te vinden zijn. Zie hiervoor tabel 2

Tabel 2

Verband tussen de gasvolumes, z.t.p., van een aantal samengestelde stoffen en de enkelvoudige stoffen waaruit ze gevormd kunnen worden.

1 liter gasvormige samengestelde stof	aantal liters z.t.p. daaruit te vormen gasvormige, enkelvoudige stof.				
	water- stof	zuur- stof	stik- stof	chloor	fosfor
waterstofoxide	1	1/2			
kleurloos stikstofoxide		1/2	1/2		
bruin stikstofoxide		1	1/2		
lachgas		1/2	1		
zwaveloxide (gas*)		1			
zwaveloxide (vast*)		3/2			
fosforoxide		5			1
ammoniak	3/2		1/2		
hydrazine	2		1		
waterstofnitraat			1/2		
amino-ethaan	7/2		1/2		
waterstofazide	1/2		3/2		
waterstofchloride	1/2			1/2	
chloroform	1/2			3/2	
chloorethaan				1/2	
fosforchloride (vast*)				5/2	1/4
fosforchloride (vst*)				3/2	1/4
fosfien	3/2				1/4
difosfien	2				1/2
koolstofoxide		1			
sublimaat				1	

* bij kamertemperatuur en 1 atm.

- 10 a Ga na dat tabel 1 in tabel 2 is opgenomen.
- b Ga na dat de volumeverhoudingsgetallen voor de gasreacties uit K6-1, 2, 3 uit tabel 2 zijn af te leiden.
- c Kun je nu voor de in tabel 2 genoemde enkelvoudige stoffen ook zulke getallen vinden als voor waterstof in som 9?

We zijn op zoek naar kenmerkende kwantitatieve grootheden voor de elementen. Daarom hoeven we onze aandacht niet alleen te richten op de enkelvoudige stoffen (= een groepering van 1 element). In de nu volgende tabel 3 staan weer een aantal volumeverhoudingsgetallen. Hierbij is uitgegaan van met waterstof samengestelde stoffen. In de tabel staan de volumeverhoudingen waarin de verschillende stoffen in elkaar kunnen worden omgezet. De betreffende stoffen zijn dan telkens de enige met waterstof samengestelde stoffen. Bovendien zijn de gegeven volumeverhoudingsgetallen weer geïdealiseerd volgens Gay-Lussac.

Tabel 3.

Volumeverhoudingen bij omzettingen van enige met waterstof samengestelde stoffen. De vermelde stoffen zijn bij deze omzettingen de enige die met waterstof zijn samengesteld.

omzettings- produkt	$\text{H}^+ \text{Cl}^-$ $\text{H}^+ \text{Br}^-$	$\text{H}^+ \text{O}^-$ H^0 $\text{H}^+ \text{S}^-$	ammoniak fosfien	hydrazine difosfien methaan	amino- metaan
waterstofchloride waterstofbromide	1 : 1	2 : 1	3 : 1	4 : 1	5 : 1
waterstof water waterstofsulfide	1 : 2	1 : 1	3 : 2	2 : 1	5 : 2
ammoniak fosfien	1 : 3	2 : 3	1 : 1	4 : 3	5 : 3
difosfien hydrazine methaan	1 : 4	1 : 2	3 : 4	1 : 1	5 : 4

N.B. Het in de tabel staande eerste volumeverhoudingsgetal heeft betrekking op de uitgangsstof. Het tweede volumeverhoudingsgetal heeft dus betrekking op het omzettingsprodukt.

- 11 Ga na dat tabel 1 en 2 zijn opgenomen in tabel 3 (uiteraard voor zover dezelfde stoffen voorkomen).
- 12 a – Welke regelmaat constateer je in een horizontale rij?
– Kun je dit ook wiskundig formuleren?
- b – Welke regelmaat constateer je in een verticale kolom?
– Kun je hiervoor een wiskundige formulering geven?
- c – Hoe lees je het na tabel 1 gevonden verband af?
– Welk getal lijkt jou nu het beste: 2 of $1/2$?

Behalve deze regelmaat in de volumeverhoudingen kunnen we uit tabel 3 nog een andere regelmaat halen. Deze heeft echter niet direkt betrekking op volumes maar op de verhouding van de massa die we toe kunnen kennen aan het element waterstof in een zeker volume gasvormige stof.

- 13 a Let op de verhoudingsgetallen in bv. de eerste kolom. Welke uitspraak kun je nu doen over de verhouding van de massa van het element waterstof in een vast volume van de daar genoemde stoffen?
Dus: $m(\text{H in V lit HCl}) : m(\text{H in V lit HO}) : \dots =$
- b Had je het resultaat uit a ook af kunnen leiden uit de getallen in een horizontale rij?

Het in 13 gevonden resultaat is erg opmerkelijk. Het betekent dat in een gasvormige stof de massa van het element per volume-eenheid niet elke willekeurige waarde kan hebben. Deze massa is 1, 2, 3, 4 etc. maal een zekere massa. Gegeven de temperatuur, druk en de grootte van het volume ligt deze 'zekere massa' vast. Je kunt dus zeggen dat de elementmassa per volume-eenheid in afgepaste massaporties voorkomt.

- 14 – Welke stoffen uit tabel 3 worden gekenmerkt door 1 maal zo'n massaportie van het element waterstof per volume-eenheid?
– Welke door 2 maal?
– Welke door 3 maal?
– Welke door 4 maal?
– Welke door 5 maal?

We kunnen stoffen in gasvormige toestand per element nu karakteriseren door aan te geven hoeveel elementmassaporties-per-volume-eenheid voorkomen. We zullen dit aantal de verdeelbaarheid van dat element in die stof noemen. In plaats van het lange elementmassaportie-per-volume-eenheid zullen we spreken over elementeenheid.

- 15 Welke verdeelbaarheid kun je toekennen voor het element waterstof in de stoffen van tabel 3?

Stel we weten de verdeelbaarheid van een element in twee stoffen die met dat element zijn samengesteld. Dan kunnen we de volumeverhouding uitrekenen waarin deze twee stoffen in elkaar kunnen worden omgezet. We gaan dit in de volgende opgave na.

- 16 Verdeelbaarheid element X in stof 1 = a
 „ „ X „ „ 2 = b.

- Hoe verhouden zich nu de massa's van X in een gelijk volume van stof 1 en 2?

Stof 2 ontstaat nu bij een reactie uit stof 1.

- Welke volumeverhouding zal nu moeten gelden tussen stof 1 en 2 om het massabehoud voor X te waarborgen?
- Welk verband is er nu tussen de verhouding van de verdeelbarheden enerzijds en de verhouding van de volumes anderzijds?
- Wat kun je dus zeggen over de produkten a.V(stof 1) en b.V(stof 2)?

In de gelijkheid van deze produkten zit dus het elementmassabehoud opgesloten. We kunnen dit zo zien:

$$\frac{V(\text{stof 1})}{V(\text{stof 2})} = \frac{b}{a} \Leftrightarrow b \cdot V(\text{stof 2}) = a \cdot V(\text{stof 1})$$

Vóór reactie: b volume-eenheden stof 1
 ná reactie: a volume-eenheden stof 2.

b . volume-eenheden x verdeelbaarheid a = a . volume-eenheden x verdeelbaarheid b (1).

$$\text{verdeelbaarheid} = \frac{\text{elementmassaportie}}{\text{volume-eenheid}}$$

Als we dit nu invullen in (1) dan krijgen we:

$a \cdot b$ elementmassaporties = $a \cdot b$ elementmassaporties

en dat hier het kwantitatieve elementbehoud staat, zal niemand ontkennen. Dit kwantitatieve elementbehoud zit dus opgesloten in de konstantheid van het produkt van het volumeverhoudingsgetal en verdeelbaarheid.

In het S-deel zijn we chemische reacties gaan zien als een hergroepering van elementen. Nu kunnen we dit uitbreiden en zeggen dat we een chemische reactie kunnen zien als een hergroepering van elementeenheden.

Bij tabel 1, 2 en 3 gold de beperking dat voor en na de omzetting slechts één stof met hetzelfde element was samengesteld. Nu kunnen we deze beperking laten vervallen en toch een uitspraak doen over de volumeverhouding waarin deze stoffen bij de omzetting betrokken zijn.

- 12 Zowel stof A, D als E zijn samengesteld met het element X. Deze stoffen kunnen samen in de volgende reactie voorkomen: $A \rightarrow D + E$.
De verdeelbaarheid van X in stof A is a, in stof D is hij d en in stof E e.
A, D en E zijn bij deze reactie betrokken in de volumeverhouding
 $V(A) : V(D) : V(E) = x : y : z$.

– Welk verband is er nu tussen a, d en e en x, y en z op grond van het aantal elementeenheden X?

Men is gewoon de verdeelbaarheid van een element rechts onder het elementsymbool te schrijven. De aldus ontstane formule zullen we een verdeelbaarheidsformule noemen. In zo'n formule duiden we met het elementsymbool nu dus de kwantitatieve betekenis van een elementeenheid aan.

- 18 Welke verdeelbaarheidsformule kun je geven op grond van tabel 2 voor:
. waterstof . zuurstof . fosfor . chloor . stikstof?
- 19 Welke verdeelbaarheidsformule kun je nu opstellen voor:
. ammoniak . fosfien . waterstofchloride . hydrazine
. water . lachgas . bruin stikstofoxide
. kleurloos stikstofoxide . waterstofazide . fosforoxide.

N.B. De getallen in een verdeelbaarheidsformule worden wel indices genoemd. Indices is het meervoud van index.

Water beschreven we hiervoor met de formule HO of H^+O^- . Nu beschrijven we het kwalitatief én kwantitatief met de verdeelbaarheidsformule H_2O_1 . In deze formule hebben de elementsymbolen de kwantitatieve betekenis gekregen van elementeenheid oftewel elementmassaportie per volume-eenheid. Maar door aan de afzonderlijke elementsymbolen een kwantitatieve betekenis te gaan hechten moeten we ook aan H_2O_1 een kwantitatieve betekenis toekennen. Naar analogie van de term elementeenheid zullen we de term formule-eenheid gebruiken.

Verdeelbaarheid kunnen we dan ook omschrijven als het aantal elementeenheden per formule-eenheid. In het volgende hoofdstuk zullen we nader ingaan op de kwantitatieve betekenis van een formule-eenheid.

- 20 In welke volumeverhouding zijn nu de volgende stoffen tot elkaar betrokken in een chemische reactie?

waterstofazide en lachgas;
fosfien en fosforoxide;
difosfien en ammoniak;
fosforchloride en waterstofchloride (2x).

- Waarom kun je niet een eenduidige volumeverhouding geven voor het stoffenpaar waterstofazide en ammoniak?

De kwalitatieve en (een deel van) de kwantitatieve informatie die we nu hebben over chemische reacties, kan nu in één afbeelding worden weergegeven. De synthese van waterstofchloride uit de enkelvoudige stoffen kunnen we als volgt weergeven:



Deze wijze van afbeelden van een reactie wordt wel een reactievergelijking genoemd. De getallen vóór de verdeelbaarheidsformules heten de coëfficiënten in een reactievergelijking.

- 21 a Waaraan zijn de coëfficiënten in een reactievergelijking gelijk?
- b Beeld nu de volgende reacties af in een reactievergelijking:
- 1) de synthese uit de enkelvoudige stoffen van: ammoniak, fosfien, fosforchloride (2x), fosforoxide, waterstofazide, lachgas, bruin stikstofoxide, waterstofoxide;
 - 2) de vorming van ozon (= O_3) uit zuurstof;
 - 3) de verbranding van ammoniak volgens het proces van Ostwald waarbij N_1O_1 en waterstofoxide ontstaat.

K7. ELEMENT- EN FORMULEGETALLEN

In K6 heb je geleerd, hoe je (gasvormige) stoffen kunt afbeelden in kwalitatief en kwantitatief opzicht in een verdeelbaarheidsformule. Een verdeelbaarheidsformule geeft je informatie over het aantal elementeenheden, waaruit een stof samengesteld gedacht kan worden. Bovendien is er uit af te lezen in welke volumeverhouding een hergroepering van elementen (= chemische reactie) kan plaats vinden. Een hergroepering van elementen heb je kwantitatief leren afbeelden in een reactievergelijking.

Met behulp van een reactievergelijking en de dichtheden van de gasvormige stoffen kunnen de betreffende massaverhoudingen uitgerekend worden. Maar in tabel KT - 4 staan niet zo veel gasvormige stoffen met hun dichtheid vermeld. Daarom verdient het aanbeveling om onze aandacht weer te gaan richten op het massa-aspect bij chemische reacties.

- 1
 - Beeld in een reactievergelijking de vorming van waterstofchloride (= H_1Cl_1) uit waterstof en chloor af.
 - Zeg wat alle in je reactievergelijking gebruikte symbolen betekenen.
 - Hoe is in je reactievergelijking het elementmassabehoud (= de wet van Lavoisier) afgebeeld?
 - Ben je het eens met de volgende uitspraak?
In een reactievergelijking beeldt het product van coëfficiënt en verdeelbaarheidsindex het aantal elementeenheden af.
 - Kun je met tabel KT - 4 de massaverhouding uitrekenen, waarin de betreffende stoffen bij deze reactie betrokken zijn?

Natuurlijk moet je dezelfde massaverhouding vinden als je gebruik maakt van de equivalentgetallen uit tabel KT - 1. Ga dit na.

De eerste rekenwijze stelt ons alleen in staat voor die gasvormige stoffen de massaverhouding te bepalen, waarvan de dichtheid gegeven is. Natuurlijk hoeven de in een reactievergelijking afgebeelde stoffen niet gasvormig te zijn. Daarmee veranderen de betrokken massaverhoudingen natuurlijk niet.

Alleen kun je dan de getallen uit tabel KT - 4 niet gebruiken. Daarom gaan we op zoek naar een kwantitatieve betekenis van de elementsymbolen, waarmee de massaverhouding dan uitgerekend kan worden.

- 2a We gaan weer uit van dezelfde reactievergelijking als in 1:



- Hoeveel elementeenheden H hergroeperen zich met hoeveel elementeenheden Cl volgens deze reactievergelijking?
 - In welke massaverhouding gebeurt [dit] volgens KT - 1 of 4?
 - Welke uitspraak kun je nu doen over de massaverhouding tussen een elementeenheid H en Cl?
- b Beeld de synthese van waterstofoxide uit waterstof en zuurstof af in een reactievergelijking.
- Hoeveel elementeenheden H hergroeperen zich daarbij met hoeveel elementeenheden O?
 - In welke massaverhouding gebeurt dit volgens tabel KT - 1 of 4?
 - Welke massaverhouding volgt hieruit voor een elementeenheid H en O?
- c Bereken de massaverhouding tussen een elementeenheid O en Cl op grond van de reactie tussen chloor en waterdamp, waarbij zuurstof en waterstofchloride ontstaat.
- d - Kun je nu de drie paren massaverhoudingsgetallen tussen de elementeenheden uit 2a, 2b en c combineren tot één reeks?
- e Ga na of je het element zwavel in de reeks van d kunt opnemen op grond van de vorming van zwaveloxide ($= S_1O_2$) en waterstofsulfide ($= H_2S_1$).
- f Ga na of je ook het element stikstof in de reeks van d kunt opnemen op grond van de synthese van ammoniak en lachgas (verdeelbaarheidsformules resp. N_1H_3 en N_2O_1).

In K2 constateerden we als nieuw feit naast de wet van Proust, dat de equivalentgetallen van de elementen bij redoxreacties tot één reeks te combineren waren. Het bestaan van deze reeks kon in K4 begrepen worden door middel van het stromingsmodel van de electriciteit. De Faraday bleek de hoeveelheid electriciteit te zijn, die wordt overgedragen bij oxidatie dan wel reductie van één gramequivalent.

Ook hier zien we één reeks van verhoudingsgetallen ontstaan en wel van de massaverhoudingen van de elementeenheden. Maar nu hoeft ons dat niet te verbazen, want deze ene reeks moest ontstaan. We zien namelijk alle reacties als een hergroepering van elementeenheden. Dit gezichtspunt hebben we ingenomen om de geheeltallige volumeverhoudingen volgens Gay-Lussac te verklaren. Maar als we een reactie zien als een hergroepering van elementeenheden, betekent dit wel, dat er tussen deze elementeenheden een vaste massaverhouding moet bestaan.

We kunnen nu de elementen dus karakteriseren door de getallen uit de reeks van 2d. We zullen deze getallen elementgetallen noemen. Omdat het weer verhoudingsgetallen betreft, kunnen we in principe een oneindig aantal elementgetallen bij elk element kiezen. Maar als er één gekozen wordt, liggen de anderen vast. Weer zullen we net als bij de equivalentgetallen aan het element met het kleinste elementgetal, dat is waterstof, het getal 1 toekennen. In KT - 6 staan voor een aantal niet-metalen de bijbehorende elementgetallen.

Als we een element met een elementgetal kunnen karakteriseren, dan moeten we een combinatie van elementen ook met een getal kunnen karakteriseren. Dit getal zullen we analoog het formulegetal noemen. De vraag die ons nu nog rest, is hoe deze formulegetallen bepaald worden.

Een groepering van elementen kunnen we afbeelden met een verdeelbaarheidsformule. In deze formule staan aantallen elementeenheden afgebeeld. Analoog hieraan kunnen we nu de door deze formule afgebeelde groepering elementeenheden zien als een nieuwe eenheid en dan spreken over een formule-eenheid. Het gezochte formulegetal moet nu aan deze formule-eenheid gekoppeld worden.

- 3 a - Hoe beeld je een formule-eenheid waterstof in de grondtoestand af?
- Uit hoeveel elementeenheden denk je deze formule-eenheid dus samengesteld?
- Welk formulegetal volgt hier dan uit voor waterstof?
- b Als a maar nu voor zuurstof.
c Als a maar nu voor fosfor.
d Als a maar nu voor waterstofchloride.
e Als a maar nu voor ammoniak.
f Als a maar nu voor distikstoftetroxide.
g Geef nu een formulering, waarin je aangeeft hoe je van een elementengroepering het formulegetal berekent.

8. OVER DE PROTOKOLLEN

De protocollen zijn een zo goed mogelijke, schriftelijke weergave van op geluidsband geregistreeerde gesprekken. De sprekers/spreeksters heb ik gefingeerde namen gegeven, waarin echter wel het geslacht bewaard is gebleven. Gefingeerde namen, allereerst om de anonimiteit van de personen te waarborgen, maar bovendien omdat het mij gaat om de analyse van een zakelijk gesprek. Dan is het niet meer van belang wie heeft gesproken, maar wel dat iedere persoon dezelfde naam blijft behouden in de serie gesprekken waaraan hij of zij deelneemt. Anders zijn geleidelijke veranderingen in de gemeenschap van sprekende en luisterende mensen niet beschrijfbaar.

Bij het begin van een uitspraak staat de eerste letter van de naam van de persoon als symbool. In het protokol zijn de regels genummerd om zo effectief mogelijk te kunnen verwijzen als het gaat om wat langere uitspraken. Overigens is het lang niet altijd duidelijk wat één uitspraak is te noemen; zie het symbool "+ P".

Leestekens zijn, zo goed mogelijk in overeenstemming met het gesprokene, toegevoegd ter wille van de leesbaarheid.

Als de naam van een stof wordt uitgesproken, is hij uitgeschreven; als een formule wordt uitgesproken, dan staat in het protokol een formule.

Gebruikte symbolen en afkortingen

- ? aan het begin van een regel: onduidelijk wie heeft gesproken
- N? aan het begin van een regel: vermoedelijk sprak N
- + P aan het begin van een regel: P spreekt tegelijk met degene die voor P al sprak
- N/P aan het begin van een regel: het is niet duidelijk of N dan wel P sprak
- (?) onduidelijk of het genoteerde inderdaad is gezegd
- (ond) onduidelijk; de gehoorde klanken zijn niet te verwoorden
- (...) korte pauze
- (.....) langere pauze
- [] omsluiten niet (zo) uitgesproken commentaar
- (385) de teller van de bandrecorder staat bij het afluisteren van de band hier op 385

9. PROTOKOL 3

Ze spreken over K 3 - 1e en 2a (bijlage 6).

C = Caroline, T = Toby, I = Ineke, N = Nicole

- 1 C maar welke moet je nou nemen die of die?
N ja dat weten we juist niet, daarom snapte ik het ook niet
C ach neem je gewoon eerst de eerste
N nee dat doen we niet (...) we wachten gewoon even op Toby die weet
5 het wel
- [Caroline noemt ondertussen getallen op, waarschijnlijk schrijft ze erbij; ze vragen de aandacht van Toby]
- N Toby een vraagje (...) moet je (ond)
T kan niet (...)
- 10 N nee dat dacht ik ook (...) want je hebt twee verschillende massaverhoudingen (...)
? jaa [harde uitroep]
N twee verschillende massa's eh (...)
[Caroline heeft de getallen voor de reeks al uitgerekend]
- 15 T ja maar dat kan niet je hebt twee massaverhoudingen
C ja, ja van Cu^0 en Cu^0 bedoel je?
T ja
C ik doe nou eerst de eerste (...) en ik bedoel in princi(?), (...) dus
T ja maar dat kan niet dan krijg je toch twee verschillende reeksen
- 20 C ja weet ik
T dit kan toch niet
C nee weet ik maar moet je het wel zo doen?
[dit slaat op de wijze van berekenen, wat Toby beaamt; zij willen verder maar Ineke is eerst nog met 1e bezig waarop Toby weer zegt dat
25 het niet kan; ze noemen hierna de getallen van 2a (528)]
- N koperchlor, ja dat snapte ik niet
C? bereken (...) twee verschillende
N het eerste streepje snapte ik al niet (...)
C wit en donkerbruin (...) koperchlor wit
- 30 N ontstaat er (...) deze massaverhoudingen en dan staat er (leest K3-2a)
"Bereken twee verhoudingsgetallen waarmee koper ten opzichte van chlor in de reeks van K 2 geplaatst kan worden." nou dat snap ik niet
I ja dat begreep ik ook niet
T hee, dat kan toch nooit dan, zou je er eigenlijk vier moeten krijgen
- 35 C ja maar dat is hetzelfde als je ervoor had
T nee je kunt hier natuurlijk wel uit gaan rekenen maar ligt eraan welke of je neemt

- I krijg je d'r vier
 T ja zou je d'r vier moeten krijgen
 40 N hoe dan hoe hoe vier?
 I nou omdat je twee verschillende soorten chloor hebt en twee verschillende soorten koper
 +I koper (...)
 N heee
 45 T zou je er vier moeten krijgen
 N walgelijk
 T mensen(?) kunnen (ond)
 C en moeten wij deze in de reeks passen?
 I nee
 50 C alle vier?
 T nee wij hoeven maar twee te vinden (...)
 C ja maar (ond) krijg je twee verschillende reeksen (...) weet
 +I (ond)
 C je toch ook niet welke je moet gebruiken
 55 I nee
 T dat is juist het probleem, nou krijg je zou je dus vier reeksen krijgen
 I hun zeggen maar twee
 T doen we niet aan, want als je koper invult heb je al twee reeksen
 I (ond) chloor ook
 60 T en dan hier nog een keer weer een, van beide twee zijn vier keer krijgen (...) dat kan nooit (541)
 N nee volgens mij moet je alleen maar doen met koper die hier gegeven is (...) want je weet natuurlijk ook niet wat voor koper het is
 T ja maar hoe wil je het dan in de reeks inpassen?
 65 I chloor staat wel in de reeks (...)
 C oh snap het niet (...)
 I koper zit toch niet in de reeks (ond) zit wel in de reeks
 +N kan toch wel dan krijg je twee verschillende reeksen (...) krijg je toch twee verschillende reeksen
 70 T oh ja chloor zit wel oh ja dat kan dat kan
 C he wat zeg je?
 N wordt het wel twee verschillende reeksen he?
 T ja ja
 C hoe dan hoe dan?
 75 T je hebt er eerst een daarin
 I en dan moet je van chloor 35,714 maken, want dat is het getal wat het in de reeks heeft [gaan ze uitrekenen] (556)

10. PROTOKOL 4

Het volgende protokol is het laatste gedeelte van de les waaruit ook protokol 3 stamt. In het eerste deel heeft V met hen hun antwoorden op de laatste vragen van K 2 besproken en hebben zij K 3 - 1a, b en c gemaakt (bijlage 6).

C = Caroline, I = Ineke, N = Nicole, T = Toby

- 1 T (632) (leest K3-2a) "*Met welke veranderingen van koper komen deze verhoudingsgetallen*" (...)
 I wat is het tweede streepje (...)
 C hoe schrijf je dat? (...) zoiets
 5 I wat is het tweede streepje?
 N (ond) apart schrijft (...) (ond) [over handschriften]
 C hee, als, als je dit nou eh (...) zo heb gezegd he, dan kun je koper hier nog achter gooien (...) die twee getallen
 T ja dat zou eigenlijk kunnen (...) [weer even afgeleid, (649)]
 10 I wat is het tweede streepje van 2a? (.....)
 T daar (ond) ben je nog niet (...)

[er is iets zoek, Ineke vraagt naar een antwoord op 2a, 2^o streepje]

- T (657) ik weet het niet (...)
 N oh het brengt geen (ond) metaal (?)
 15 T ik weet niet snap de vraag niet
 ? ik heb dezelfde vraag (...)
 [praten even door elkaar, Ineke heeft het nog over wat zoek is (660)]
 T het element (ond)
 I tweede streepje?
 20 T geoxideerd
 I nee zijn twee verschillende getallen [door elkaar gepraat]
 C waar moet je het mee vergelijken dan, met welke verhoudingsgetal
 N ik heb hem [onverstaanbaar door elkaar]
 I bij 1d heb je natuurlijk ook twee verschillende (...) eh (...) gaat het
 25 over koperzuurstof he (...) twee verschillende stoffen (.....)

[gezucht, noteren van huiswerk (670)]

- I omdat er twee verschillende stoffen zijn (...) had je bij 1d ook daar had je ook twee verschillende massaverhoudingen hier heb je ook twee verschillende massaverhoudingen (ond) (...) omdat je bij koper heb je dat eh
 30 T nee maar waarom krijg je geeft ie bij die twee verschillende stoffen terwijl je toch van hetzelfde uitgaat

- I nee hier ga je van een eh wit en een donkerblauw bruin chloride uit
+T ja je gaat in beide gevallen van koper met een chloride uit (.....)
- 35 en daar krijg je hier (?) twee verschillende stoffen van
? moeilijk
N we hebben nog vijf minuten (...)
T ik vind het maar gek (...)
? (ond)
- 40 I nee ik vind het juist lógisch daar (?) precies hetzelfde als bij 1d
T ja maar waarom is het bij 1d dan zo?
I ja omdat het ook twee bijvoorbeeld een wit en een donkerbruin (ond)
T ja maar waarom krijg je dan die witte? je doet bij beide chloor en, koper bij elkaar
- 45 I ja hier wordt gegeven dat er twee verschillende ko chloriden van koper bestaan, nou, laten er dan ook twee verschillende oxiden van koper bestaan
+T dat is toch onzin(?) (...)
I kan toch wel (...)
- 50 T ja maar waarom, waarom krijg je die twee verschillende stoffen dan
I ja dat (ond) weet ik toch niet (...) moet je proeven gaan doen

[ze zijn nu niet meer ter zake bezig; Ineke zoekt iets dat ze kwijt was; ze ruimen op en spelen tot het einde van de les met de mikrofoon]

11. PROTOKOL 5

Dit is een gedeelte uit de les waaruit ook protokol 4 stamt.
Ze zijn bezig met vraag K3-3a (bijlage 6).

C = Caroline, I = Ineke, N = Nicole, T = Toby, X = jongen uit andere groep.

- 1 N 2,77 gram ontstaat 8,05 gram
+I 8,05 ja heb ik ook en dan komt
N dus dat houdt in dat chloor 5,28 is
T? dank je, dank je
- 5 I dat hoeft helemaal niet
N wel [even niet ter zake, (209)]
C 2,9 (...) sta 2,9 staat erbij met (...)
T hoe kan dat nou
I van chloor is 5,28 (...)
- 10 N en dan fer Fe
+? en dan (...) nog (212)
N $\text{Fe}^{+})^{+} \text{Cl}^{-}$ (...) plus H° geeft $\text{Fe}^{+} \text{Cl}^{-}$ plus $\text{H}^{+} \text{Cl}^{-}$
I Fe^{+} (...) geeft $\text{Fe}^{+})^{+} \text{Cl}^{-}$ plus $\text{H}^{+} \text{Cl}^{-}$?
N $\text{Fe}^{+})^{+}$ plus Cl^{-}
- 15 C plus H° (...)
I nee, $\text{Fe}^{+})^{+} \text{Cl}^{-}$
+N $\text{Fe}^{+})^{+} \text{Cl}^{-}$
I nee zonder plus zonder plus plus [ze lachen hier even om] $\text{Fe}^{+})^{+} \text{Cl}^{-}$
en H° (...)
- 20 N ja wordt
I geeft $\text{Fe}^{+} \text{Cl}^{-}$
C $\text{Fe}^{+})^{+}$ of Fe^{+}
I $\text{Fe}^{+})^{+}$
T nee maar er ontstaat toch een ferro (...)
- 25 I ferro ferri
N? ferro
I ook (...)
C hoe kun je hier nou in godsnaam hoeveelheid (...) heden onder schrijven?
- 30 ? moet zelf uitrekenen
C? alleen onder $\text{Fe}^{+})^{+} \text{Cl}^{-}$ kun je dat (222)
T ferrochloride (...) (ond) dat kun je heel eenvoudig onderschrift(?)
N oh ja, ferrochloride is 6,29
T $\text{Fe}^{+})^{+} \text{Cl}^{-}$ is 8,05
- 35 [ze controleren dit even door de opgave te lezen]
N en ferrochloride is 6,29 en verder kun je toch niets doen toch
T ja dat zeg ik toch

- N ik snap dat niet
 ? oh ja (...)
- 40 N nee meer kun je niet doen
 T wacht even chloor, je weet dat chloor
 N? oh nee even kijken
 I? ja maar dat zegt niet dat eh
 T je moet H^0 weten, die weet je niet
- 45 N ferro 6,29 (...) je moet chloor weten, als je chloor maar weet, dan weet je alles
 T 1,76 chloor moet er nog over zijn
 N hoe weet je dat? waarvoor?
 T want je hebt eerst eh (...) ferro nee ferrichloride heb je 8,05 (...) dit
 50 wordt ferrichloride, heb je 6,2
 N ja maar ferro is toch niet hetzelfde als ferri dat zijn toch heel andere stoffen, dat mag je toch niet met elkaar vergelijken
 T ja maar er is 1,76 van iets verdwenen waar je mee(?) (ond)
 N ja maar kijk (...) eeh [klinkt opgewonden]
- 55 I van $Fe^{+})^+$
 T ik snap het
 N ikke niet (...) ho (...) nee stop (235)
 T dat is geen plus, Cl^-
 N nee
- 60 T de Cl^-
 I je gaat van $Fe^{+})^+$ naar Fe^+ , zijn twee verschillende stoffen
 +C hoe wordt het Toby nou?
 N Toby zegt, als je dit (...) water aftrekt krijg je de (...) chloride die in deze stof zit
- 65 N/I nee (...) hoe kom je daar nou bij
 N dat kan niet, dat kan niet
 T volgens mij wel
 I want je gaat van $Fe^{+})^+$ naar Fe^+ (...) dat is een andere stof
 T maar dat heeft er niks mee te maken moet de hoeveelheid wel het-
- 70 +I heeft er wel
 T zelfde blijven
 I wat mee te maken
 T nee tuurlijk wel want de waterstof de hoeveelheid die blijft hetzelfde
 +I hee [verrast]
- 75 I en dan blijf je (...) toch wel
 N hee maar Toby dan blijf je
 T in feite moet deze chloor moet toch ook hier inzitten, nog hier inzitten
 I volgens mij hoeven we toch helemaal niet te berekenen
- 80 T ja, jajaja we hebben hem
 C wacht effe, heb ik wat interessants gezegd?
 ? ja heel

- T 6.29 heb je dit hè (...) daar moet 5.28 chloor van zijn
 N nee
- 85 T wel wel
 +N natuurlijk niet, dat is een heel andere
 T nee nee nee dat is fout
 N waarom niet
 T dat is helemaal fout
- 90 I Toby wat jij in het begin zei dat klopt ik weet het zeker, dat klopt
 +N niet waar
 I als een bus (245)
 C volgens mij kun je gewoon niet meer opschrijven
 N? volgens mij ook niet
- 95 T nou laten we het hierbij (...) volgende
 N volgens mij kan het ook niet okay
 C (leest K3-3a): "*Leid voor beide ijzerchloriden de samenstelling uit de elementen, uitgedrukt in massapro*"
 +? wat
- 100 +? jawel kan wel
 T die hele vraag is (...)
 N dat moet wel, dat moet wel kunnen wat zij zegt, want waterstof (...)
 I nee wordt helemaal niet meer gevraagd
 N jawel (...) de massa massa na de
- 105 T ja maar dat is toch veel handiger als je dat opschrijft dan kun je het
 toch veel beter begrijpen (...)
 C die ijzerchloride, Toby
 +I hoe zou het laatst bij het ijzerchloride
 C bedoelen ze daar Fe^+Cl^- mee en $\text{Fe}^{+})^+\text{Cl}^-$
- 110 T wat
 C Fe^+Cl^- en $\text{Fe}^{+})^+\text{Cl}^-$?
 T ja (...) "*samenstelling*"
 C en daar moet je de massa uit de elementen massaverhouding tussen
 doen
- 115 T "*uit de elementen (...) uitgedrukt in massaprocenten, af uit deze gegevens*"
 I (ond) zie je elementen, moet je wel Cl^- doen
 C daar hoeft je toch alleen maar de verhouding tussen deze chloride en
 deze chloride
- 120 +N ja, laat hij nou maar eens komen
 T nee, is heel simpel (...) je moet de verhouding tussen deze en die chlo-
 ride hebben, dus 1 staat tot 1,28
 N nee
 ? wel
- 125 N moet lezen wat in de vraag staat

[gaan ze doen, de een wijst op "procenten" en de ander op "verhouding"]

(261) samenstelling uit de elementen, dus je moet weten hoeveel eh
 (...) ferri of je hebt en hoeveel chloride of je hebt, ach ik doe het niet
 130 T meer

[ze snappen het, even niet ter zake (269)]

N gewoon chloride, dat is 1,76

T hoe weet je dat?

N omdat dat toch gelijk moet zijn (...) de massa van het gehele

135 T ja, maar je hebt massabehoud (...) ook al heb je (...) andere elementen

+? ja

N ja maar hier (...) hee (...) oehoe (...) oehoe

+? is zo

T dat is hier hetzelfde als met chloor dan moet hier toch 5,28 chloor zit-
 140 ten en hier ook 5,28 chloor

I nee dat is een andere reactie

N dat is een andere reactie

I nee dat zijn wel de reacties, dezelfde reacties

N nee want hier toch geen

145 I jawel (leest K3-3a) "*Wanneer men deze hoeveelheid ferrichloride ver-
 volgens verhit in een droge waterstofstroom*"

? dat is zelf? (ond)

I gaan ze verder op die, die reactie (ond)

[iemand van een andere groep zegt iets in de microfoon]

150 N (277) neemt dus waterstof aan deel (...) bij die vorige reactie

T ja dat klopt wel, dat moet wel zo

N je kunt dat nooit berekenen (...)

T er zit toch chloor in in die stof, en die chloor die komt er nou weer uit
 (...) en wel in waterstofchloor

155 N nee

T en in eh (...) ferrochloride (...) eh(?) was het

N ooh (...) eh (...) ik weet het al

I nee (...) [verward] Fe^{+} heeft 2,77 gram en Cl^{-} is 5

N [heel blij] (ond) allemaal even, ik snap het, er zit 1,01 in, klopt dat?

160 T ja

? en dan

X dan krijg je 2,77 (...) staat tot dat en dat (ond)

? staat tot dat en dat [gegrinnik]

X 1,76 2,77 staat tot (...) wacht even

165 ? volgens mij klopt er geen biet van [ze maken even rare geluiden]

N (291) ja ik heb het al (...) moet je deze van elkaar aftrekken (...)

[niet ter zake (303)]

- T d'r blijft 2,77 (...) nee er is eh (...) 2,77 is die
 N zei (ond) net ook
 170 T ja die is dat (...) dan heb je 6,29 - 2,77 (...) dan heb je Fe^+ is (...) 3,51
 (...) eh Cl^- is daar (...)
 ? eh, hoe kom je nou
 T daar is het 5,28 (...) moet even wachten hoor eh 6,29 - 3,51 = 2,77 (...)
 klopt (...)
 175 I (315) ga wel naar huis ga wel weer naar huis (...)
 N we zitten elke les over één som te etteren en niemand snapt er wat
 van (...) zelfs Ineke niet terwijl ze doet terwijl ze er zoveel van snapt
 I [juicht dat ze een antwoord heeft gevonden, praten ze even over] je
 hebt eerst (...) Fe^0 plus Cl^0 , de eerste reactie (...) heb je 2,77 plus 5,28
 180 N wat? hu? waar haal je die 2,77
 ? (ond) dat is gegeven
 I dan krijg je $\text{Fe}^{+})^+ \text{Cl}^-$ van 8,05
 T ja
 I dus bij de volgende reactie heb je
 185 T $\text{Fe}^{+})^+$ is 2,77
 I Cl^- is dus 2,77 plus 8,18 komma, 5,28, dat is dus die 8,05
 N+T ja ja
 I en er ontstaat $\text{H}^+ \text{Cl}^-$
 N+T ja (331)
 190 I om nou te weten hoeveel die, hoeveel Cl^- in die $\text{H}^+ \text{Cl}^-$ is
 N+T ja
 I is 8,05 - 6,29
 T dat zei ik de hele tijd al
 I eh nee nou ga nog verder
 195 N nog een keer
 I om nou te weten hoeveel Cl^- er in $\text{H}^+ \text{Cl}^-$ zit
 ? ja
 I doe je die 8,05 - 6,29
 N ja
 200 C en dan heb je $\text{H}^+ \text{Cl}^-$?
 I dan heb je alleen die Cl^- in de H^+
 T [tegen Nicole] dat zei ik je
 I en dat is 1,77
 C 1,7 wat
 205 T 1,76
 I en nou, zeg je van nou, gaat er dus 1,76, die gaat naar die H^+
 T ja
 N nee
 I dat wil dus zeggen dat die uit die $\text{Fe}^{+})^+ \text{Cl}^-$ gaat
 210 C ja

- I dat wil dus zeggen dat je die 5,28 - 1,76 doet, dan hou je over over die Cl^- in Fe^+Cl^- 3,25 (...) en die 3,25 plus die 2,77 van die Fe^+ dat maakt dus niet uit of je over die massa van Fe^+ , geeft samen 6,29 (345)
- 215 ? ik snap er niks van
- N ja maar Ineke het klopt niet wat jij zegt (...) jij zegt (...) dat die chloor 5,28 gram is maar het is in de ferri 3,25
- I ja, ja in de ferrichloride is het 5,28
- +? chloride ja
- 220 ? ja
- I maar nou weet je dat er 1,76 chloor uitgaat, dat die naar de H^+ gaat
- T klopt
- C (ond)
- I en als je die nou weer aftrekt van die 5,28 houd je 3,25 over
- 225 T ja
- N? 1,76
- I die plus die 2,77 geeft 6,29 (...) weet je dus alleen niet wat H is weet je wel wat ijzer en wat chloor is (355)
- C hee nee maar Ineke, weet je wat ik niet snap, kijk jij zegt (...) ditte
- 230 I ja (...)
- C als je dit (...) als je dit
- I eraf haalt
- C eraf trekt, dan heb je deze chloor
- I ja
- 235 C hoe weet je nou hoeveel (...) Fe^+ hierin zit?
- I Fe^+ dat blijft gelijk want dat was maakte niet in wat voor toestand element zich bevindt
- C dus hier 2,77 in ieder geval in (...)
- I nee (...) eh (360)
- 240 T ja (...) 2,77
- I 2,77 zit hier in ieder geval in
- C dus er moet 2,77 plus 3 komma 3 eh 3,25 6,29
- I ja dat klopt ook (...)
- C eh wacht even hoor
- 245 T sorry je kunt het ook anders doen hoor
- N (ond) vragen (...) hé Ineke je kunt het ook anders doen
- ? ja wij gaan het anders
- N (ond) is 6,02 om die 3,25 te weten kun je gewoon
- T dus dat klopt niet [even welles nietes]
- 250 N kijk je kunt hier 2,77 van aftrekken, hier 2,77 van aftrekken, krijg je hieruit 5,28
- ? ja (317)
- N krijg je hieruit 3,25 3,25 plus 1,76 is 5,28 klopt als een bus
- ? wat zeg je?
- 255 C nog een keer op mijn papier

- N hier staat 2,77 hum?
C ja
N en hier staat ook 2,77 (...) trek je ervan af en dan krijg je hieruit
+? ook 2,77
- 260 N 5,28
C dus hier zit 5,28 (ond) Fe^+ (?) in? nee Cl^-
? ik heb een rekenfout [wordt ondertussen gerekend]
N ja en hier trek je het ook vanaf en dan
C wacht, hier twee komma (ond) (378)
265 N en dan krijg je 3,52 als dat goed is (...) nou en dan moet je dus Cl^-
want eh dat blijft hetzelfde na de reactie want eh
C ja dan moet je dit min dit en dan deze
N ja (...) ja
C en hoeveel is dat?
270 N 1,76 (...) en dan komt het uit want dit blijft ook hetzelfde (...) het kan
dus twee zijn, het kan dus vier zijn (...) kijk als het op twee manieren
kan
C jeeh, jeeh, ik snap het Nicole (...) snap jij hem ook?
? ja
275 I heb jij daar overal 2,77 afgetrokken?
N ja
- [heel even niet ter zake, dan schrijven ze hun antwoord op]
- C hier zit dus 2,77 gram in en dat blijft hetzelfde

12. PROTOKOL 6

Dit is een gedeelte van de les waaruit ook de protokol 4 en 5 stammen. Het is het vervolg op het gesprek van protokol 5. Het is ook gebruikt in Vogelesang en Van Sprang (1987).

Ze spreken over K 3 - 2 en 3a (bijlage 6).

C = Caroline, I = Ineke, N = Nicole, T = Toby, V = Vogelesang

- 1 V gek he dat je voor koper twee getallen vindt en voor (...) die getallen in hoofdstuk twee maar één
- T ja (...)
- N? ooh
- 5 I? ja, is zo
- V ja raar is dat (...) [gelach]
- ? ja (...)
- V kunnen jullie een reden geven, zeggen van hee dan moet
- ? ik snap het niet [zacht]
- 10 V ik zou dat begrijpen als dat eh (...) als er dit aan de hand was, zouden jullie daar een reden voor kunnen geven?
- I want het is een wit en een donkerbruin
- V ja okay
- T+N ja maar waarom
- 15 V waarom? [even stilte] dus koper kan met verschillende hoeveelheden chloor reageren he
- ?+? ja
- V ja (...) bij de ene reageert het met meer chloor dan bij de andere
- I dus eh (...) ja dan zijn er misschien meer mogelijkheden dat er een reaktie optreedt
- 20 V ja
- ? wat zeg je?
- V okay (...) en eh (...) wat zeg je dan, wat gebeurt er dan met het koper als het reageert met chloor? (...) Cu^0 , reageert met chloor, wat ontstaat er dan?
- 25 I $\text{Cu}^+ \text{Cl}^-$ (...)
- V kun je die andere stof dan ook $\text{Cu}^+ \text{Cl}^-$ noemen?
- T+N nee
- I ja dat kan niet
- 30 V nee, hoe zou je die dan willen noemen?
- I? Cu^{+} [aarzelend, zacht]
- V dat zal dan wel moeten (...) dus
- N hè? (...) welke andere stof (423)
- V daar gaan we zometeen naar kijken
- 35 [een rekenmachine valt en wordt even gecontroleerd]

- V dus ik kan het begrijpen dat er twee chlorides en twee oxides zijn als er (...) een geoxideerde toestand van koper is en een geoxideerde geoxideerde toestand van
- 40 C ja maar hoe kan nou dat het ene geoxideerde en het andere oxideren oxideren
- N en hoe weet je nou welke geoxideerd en welke geoxideerd geoxideerd
- C wanneer de ene oxideert en de andere oxideert oxideert
- V dat gaan we [zij lachen even] nee ik wil eerst (...) dat jullie ermee eens zijn dat het begrijpelijk is dat we meer dan één getal vinden voor koper als er twee geoxideerde toestanden zijn (...) ja? dan wil ik natuurlijk weten dat is waar jullie ook zo nieuwsgierig naar zijn (...) [zij lachen weer even] hoort dit getal nou (...) (ond) bij die of bij die? ja
- 45 N? dat (...) en je weet (ond) wat bij wat hoort (...)
- V nou (...) als je nou 1 gram koper neemt hè (...)
- 50 ? [zacht] is het minste
- V [V heeft opgeschreven: $\text{Cu}^0 \rightarrow \text{Cu}^+$ en $\text{Cu}^0 \rightarrow \text{Cu}^{++}$] heb ik dan (...) eh is de hoeveelheid chloor die ik hier nodig heb en daar nodig heb is die hetzelfde?
- N? nee
- 55 T? nee
- V waar is die het meeste
- T bij twee
- I waarom?
- T je moet toch twee keer zoveel doen eh (...) twee keer en (...) omdat
- 60 die daar dubbel geoxideerd hebt
- I ja dat klopt
- C heb je daar ook twee keer zoveel nodig? (...)
- V ja ik heb ieder geval meer nodig
- +? dit niet (...)
- 65 I ja maar niet twee keer zoveel
- V het hoeft niet persé twee keer zoveel ik heb in ieder geval meer nodig
- +C ja bedoel ik
- V dus hier heb ik meer nodig, ja? (...) dus hier heb ik meer chloor nodig, nou dan gaan we hier eens kijken (...) hee hoe zit(?) ik heb hier dezelfde hoeveelheid chloor nodig, kijk maar, telkens één gram, hoe
- 70 kan dat nou?
- T omdat je hier chloor 1 hebt
- V ja okay
- T als je die op 1 zou zetten (...) andersom
- 75 V nou elke, okay, eh nou
- N moet die kleiner zijn?
- V welke moet dan kleiner zijn?
- N eh die dubbel eh oxideert (...)
- C deze moet kleiner zijn dan deze [heel zacht]

- V dus ik kan het begrijpen dat er twee chlorides en twee oxides zijn als er (...) een geoxideerde toestand van koper is en een geoxideerde geoxideerde toestand van
- 40 C ja maar hoe kan nou dat het ene geoxideerde en het andere oxideren oxideren
- N en hoe weet je nou welke geoxideerd en welke geoxideerd geoxideerd
- C wanneer de ene oxideert en de andere oxideert oxideert
- V dat gaan we [zij lachen even] nee ik wil eerst (...) dat jullie ermee eens zijn dat het begrijpelijk is dat we meer dan één getal vinden voor koper als er twee geoxideerde toestanden zijn (...) ja? dan wil ik natuurlijk weten dat is waar jullie ook zo nieuwsgierig naar zijn (...) [zij lachen weer even] hoort dit getal nou (...) (ond) bij die of bij die? ja
- 45 N? dat (...) en je weet (ond) wat bij wat hoort (...)
- V nou (...) als je nou 1 gram koper neemt hè (...)
- 50 ? [zacht] is het minste
- V [V heeft opgeschreven: $\text{Cu}^0 \rightarrow \text{Cu}^+$ en $\text{Cu}^0 \rightarrow \text{Cu}^{+}$] heb ik dan (...) eh is de hoeveelheid chloor die ik hier nodig heb en daar nodig heb is die hetzelfde?
- N? nee
- 55 T? nee
- V waar is die het meeste
- T bij twee
- I waarom?
- T je moet toch twee keer zoveel doen eh (...) twee keer en (...) omdat
- 60 die daar dubbel geoxideerd hebt
- I ja dat klopt
- C heb je daar ook twee keer zoveel nodig? (...)
- V ja ik heb ieder geval meer nodig
- +? dit niet (...)
- 65 I ja maar niet twee keer zoveel
- V het hoeft niet persé twee keer zoveel ik heb in ieder geval meer nodig
- +C ja bedoel ik
- V dus hier heb ik meer nodig, ja? (...) dus hier heb ik meer chloor nodig, nou dan gaan we hier eens kijken (...) hee hoe zit(?) ik heb hier dezelfde hoeveelheid chloor nodig, kijk maar, telkens één gram, hoe
- 70 kan dat nou?
- T omdat je hier chloor 1 hebt
- V ja okay
- T als je die op 1 zou zetten (...) andersom
- 75 V nou elke, okay, eh nou
- N moet die kleiner zijn?
- V welke moet dan kleiner zijn?
- N eh die dubbel eh oxideert (...)
- C deze moet kleiner zijn dan deze [heel zacht]

- 80 V welke hoort dan bij de geoxideerde geoxideerde toestand? (...) [Nicole wijst waarschijnlijk iets aan] die hoort daar dan bij (...) en die hoort dan bij?
- N $\text{Cu}^+ \text{Cl}^-$ [ondertussen fluistert ook Caroline(?) heel zacht]
- V ja
- 85 N even kijken, weet niet of ik hem wel snap (...)
- V ja (...) kan het wat anders zijn (...) ik begon hier neem één gram koper die oxideer je (...) maar dan heb ik hier minder chloor nodig dan daar
- T+N ja
- V daar ben je mee eens (...) nou kan je natuurlijk ook zeggen: nou neem
- 90 je één gram chloor, die hou ik nou hetzelfde (...) dan kan (...) dus hier (...) dan kan ik hier natuurlijk meer oxideren dan daar (...) hè (...) dus omdat hier chloor hetzelfde getal heeft hè, want dat heeft maar één getal in de reeks, 35 en een half (...) 35,3 is dat (...) wordt dit getal natuurlijk groter
- 95 N? ja (477)
- V die hoort dan bij (...) ja?
- N? ja (...)
- V nou gaan we kijken dan, dus nou is 2a helemaal duidelijk hè?
- ? ja
- 100 V ja (...) nou bij 2b, verwachten jullie nou ook voor magnesium en waterstof meer dan één verhoudingsgetal?
- N ja [zacht]
- V ja?
- T nee want we hebben nog geen dubbel oxidatie gehad
- 105 +I nee want we hebben nog geen dubbele oxidatie van gehad
- V nee dus (...) kan dus nog (...) nou hoe(?) (...) ja? (ond) (...) dat is goed (...) prima [V kijkt hun werk na]
- I is dit streepje ook goed, eh laatste streepje (...)
- V eh (...) en als je let op de grootte van de getallen? (...) eh deze getallen, vond je die ook bij 1? (...) 63 en 31 (496)
- 110 I nee, vond je eh (...) 0,127 en 5,02
- ? 0,255
- I 0,255 [Toby wijst op de andere normering, V ook, dus komt het wel overeen met 63 en 31] (515)
- 115 V dus nou bij 3b (...) welke verhou (...) welke overgangen hebben we nou bij b van het element ijzer?
- C wij hebben die massaprocenten nog niet (...)
- V oh [legt eerst begrip massapercentage uit] (545) dus als we nou weer kijken naar 3b, daar worden drie verhoudingsgetallen voor ijzer gevraagd, met welke overgangen, veranderingen van toestand van het element ijzer komen die drie getallen mee overeen?
- 120 I? ijzer geoxideerd geoxideerde toestand
- V dat is mogelijk, wat is nog meer mogelijk? (...)

- 125 I van Fe dubbel(?) plus naar Fe^0 toe
V ja (...) en?
T? oh ja, Fe^+ naar Fe^0
V dus bij deze drie veranderingen moet je dus (...) getallen zoeken (...) ja (...) okay (...) goed (557)
- 130 [tijdsignaal, V geeft huiswerk op; Caroline vraagt Toby hoe je percentages uit moet rekenen; ze vinden meer dan 100%]
- I hee, de massaverhouding tussen Fe^0 en Fe^{+2} ja (...) en de andere is 217%, dat is $\text{Fe}^+ \text{Cl}^-$ en dan met fenyl(?) ferri?
C en kun je ook nog Fe^{+2} berekenen?
135 [ze ruimen op]

13. PROTOKOL 7

Dit onderwijsgesprek is een fragment van de les die volgt op die van de protokollen 4, 5 en 6. Ze spreken over opgave K 3 - 3b (bijlage 6).

C = Caroline, I = Ineke, N = Nicole, T = Toby

- 1 [Ineke en Toby hebben maar twee verhoudingsgetallen berekend]
 I ik ook Fe^+ en Cl^- en $\text{Fe}^{+})^+$ en Cl^-
 N Fe^0 staat tot Cl^0
- [Ineke heeft deze niet, zodat Nicole het haar uitlegt]
- 5 N ijzer in een droge chloorstroom
 I hoe weet je nou massaverhoudingsgetallen (...) wat heb je als 1 genomen
 T die chloor
 C [vraagt ertussen door waarmee ze bezig zijn] Toby, als er staat dat je
 10 drie verhoudingsgetallen voor ijzer moet uitrekenen dan moet je drie reacties waar drie verschillende massa's
 I ja heb ik (over) Cl^0 staat tot Fe^0
- [Caroline vraagt hoe ze daaraan komen, Ineke legt het uit aan de hand van de gegevens in 3a]
- 15 I Fe^0 plus Cl^0 geeft $\text{Fe}^{+})^+$ Cl^- en dan blijft de massa hetzelfde, ik bedoel Fe^0
 ? Fe^0 en $\text{Fe}^{+})^+$ is dit he?
 I ja, Fe^0 is 2,77 en Cl^0 is 5,28 (...) Cl^0 wordt 1 [ze spreken even over de rest van de berekening van deze verhouding (104-114)]
- 20 T/N wij hebben het andersom gedaan je moet Cl gelijk stellen aan nul, aan 1
 C nee, kleinste
 T/N anders kom je toch nooit op drie verhoudingsgetallen
 I je kunt beter (...) van Cl^0 uitgaan (...) plus (...)
- 25 C wordt dus 1 staat tot 0,525
 I en dan Cl^- staat tot Fe^+ is 1 staat tot 1,1
 ? Cl^-
 I is 1 staat tot 1,273
 C Cl^- staat tot Fe^+ hoe doe je dat? (...) is dat 3,52 gedeeld door 2,77?
- 30 I Fe^+ is 6,29
 C nee $\text{Fe}^+ \text{Cl}^-$
 I ja, Cl^- staat tot Fe^+ heb ik [even over niet goed werkend rekenapparaat] (133) Cl^- staat tot Fe^+ is 1 staat tot 1,173
 C weet ik wel maar wat zijn de grammen van Cl^- en Fe^+ ?

- 35 I Cl^- is 2,77 Fe^+ is 6,29
 ? niet waar
 I jawel kijk maar bij die tweede reaktie $\text{Fe}^{+})^+$ (...) Cl^- is 5,28 (ond)
 C en Fe^+ is 2,77 ja (...) heeft wel gelijk
 I shit ja
- 40 C Fe^+ is toch 2,77 gram
 I nee ik heb gekeken bij Fe^+Cl^- dat is samen 6,29 (...)
- [Ineke geeft aan hoe je verder moet rekenen (148)]
- I nou heb je nog eh Cl^- staat tot $\text{Fe}^{+})^+$
- [Toby heeft kleinere getallen gevonden dan de anderen]
- 45 T heeft wel dezelfde hoeveelheden Fe^+ en Cl^- (152)
 C? maar kijk als je nu Cl^- staat tot $\text{Fe}^{+})^+$ doet, dan heb je ook 3,52 gram staat tot 2,77 (...) hoe kan dat nou?
 I nee dan heb je 5,28 staat tot (...) 2,77
 T meer chloor [even pauze]
- 50 ? ook, verhip ja
 ?? 0,525?
 I maar die heb je ook bij Cl^- staat tot Fe^0 (...) [ze rekenen]
 I dus er klopt iets niet, want je hebt twee keer hetzelfde verhoudingsgetal
- 55 ? ja
 I misschien is dat wel goed
- [ze rekenen en noemen hun resultaten op; het gelijk zijn van twee getallen wordt geaccepteerd als "zal misschien wel moeten"]
- ? (leest K3-3b) "*Met welke veranderingen van ijzer komen deze verhoudingsgetallen overeen?*"
- 60 I Nee je moet ze nog in die rij kunnen zetten, in die reeks van K
 T? (leest eerst de vraag) dus hoeft niet (184)
 I maar hebben we geen drie verhoudingsgetallen, we hebben er maar twee
- 65 +? $\text{Fe}^0 \text{Fe}^{+})^+$
 I wacht even waar hebben jullie het over? tweede streepje
 T ja
 I oh heb ik Fe^0 naar Fe^+ , Fe^0 naar $\text{Fe}^{+})^+$ en Fe^+ naar $\text{Fe}^{+})^+$
 [hiermee beëindigen zij het gesprek over deze vraag]

14. PROTOKOL 8

Dit gesprek is een fragment van het vervolg op de les van protokol 7. Het begint als de docent hun beantwoording van K 3 - 3a en b (bijlage 6) komt bespreken.

C = Caroline, I = Ineke, N = Nicole, T = Toby, V = Vogezang

- 1 V dit getal (...) dat heeft betrekking op welke verandering van ijzer? (...) deze (...) of die
- [hij wijst blijkbaar wat aan, er volgt een stilte]
- N dit getal (...) eh op die dacht ik [V bromt instemmend]
- 5 T nee op deze
- V op deze? (.....) zou je
- +C hoe weet
- ? dat is de eerste
- C ik weet niet of het opgeschreven is
- 10 V [schrijft blijkbaar $\text{Fe}^0 + \text{Cl}^0 \rightarrow \text{Fe}^{+} + \text{Cl}^-$ op] 2,77 5,28 8,05 welke verandering ondergaat het element ijzer hier?
- I van Fe^0 naar Fe^{+}
- V van Fe^0 naar Fe^{+} (...) dus wat hier staat (...) 1,9 staat tot 1 (...) dat hoort bij welke verandering van ijzer dus?
- 15 N? [zacht] van Fe^0 naar Fe^{+}
- V dat (...) zullen we er eens even bij aangeven (...)
- ? is dat niet H^+ ? (...) (422)
- V plus (...) dat hebben jullie waarschijnlijk hieruit gedestilleerd (...)
- ? ja
- 20 V staat hier (...) Fe^+ (...) en dat laten jullie dan horen bij (...) van Fe^+ naar Fe^{+} ja?
- ? welk antwoord (...)
- V die twee dus
- ? oh ja (...)
- 25 V ja (...) en deze derde (...) dan staat er weer 5,28 staat tot 2,77 (...) is dan 0 naar +)
- N is andersom (of: iets anders dan)
- V hadden we al (...)
- ? (ond) naar nul [heel zacht]
- 30 V ja maar maakt dat verschil uit?
- N nee
- V dat maakt niet verschil uit (.....) maar hier staat bij Fe^+ (...) gaat het dan van Fe^+ naar Fe^0 of van Fe^+ naar Fe^{+} (...) (436)
- I waarom nog niet van Fe^+ naar Fe^0 ?
- 35 T het gaat van Fe^+ naar Fe^{+}
- I ja (...) nee die hebben we al gehad je moet van Fe

- +T Fe
- N ja die tweede, deze is die ik bedoel (...) of niet?
- V dit getal dus (...) 1 staat tot 0,787 (...) he?
- 40 I ja dat is toch van Fe^+ naar Fe^{+} ?
- T ja (...)
- V dat wil ik even nagaan (...) ik geloof niet dat het zo is (477)
- I nee want dat
- T die is toch van Fe^{+} naar Fe^+
- 45 V schrijf even hier op
- I dan is die toch van Fe^{0+} naar Fe^0
- T? ja
- V [heeft reactieschema opgeschreven met de hoeveelheden uit de opgave erbij (458)] als je nou zegt 3,52 gram (...) chloor 2,77 gram ijzer ja
- 50 (...) die hoeveelheden zet ik met elkaar in verband, ja, dat doe je jullie hier gedaan (ond) (...) betekent dat dan dat ijzer (...) van die naar die toestand overgaat (...) of van de grondtoestand naar de geoxideerde toestand of van de grondtoestand naar de geoxideerde geoxideerde toestand? (467)
- 55 N 2,77 staat ook bij de Fe^0 (...)
- V ja die staat ook bij de Fe^+
- I en ook bij de Fe^+
- N? [zachtjes] staat overal (ond)
- V ja (...) he want dat moest (...) want de massa van het element bleef hetzelfde (...)
- 60 ? [zachtjes] hier is 5,71 (ond) (...)
- T Fe^+ naar Fe^0 is dat (...)
- V hm, hm (...) zal het eens anders zeggen, als 2,77 gram Fe^+ 2,77 gram Fe^{+} wordt ja (...) hoeveel gram chloor hoort daarbij? (...) bij die
- 65 verandering (...) (478)
- ? eh Fe^+ (...)
- V en wat is de hoeveelheid chloor die hoort (...) als dit
- I daar (ond)
- V dat wordt (...) ja (...) en jij begon daarop te wijzen (ond)
- 70 I nee ik ben gew (.....) je hebt meer chloor nodig om naar Fe^{+} te gaan dan naar Fe^+
- V ja maar dan ga je vanuit de grondtoestand (...) nou zeg ik ik ga vanuit de geoxideerde toestand naar de geoxideerde geoxideerde toestand (.....) hoeveel gram chloor is daarvoor nodig (...) (ond) hiernaar kijken
- 75 ? 3,76 (?) (...) (493)
- I 5,28 min 3,52
- V en dat is dus, dat hebben jullie allemaal uitgerekend [zoeken ze op]
- I 1 komma eh 76
- 80 V goed (...) als je 2,77 gram Fe^+ om gaat zetten in 2,77 gram Fe^{+}
- I dan heb je het verschil

- V dan heb je nodig déze hoeveelheid chloor, dat is dus 5,28 min 3,52 (...)
ja (...) ja zijn jullie het daar mee eens? [stille, (509)] kunnen we nog
85 eens even hier naar kijken (...) als je nou ijzer vanuit de grondtoestand
en chloor vanuit de grondtoestand laat reageren hè, tot ferrochloride
(...) en als dit 2,77 gram (...) en dat is 3,52 gram (...) wat zijn dan deze
hoeveelheden?
- N? zelfde als daarnet
- V ook zelfde [stille] dus deze die hier nou staat, dat tweede getal dat jul-
90 lie hier hebben dat heeft inderdaad betrekking op Fe^+ naar Fe^0 (...)
ja mee eens?
- ? ja
- V en dit is dus fout hè (528)
[ook het laatste getal wordt zo bekeken waarna V weggaat (551)]
- 95 C? 1 staat tot 1 komma? 5 (...) snappen jullie er iets van?
- I wat komt eruit? nul komma
- C? nou vertel nog eens keer na wat je (ond) wou zeggen (ond)
- ? het is goed hè Ineke
- I wat komt eruit 0,635 (560)
- 100 T? 2,77 staat tot 1,76
- I ja moet toch precies andersom (...) want 1,76 dat was het chloor (...)
dat maak je 1 oh ja [dit wordt beaamd en Caroline vraagt nog eens al-
les uit te leggen (569)]
- T waar heb je die verhoudingsgetallen?
- 105 ? hier
- T van hier ga je van Fe^0 (...) ga je naar Fe^+
- ? ja
- T ja, je zet dus gewoon die verhoudingen neer van Fe^0 (...) eh Cl^0 (...)
staat tot Fe^0 en dan daar tot(?) Fe^{+} en dan krijg je de verhoudin-
110 gen (ond) maar dat weet ik zo niet 1 staat tot nog iets
- ? 0,52
- ? 2,52
- T kijk dan kun je zien dat die Fe^0 gaat naar Fe^{+}
- N ja
- 115 N?/C? dat snap ik niet
- T dit is dus een reactie
- ? oh ja ja
- T deze dit is reactie waarbij Fe^0 naar Fe^+ gaat
- N ja
- 120 ? het kan toch ook, oh nee, je hebt geen reactie (ond)
[tijdsignaal]
- N hier gaat Fe^{+} naar Fe^+ (...) dus Cl^0 gaat van Fe^+ [zeer slecht te
verstaan omdat de rest van de klas aan het opruimen is]
- T? de reactie die je nodig hebt om van Fe^+ naar Fe^{+} te gaan met
125 chloor kun je hierin terugvinden (...) deze chloor die blijft over
- N ja

- T die heb je nodig (...) dus je hebt 1,77 staat tot 2,77 en die verhouding die moest je uitrekenen (570)
- I ik snap niet waarom moest je nou perse die chloor nemen
- 130 +T 1 staat tot (ond)
- T omdat deze chloor nodig is om van deze Fe^+ naar die $\text{Fe}^{+})^+$ te komen
- I oh ja
- T het verschil tussen deze Cl en die
- 135 I oh ja
- T snap je zo doe je 't ook bij die andere
[(598) ze pakken hun spullen in, einde opname]

15. PROTOKOL 9

Het gesprek in dit protokol volgt op dat van protokol 8. Ze spreken over opgave K 3 - 3c (zie bijlage 6).

C = Caroline, I = Ineke, N = Nicole, T = Toby, V = Vogelezang

- 1 C (71) hoe hoe je kon zien dat het van dit (...) naar dit was en
 T nou kijk deze reactie
 C die snap ik
 T ja die staat daar in
- 5 C ja dus krijg je de volgende
 T dus krijg je de reactie van Fe^0 en Cl , tot Fe^0 en die c f die gaat naar, Fe^{+} ⁺
 C poing
 T dus dan is die verhouding is eh, ja waar heb je die staan
- 10 C deze (...)
 T 1 staat tot 0,525 (...) en dan heb je een andere reactie deze (...) eh van Cl^- staat tot Fe^+ die ging naar $\text{Fe}(\dots)$ eh $+$)⁺
 C nee naar nul
 I naar nul Fe (ond)
- 15 T (ond) naar nul
 C ja maar hoe kun je dat zien, hoe weet je dat
 T dan moet je aan de reak naar de reactie kijken (...) die heb ik hier staan (.....) [geblader] eh waar gaat die Fe^+ naar Fe^0 (ond) (...)
 N (ond) kijk proefwerk soms (ond)
- 20 C nee die reactie (ond) niet (...) maar Fe^+ die eh $\text{Fe}(\dots)$ Fe^{+} ⁺ naar Fe^+
 T ja of Fe^+ naar Fe^{+} ⁺ maakt niets uit, Cl^- (...) Fe^+ naar Fe^{+} ⁺ (...) nou hier heb je waar heb ik het nou (.....) hier is (ond) (...) en hier is het met chloor en daar
- 25 C ja
 T omdat het $\text{Fe}(\dots)^+$ naar Fe^{+} ⁺ gaat heeft het chloor nodig en die krijg het (ond) daar
 C ja
 T en dit is dan de hoeveelheid chloor (...) Fe^+ gaat (ond) Cl^- (ond)
- 30 moet je, deze twee getallen gebruiken (...)
- [gesprek wordt onderwijl gestoord doordat jongens van een andere groep tegen de meisjes praten]
- ? zeg het nog (ond) (...)
 C ja wat doe je daar dan mee
- 35 T gewoon de verhouding mee uitrekenen (...) zoals bij die andere
 N en wat zet je dan hier dan neer

- [De groep neemt de getallen van opdracht K 3 - 3c over en probeert een berekening op te stellen. Dit lukt niet zo goed, mede doordat ze vaak over niet chemische zaken spreken. Bovendien hebben zij moeite met de gegeven massapercentages. Dan komt V langs en bekijkt hun werk.]
- 40 V (383) bij die oxides komen jullie niet uit (...) ik zal even wat opschrijven
I maar klopt deze verhoudingsgetallen klopt hoe wij dat gedaan hebben? (.....)
45 V ik denk het ook niet (.....)
T (ond)
V oh dit klopt wel, dit wel (...) maar, nou staat er natuurlijk iets heel gek he, moet je eens kijken wat daar staat, daar staat Fe^{+} staat tot
50 O^0 (...)
? O^- moet dat zijn [zacht]
V (ond) (.....) nou zien we hier (...) oh hier wordt het ook weer, zeg je het gaat over die overgang he (...) goed (.....) dus, dat bedoel je, met Fe^{+} bedoel je komende vanuit de grondtoestand, met Fe^+ bedoel je komende vanuit de grondtoestand (...) zo als ik dit eh (.....)
55 C ja daar waren we nog niet helemaal mee klaar met dat eerste (...)
? (ond) hebben we ook nog
C d(?) zijn d
V oh (...) maar anders zou ik hier zeggen, waarom niet, in dit geval (...)
60 C ik weet niet of het goed is hoor (.....)
V je kan waarschijnlijk die samenstelling van ferro (ond) (...)
N ja maakt toch niet uit voor de massa (...)
V voor de massa niet (...) maar anders weet je natuurlijk niet wat je er chemisch bij voor moet stellen (...) als je daar zuurstof (...) nou moeten we nog een derde getal vinden he (...) met welke verandering van het element ijzer hangt die samen, dat derde getal wat we nog moeten vinden (...) dat is (...) met welke verandering (411)
65 I Fe^0 is dit (...)
V ja (...)
70 N hoe weet je nou of dat Fe, of deze van Fe^0 naar Fe^{+} en die Fe^0 naar Fe^+ (ond)
? is alleen (ond)
N hoe weet je nou of dit Fe^0 naar Fe^+ is (...)
? dat hebben we hier opgeschreven (.....)
75 N nee (ond) (...) ja
? heb je dat dan niet opgeschreven?
I welke streepje is dit dan? [wordt gezegd] (.....)

- V eh, kijk eens even hier, als je ijzer met zuurstof laat reageren (...) tot ferrioxide he [instemmend gehum] (...) eh waar stonden die getallen
80 (.....) als dit 30,1 gram is dat 69,9 ja (...) hoeveel gram zuurstof en hoeveel gram ijzer hoort daar
- N dit is 30,1 en dat (...) 69,9 (...)
- V dus dat betekent (...) dat die massaverhoudingen hebben we hier bepaald, betrekking heeft op welke verandering van toestand van element
85
- N van Fe^0 naar Fe^{+} (.....)
- V voor, nou moet je dus ook nog eentje hebben die betrekking heeft op deze overgang van het element ijzer ja, kunnen jullie mij aangeven hoe je dat moet gaan uitrekenen (...) ja(...) dus we hebben deze twee
90 hebben we al af he, die (...) nou nog die (...) hoe rekenen jullie die uit (...)
- I moet je hebben een reactie vinden waarbij eh Fe^{+} begint en Fe^{+} ontstaat
- V kan je zo'n reactie geven
- 95 T mag het ook andersom dat je Fe^{+} (ond) Fe^{+}
- V natuurlijk (...)
- I volgens mij Fe^{+} plus O^0 (.....)
- V je zegt, zegt dit? (.....) dat eh is dit het? (...) dat kan niet he (...)
- N oh nee nee dat kan niet omdat zuurstof (?) niet reduceert (...)
- 100 V nee want, het zuurstof wordt gereduceerd en het ijzer
- I ja dat zeg ik (ond) dat (ond) oxideert niet
- +T? waterstof
- V je zou het met waterstof kunnen reduceren, nou doe je dat (...) [schrijft] als je nou dit neemt (.....) ja
- 105 N (452) ja (.....)
- V kunnen jullie hier de hoeveelheden uitrekenen kunnen jullie dat (.....) eh (.....) ik doe een voorstel wat denk dat makkelijker is ja om het uit gaan rekenen zometeen (...) als ik jullie was zou ik dan bij voorbeeld gaan beginnen met 100 gram van deze, ja (.....) en dan
110 moet je de beide de andere andere hoeveelheden uitrekenen (.....) probeer dat maar (...) of als je zegt ik vind dit teveel rekenwerk wat je ook zou kunnen doen (...) dat is eh (...) je zou ook kunnen beginnen met eh (.....) je kan ook bijvoorbeeld deze nemen (...) en dan ook beginnen met 100 gram (...) (ond) [ze mogen kiezen]
- 115 V (476) nou kunnen jullie kort aangeven hoe jullie van plan zijn dat te gaan doen (.....) waarom zeg ik van nou begin met 100 gram
- ? procenten
- V ja procenten rekt het makkelijkst he (...) nou wat was dat hier (.....) [zoeken ze op] en hoe kan je nou de rest uitrekenen? (...)
- 120 N hoe kom je aan 22,3 (...) waarom staat hier eh (ond) gram
- ? oh (ond) in gram (...) ja maar dat maakt niks uit, dat mag daar hebben we toch de hele tijd 100 gram voor genomen (.....)

- V nou hoe ga je verder
- 125 [Het vervolg van de te bewandelen weg gaat V met de groep na. Daarbij blijkt dat voor hem 'procenten het gemakkelijkst rekt, maar voor hen niet. Zij hebben moeite de absolute massa's en de procentuele samenstellingen uit elkaar te houden. V loopt dan ook de te nemen stappen nog een keer apart met Nicole en erna met Ineke door. Als hij weg is, gaan zij aan het rekenen. Het volgende gedeelte komt dan voor.]
- 130
- T O` hoeveel is dat 33,459 gram?
 N ja
 T ik heb veel meer (...)
 N dat kan toch niet, het moet meer zijn dan die andere (...)
- 135 T ja 70 (?) komma zoveel
 N kan niet (...) moet meer zijn
 T is niet meer als die andere
 N hoeveel is die andere dan?
 T 22,3
- 140 N oh ja dat kan ja kan ook
 I 1 procent (ond) moet je dan 77,3 delen door 69,9
 +N ja [rekenen verder]
 ? wacht even nog een keer (...)
 N even nog een ding opschrijven 77,7 procent is (...)
- 145 C hoe hoe komt hij nou in godsnaam aan die 69.9 procent hoe weet je nou hoe je dat een keer verder (ond) hier onder mag plaatsen
 N omdat dat hier staat, ferrioxide daarvan is altijd 30 dit is ferrioxide, daarvan is altijd 30,1 procent eh, hoe heet dat
 T zuurstof
- 150 N zuurstof en is 69,9 procent ijzer
 ? reageert (ond) (...) ja nou, als je hier 1 procent van wil maken
 I daar hebben we, een ander sommetje over gehad
 T daar heb je dus (...)
 C? (ond) komma (ond) procent (...) en doe je 77 (...) keer (ond)
- 155 T Nicole, wat heb jij eruit, 33,5? (.....)
 N ja [jongen uit andere groep geeft zijn schrift met de goede getallen maar ze kunnen het niet lezen en zeggen dat je ook moet weten hoe je eraan komt]
- 160 N? (603) dus ijzer (...) 1,1 (...) gram
 C dit 1,11
 ? ja
 ? dat 30,1 (...)
 C (605) hoeveel zuurstof heb je nou nodig?
 N 11,159

- 165 C 11,1 was de procent he?
 N ja hetzelfde [ze ronden het af op 1 cijfer achter de komma]
 C (611) dan is dit 33,5
 N hoe komen jullie daar zo snel aan?
 C nou is 33,5 gram
- 170 T maal (ond) nee, eerst maal [door elkaar gepraat]
 ? ja weet ik wel maar ik (ond) hebben jullie gezegd
 T nee Caroline (ond) deze van mij kwam (...)
 C oh moet deze verhoudingsgetallen gebruiken
 T ja [gelach]
- 175 N tel je dit nou daar bij op (...)
 I we moeten nog van Fe^+ naar Fe^{+} +
 C gram [reken en schrijft waarschijnlijk] plus 77 komma
 N omdat je dus het getal na de reactie dat is 111,2 (...)
 C 11,2 gram
- 180 N en doe je min 100 procent min 100 gram (...)
 T die zuurstof die 11,2 die in ieder geval hebben
 N gram dus O^0 is 11,2 gram
 +I die 11,2 is wat er meer nodig is hiervoor
 T ja
- 185 I nee moet je 77,7 en 5 33,5 (...)
 ? ja
 I even kijken (...) wacht even (.....) ja
 C oh ja idioot eigenlijk
 N geloof nooit dat ik er ooit opkwam
- 190 C nee denk het ook niet [lacht]
 T (625) wordt dus Fe^{+} staat tot O^- en als je gaat van Fe^+ naar Fe^{+}
 +I aantal hoeveelheid zuurstof
 N? Fe^+ moet je (ond) laten
- 195 T? ja dat weet ik (ond)
 I oh jij schrijft het op
 C? Fe^{+} staat tot Fe^+
 +N en wat moeten we nou gaan doen, hee hallo en wat moeten we nou gaan doen met dat pijltje en de puntjes (...)
- 200 T die verhouding uitrekenen
 C welk pijltje en welk puntje?
 N nou moet je dus eh (...) wacht even, Fe^+ gaat naar Fe^{+} he
 T ja of andersom
 N [schrijft] Fe^+ staat tot O^0 gaat naar Fe^{+} (...) Fe^+ is
- 205 ? (632) 77 komma
 N Fe^+ 77,7?
 T ja
 N en moet je dan doen staat tot 11,2
 C nee staat tot eh 35 komma (...)

- 210 T 33,5 heb ik (...)
 N wat is 33,5 in godsnaam die je daaruit hebt
 T is die zuurstof die je nodig hebt om van $Fe^+ Fe^+$ +
 +N welke zuurstof we hebben 11,2
 T nee die heb je extra nodig (...) oh nee juist die zuurstof heb
- 215 +? nee
 T je nodig
 ? nee
 ? nee
 ? nee
- 220 N wel
 T jawel die zuurstof heb je nodig
 +N 35 komma 33,5 zit toch ook nog die 22,3 in
 I ja je moet wel die eh, 11,2 (...) zeg maar eventjes
 T dus Fe^+ staat tot O^0
- 225 N kijk hoeveel ik eh moet je zien (...) [reken op apparaat]
 C heb jij 33,5 dan, heb je welke zuurstof
 T? welke zuurstof
 C zuurstof die bij Fe^+ + (ond) (.....)
 ? dus heb je Fe [schrijft, Nicole heeft het uitgerekend]
- 230 T die Fe^+ is 6,94?
 N ja (.....)
 I dat klopt niet met 11,2 (...)
 T ja bij die ander doe je ook de chloor die je overhield
 N ja (...) hee ja [er rekent nog iemand]
- 235 C en wat is dit dan wat moet hier de verhouding zijn?
 I moet je dan nog delen door 100? (...)
 T nee hier heb je toch al in grammen (...)
 I ja maar die hadden we (ond)
 C Fe^+ naar Fe^0
- 240 I oh de grammen daarvan, maar dat heb je niet met een gram hier hoor
 T ja [was een ander iets aan het uitrekenen]
 I hier heb je met procenten gedaan (...) kijk hier komt (ond)
 C ik zit zit me af te vragen wat ik nou in godsnaam heb uitgerekend, ik snap al die berekeningen wel maar weet niet eens waarover het gaat
- 245 (652)
 +T bij deze niet (...) hier hebben we gram gemaakt
 N wij moesten eh
 T bij die andere had je wel (ond) procent
 +T we moesten bij 3c moesten we
- 250 I heeft die voor ons uitgerekend (?)
 N je moest de verhoudingsgetallen voor deze drie verschillende reacties moest je uitrekenen, nou deze kun je zo aflezen uit de
 +I dat (?) (ond)
 +T ja

- 255 +N proeven, lees je af van Fe^0 naar $\text{Fe}^{+})^+$, en $\text{Fe}^0 \text{Fe}^+$ weet je $\text{Fe}^+ \text{Fe}^{+})^+$ doen even die reactie opschrijven nou en aan de hand daarvan kun je dus die verhouding uit (...) 1 staat tot (ond)

[ondertussen praten Ineke en Toby door, echter niet te verstaan]

- C ja maar, dat is, de verhouding tussen, deze en die
 260 N? ja moet toch hele tijd hetzelfde vinden
 C nee
 N je vindt de verhouding tussen deze (...) tussen Fe^+ en, O^0
 +I nee hier niet, omdat hier geen procenten
 +C ja
 265 N als het gaat naar $\text{Fe}^{+})^+$
 I volgens mij niet
 T je moet eerst die procenten daar (ond)
 C je hebt dus zoveel zuurstof nodig om (...) (ond) gaat $\text{Fe}^{+})^+$
 N ja
 270 C ik snap het (...)
 ? (ond)
 C ja om naar [zacht] van Fe^+ naar $\text{Fe}^{+})^+$
 N bijvoorbeeld van als je gaat van Fe^0 naar Fe^+ dan heb je heel andere
 C (ond) moet je die getallen (.....) dan moet ik het allemaal even netjes
 275 op een rijtje zetten (ond) (...)
 I ja maakt niet uit of je dat gedeeld door 100 (ond) maakt (ond)
 +C $\text{Fe} (...) \text{Fe}^0$ naar Fe [schrijft]
 I (ond) schrijf het even opnieuw op
 C $+) + (...)$
 280 N zo moet je dat doen ja (...)
 C van $\text{Fe}^0 \text{Fe}^0$
 T? $\text{O}^0 (...)$
 N oh shit hebben we dat omgedraaid hier, maakt dat niks uit
 T wat?
 285 N of je nou opschrijft van Fe^0 staat tot O^0 naar $\text{Fe}^{+})^+$ of dat je (672) opschrijft $\text{Fe}^{+})^+$ staat tot O^0 naar $\text{Fe}^0 (...)$ dan staat er, naar verhouding maakt het niks uit
 C is het goed $\text{Fe}^0 (...)$
 C? deze he die je hier nou opschrijft hebben we net uitgerekend (...)
 290 N nee,
 C? oh nee
 N kijk maar, $\text{Fe} (ond) +) +$
 C dat is deze de bovenste (.....)

[schrijven en zeggen tegen elkaar dat het niet makkelijk is]

- 295 C [schrijft] Fe^0 staat tot $\text{O}^0 \text{Fe}^+$ neem ik aan (...) (ond) nou van 1 2
 $\text{Fe}^+)^+ \text{O}^-$
- I maakt niks uit hoe je helemaal niet te delen door 100 je kunt het gewoon gebruiken (...)
- 300 [ze schrijven getallen op, ruimen daarna op, zeggen dat ze een dergelijke som niet kunnen maken op het proefwerk, daarna praten ze nog even over iets anders]

16. PROTOKOL 10

Hieronder volgt een gedeelte van een gesprek dat plaats vond op 3 december 1986 te Amsterdam n.a.v. de in 7.1.1 onder 1. geschetste wijze om de wet van Proust af te leiden.

D = Dik, H = Huub, P = Paul, T = Ted

- 1 T nee, omdat jij, omdat jij hier een logische redenering opstelt
P met een gegeneraliseerd begrip zuivere stof (...)
H daar gaat het natuurlijk om
T ja nou dan dan dan
- 5 H het kan natuurlijk best in de praktijk wel eens
P je je, in dat begrip zuivere stof zit een zwaar inductief moment
T? op dat moment
P en we noemen dat, we noemen dat nog beschrijvend niveau
T op dat moment voelde ik vond ik dat je op dat moment voel ik me eh
- 10 (...) ja voor het blok is natuurlijk niet de goede uitdrukking maar (...)
voel ik me
H [op achtergrond want hij gaat weg om thee te zetten] dat heeft theorie
een beetje in zich
T voel ik voel ik dat ik een afspraak heb moeten maken omtrent wat te
15 verstaan onder zuivere stof, waarvan ik het bestaan niet wist en dat
vond, vind ik niet eerlijk dan he, op dat moment (.....)
D het is toch wel merkwaardig dit (...)
P jaa
D zo merkwaardig, mooi verschijnsel (...) en jij ervaart het als een last
- 20 [lacht uitbundig] ik vind het op zich een heel interessant gegeven
T jij, jij, beklemmt mij dan, een afspraak
+ P ik ik zit niets te verklaren door iets nieuws aan te nemen, ik
zit de grens van het begrip af te tasten
T neee, jij zit er iets extra's aan toe te voegen (...) wat er niet bij was
- 25 + D maar(?) als jij, als jij de grens van het begrip zit af te tasten, dan ben jij
volgens mij op theoretisch niveau ben je bezig of die stap daar naar
toe te maken
T ja, ja
D anders ga je geen grenzen aftasten (...) vermoed dat dat daar daar zit
- 30 iets maar, en dat moeten we helder zien te krijgen, anders niet, want
jij doet, jij laat het ook alleen maar bij beweringen (...)
T ja dit is, vond ik, dit komt op mij over als een bewering en ik doe mijn
uiterste best om die logika daarvan in te zien, en dat lukt me niet,
[leest in de notitie van Huub] "dit houdt in" nou voor mij houdt het dus
- 35 nog niet in, voor mij is het best mogelijk dat de bovenste helft dat
wordt stof X en de onderste helft wordt stof Y (...)

- P dat is toch in strijd met wat we eh eh bij eh het ontwikkelen van het begrip chemische stof eh, waaraan we kenmerken hebben toegekend als verdwijnen en ontstaan, hebben afgesproken, namelijk eh (...) eh
- 40 die eigenschappen zijn onafhankelijk van de hoeveelheid stof die je neemt (...) dat kun je ook vertalen als elke hoeveelheid heeft wat dat betreft dezelfde eigenschappen (.....) en als je dat verder doordenkt, dan zeg je dat moet ook inhouden elke eh hoeveelheid, eh gegeven hoeveelheid dus in casu 1 gram maar je mag ook zeggen 1 kilogram,
- 45 heeft
- T ja
- P [met nadruk] kwantitatief gezien dezelfde eigenschap van verdwijnen en ontstaan (...)
- D heeft dezelfde kwaliteit
- 50 P heeft dezelfde kwaliteit
- D ja
- P maar dat houdt een kwantiteit in (...)
- D eh (.....)
- T jaja [of: waarom dan ?] (...)
- 55 P als namelijk eh eh, bij de ene 7 gram ijzer zou blijken dat die met 8 gram zwavel reageert
- T ja
- P en bij de andere 7 gram ijzer zou blijken dat die met 4 gram zwavel reageert
- 60 T ja, wat
- P dan moet je tot de konklusie komen, ja ef eh dat ijzer reageert wel in beide gevallen met zwavel
- T ja, prima (ond)
- P maar het is een ander verdwijnen en ontstaan
- 65 T jajajaja ander verdwijnen, waarom? (...)
- P omdat er een andere, ijzersulfide ontstaat
- T nee, de stof ontstaat hetzelfde ijzersulfide (...)
- P nee
- T waarom niet? waarom, jaaa, in de praktijk, ja dat weet ik in de praktijk, maar logisch gezien dus, waarom niet? nee, kan ik niet zien, ik kan het wel omkeren, omdat ik steeds gevonden heb dat
- 70 (ond) dan heeft dan kun je namelijk
- +P toch niet zeggen eh eh dit eh dit dit kenmerk van deze stof is onafhankelijk van de hoeveelheid
- 75 T okay, dan moet ik daar nog eventjes heel goed bij stilstaan, van wat dat betekent, exact dat het onafhankelijk is van de hoeveelheid dus dat je die
- P nou die konsekwentie zit ik af te tasten, nou dat is toch dat is toch een normale gang van zaken
- 80 +T nee nee nee dat alvorens
- D ja

- T nee alvorens jij hebt
D maar dat is geen normale gang van zaken in het beschrijvend niveau denk ik
- 85 T alvorens jij het een chemische eigenschap noemt dat ijzer met met zwavel kan reageren
P ja
T ja, heb jij gezegd van ik doe dat pas als ik gevonden heb dat het eh een konstante massaverhouding heeft (.....)
- 90 P dat heb ik nooit ge(ond) ik zeg alleen dit is de konsekwentie van die uitspraak dat het de de eigenschap van ijzer om te reageren met zwavel onafhankelijk van de hoeveelheid is (...)
T ik heb een aantal proeven gedaan
D dan verantwoord, dan verantwoord jij je keuze voor het gezichtspunt
- 95 T zuivere stof (...) een andere verwoording van de overgang naar T (...)
T ja je gaat nu achteraf zeggen wat jij met met met eh konstante eigenschap bedoelt, in bij deze reactie, ga je achteraf zeggen maar dat heb je niet vooraf gezegd, althans
D en dat is nog steeds gekoppeld aan het woord moeten
- 100 T dat heb ik vooraf zeker niet geproefd, zeker niet ervaren (...)
P [zucht en zegt tegen Huub die net weer binnen is gekomen:] ik ben wat aan het doen, en jij ook
H wat dan?
P wij zijn onze keuze van het begrip zuivere stof aan het verantwoorden
- 105 T ja, je gaat nou achteraf zeggen wat je er precies mee bedoelt, en terwijl ik het vooraf niet gehoord heb en zo
H wat verantwoorden
T je gaat nu achteraf zeggen van wat je met zuivere stof bedoelt [niet ter zake en een huishoudelijk onderonsje van Ted en Dik]
- 110 H eh hee maar jullie gebruiken het woord verantwoorden (...) ik denk dat, ik vind het vreemd dat je dat je nu opeens het woord verantwoorden gaat gebruiken
D heb ik gedaan, hoeft hij niet [niet ter zake]
- 115 H ik denk altijd als je een omschrijving geeft van een begrip (...) mag je dat ook zien als een verantwoording
D nee dat bedoel ik niet (...)
H je zegt, we hadden
D verantwoording van een gezichtspunt dat is al eerder gebruikt, heeft
- 120 H Hans [de Miranda] ook gebruikt (...)
H we hadden het over dat smelten, verwarmen van blauw vitriool* of het verwarmen van een stuk hout en dat noem ik geen smelten ook al krijg ik vloeistof want en dan geef je een aantal kenmerken en dat is een verantwoording

- 125 D ja dat kun je ook verantwoording noemen maar dat bedoel ik, dat is niet de verantwoording van je keuze van een gezichtspunt, stofindividu, of eh het, criteria (ond) stof
P het begrip zuivere stof, eigen (ond)
D in ieder geval de zuivere stof, maar goed dat is de kri het gezichtspunt
- 130 voor stofindividu
H hee, Dik maar verantwoording geef je, ten aanzien van een bepaalde kontekst (...) de kon(?)
D de keuze in dit geval
H d'r komt bijvoorbeeld de keuze voor het begrip stofindividu kan ik geven (...) vanuit een didactisch gezichtspunt
- 135 D ja maar dan heb ik het over het begrip, de keuze voor het gezichtspunt eh de keuze van het gezichtspunt zuivere stof (...) je stelt in het beschrijvende niveau wel vast of je een bepaald materiaal zuivere stof noemt of niet, dus je probeert je benoemingen beschrijvingen konsekwent te doen zijn overeenkomstig dat gekozen gezichtspunt (...) maar de stap die jullie tweeën hier gezet hebben gaat volgens mij net een verder, de volgende niveauperhoging (...) en die stap noem ik verantwoording van je gezichtspuntskeus, de keus voor je gezichtspunt zuivere stof
- 140 P wij kiezen het begrip zuivere stof als objekt
D ja
H waarom?
D ja dat doen jullie
P nou eh omdat je ernaar gaat zitten kijken, wat houdt het allemaal in, het is niet meer alleen maar een aanwijzend eh, eh gezichtspunt hee om die en die redenen noem ik dat zuivere stof, nee nou heb ik zuivere stoffen heb ik een heleboel benoemd, nou ga ik naar zuivere stof op zichzelf kijken, dan wordt dat een nieuw objekt
- 150 D ja (...)
155 H oooh
D ik dacht dat dat jij ook bedoelde met eh konsekwenties nagaan en de gren
P neenee
D en de grenzen nagaan
- 160 P nee dat heb ik nog nooit zo, nog nooit zo bedoeld
H we hebben we hebben het dus niet ov
P ervaring met de overgang eh, eigen ervaring met de overgang B naar T (...)
D nu
- 165 P ja nu (...)
H het gaat dus niet over de zuivere stof water en de zuivere stof
P historisch moment, 3 december 86
[intermezzo]

- 170 H maar nou (ond) zoals jij het zegt, inderdaad, nou begrijp ik wat je bedoelt, het gaat niet over de zuivere stof water en de zuivere stof zwavel en de zuivere stof koper
D nee het gaat over het begrip zuivere stof
H het gaat over zuivere stof (...) het gaat niet over koper en zwavel reageren met elkaar
- 175 D nee, nee
H maar het gaat over het verdwijnen (...) dat bijvoorbeeld koper doet (...)
D ja ja goed, het begrip zuivere stof wat je daarmee
- 180 P of wat wat bijvoorbeeld de stof X doet
D ja het maakt niet uit
P (ond)
H waar jij dus in ED VII over gaat spreken (...) de combinatie van kunnen verdwijnen of kunnen ontstaan
- 185 D ja (...) ja
H ja (ond)

* Met "blauw vitriool" wordt koper(II)sulfaatpentahydraat bedoeld.

13. PROTOKOL 7

Dit onderwijsgesprek is een fragment van de les die volgt op die van de protokollen 4, 5 en 6. Ze spreken over opgave K 3 - 3b (bijlage 6).

C = Caroline, I = Ineke, N = Nicole, T = Toby

- 1 [Ineke en Toby hebben maar twee verhoudingsgetallen berekend]
 I ik ook Fe^+ en Cl^- en $\text{Fe}^{+})^+$ en Cl^-
 N Fe^0 staat tot Cl^0

[Ineke heeft deze niet, zodat Nicole het haar uitlegt]

- 5 N ijzer in een droge chloorstroom
 I hoe weet je nou massaverhoudingsgetallen (...) wat heb je als 1 genomen
 T die chloor
 C [vraagt ertussen door waarmee ze bezig zijn] Toby, als er staat dat je
 10 drie verhoudingsgetallen voor ijzer moet uitrekenen dan moet je drie reakties waar drie verschillende massa's
 I ja heb ik (over) Cl^0 staat tot Fe^0

[Caroline vraagt hoe ze daaraan komen, Ineke legt het uit aan de hand van de gegevens in 3a]

- 15 I Fe^0 plus Cl^0 geeft $\text{Fe}^{+})^+$ Cl^- en dan blijft de massa hetzelfde, ik bedoel Fe^0
 ? Fe^0 en $\text{Fe}^{+})^+$ is dit he?
 I ja, Fe^0 is 2,77 en Cl^0 is 5,28 (...) Cl^0 wordt 1 [ze spreken even over de rest van de berekening van deze verhouding (104-114)]
 20 T/N wij hebben het andersom gedaan je moet Cl gelijk stellen aan nul, aan 1
 C nee, kleinste
 T/N anders kom je toch nooit op drie verhoudingsgetallen
 I je kunt beter (...) van Cl^0 uitgaan (...) plus (...)
 25 C wordt dus 1 staat tot 0,525
 I en dan Cl^- staat tot Fe^+ is 1 staat tot 1,1
 ? Cl^-
 I is 1 staat tot 1,273
 C Cl^- staat tot Fe^+ hoe doe je dat? (...) is dat 3,52 gedeeld door 2,77?
 30 I Fe^+ is 6,29
 C nee $\text{Fe}^+ \text{Cl}^-$
 I ja, Cl^- staat tot Fe^+ heb ik [even over niet goed werkend rekenapparaat] (133) Cl^- staat tot Fe^+ is 1 staat tot 1,173
 C weet ik wel maar wat zijn de grammen van Cl^- en Fe^+ ?

- 35 I Cl^- is 2,77 Fe^+ is 6,29
 ? niet waar
 I jawel kijk maar bij die tweede reactie $\text{Fe}^{+})^+$ (...) Cl^- is 5,28 (ond)
 C en Fe^+ is 2,77 ja (...) heeft wel gelijk
 I shit ja
- 40 C Fe^+ is toch 2,77 gram
 I nee ik heb gekeken bij $\text{Fe}^+ \text{Cl}^-$ dat is samen 6,29 (...)
- [Ineke geeft aan hoe je verder moet rekenen (148)]
- I nou heb je nog eh Cl^- staat tot $\text{Fe}^{+})^+$
- [Toby heeft kleinere getallen gevonden dan de anderen]
- 45 T heeft wel dezelfde hoeveelheden Fe^+ en Cl^- (152)
 C? maar kijk als je nu Cl^- staat tot $\text{Fe}^{+})^+$ doet, dan heb je ook 3,52 gram staat tot 2,77 (...) hoe kan dat nou?
 I nee dan heb je 5,28 staat tot (...) 2,77
 T meer chloor [even pauze]
- 50 ? ook, verhip ja
 ?? 0,525?
 I maar die heb je ook bij Cl^- staat tot Fe^0 (...) [ze rekenen]
 I dus er klopt iets niet, want je hebt twee keer hetzelfde verhoudingsgetal
- 55 ? ja
 I misschien is dat wel goed
- [ze rekenen en noemen hun resultaten op; het gelijk zijn van twee getallen wordt geaccepteerd als "zal misschien wel moeten"]
- ? (leest K3-3b) "Met welke veranderingen van ijzer komen deze verhoudingsgetallen overeen?"
- 60 I Nee je moet ze nog in die rij kunnen zetten, in die reeks van K
 T? (leest eerst de vraag) dus hoeft niet (184)
 I maar hebben we geen drie verhoudingsgetallen, we hebben er maar twee
- 65 +? $\text{Fe}^0 \text{Fe}^{+})^+$
 I wacht even waar hebben jullie het over? tweede streepje
 T ja
 I oh heb ik Fe^0 naar Fe^+ , Fe^0 naar $\text{Fe}^{+})^+$ en Fe^+ naar $\text{Fe}^{+})^+$
 [hiermee beëindigen zij het gesprek over deze vraag]

14. PROTOKOL 8

Dit gesprek is een fragment van het vervolg op de les van protokol 7. Het begint als de docent hun beantwoording van K 3 - 3a en b (bijlage 6) komt bespreken.

C = Caroline, I = Ineke, N = Nicole, T = Toby, V = Vogelezang

- 1 V dit getal (...) dat heeft betrekking op welke verandering van ijzer? (...) deze (...) of die
- [hij wijst blijkbaar wat aan, er volgt een stilte]
- N dit getal (...) eh op die dacht ik [V bromt instemmend]
- 5 T nee op deze
V op deze? (.....) zou je
+C hoe weet
? dat is de eerste
C ik weet niet of het opgeschreven is
- 10 V [schrijft blijkbaar $\text{Fe}^0 + \text{Cl}^0 \rightarrow \text{Fe}^{+} + \text{Cl}^-$ op] 2,77 5,28 8,05 welke verandering ondergaat het element ijzer hier?
I van Fe^0 naar Fe^{+}
V van Fe^0 naar Fe^{+} (...) dus wat hier staat (...) 1,9 staat tot 1 (...) dat hoort bij welke verandering van ijzer dus?
- 15 N? [zacht] van Fe^0 naar Fe^{+}
V dat (...) zullen we er eens even bij aangeven (...)
? is dat niet H^+ ? (...) (422)
V plus (...) dat hebben jullie waarschijnlijk hieruit gedestilleerd (...)
? ja
- 20 V staat hier (...) Fe^{+} (...) en dat laten jullie dan horen bij (...) van Fe^{+} naar Fe^{+} ja?
? welk antwoord (...)
V die twee dus
? oh ja (...)
- 25 V ja (...) en deze derde (...) dan staat er weer 5,28 staat tot 2,77 (...) is dan 0 naar +)
N is andersom (of: iets anders dan)
V hadden we al (...)
? (ond) naar nul [heel zacht]
- 30 V ja maar maakt dat verschil uit?
N nee
V dat maakt niet verschil uit (.....) maar hier staat bij Fe^{+} (...) gaat het dan van Fe^{+} naar Fe^0 of van Fe^{+} naar Fe^{+} (...) (436)
I waarom nog niet van Fe^{+} naar Fe^0 ?
- 35 T het gaat van Fe^{+} naar Fe^{+}
I ja (...) nee die hebben we al gehad je moet van Fe

- +T Fe
- N ja die tweede, deze is die ik bedoel (...) of niet?
- V dit getal dus (...) 1 staat tot 0,787 (...) he?
- 40 I ja dat is toch van Fe^+ naar Fe^{+} ?
- T ja (...)
- V dat wil ik even nagaan (...) ik geloof niet dat het zo is (477)
- I nee want dat
- T die is toch van Fe^{+} naar Fe^+
- 45 V schrijf even hier op
- I dan is die toch van Fe^{0+} naar Fe^0
- T? ja
- V [heeft reactieschema opgeschreven met de hoeveelheden uit de opgave erbij (458)] als je nou zegt 3,52 gram (...) chloor 2,77 gram ijzer ja (...)
- 50 (...) die hoeveelheden zet ik met elkaar in verband, ja, dat doe je jullie hier gedaan (ond) (...) betekent dat dan dat ijzer (...) van die naar die toestand overgaat (...) of van de grondtoestand naar de geoxideerde toestand of van de grondtoestand naar de geoxideerde geoxideerde toestand? (467)
- 55 N 2,77 staat ook bij de Fe^0 (...)
- V ja die staat ook bij de Fe^+
- I en ook bij de Fe^+
- N? [zachtjes] staat overal (ond)
- V ja (...) he want dat moest (...) want de massa van het element bleef hetzelfde (...)
- 60 ? [zachtjes] hier is 5,71 (ond) (...)
- T Fe^+ naar Fe^0 is dat (...)
- V hm, hm (...) zal het eens anders zeggen, als 2,77 gram Fe^+ 2,77 gram Fe^{+} wordt ja (...) hoeveel gram chloor hoort daarbij? (...) bij die verandering (...) (478)
- 65 ? eh Fe^+ (...)
- V en wat is de hoeveelheid chloor die hoort (...) als dit
- I daar (ond)
- V dat wordt (...) ja (...) en jij begon daarop te wijzen (ond)
- 70 I nee ik ben gew (.....) je hebt meer chloor nodig om naar Fe^{+} te gaan dan naar Fe^+
- V ja maar dan ga je vanuit de grondtoestand (...) nou zeg ik ik ga vanuit de geoxideerde toestand naar de geoxideerde geoxideerde toestand (.....) hoeveel gram chloor is daarvoor nodig (...) (ond) hiernaar kijken
- 75 ? 3,76 (?) (...) (493)
- I 5,28 min 3,52
- V en dat is dus, dat hebben jullie allemaal uitgerekend [zoeken ze op]
- I 1 komma eh 76
- 80 V goed (...) als je 2,77 gram Fe^+ om gaat zetten in 2,77 gram Fe^{+}
- I dan heb je het verschil

- V dan heb je nodig déze hoeveelheid chloor, dat is dus 5,28 min 3,52 (...) ja (...) ja zijn jullie het daar mee eens? [stilte, (509)] kunnen we nog eens even hier naar kijken (...) als je nou ijzer vanuit de grondtoestand en chloor vanuit de grondtoestand laat reageren hè, tot ferrochloride (...) en als dit 2,77 gram (...) en dat is 3,52 gram (...) wat zijn dan deze hoeveelheden?
- 85
- N? zelfde als daarnet
- V ook zelfde [stilte] dus deze die hier nou staat, dat tweede getal dat jullie hier hebben dat heeft inderdaad betrekking op Fe^+ naar Fe^0 (...) ja mee eens?
- 90
- ? ja
- V en dit is dus fout hè (528)
[ook het laatste getal wordt zo bekeken waarna V weggaat (551)]
- 95 C? 1 staat tot 1 komma? 5 (...) snappen jullie er iets van?
- I wat komt eruit? nul komma
- C? nou vertel nog eens keer na wat je (ond) wou zeggen (ond)
- ? het is goed hè Ineke
- I wat komt eruit 0,635 (560)
- 100 T? 2,77 staat tot 1,76
- I ja moet toch precies andersom (...) want 1,76 dat was het chloor (...) dat maak je 1 oh ja [dit wordt beaamd en Caroline vraagt nog eens alles uit te leggen (569)]
- T waar heb je die verhoudingsgetallen?
- 105 ? hier
- T van hier ga je van Fe^0 (...) ga je naar Fe^+
- ? ja
- T ja, je zet dus gewoon die verhoudingen neer van Fe^0 (...) eh Cl^0 (...) staat tot Fe^0 en dan daar tot(?) $\text{Fe}^{+})^+$ en dan krijg je de verhoudingen (ond) maar dat weet ik zo niet 1 staat tot nog iets
- 110 ? 0,52
- ? 2,52
- T kijk dan kun je zien dat die Fe^0 gaat naar $\text{Fe}^{+})^+$
- N ja
- 115 N?/C? dat snap ik niet
- T dit is dus een reactie
- ? oh ja ja
- T deze dit is reactie waarbij Fe^0 naar Fe^+ gaat
- N ja
- 120 ? het kan toch ook, oh nee, je hebt geen reactie (ond)
[tijdsignaal]
- N hier gaat $\text{Fe}^{+})^+$ naar Fe^+ (...) dus Cl^0 gaat van Fe^+ [zeer slecht te verstaan omdat de rest van de klas aan het opruimen is]
- T? de reactie die je nodig hebt om van Fe^+ naar $\text{Fe}^{+})^+$ te gaan met chloor kun je hierin terugvinden (...) deze chloor die blijft over
- 125
- N ja

- T die heb je nodig (...) dus je hebt 1,77 staat tot 2,77 en die verhouding die moest je uitrekenen (570)
- I ik snap niet waarom moest je nou perse die chloor nemen
- 130 +T 1 staat tot (ond)
- T omdat deze chloor nodig is om van deze Fe^+ naar die $\text{Fe}^{+})^+$ te komen
- I oh ja
- T het verschil tussen deze Cl en die
- 135 I oh ja
- T snap je zo doe je 't ook bij die andere
[(598) ze pakken hun spullen in, einde opname]

15. PROTOKOL 9

Het gesprek in dit protocol volgt op dat van protocol 8. Ze spreken over opgave K 3 - 3c (zie bijlage 6).

C = Caroline, I = Ineke, N = Nicole, T = Toby, V = Vogelezang

- 1 C (71) hoe hoe je kon zien dat het van dit (...) naar dit was en
 T nou kijk deze reactie
 C die snap ik
 T ja die staat daar in
- 5 C ja dus krijg je de volgende
 T dus krijg je de reactie van Fe^0 en Cl , tot Fe^0 en die c f die gaat naar, $\text{Fe}^{+})^{+}$
 C poing
 T dus dan is die verhouding is eh, ja waar heb je die staan
- 10 C deze (...)
 T 1 staat tot 0,525 (...) en dan heb je een andere reactie deze (...) eh van Cl^- staat tot Fe^+ die ging naar $\text{Fe}(\dots)$ eh $+$) $+$
 C nee naar nul
 I naar nul Fe (ond)
- 15 T (ond) naar nul
 C ja maar hoe kun je dat zien, hoe weet je dat
 T dan moet je aan de reak naar de reactie kijken (...) die heb ik hier staan (.....) [geblader] eh waar gaat die Fe^+ naar Fe^0 (ond) (...)
 N (ond) kijk proefwerk soms (ond)
- 20 C nee die reactie (ond) niet (...) maar Fe^+ die eh $\text{Fe}(\dots)$ $\text{Fe}^{+})^{+}$ naar Fe^+
 T ja of Fe^+ naar $\text{Fe}^{+})^{+}$ maakt niets uit, Cl^- (...) Fe^+ naar $\text{Fe}^{+})^{+}$ (...) nou hier heb je waar heb ik het nou (.....) hier is (ond) (...) en hier is het met chloor en daar
- 25 C ja
 T omdat het $\text{Fe}(\dots)^+$ naar $\text{Fe}^{+})^{+}$ gaat heeft het chloor nodig en die krijg het (ond) daar
 C ja
 T en dit is dan de hoeveelheid chloor (...) Fe^+ gaat (ond) Cl^- (ond)
- 30 moet je, deze twee getallen gebruiken (...)
- [gesprek wordt onderwjl gestoord doordat jongens van een andere groep tegen de meisjes praten]
- ? zeg het nog (ond) (...)
- C ja wat doe je daar dan mee
- 35 T gewoon de verhouding mee uitrekenen (...) zoals bij die andere
 N en wat zet je dan hier dan neer

- [De groep neemt de getallen van opdracht K 3 - 3c over en probeert een berekening op te stellen. Dit lukt niet zo goed, mede doordat ze vaak over niet chemische zaken spreken. Bovendien hebben zij moeite met de gegeven massapercentages. Dan komt V langs en bekijkt hun werk.]
- 40 V (383) bij die oxides komen jullie niet uit (...) ik zal even wat opschrijven
I maar klopt deze verhoudingsgetallen klopt hoe wij dat gedaan hebben? (.....)
45 V ik denk het ook niet (.....)
T (ond)
V oh dit klopt wel, dit wel (...) maar, nou staat er natuurlijk iets heel gek he, moet je eens kijken wat daar staat, daar staat Fe^{+} ⁺ staat tot
50 O° (...)
? O^{-} moet dat zijn [zacht]
V (ond) (.....) nou zien we hier (...) oh hier wordt het ook weer, zeg je het gaat over die overgang he (...) goed (.....) dus, dat bedoel je, met Fe^{+} ⁺ bedoel je komende vanuit de grondtoestand, met Fe^{+} bedoel je komende vanuit de grondtoestand (...) zo als ik dit eh (.....)
55 C ja daar waren we nog niet helemaal mee klaar met dat eerste (...)
? (ond) hebben we ook nog
C d(?) zijn d
V oh (...) maar anders zou ik hier zeggen, waarom niet, in dit geval (...)
60 C ik weet niet of het goed is hoor (.....)
V je kan waarschijnlijk die samenstelling van ferro (ond) (...)
N ja maakt toch niet uit voor de massa (...)
V voor de massa niet (...) maar anders weet je natuurlijk niet wat je je er chemisch bij voor moet stellen (...) als je daar zuurstof (...) nou moeten we nog een derde getal vinden he (...) met welke verandering van het element ijzer hangt die samen, dat derde getal wat we nog moeten vinden (...) dat is (...) met welke verandering (411)
65 I Fe° is dit (...)
V ja (...)
70 N hoe weet je nou of dat Fe, of deze van Fe° naar Fe^{+} ⁺ en die Fe° naar Fe^{+} (ond)
? is alleen (ond)
N hoe weet je nou of dit Fe° naar Fe^{+} is (...)
? dat hebben we hier opgeschreven (.....)
75 N nee (ond) (...) ja
? heb je dat dan niet opgeschreven?
I welke streepje is dit dan? [wordt gezegd] (.....)

- V eh, kijk eens even hier, als je ijzer met zuurstof laat reageren (...) tot ferrioxide he [instemmend gehum] (...) eh waar stonden die getallen
- 80 (.....) als dit 30,1 gram is dat 69,9 ja (...) hoeveel gram zuurstof en hoeveel gram ijzer hoort daar
- N dit is 30,1 en dat (...) 69,9 (...)
- V dus dat betekent (...) dat die massaverhoudingen hebben we hier bepaald, betrekking heeft op welke verandering van toestand van element
- 85 van Fe^0 naar Fe^{+} (.....)
- V voor, nou moet je dus ook nog eentje hebben die betrekking heeft op deze overgang van het element ijzer ja, kunnen jullie mij aangeven hoe je dat moet gaan uitrekenen (...) ja(...) dus we hebben deze twee
- 90 hebben we al af he, die (...) nou nog die (...) hoe rekenen jullie die uit (...)
- I moet je hebben een reactie vinden waarbij eh Fe^{+} begint en Fe^{+} ontstaat
- V kan je zo'n reactie geven
- 95 T mag het ook andersom dat je Fe^{+} (ond) Fe^{+}
- V natuurlijk (...)
- I volgens mij Fe^{+} plus O^0 (.....)
- V je zegt, zegt dit? (.....) dat eh is dit het? (...) dat kan niet he (...)
- N oh nee nee dat kan niet omdat zuurstof (?) niet reduceert (...)
- 100 V nee want, het zuurstof wordt gereduceerd en het ijzer
- I ja dat zeg ik (ond) dat (ond) oxideert niet
- +T? waterstof
- V je zou het met waterstof kunnen reduceren, nou doe je dat (...) [schrijft] als je nou dit neemt (.....) ja
- 105 N (452) ja (.....)
- V kunnen jullie hier de hoeveelheden uitrekenen kunnen jullie dat (.....) eh (.....) ik doe een voorstel wat denk dat makkelijker is ja om het uit gaan rekenen zometeen (...) als ik jullie was zou ik dan bij voorbeeld gaan beginnen met 100 gram van deze, ja (.....) en dan
- 110 moet je de beide de andere andere hoeveelheden uitrekenen (.....) probeer dat maar (...) of als je zegt ik vind dit teveel rekenwerk wat je ook zou kunnen doen (...) dat is eh (...) je zou ook kunnen beginnen met eh (.....) je kan ook bijvoorbeeld deze nemen (...) en dan ook beginnen met 100 gram (...) (ond) [ze mogen kiezen]
- 115 V (476) nou kunnen jullie kort aangeven hoe jullie van plan zijn dat te gaan doen (.....) waarom zeg ik van nou begin met 100 gram
- ? procenten
- V ja procenten rekent het makkelijkst he (...) nou wat was dat hier (.....) [zoeken ze op] en hoe kan je nou de rest uitrekenen? (...)
- 120 N hoe kom je aan 22,3 (...) waarom staat hier eh (ond) gram
- ? oh (ond) in gram (...) ja maar dat maakt niks uit, dat mag daar hebben we toch de hele tijd 100 gram voor genomen (.....)

V nou hoe ga je verder

125 [Het vervolg van de te bewandelen weg gaat V met de groep na. Daarbij blijkt dat voor hem 'procenten het gemakkelijkst rekent, maar voor hen niet. Zij hebben moeite de absolute massa's en de procentuele samenstellingen uit elkaar te houden. V loopt dan ook de te nemen stappen nog een keer apart met Nicole en erna met Ineke door. Als hij weg is, gaan zij aan het rekenen. Het volgende gedeelte komt dan voor.]

- 130 T O⁻ hoeveel is dat 33,459 gram?
 N ja
 T ik heb veel meer (...)
 N dat kan toch niet, het moet meer zijn dan die andere (...)
 135 T ja 70 (?) komma zoveel
 N kan niet (...) moet meer zijn
 T is niet meer als die andere
 N hoeveel is die andere dan?
 T 22,3
 140 N oh ja dat kan ja kan ook
 I 1 procent (ond) moet je dan 77,3 delen door 69,9
 + N ja [rekenen verder]
 ? wacht even nog een keer (...)
 N even nog een ding opschrijven 77,7 procent is (...)
 145 C hoe hoe komt hij nou in godsnaam aan die 69,9 procent hoe weet je nou hoe je dat een keer verder (ond) hier onder mag plaatsen
 N omdat dat hier staat, ferrioxide daarvan is altijd 30 dit is ferrioxide, daarvan is altijd 30,1 procent eh, hoe heet dat
 T zuurstof
 150 N zuurstof en is 69,9 procent ijzer
 ? reageert (ond) (...) ja nou, als je hier 1 procent van wil maken
 I daar hebben we, een ander sommetje over gehad
 T daar heb je dus (...)
 C? (ond) komma (ond) procent (...) en doe je 77 (...) keer (ond)
 155 T Nicole, wat heb jij eruit, 33,5? (.....)
 N ja [jongen uit andere groep geeft zijn schrift met de goede getallen maar ze kunnen het niet lezen en zeggen dat je ook moet weten hoe je eraan komt]
- 160 N? (603) dus ijzer (...) 1,1 (...) gram
 C dit 1,11
 ? ja
 ? dat 30,1 (...)
 C (605) hoeveel zuurstof heb je nou nodig?
 N 11,159

- 165 C 11,1 was de procent he?
 N ja hetzelfde [ze ronden het af op 1 cijfer achter de komma]
 C (611) dan is dit 33,5
 N hoe komen jullie daar zo snel aan?
 C nou is 33,5 gram
- 170 T maal (ond) nee, eerst maal [door elkaar gepraat]
 ? ja weet ik wel maar ik (ond) hebben jullie gezegd
 T nee Caroline (ond) deze van mij kwam (...)
 C oh moet deze verhoudingsgetallen gebruiken
 T ja [gelach]
- 175 N tel je dit nou daar bij op (...)
 I we moeten nog van Fe^+ naar Fe^{+} +
 C gram [reken en schrijft waarschijnlijk] plus 77 komma
 N omdat je dus het getal na de reactie dat is 111,2 (...)
 C 11,2 gram
- 180 N en doe je min 100 procent min 100 gram (...)
 T die zuurstof die 11,2 die in ieder geval hebben
 N gram dus O^0 is 11,2 gram
 +I die 11,2 is wat er meer nodig is hiervoor
 T ja
- 185 I nee moet je 77,7 en 5 33,5 (...)
 ? ja
 I even kijken (...) wacht even (.....) ja
 C oh ja idioot eigenlijk
 N geloof nooit dat ik er ooit opkwam
- 190 C nee denk het ook niet [lacht]
 T (625) wordt dus Fe^{+} + staat tot O^- en als je gaat van Fe^+ naar Fe^{+} +
 +I aantal hoeveelheid zuurstof
 N? Fe^+ moet je (ond) laten
- 195 T? ja dat weet ik (ond)
 I oh jij schrijft het op
 C? Fe^{+} + staat tot Fe^+
 +N en wat moeten we nou gaan doen, hee hallo en wat moeten we nou gaan doen met dat pijltje en de puntjes (...)
- 200 T die verhouding uitrekenen
 C welk pijltje en welk puntje?
 N nou moet je dus eh (...) wacht even, Fe^+ gaat naar Fe^{+} + he
 T ja of andersom
 N [schrijft] Fe^+ staat tot O^0 gaat naar Fe^{+} + (...) Fe^+ is
- 205 ? (632) 77 komma
 N Fe^+ 77,7?
 T ja
 N en moet je dan doen staat tot 11,2
 C nee staat tot eh 35 komma (...)

- 210 T 33,5 heb ik (...)
 N wat is 33,5 in godsnaam die je daaruit hebt
 T is die zuurstof die je nodig hebt om van Fe^{+} Fe^{+})⁺
 +N welke zuurstof we hebben 11,2
 T nee die heb je extra nodig (...) oh nee juist die zuurstof heb
- 215 +? nee
 T je nodig
 ? nee
 ? nee
 ? nee
- 220 N wel
 T jawel die zuurstof heb je nodig
 +N 35 komma 33,5 zit toch ook nog die 22,3 in
 I ja je moet wel die eh, 11,2 (...) zeg maar eventjes
 T dus Fe^{+} staat tot O^0
- 225 N kijk hoeveel ik eh moet je zien (...) [reken op apparaat]
 C heb jij 33,5 dan, heb je welke zuurstof
 T? welke zuurstof
 C zuurstof die bij Fe^{+})⁺ (ond) (.....)
 ? dus heb je Fe [schrijft, Nicole heeft het uitgerekend]
- 230 T die Fe^{+} is 6,94?
 N ja (.....)
 I dat klopt niet met 11,2 (...)
 T ja bij die ander doe je ook de chloor die je overhield
 N ja (...) hee ja [er reken nog iemand]
- 235 C en wat is dit dan wat moet hier de verhouding zijn?
 I moet je dan nog delen door 100? (...)
 T nee hier heb je toch al in grammen (...)
 I ja maar die hadden we (ond)
 C Fe^{+} naar Fe^0
- 240 I oh de grammen daarvan, maar dat heb je niet met een gram hier hoor
 T ja [was een ander iets aan het uitrekenen]
 I hier heb je met procenten gedaan (...) kijk hier komt (ond)
 C ik zit zit me af te vragen wat ik nou in godsnaam heb uitgerekend, ik snap al die berekeningen wel maar weet niet eens waarover het gaat (652)
- 245 +T bij deze niet (...) hier hebben we gram gemaakt
 N wij moesten eh
 T bij die andere had je wel (ond) procent
 +T we moesten bij 3c moesten we
- 250 I heeft die voor ons uitgerekend (?)
 N je moest de verhoudingsgetallen voor deze drie verschillende reacties moest je uitrekenen, nou deze kun je zo aflezen uit de
 +I dat (?) (ond)
 +T ja

- 255 +N proeven, lees je af van Fe^0 naar $\text{Fe}^{+})^+$, en $\text{Fe}^0 \text{Fe}^+$ weet je $\text{Fe}^+ \text{Fe}^{+})^+$ doen even die reactie opschrijven nou en aan de hand daarvan kun je dus die verhouding uit (...) 1 staat tot (ond)
- [ondertussen praten Ineke en Toby door, echter niet te verstaan]
- 260 C ja maar, dat is, de verhouding tussen, deze en die
 N? ja moet toch hele tijd hetzelfde vinden
 C nee
 N je vindt de verhouding tussen deze (...) tussen Fe^+ en, O^0
 +I nee hier niet, omdat hier geen procenten
 +C ja
- 265 N als het gaat naar $\text{Fe}^{+})^+$
 I volgens mij niet
 T je moet eerst die procenten daar (ond)
 C je hebt dus zoveel zuurstof nodig om (...) (ond) gaat $\text{Fe}^{+})^+$
 N ja
- 270 C ik snap het (...)
 ? (ond)
 C ja om naar [zacht] van Fe^+ naar $\text{Fe}^{+})^+$
 N bijvoorbeeld van als je gaat van Fe^0 naar Fe^+ dan heb je heel andere
 C (ond) moet je die getallen (.....) dan moet ik het allemaal even netjes op een rijtje zetten (ond) (...)
- 275 I ja maakt niet uit of je dat gedeeld door 100 (ond) maakt (ond)
 +C $\text{Fe}(\dots) \text{Fe}^0$ naar Fe [schrijft]
 I (ond) schrijf het even opnieuw op
 C $+) + (\dots)$
- 280 N zo moet je dat doen ja (...)
 C van $\text{Fe}^0 \text{Fe}^0$
 T? $\text{O}^0 (\dots)$
 N oh shit hebben we dat omgedraaid hier, maakt dat niks uit
 T wat?
- 285 N of je nou opschrijft van Fe^0 staat tot O^0 naar $\text{Fe}^{+})^+$ of dat je (672) opschrijft $\text{Fe}^{+})^+$ staat tot O^0 naar $\text{Fe}^0 (\dots)$ dan staat er, naar verhouding maakt het niks uit
 C is het goed $\text{Fe}^0 (\dots)$
 C? deze he die je hier nou opschrijft hebben we net uitgerekend (...)
- 290 N nee,
 C? oh nee
 N kijk maar, $\text{Fe} (\text{ond}) +) +$
 C dat is deze de bovenste (.....)

[schrijven en zeggen tegen elkaar dat het niet makkelijk is]

- 295 C [schrijft] Fe^0 staat tot $\text{O}^0 \text{Fe}^+$ neem ik aan (...) (ond) nou van 1 2
 $\text{Fe}^+)^+ \text{O}^-$
- I maakt niks uit hoe je helemaal niet te delen door 100 je kunt het gewoon gebruiken (...)
- 300 [ze schrijven getallen op, ruimen daarna op, zeggen dat ze een dergelijke som niet kunnen maken op het proefwerk, daarna praten ze nog even over iets anders]

16. PROTOKOL 10

Hieronder volgt een gedeelte van een gesprek dat plaats vond op 3 december 1986 te Amsterdam n.a.v. de in 7.1.1 onder 1. geschetste wijze om de wet van Proust af te leiden.

D = Dik, H = Huub, P = Paul, T = Ted

- 1 T nee, omdat jij, omdat jij hier een logische redenering opstelt
P met een gegeneraliseerd begrip zuivere stof (...)
H daar gaat het natuurlijk om
T ja nou dan dan dan
- 5 H het kan natuurlijk best in de praktijk wel eens
P je je, in dat begrip zuivere stof zit een zwaar inductief moment
T? op dat moment
P en we noemen dat, we noemen dat nog beschrijvend niveau
T op dat moment voelde ik vond ik dat je op dat moment voel ik me eh
10 (...) ja voor het blok is natuurlijk niet de goede uitdrukking maar (...)
voel ik me
H [op achtergrond want hij gaat weg om thee te zetten] dat heeft theorie
een beetje in zich
T voel ik voel ik dat ik een afspraak heb moeten maken omtrent wat te
15 verstaan onder zuivere stof, waarvan ik het bestaan niet wist en dat
vond, vind ik niet eerlijk dan he, op dat moment (.....)
D het is toch wel merkwaardig dit (...)
P jaa
D zo merkwaardig, mooi verschijnsel (...) en jij ervaart het als een last
20 [lacht uitbundig] ik vind het op zich een heel interessant gegeven
T jij, jij, beklemmt mij dan, een afspraak
+P ik ik zit niets te verklaren door iets nieuws aan te nemen, ik
zit de grens van het begrip af te tasten
T neee, jij zit er iets extra's aan toe te voegen (...) wat er niet bij was
25 +D maar(?) als jij, als jij de grens van het begrip zit af te tasten, dan ben jij
volgens mij op theoretisch niveau ben je bezig of die stap daar naar
toe te maken
T ja, ja
D anders ga je geen grenzen aftasten (...) vermoed dat dat daar daar zit
30 iets maar, en dat moeten we helder zien te krijgen, anders niet, want
jij doet, jij laat het ook alleen maar bij beweringen (...)
T ja dit is, vond ik, dit komt op mij over als een bewering en ik doe mijn
uiterste best om die logika daarvan in te zien, en dat lukt me niet,
[leest in de notitie van Huub] "dit houdt in" nou voor mij houdt het dus
35 nog niet in, voor mij is het best mogelijk dat de bovenste helft dat
wordt stof X en de onderste helft wordt stof Y (...)

- P dat is toch in strijd met wat we eh eh bij eh het ontwikkelen van het begrip chemische stof eh, waaraan we kenmerken hebben toegekend als verdwijnen en ontstaan, hebben afgesproken, namelijk eh (...) eh
- 40 die eigenschappen zijn onafhankelijk van de hoeveelheid stof die je neemt (...) dat kun je ook vertalen als elke hoeveelheid heeft wat dat betreft dezelfde eigenschappen (.....) en als je dat verder doordenkt, dan zeg je dat moet ook inhouden elke eh hoeveelheid, eh gegeven hoeveelheid dus in casu 1 gram maar je mag ook zeggen 1 kilogram,
- 45 heeft
- T ja
- P [met nadruk] kwantitatief gezien dezelfde eigenschap van verdwijnen en ontstaan (...)
- D heeft dezelfde kwaliteit
- 50 P heeft dezelfde kwaliteit
- D ja
- P maar dat houdt een kwantiteit in (...)
- D eh (.....)
- T jaja [of: waarom dan ?] (...)
- 55 P als namelijk eh eh, bij de ene 7 gram ijzer zou blijken dat die met 8 gram zwavel reageert
- T ja
- P en bij de andere 7 gram ijzer zou blijken dat die met 4 gram zwavel reageert
- 60 T ja, wat
- P dan moet je tot de konklusie komen, ja ef eh dat ijzer reageert wel in beide gevallen met zwavel
- T ja, prima (ond)
- P maar het is een ander verdwijnen en ontstaan
- 65 T jajajaja ander verdwijnen, waarom? (...)
- P omdat er een andere, ijzersulfide ontstaat
- T nee, de stof ontstaat hetzelfde ijzersulfide (...)
- P nee
- T waarom niet? waarom, jaaa, in de praktijk, ja dat weet ik in de praktijk, maar logisch gezien dus, waarom niet? nee, kan ik niet zien, ik kan het wel omkeren, omdat ik steeds gevonden heb dat
- 70 +P (ond) dan heeft dan kun je namelijk toch niet zeggen eh eh dit eh dit kenmerk van deze stof is onafhankelijk van de hoeveelheid
- 75 T okay, dan moet ik daar nog eventjes heel goed bij stilstaan, van wat dat betekent, exact dat het onafhankelijk is van de hoeveelheid dus dat je die
- P nou die konsekwentie zit ik af te tasten, nou dat is toch dat is toch een normale gang van zaken
- 80 +T nee nee nee dat alvorens
- D ja

- T nee alvorens jij hebt
 D maar dat is geen normale gang van zaken in het beschrijvend niveau denk ik
- 85 T alvorens jij het een chemische eigenschap noemt dat ijzer met met zwavel kan reageren
 P ja
 T ja, heb jij gezegd van ik doe dat pas als ik gevonden heb dat het eh een konstante massaverhouding heeft (.....)
- 90 P dat heb ik nooit ge(ond) ik zeg alleen dit is de konsekwentie van die uitspraak dat het de de eigenschap van ijzer om te reageren met zwavel onafhankelijk van de hoeveelheid is (...)
 T ik heb een aantal proeven gedaan
 D dan verantwoord, dan verantwoord jij je keuze voor het gezichtspunt zuivere stof (...) een andere verwoording van de overgang naar T (...)
- 95 T ja je gaat nu achteraf zeggen wat jij met met met eh konstante eigenschap bedoelt, in bij deze reactie, ga je achteraf zeggen maar dat heb je niet vooraf gezegd, althans
 D en dat is nog steeds gekoppeld aan het woord moeten
- 100 T dat heb ik vooraf zeker niet geproefd, zeker niet ervaren (...)
 P [zucht en zegt tegen Huub die net weer binnen is gekomen:] ik ben wat aan het doen, en jij ook
 H wat dan?
 P wij zijn onze keuze van het begrip zuivere stof aan het verantwoorden
- 105 T ja, je gaat nou achteraf zeggen wat je er precies mee bedoelt, en terwijl ik het vooraf niet gehoord heb en zo
 H wat verantwoorden
 T je gaat nu achteraf zeggen van wat je met zuivere stof bedoelt [niet ter zake en een huishoudelijk onderonsje van Ted en Dik]
- 110 H eh hee maar jullie gebruiken het woord verantwoorden (...) ik denk dat, ik vind het vreemd dat je dat je nu opeens het woord verantwoorden gaat gebruiken
 D heb ik gedaan, hoeft hij niet [niet ter zake]
- 115 H ik denk altijd als je een omschrijving geeft van een begrip (...) mag je dat ook zien als een verantwoording
 D nee dat bedoel ik niet (...)
 H je zegt, we hadden
 D verantwoording van een gezichtspunt dat is al eerder gebruikt, heeft
- 120 H Hans [de Miranda] ook gebruikt (...)
 H we hadden het over dat smelten, verwarmen van blauw vitriool* of het verwarmen van een stuk hout en dat noem ik geen smelten ook al krijg ik vloeistof want en dan geef je een aantal kenmerken en dat is een verantwoording

- 125 D ja dat kun je ook verantwoording noemen maar dat bedoel ik, dat is niet de verantwoording van je keuze van een gezichtspunt, stofindividu, of eh het, kriteria (ond) stof
P het begrip zuivere stof, eigen (ond)
D in ieder geval de zuivere stof, maar goed dat is de kri het gezichtspunt voor stofindividu
- 130 H hee, Dik maar verantwoording geef je, ten aanzien van een bepaalde kontekst (...) de kon(?)
D de keuze in dit geval
H d'r komt bijvoorbeeld de keuze voor het begrip stofindividu kan ik geven (...) vanuit een didaktisch gezichtspunt
- 135 D ja maar dan heb ik het over het begrip, de keuze voor het gezichtspunt eh de keuze van het gezichtspunt zuivere stof (...) je stelt in het beschrijvende niveau wel vast of je een bepaald materiaal zuivere stof noemt of niet, dus je probeert je benoemingen beschrijvingen consequent te doen zijn overeenkomstig dat gekozen gezichtspunt (...) maar de stap die jullie tweeën hier gezet hebben gaat volgens mij net een verder, de volgende niveauverhoging (...) en die stap noem ik verantwoording van je gezichtspuntskeus, de keus voor je gezichtspunt zuivere stof
- 140 P wij kiezen het begrip zuivere stof als objekt
D ja
H waarom?
D ja dat doen jullie
P nou eh omdat je ernaar gaat zitten kijken, wat houdt het allemaal in, het is niet meer alleen maar een aanwijzend eh, eh gezichtspunt hee om die en die redenen noem ik dat zuivere stof, nee nou heb ik zuivere stoffen heb ik een heleboel benoemd, nou ga ik naar zuivere stof op zichzelf kijken, dan wordt dat een nieuw objekt
- 150 D ja (...)
H oooh
D ik dacht dat dat jij ook bedoelde met eh konsekventies nagaan en de gren
P neenee
D en de grenzen nagaan
- 160 P nee dat heb ik nog nooit zo, nog nooit zo bedoeld
H we hebben we hebben het dus niet ov
P ervaring met de overgang eh, eigen ervaring met de overgang B naar T (...)
D nu
- 165 P ja nu (...)
H het gaat dus niet over de zuivere stof water en de zuivere stof
P historisch moment, 3 december 86
[intermezzo]

- 170 H maar nou (ond) zoals jij het zegt, inderdaad, nou begrijp ik wat je bedoelt, het gaat niet over de zuivere stof water en de zuivere stof zwavel en de zuivere stof koper
D nee het gaat over het begrip zuivere stof
H het gaat over zuivere stof (...) het gaat niet over koper en zwavel reageren met elkaar
- 175 D nee, nee
H maar het gaat over het verdwijnen (...) dat bijvoorbeeld koper doet (...)
D ja ja goed, het begrip zuivere stof wat je daarmee
- 180 P of wat wat bijvoorbeeld de stof X doet
D ja het maakt niet uit
P (ond)
H waar jij dus in ED VII over gaat spreken (...) de combinatie van kunnen verdwijnen of kunnen ontstaan
- 185 D ja (...) ja
H ja (ond)

* Met "blauw vitriool" wordt koper(II)sulfaatpentahydraat bedoeld.

17. PROTOKOL 11

Gedeelte van een gesprek dat werd gevoerd op 17 juni 1978 te Amersfoort.

De deelnemers zijn:

A = Ans	H = Huub	N = Nico
C = Chris	J = Joop	P = Paul
D = Dik	K = Ko	T = Ted

- 1 D nou is de vraag van Chris gericht op een waarom-vraag met betrekking tot die regelmaat, maar waarom is het nou zo?
- P ja
- 5 T dit hebben we gerelativeerd door te zeggen tot die vraag had je al zo vaak kunnen doen
- D dat is het punt nou niet of hij al vaker gesteld had kunnen worden, hij wordt gesteld
- K ja
- T of dat nu zo'n verwonderingwekkend iets is
- 10 D en daarbij was de vraag van Chris: kunnen we een antwoord vinden op deze vraag (...) mag ik die vraag en nu ga ik in mijn idee die vraag in een didaktische kontekst plaatsen, mag ik ook zeggen: op deze manier vraagt Chris naar inzicht in de relatie tussen het reactiebegrip, het stofbegrip en die kwantitatieve eigenschappen, dat zit misschien ingesloten bij dat stofbegrip (...) kunnen we zo die vraag van, of als de leerlingen deze vraag dan als zodanig zouden stellen, zou je die vraag dan als zodanig kunnen beoordelen
- 15 P ik begrijp nog steeds niet dat je relaties wilt leggen tussen het stofbegrip en het reactiebegrip
- 20 D dan is zijn vraag dan gericht op het gebruik van die begrippen, dan gaat hij in jouw termen verder [stilte] het gebruik van die begrippen betekent dat hij die begrippen heeft om die regelmaat te kunnen formuleren, dat impliceert die argumentatie
- K ja
- 25 T? ja uitbreiding
- K nee de argumentatie
- D dat impliceert de argumentatie
- K nee hoe hij het verwoordt, van argumentatie dus waarschijnlijk geen sprake
- 30 J maar Ted jij zegt dat het uitbreiding is in het beschrijvend niveau
- +D okee, maar waar het mij om gaat: als hij nu die vraag stelt, hoe kan ik nou verklaren, die waarom-vraag stelt, kunnen we dan zeggen: hij stelt een vraag gericht op een theoretisch niveau, daar wil ik naar toe
- K ja

- 35 N hij kan die vraag niet beantwoorden binnen wat hij tot nu toe opgebouwd heeft, hij moet een nieuw begrip invoeren, weer een nieuwe (ond) maken
D waardoor hij
N dit kan overzien
- 40 D waardoor hij dat objekt, het gebruik van deze begrippen, zoals Paul dat heeft gezegd, tot objekt neemt, dat is het waar hij het over heeft. Dus die regelmaat is feitelijk bekend van hem, dat is geen probleem meer, het gaat om inzicht in die regelmaat
J ik denk dat dat inzicht
- 45 N en dan heb je daar de mogelijkheid inderdaad met wat je stelde, met die tweede zin die hier staat*, kan je inderdaad beantwoorden, vanuit die veronderstelling die daarin (ond) is, maar is het nou niveauverhoging of is het nog steeds uitbreiding
J je moet er een keus maken
- 50 D om die vraag nu te kunnen beantwoorden kunnen we dan zo'n gezichtspunt kiezen om te proberen tot genoemde schakelredenering te komen, wat moeten we dan kiezen om daar een antwoord te kunnen geven
K waarom die regelmaat zo is
- 55 D nou ja, is dat nu de vraag, dus de regelmaat
J nee, nee, we konstateren nu de regelmaat
C hoe kan ik die begrijpen
K wat bedoel je met begrijpen, verwoorden, onder woorden brengen
C nee ik
- 60 K of bedoel je verklaren
C verklaren ja
K dat is een belangrijk verschil
N maar, niet voor jouw argumentatie
K een verklaring kun je alleen maar vinden via argumentatie want die
- 65 argumentatie
N nee
D het is een andersoortige argumentatie
N maar je moet daarvoor je taal uitbreiden, je moet een nieuw
D je komt tot een andere taal
- 70 P maar we hadden toch het verklaren, dat hadden we gereserveerd tot een bepaalde argumentatie
H namelijk vanuit theoretisch niveau
C nou en zo bedoel ik het ook

75 [De groep bespreekt gedurende enige tijd het feit dat je met dit verklaren een ander soort vragen gaat stellen. De draad wordt weer opgepakt door Dik.]

- 80 D ik wil het nog anders stellen, ik probeer, en ik ben al bang dat er hier, gelet op de reacties, dat gevoel heb ik al, al aan het forceren ben (...)
ik stel niet anders voor dat kunnen we nou gezamenlijk die vraag van Chris beantwoorden (...) wat voor gezichtspunt moeten wij kiezen en welke nieuwe afspraken moeten we op grond daarvan maken om die vraag die Chris stelt te beantwoorden, dan hebben wij die vraag te beantwoorden
- 85 K het is al een beetje voorbereid, ik denk dat je met porties van elementen moet gaan werken in die bepaalde groepering van elementen
D nou goed dat ga je dan doen, wat dan
K die theorie van elementen, die je ontwikkeld hebt, dat zul je dan kwantitatief moeten uitbreiden
- 90 D wat wordt nu het antwoord op die vraag
N dan geef je eigenlijk precies hetzelfde antwoord als hier staat* dat een geheel getal moet zijn, dan heb je die porties erin zitten
K ja en zo verklaar je dan die porties, het feit dat je zegt 1 liter van de groepering waterstof daar moeten dan 2 porties
- 95 D hoe luidt dan die verklaring
K hoe bedoel je precies
D hoe wordt je argumentatie of hoe wordt je schakelredenering
K dat je iedere groepering van elementen dat je daar
D dat je iedere groepering, heb je het over
- 100 K verschillende groepering, dus je kijkt, waterstof, de groepering die behoort bij waterstof, daar ken je de formule H_2 aan toe, om aan te geven, per volume-eenheid, als het ware deelbaar is, opsplitsbaar is in twee porties. Dan kijk je naar de groepering waterstofchloride waarbij je bij de waterstof een 1 zet, waarmee je aangeeft dat een volumehoeveelheid waterstofchloride opsplitsbaar is in 1 keer een portie waterstof, en dan heb je de ene keer 2 porties en de andere keer 1 portie dat betekent dus dat de volumeverhouding 2 : 1 wordt
- J je hebt de porties toch niet nodig
K je kunt ook een ander woord gebruiken
- 110 N je kunt die porties gebruiken (...)
P het gebruiken van die porties is alleen maar om van je verhoudingsgetallen absolute of (...)
K dat is dus mijn invoering in de elementtheorie om dat verklaarbaar te maken, dat ik dus van verhoudingsgetallen ga naar porties
- 115 N je zou best kunnen spreken over (ond)
K ja onderverdelen, verdeling dus van de groepering waterstof in tweeën
D wat bedoel je met de groepering waterstof
K dat is dus de groepering van elementen die jij in je theorie verondersteld hebt waterstof te verklaren
- 120 D oh, ik dacht dat we over het element waterstof spraken

- K ja dat bedoel ik ook, dus wat jij veronderstelt in je elementtheorie dat noem je dan het element waterstof, maar die moet dan aan de ene kant het stofindividu waterstof kunnen verklaren en die koppeling
- 125 D (ond) het ontstaan en verdwijnen van
K ja precies, en dat ontstaan en verdwijnen dat gaat nu
D in kwantitatief opzicht
K met porties
J nee met gehele getallen
- 130 D met hele getallen
K ja, nee dat is de regelmaat die je vindt en die verklaar ik, transformeer ik nou
P porties
D nou goed [door elkaar gepraat]
- 135 K zo zou ik het doen
J ik zou zeggen van: naar die hele getallen, als je afspreekt dat wat de elementen betreft, kiest voor gehele getallen, die karakterisering, dan ben je en dan hoeft je helemaal niet meer te praten over porties
C (ond)
- 140 K wat stelt dat getal dan voor?
N dat betekent toch een heel aantal malen een portie
K wat stelt dat getal dan voor als je schrijft H_2
J ja
K wat stelt dat dan voor
- 145 J dan dat
H er twee maal een halve liter waterstof uit kan ontstaan
K maar dat is gewoon beschrijvend niveau, dat verklaart niks
H jawel, dat is element, dat is theorie
N nee
- 150 C laten we niet uitgaan van H_2 , die hebben we nog niet, dan zou je tot H_2 kunnen komen
K ja en die 2 heeft naar mijn mening niets meer met liters te maken, maar met het aantal porties die je veronderstelt
P het aantal?
- 155 K porties
T massaporties
D er zijn twee dingen, op de eerste plaats dat het getal altijd een geheel getal moet zijn [door elkaar gepraat] (...) van element in gastoestand, nee moet altijd een geheel getal zijn
- 160 K dat is een keuze die je maakt
D en de waarde van dat getal van de enkelvoudige stof of van dat element in de grondtoestand is kenmerkend voor dat element
K ja maar ook in de andere groepering is dat kenmerkend en waterstofchloride komt er voor waterstof het getal 1 bij, kenmerkend
- 165 het element waterstof in de groepering waterstofchloride
J kenmerkend door gehele getallen

- [bandwisseling zodat stukje gesprek ertussenuit valt]
- 170 H de regelmaat waar jij aan voorbij gaat, namelijk de regelmaat die hij gekonstateerd heeft, namelijk de regelmaat dat uit V liter van een samengestelde stof een geheel aantal keren $1/2$ V liter stof gemaakt kan worden (...)
- K okee (...)
- H je kunt karakteriseren nu een samengestelde stof door een geheel aantal malen $1/2$ V liter waterstof dat eruit kan ontstaan
- 175 K er komt dus steeds een geheel aantal keren een portie voor
- H dus je kan elke stof karakteriseren ten aanzien van zijn elementen door die getallen
- J je maakt nu de keus altijd
- 180 T precies, dáár gaat het om, in het ene geval spreek je af we hebben gezien dat (...) voor zover we gekeken hebben, hebben we gekonstateerd dat het een aantal malen $1/2$ liter waterstof is, maar we spreken nu af dat is altijd zo, we gaan er vanuit dat het zo is
- K je voorlopige afspraak is dat het zo is zolang het tegendeel niet bewezen is (...)
- 185 D nee, het is altijd zo
- T binnen je theorie is het altijd zo, binnen je gesloten systeem (...)
- D dat het altijd zo is, kies je als je gezichtspunt
- T later kun je je gezichtspunt gaan veranderen op grond van (...)
- K precies, dan zitten we op dezelfde lijn, als jij dat zo zegt, je kiest dat
- 190 het altijd zo is tenzij ik mijn theorie mijn afspraken moet bijstellen, dan ben ik het helemaal met je eens (...)
- D ik ben dan niet aangesproken wat beschrijvend niveau is
- K nee (...) nee (...)
- D nu stoort ik even (...) nu de discussie even doorgaan (...)
- 195 H want jouw portieverhaal gaat ook alleen maar op in een aantal gevallen waarvoor je het gekonstateerd hebt, als het voor de andere ook geldt, dan neem jij hetzelfde gezichtspunt ook aan
- K nee ik veronderstel (...) het is een veronderstelling die ik maak in zijn kontekst op grond van een aantal waarnemingen die ik kan verklaren
- 200 en ik denk natuurlijk meteen dat die veronderstelling bruikbaar is in nieuwe gevallen
- D dus dat betekent je veronderstelt dat het altijd zo is
- K ja zolang het tegendeel
- D dan heeft het woordje kontekst meteen betekenis
- 205 K ik veronderstel dat het altijd zo is ja
- D ja
- K maar ik weet wel, dat het mijn veronderstelling is en dat die komt (...)
- D misschien (...)
- K en dat er een beperkt aantal (...)

- 210 D nu vul ik dit een beetje, kunnen wij nu als groep dit afspreken? dit is voor ons een gezichtspunt, we kunnen nu een antwoord, een verklaring op die vraag van hem geven
- T wat moeten we dan afspreken?
- K opletten! (...)
- 215 D (ond)
- J nou dat het
- T altijd gekarakteriseerd kan worden door een geheel getal (...)
- D dat dus de verdunbaarheid, de chemische verdunbaarheid, altijd gekarakteriseerd kan worden door een geheel getal en nooit anders
- 220 N dus dat je een verdunbaarheidshoeveelheid toekent aan de elementen zou je kunnen zeggen
- P een getal is niet een hoeveelheid
- J via die verhalen over die hoeveelheden V liter of $1/n$ maal V liter, ben je op dat idee van die gehele getallen gekomen, op een gegeven moment kies je die gehele getallen als je karakteristiek, als datgene als je gezichtspunt waar je mee verder gaat
- 225 T ja
- H maar wat betekent verdunbaarheid dan?
- J dat is afgesproken (...)
- 230 N het is eigenlijk precies hetzelfde als bij elementgetal, dus
- K ja het maakt eigenlijk niet uit hoe je (...)
- T als element stikstof bijvoorbeeld daar hebben we het over gehad vanmorgen, je kunt er een heleboel proeven mee doen en er ontstaat bij die proeven geen waterstof, maar daarmee is niet gezegd dat er nooit waterstof ontstaat en je gaat dan uit van het principe, hoe moet ik het zeggen, dat stikstof inderdaad uit één element bestaat
- 235 J dat elementbegrip heb je nodig ja
- T de manier van afspreken is analoog aan de manier van afspreken van het getal dat we aannemen
- 240 J ja
- T die is volkomen analoog en dat zou Paul dan bedoeld kunnen hebben met niveauverhoging of zo

* De spreker wijst hier waarschijnlijk naar het uitgeschreven gedeelte van het gesprek van de vorige bijeenkomst.

18. PROTOKOL 12

Gedeelte van een gesprek dat werd gevoerd op 17 juni 1978 te Amersfoort.
Dit fragment kwam in het gesprek enige tijd na het in protokol 11 weergegeven gedeelte. De deelnemers zijn:

A = Ans	H = Huub	N = Nico
C = Chris	J = Joop	P = Paul
D = Dik	K = Ko	T = Ted

- 1 D nou, Paul zegt, als we kunnen zeggen: er is chemische verdunbaarheid van waterstof, dat is dan een kwantitatieve eigenschap van het element waterstof
- P het element waterstof is behouden
- 5 T ja, terwijl je alleen met waterstof (...)
- P in bepaalde gevallen, dus
- T dus je hebt een kwantitatieve eigenschap
- D of moet je misschien zeggen: de naam waterstof (...)
- J nee
- 10 D gaat ook de kwantitatieve eigenschap omvatten, als je dan bezwaar hebt tegen: de kwantitatieve eigenschap van, dat is precies hetzelfde als: het stolpunt van water is 0 °C, daar zou je dan ook bezwaar tegen kunnen hebben, omdat als je die uitspraak doet, smeltend water ook, ja wat is nul graden, dat is niet altijd met de naam water
- 15 T jaaa (...)
- C wil iemand nog even herhalen wat een kwantitatieve eigenschap is? in dit verband? een kwantitatieve eigenschap van het element waterstof (...)
- T de verdunbaarheid
- 20 C 'in', dat moet erbij
- P ja, in een bepaalde, met waterstof samengestelde stof
- H kan niet gelijktijdig (...) (ond) (...)
- P maar los van stof (...)
- C kun je niet van kwantitatieve eigenschappen spreken, het element
- 25 waterstof, als zodanig, daar kun je geen kwantitatieve eigenschappen aan toekennen
- T jawel
- P oh ja, het is een eigenschap van de samengestelde stof waterstofchloride dat het element waterstof daarin de verdunbaarheid één heeft
- 30 C ja, en in water twee, het element waterstof zelf niet, daar kun je niet spreken van een kwantitatieve eigenschap
- T daar hebben we het zo-even over gehad

- J nee, kwantitatief kenmerk, jawel, want het element waterstof heeft als kenmerk, als eigenschap dat het gehele getallen oplevert, niet dat het één, twee of drie is (...)
- 35 T niet als stofeigenschap? niet in de betekenis als stofeigenschap
H (ond) (...) ja, dat heb ik dus gekozen
D ja, maar als onderscheiding van stoffen
P gekozen de verdunbaarheid van elementen wegens de kwantitatieve eigenschappen van de stoffen
- 40 J herhaal dat eens
P de verdunbaarheden van de elementen zijn kwantitatieve eigenschappen van de stoffen
T nee, van de (...)
- 45 J de groepering elementen
D van elke samengestelde stof kan ik aan zijn elementen een getal toekennen (...)
P dat bedoelde ik, ik zeg het vrij kort en daardoor misschien wat onvolledig
- 50 K we zullen het naluisteren [niet ter zake]
P de verdunbaarheden van de elementen in een bepaalde stof, de elementen die in een bepaalde stof aanwezig blijken te zijn, zijn kwantitatieve eigenschappen van die bepaalde stof
C ja
- 55 K de uitspraak is wel juist, het woord stof wordt hier gebruikt in een theoretische kontekst
T dat moet je wel even weten
K dan ben ik het met je eens
D wat bedoel je met: stof in een theoretische kontekst?
- 60 K nou, stof als zijnde groepering elementen, als door mij veronderstelde, zijnde groepering elementen, dat versta ik onder stof in een theoretische kontekst, niet meer de bundel stofeigenschappen
T maar een bundel elementen
K een bedachte verzameling elementen, al dan niet met die verdunbaarheid
- 65 H jij brengt een uitbreiding aan, ik zit toch nog steeds met stofeigenschappen
K je praat over andere meervoudige stoffen, je praat niet meer over stoffen als een bundel eigenschappen, maar als een verzameling eigenschappen
- 70 ? (ond)
P ik begrijp, maar, theoretische begrippen (...)

- 75 K is geen theoretisch begrip meer (...) tenzij ik het er duidelijk bij zeg, dan geef ik er een vervolg aan, ik kan het woord stof en een theoretisch niveau (...) ik weet niet wat dat is (...) ik kan het woord stof, stof is een bundel eigenschappen die chemisch gezien in relatie staat met reactie, ik heb het moeilijk (...) je kunt toch moeilijk zeggen dat elementen met elkaar reageren? dan zouden ze moeten verdwijnen, of zo, bij een reactie verdwijnen de bundels (...)
- 80 D en dat zijn bij jou de elementen, de elementen hergroeperen zich
K in het vervolg, ja
P nee, ja, ik geloof dat ik met je instem, als ik deze uitspraak doe, dan zie ik dat als een theoretische beschrijving van het woord stof
K okee, dan is het goed
- 85 D dan is het woord(?) [of: wordt(?)] dus [bandwisseling] dan zou je moeten zeggen, dan moet je elk element in het hergroeperen moet je door een bepaald getal karakteriseren
K ja
D en wil je die regelmaat, zoals (...)
- 90 K dat noem je dan verdunbaarheid
D dat kun je dan verdunbaarheid noemen, maar dan moeten eisen gesteld worden die karakteristiek zijn voor dat element
K in die groepering
P in die groepering, ja
- 95 ? (ond) (...)
K het getal moet een geheel getal zijn, welk getal je kiest (...)
D nee, want dat klopt niet, je had die portie 1/2 V liter, die is voor waterstof kenmerkend, ongeacht of het in de groepering is of in de stof
- 100 C of het element
D nee, de portie, 1/2 V liter, dat is die maximale verdunbaarheid
K het moet dus een gehele portie zijn, en die kleinste portie die krijgt de groep één, en komt twee maal die kleinste, dan komt er twee
D en dan is die maximale chemische verdunbaarheid hetzelfde als portie
- 105 K/P ja
J maximaal? waarom niet minimaal?
K (ond) (...) is natuurlijk absoluut geworden (...) absolute hoeveelheden
D natuurlijk naar portie toe, minimaliseren mag je dat ook noemen, 1/2 is daar de kleinste eenheid, één maal 1/2, twee maal 1/2 (...)
- 110 C je moet je niet richten op die 1/2, dat is een eigenschap van de stof waterstof
P en 1/4 van de stof, de enkelvoudige stof fosfor, althans witte fosfor
D ja, ja
C en kenmerkend voor het element
- 115 D nee, dat betekent, dan heb je dus toch iets anders nodig, dan moeten we het anders gaan noemen, als je dus zegt, die 1/2 V liter is dus kenmerkend voor de enkelvoudige stof (...)

- K voor het element, maar het probleem is dat je dan liters gebruikt in combinatie met element
- 120 D ja, daar zit ook (...)
- K nou ja, je gebruikt wel grammen in combinatie met element, nee grammassa, waarom zou je dan niet (...) daar zit ik even mee litermassa?
- D die combinatie ligt mij niet, van nature, om te praten over een volumehoeveelheid van het element, daar zit ik een beetje tegenaan te kijken
- 125 P ja, maar dan heb je toch (...) als je die uitspraken als 'is kenmerk voor de enkelvoudige stof waterstof' theoretisch wil vertalen dan krijg je de verdunbaarheid van het element waterstof in de groepering waterstof ja (...) of als we met porties werken de groepering die hoort bij waterstof bestaat uit twee porties waterstof, wat niet zo mooi is hé
- 130 K daar voel ik nog wel iets anders inzitten
- D wat dan?
- D ik zit (ond) dingen aan elkaar geplakt
- 135 H ja, maar ik voel de hele tijd de geest van Dalton hier rondwaren als je zegt van (...)
- D nee, ik probeer mee te gaan, maar dat vind ik het bezwaar tegen het woord porties
- T je moet het niet letterlijk nemen
- 140 D nee
- K ik denk aan porties omdat je bij het equivalentgetallen zo leuk (...)
- D wat bedoel je nou als je denkt aan porties
- K nou, je kunt zeggen, als ik denk aan de groepering waterstof of zuurstof dan is altijd een portie één gram waterstof, of acht gram zuurstof
- 145 D je doet al zo (...)
- K ja, nou, ik geef
- D dat vind ik nou het bezwaar, en als ik het woord chemische verdunbaarheid gebruik, heb ik dat bezwaar niet
- K nou, het is wel zo, denk ik
- 150 D zoals Paul de beschrijving net gaf, ik heb het gevoel daar is het hele bezwaar weg en ik zit in een heel andersoortige taal te praten dan die van het beschrijvend niveau, en ik ben die voorstellingen kwijt
- K ik vind dat met Paul (...) wat bedoel je dan? moet je dan zeggen één liter H_2 wordt twee liter H_1
- 155 P? wat bedoel je dan?
- K nou, de verdunbaarheid van waterstof in de groepering waterstof is twee, de verdunbaarheid van waterstof in de groepering waterstofchloride is één, dus (...) hoe zeg je het nou? (...)
- P nee
- 160 K maar ik wil die volumeverhouding verklaren
- D ik dacht dat dat ook kwam achter het dus
- P ja, dacht ik ook

- K ja, maar hoe moet ik dat zeggen dan? dus: één liter van de stof
P wánn \ddot{a} ner één liter van dit, dan (...) zoiets
- 165 K wat bedoel je dan? één maal de groepering waterstof met de verdunbaarheid twee wordt twee maal de groepering waterstofchloride met de verdunbaarheid één voor waterstof? hoe moet ik dat zeggen in die taal?
P wacht even (...)
- 170 D formulering kwantitatief worden (...)
K ja, precies
N je moet dan niet meer de term gebruiken dat één liter waterstof verdunbaar is tot twee liter
K dat doe ik ook niet
- 175 T maar dat is toch de vraag naar: kun je spreken over de hoeveelheid van een element
K moet ik dan niet liter gebruiken, maar formulehoeveelheid, de hoeveelheid die door de formule wordt aangegeven?
T ja
- 180 K is dat dan goed? dan ben ik van liters af, één maal de formulehoeveelheid die door H_2 wordt aangegeven, de groepering waterstof hergroepeert zich tot twee maal de formulehoeveelheid (...) ja?
T ja, dan heb je dus de term formulehoeveelheid ingevoerd
K volumehoeveelheid?
- 185 T formulehoeveelheid
K formulehoeveelheid, ja, mooi
T maar, wat is dat dan?
K dat is dan de dichtheid van een groepering, de soortelijke massa van een elementengroepering, dat is toch mooi he? [hilariteit]
- 190 P maar formulehoeveelheid is dan dezelfde taal, in hetzelfde taalveld, als groepering waterstof-twee?
K je geeft dus formulehoeveelheid als de hoeveelheid die door de formule wordt gegeven, en de formule is de groepering elementen
T dus dan spreek je over (...) spreek je dan over een hoeveelheid element of niet?
- 195 K nee, het is een hoeveelheid groepering
P ja, maar, één formulehoeveelheid van de groepering waterstof
T elementhoeveelheid? zei je?
K ja, een formulehoeveelheid (...)
- 200 P formulehoeveelheid, fhd
K van de groepering waterstof, hergroepeert zich, of bij hergroeperen daarvan, ontstaat twee formulehoeveelheden van een andere groep
J maximaal dus
K dat hoeft niet maximaal te zijn, eh ja, je kan het maximaal noemen
- 205 P ja dat kan
D dat zit er al in, het kan niet anders

- 210 P nee, het zit vast aan die (ond) gebruiken, de verdunbaarheid van waterstof in de groepering waterstofchloride is één, daaruit volgt één formulehoeveelheid van de groepering waterstof geeft bij hergroeperen twee formulehoeveelheden van de groepering waterstofchloride
- D en nu heb je die schakelredenering?
- K ja, die van jou, in het begin, daar hadden we toen geen woorden voor
- P hehe [stilte]

Protokol 13

Gedeelte van een gesprek dat werd gevoerd op 17 juni 1978 te Amersfoort.

Dit fragment volgt op dat van protokol 12. De deelnemers zijn:

A = Ans	H = Huub	N = Nico
C = Chris	J = Joop	P = Paul
D = Dik	K = Ko	T = Ted

- 1 C ik heb al een tijdje niet meer mee gedaan omdat ik een vraag die ik had gesteld, voor mezelf heb kunnen beantwoorden, ik heb het op papier gezet (...)
- P/J zeg het maar (...)
- 5 C ik weet niet waar jullie mee bezig waren, maar, eh (...)
- ? (ond) (...)
- C oh, goed (ond) (...) 1/2 liter waterstof, maar de vraag ervóór was, jouw vraag, waarom komt er niks tussen één en twee voor? ik dacht dat het helemaal niet bijzonder was, het komt alleen maar omdat we steeds het verkeerde uitgangspunt kiezen, het uitgangspunt is enkelvoudige stoffen, als je als uitgangspunt kiest stoffen, met waterstof samengestelde stoffen waaruit geen groter volume gemaakt kan worden dan het volume van die stof (...)
- 10 K waterstofchloride (...)
- 15 C dan is er helemaal niets belangrijks meer tussen die één en die twee, dan is alles 1/2 1/3 1/4 (...) we gaan van de verkeerde stoffen uit dus
- T nee, want dan is er niks tussen één en een half
- D nee (...)
- ? (ond)
- 20 D is dat dan niet juist de verklaring?
- C dat is het
- D dan is ook het woord verdunbaarheid weg
- J (ond)
- C stoffen waaruit geen groter volume kan ontstaan en kenmerkend voor
- 25 de andere stoffen wordt dan een zekere geconcentreerdheid van de elementen ten opzichte van deze groep stoffen
- P ja, ja
- C dat verdunbaarheid komt er steeds in, uitgaande van de enkelvoudige stof die niet (...) (ond) (...)
- 30 K die moeten we gewoon doorstrepen in de leergang, die enkelvoudige stoffen
- J en die reeks die erbij hoort ook
- K een soort heilige koe
- D wat is die heilige koe?
- 35 K die enkelvoudige stoffen

- J (ond)
? (ond) blokkeringen van $1/2 V$ (...) veranderingen (...) $1/4 V$
J dat geeft ook dat op een dwaalspoor brengende vragen als: waarom is er niets tussen één en twee?
- 40 D ja
J waarom kiezen we twee als maximum, als veel meer opvalt dat er niets tussen één en twee ligt, en tussen nul en één overal wat kan
T maar dat er niks zit tussen één en twee is toch hetzelfde als dat er niks zit tussen één en een half
- 45 J tussen één en anderhalf
H tussen één en twee
C wacht even hoor (...)
? (ond)
C gehele getal (...)
- 50 ? (ond)
T hier komt de (...)
C nee, maar dat is niet hetzelfde hoor, dat tussen één en een half niets zit, is veel zichtbaarder dan net, dat dwaalspoor waar ik in zat: waarom zit er niets tussen één en twee
- 55 H dat is natuurlijk geen dwaalspoor, dat is een vraag die irrelevant is
J het is een vraag die ons op het spoor gezet heeft, die we niet langer hoeven te bekijken, want die leidt tot dwaalsporen
H welk dwaalspoor?
J dat het een gezichtspunt kan geven dat er tussen één en twee niks zit,
- 60 een bruikbaar gezichtspunt, een bruikbaar gezichtspunt levert die reeks zoals Chris die net beschreef, uitgaande van al die al dan niet samengestelde stoffen van waterstof en dan daarmee de kleinste volumehoeveelheid die gerelateerd aan waterstof, element waterstof, kan ontstaan
- 65 P toch geloof ik dat je er niet mee kunt beginnen, met wat Chris zegt, want de moeilijkheid met Chris' voorstel is dat je op een gegeven moment niet met een eenvoudig type reactie te maken hebt, ik bedoel ontledingsreacties vallen nu erbuiten, want dan komt er steeds die waterstof (...) (ond) (...)
- 70 J dat geeft niet, denk ik
P je hebt een gecompliceerd reaktietype te pakken als je zegt, ik ga uit van waterstofchloride, en dat laat ik met broom reageren en dan krijg ik (...) bromide
J maar het is niet erg als hij bijvoorbeeld waterstofchloride ontleedt?
- 75 dat mag toch ook? dat begrijp ik niet (...)
C dan krijg je een halve liter van iets (...) ik wil nu de aandacht richten op die enkelvoudige stof, je kunt de reactie niet een groter volume geven dan er al is, dat geeft dan zicht op (...) het kwantitatief elementbegrip, we zijn er nog niet uit (...) een beetje verwarring van mij
- 80 van vanmorgen is er bij mij nu uit

? (ond)

H het is een beetje vergelijkbaar met de vraag wanneer is een stof een enkelvoudige stof? als we bij een reactie (...) waarbij een stof ontstaat die een grotere massa heeft dan waarmee je begon, nou mag het volume niet groter mag worden, enkelvoudige stof: de massa niet groter, niet kleiner wordt

85

20. PROTOKOL 14

Gedeelte uit een met de bandrecorder geregistreerd telefoongesprek tussen Paul en Dik op 3 september 1978.

D = Dik P = Paul

- 1 P ik dacht dat jij met die 1/2 V dat is een andere manier om hetzelfde te zeggen, maar ik heb dit - de bladzijde tekst met als titel "Chemische Verdunbaarheid" - opgeschreven om aan te geven: wat we hier doen bij die chemische verdunbaarheid is niets anders dan de konsekwenties onderzoeken van de wet van Gay-Lussac die we al geformuleerd hebben
- 5
- D ja ja ja ja
 P en dan zo toegespitst dat één van de reactiepartners waar ik mijn aandacht op vestig een enkelvoudige stof in dampvorm is
- 10 D ja ja ja ja, nou ja, ik zat me gewoon even af te vragen of het woord portie dan een andere benoeming is voor chemische verdunbaarheid?
 P nou, nee, dat kan niet, want (...) dan zou je toch iets van die maximalisering erin moeten stoppen
 D dat dacht ik namelijk
- 15 P ja, want als je zegt portie dan wil het alleen maar zeggen dat (...) ja he
 D nee, dan zit die maximale verdunning er ook in
 P nee, je zult toch moeten zeggen: het element chloor (...) he (...) is (...) ooh, nee, in die groepering elementen is het element chloor met zeven porties aanwezig, dat zou je dan willen zeggen, of zoiets dergelijks, of laten we een voorbeeld noemen, in fosfortrichloride (...) in de groepering elementen fosfortrichloride is het element chloor met drie porties aanwezig
- 20
- D nou ik (...)
 P aanwezig zijn is nu ook weer (...)
- 25 D ja, nee, dat zint mij ook niet
 P nee
 D en ook het erin zitten, dat zint mij ook niet, dat doet mij teveel denken aan dingen, ik zou eerder willen zeggen (...) die groepering elementen hergroepeert zich volgens zoveel porties
- 30 P ja, maar dan is je uitspraak reactiegebonden, en je wilt een uitspraak doen over die bepaalde groepering, dat het een mogelijkheid is, maximaal kan bij een hergroepering
- D ja, okee, dan moet dat er nog inzitten
 P dat wordt een hele mond vol, fosfortrichloride (...) in de elementgroepering fosfortrichloride (...) kan het element chloor zich maximaal in drie porties verdelen (...)
- 35
- D ja, of is het element chloor in drie porties verdeelbaar (...) of kan het zich in drie porties verdelen (...)

- 40 P ja (...) in de elementengroepering fosfortrichloride is het element chloor maximaal in drie porties verdeelbaar
- D ja
- P ik zie nog wel een taart snijden, maar dat is (...) je denkt nu eenmaal materialistisch
- D ja, ja
- 45 P maar die taart is een eenheid die je opdeelt
- D die?
- P de taart is op zichzelf een eenheid en die deel je op, en nu is het merkwaardige dat je dat opdelen ten opzichte van het element chloor maar maximaal in drie porties kunt doen
- 50 D ja, ja (...) ja
- P en als het fosforpentachloride is dan kun je ineens diezelfde (...) dan kun je ineens die taart, het is dan wel een andere taart, maar het is weer een eenheid, een totaliteit, daar kun je ineens vijf porties chloor (...) dan kun je het element chloor plotseling in vijf porties verdelen
- 55 D ja ja (...) ja ja (...) ja (...) ja (...) ja
- P het klinkt wel (...) dit
- D mm! (...) dat lokt de vraag uit: wat gek, he (...) dat het element chloor de ene keer zo kan en de andere keer zo

21. PROTOKOL 15

Gedeelte van een gesprek dat werd gevoerd op 4 november 1978 te Utrecht.

De deelnemers zijn:

A = Ans	H = Huub	N = Nico
C = Chris	J = Joop	P = Paul
D = Dik	K = Ko	T = Ted

Chris heeft nogmaals het belang benadrukt van de keuze voor de groep met waterstof samengestelde stofindividen waaruit bij de één-tot-één gasreactie geen gróter volume van een ander met waterstof samengesteld stofindividu kan ontstaan.

- 1 C ik ben het wel met je eens dat het voor ons niet zo'n groot verschil is, maar het wordt in je leergang wel een verschil omdat je niet eerst die moeizame weg via chemische verdunbaarheid hoeft te bewandelen. Nu zitten we op een punt, dat je anders ook bereikt, zij het veel later,
- 5 het punt namelijk: we zitten met die merkwaardigheid van die volumeverhoudingen, waarbij je die volumeverhoudingen in gehele getallen kunt aangeven. Nu moet ik een gezichtspunt kiezen om dat te begrijpen
- 10 H er is al gezegd: die term verdunbaarheid heb je niet nodig, je kunt dus ook zoals Paul op dat papiertje van hem heeft staan, dat dus, bij elke stof vind je een maximum getal, 2 staat tot zoveel of zo, nou ja, en dat kun je het maximumgetal noemen of zo, dan ben je ook los van die term verdunbaarheid en kun je elke stof daarmee karakteriseren
- C elke niet-sporige stof?
- 15 H nee, elke sporige-stof ook
- P elke sporige stof en elke niet-sporige stof, de enige eis is dat je stelt (.....)
- C dat karakteriseren doe je dan door te kijken naar die groep stoffen waar ik het over heb
- 20 ? nee
- P het is een willekeurige selectie die jij toepast en die net zo duidelijk, of net zo min duidelijk is als elke andere selectie. Je doet niet anders dan die gehele getallen die in de wet van Gay-Lussac voorkomen, die verhoudingsgetallen, op een andere manier te rangschikken
- 25 C ja
- D dat is als zodanig beschrijvend, van die regelmaat
- P een beschrijvende regelmaat
- D in plaats van $1/a$ komt er dan uit $1.1/p$. p moet ik dan eventjes zeggen

- 30 C waarbij ik de aandacht wil richten op juist die bepaalde groep stoffen, want daarheen (...) ja, daar moet de sprong komen die kan ik niet maken, daar kun je op een gegeven ogenblik van zeggen: dat is een groepering van elementen, zodanig, dat het beschouwde element, in dit geval waterstof, als een ondeelbare hoeveelheid (...)

22. PROTOKOL 16

Gedeelte van een gesprek dat werd gevoerd op 4 november 1978 te Utrecht.

Dit fragment kwam enige tijd na dat van protokol 15. De deelnemers zijn:

A = Ans

H = Huub

N = Nico

C = Chris

J = Joop

P = Paul

D = Dik

K = Ko

T = Ted

- 1 C ja, welke uitspraak zou jij doen? de verdeelbaarheid van het element waterstof in de groepering waterstofzuurstof
P monowaterstofmonochloride (...)
C is twee, oh, is één (...)
- 5 ? (ond)
K is dat weer een andere uitspraak? dat mag (...)
C ja, maar voor mij betekent het nog niks, de verdeelbaarheid van het element waterstof in die groepering is één
T voor Paul is het een verklaring
- 10 K ja dat kan ja, Paul kan door deze uitspraak via een schakelredenering zeggen: als hij in een andere groepering twee is, dan moet er in de verhoudingen van volumes, massa's, weet ik, dat moet dan zo zijn, klopt dat?
P ja
- 15 C ja (...) nee (...) ja (...)
P ja, nou, dat is de betekenis die eraan gegeven (...)
C als we dan even bij water beginnen, dan doe je de uitspraak: de verdeelbaarheid van het element waterstof is twee hier
P in water, ja, in de elementgroepering die we water noemen
- 20 K maar dat is geen absolute uitspraak, het is een uitspraak die gekoppeld is met tegelijk de andere uitspraak: dat hij dan in waterstofchloride één is
C zit er (...) je bedoelt het zo niet, maar nou kan ik het alleen begrijpen, dat er volgens mij in je achterhoofd dan toch zit: de verdeelbaarheid van een massahoeveelheid element over een volume
- 25 P/K nee
N we zitten eigenlijk wat te eng te (...) denken(?)
C nee, want dat moet het juist niet zijn, maar ik kan het niet op een andere manier verstaan
- 30 P het zit gekombineerd met het elementmassabehoud, dat de massa van het element behouden blijft, daar zit het mee gekombineerd
C natuurlijk ja
P maar het volume is een betrekkelijk irrelevante zaak
C mag ik dan niet vragen: verdelen waarover?
- 35 P over andere elementgroepering

- K/T? ja, als je het goedpraat(?)
- P het is toch een chemische reactie? je krijgt een theoretisch taalveld, daarin zeggen we hergroepering van elementen
- 40 T hergroepering wordt dan (...) er wordt dus naar verdeling gekeken van element, he (...)
- N ja dan krijg je de volgende vraag: verdelen waarover? verdelen waarin? je zit nu (...) je hebt het woord uit zijn oorspronkelijke kontekst gelicht en je gaat dit proberen (...)
- 45 K die is er nog niet, die kontekst, Chris zegt, die kontekst (...)
- C omdat ik vraagtekens zet bij dat woord verdelen, daarom vraag ik dit, ik kan haast niet anders of ik ga het verkeerd verstaan
- K mag ik het zeggen? je zegt dus, ik ga een kwantitatief gegeven gebruiken en over dat andere blijf ik vaag, dat zie je een beetje (...)
- P met dat andere, daar bedoel je mee?
- 50 K nou, ik bedoel: kwantitatief moet ergens in iets anders kwantitatiefs functioneren
- P ja (...)
- K dat heb ik geproefd in wat Dik ook geschreven heeft (...) bij jou, geloof ik, in het telefoongesprek: porties, porties en dan komt op een gegeven ogenblik de taart bij
- 55 P dat was mijn idee, hoor
- K je praat wel over porties, maar van wat? (...)
- D daar ben ik nog niet zo gelukkig mee (...)
- K je voert iets kwantitatiefs in (...)
- 60 D dat vind ik een verkeerde vraag (...)
- K verdelbaarheid twee (...)
- N ja, dat is dan een verkeerde vraag want je mag (...)
- D porties van wat, vind ik een verkeerde vraag
- N ja maar is het niet hetzelfde (...) een verkeerde vraag (...) verdelen (...) (ond)
- 65 K ik wilde de vraag eventjes (...) maar ik weet niet of het het probleem van Chris is, hoor, dat moet je maar zeggen
- D dan mag ik niet zeggen: is een verkeerde (...) vind ik (...)
- T ja, want dergelijke vragen horen wel(?) thuis in een theoretische kontekst
- 70 N ja, da's waar, maar verdunbaarheid, daar kun je nog eens gaan zeggen: over een groter volume, daar heb je ook associaties
- K nou, dat weet ik niet
- N minder sterk, en zo, weet ik 't (.....) als je kinderen laat spreken daarover, maar dan ben je ook alweer met een analogon bezig, het is de vraag of je nou in dit, hierin, dezelfde vragen mag stellen. Verdelen in wat (...) dat betekent al bij voorbaat dat je het als dingen ziet, als je gaat vragen verdelen in wat
- 75

- 80 C ja, dat kan best de verkeerde vraag zijn maar dat geeft dan ook met-
een het zwakke aan in dit woord, in deze term, want zo zal het bij
leerlingen ook gebeuren (...) het taalveld waarin het woord verdeel-
baarheid funktioneert voor mij is een ander dan Paul kennelijk be-
doelt
- 85 T als je het hebt over een element wat al of niet deelbaar is, ja dat kan
toch ook niet?
- P het is: verdeelbaar over, over een andere elementgroepering, het ele-
ment in een bepaalde elementgroepering is al of niet verdeelbaar
over andere elementgroeperingen
- D dus, dat is: verdeelbaar tot
- 90 T dan zeg je in plaats van "hergroeperen" spreek ik over verdelen?
- C nee
- P ja nou
- ? (ond)
- K bijvoorbeeld S₈ wordt S₂ of S₄
- 95 P kán verdeeld worden over andere elementgroeperingen
- K één groepje?
- T twee groepjes?
- P één elementgroep verdeelt zich (...)
- C nee (...) daar zit (...) nee (...)
- 100 ? (ond)
- K element uit S₈?
- D dat kun je niet zeggen
- N ik vind dat jullie dan zouden moeten beginnen met het hele woord
element, namelijk. Daar zit precies hetzelfde in, daar zit precies
105 dezelfde problematiek, wanneer je het woord element gaat bekijken
in de kontekst waarin we het dagelijks gebruiken, dan krijg je onher-
roepelijk problemen als je dat in die scheikunde gaat toepassen, daar
ben je dan helemaal los gekomen van het woord element als bouw-
steen in een huis, of een element muur, of een element in de wiskun-
de, daar ben je los van gekomen, daar denk je niet meer bij. Ik denk
110 dat je dit soort woorden (...) dat je niet naar het woord moet gaan kij-
ken, dat is gewoon maar een gebrekkig hulpmiddel en dat je in die
kontekst het geheel moet gaan plaats: wat bedoel ik er dan mee?
moet het gaan betekenen: verdeelbaar in, verdeelbaar over, moet het
erin zitten?
- 115 C nou daar (...) wat bedoel je er dan mee?
- N datzelfde probleem heb ik laatst ook gehad - volgende vraag krijg je
dan: samengesteld gedacht, samengesteld denken uit grondstoffen.
Nou wat is nu grondstof?
- 120 T het principe waaruit je samenstelt, krijg je terug
- P het leidt, geloof ik, af door nu het woord element ter discussie te gaan
stellen. Ik vind wel dat we daar een keer over moeten praten, maar
(...)

- N nee eh
- 125 P maar we moeten nu met het woord element als theoretisch principe maar even werken, anders komen we nergens. Je kunt niet alles tegelijk ter discussie stellen
- N dat is ook niet mijn bedoeling, ik zit me alleen af te vragen: mag je nou dezelfde vragen stellen ten aanzien van een woord, die je ten aanzien van dat woord kan stellen in een andere kontekst?
- 130 C ja, ja, maar dat (...)
- N is het zinvol om die vraag te stellen? mag je de vraag hier stellen, ervaren wij die als zinvol: verdeelbaar over, verdeelbaar in? blijkbaar voor een gedeelte wel, voor jou wel, jij zit met die vraag: verdeelbaar over, verdeelbaar in
- 135 H verdeelbaar in is wel een heel voor de hand liggende vraag
- P maar mag ik dan nog eens voorlezen wat ik geformuleerd heb?
- N maar hij begint over verdeelbaar over
- P en daar heb ik nu al weer een correctie op aangebracht. "*De chemische verdeelbaarheid van een element in een bepaalde elementgroepering*" - ik lees voor uit eigen werk - bladzijde 3 onderaan - "*in T is het maximale aantal porties waarin dit element bij hergroepering te verdelen is*" moet het dan zijn. Verdeelbaar, daar zit dat maximale al in, daar ben ik ook net (...) [tussenopmerking]
- 140 C mag ik dat zinnetje iets duidelijker maken voor mij, als ik de hoeveelheid element in wil vullen?
- P ja (...)
- C chemische verdeelbaarheid van een hoeveelheid element?
- K de wet van het elementbehoud, wat we net hebben gedaan (...)
- 150 P ja, eh, dat speelt bij mij wel een rol, natuurlijk, omdat ik dat begrip element niet los kan denken van het elementmassabehoud
- K dus de chemische verdunbaarheid van een hoeveelheid element (...) (ond)
- N onafhankelijk van de hoeveelheid massa die jij veronderstelt, of we nu 10 gram waterstof hebben, of 20 gram: die hoeveelheden zijn te allen tijde te verdelen in
- 155 P maximaal in (...)
- N maximaal (...)
- P in twee porties
- 160 H nou begin je met die taarten
- P het is een verdelings (...) er is een eenheid, maar (...)
- K dit is beschrijvend, he, wat Nico zegt
- N nee
- D wat bedoel jij: dit is beschrijving? van wat? of bedoel je (...)
- 165 K een uitspraak die je op grond van ervaring doet, welk deel(?) van waterstof ik ook neem (...)

- N nee, nee, nee, dat zeg ik niet, ik zeg, als ik een hoeveelheid van het element waterstof heb, in waterstofchloride, het doet er niet toe welke hoeveelheid (...)
- 170 D wat bedoel je met het woord hoeveelheid dan?
N nou we hebben massa toegekend aan (...) we hebben over massabehoud gesproken (...)
D ik dacht dat je met het woord groepering uit de voeten kunt, dat je elementporties moet hebben of zo
- 175 N nee, ik kan toch spreken over, dat is dan voor mij zo, ik kan toch spreken over 1 gram van het element waterstof in ammoniak
K nee, dat kan niet, je moet zeggen in zóveel ammoniak
N ja, nee, in een bepaalde hoeveelheid (...) ik kan ook over twee gram spreken (...) dan blijkt dat die één gram of twee gram van dat element
- 180 te allen tijde slechts verdeelbaar is, of maximaal verdeelbaar is, over drie (...)
K ja, maar als je hoort dat je zegt: nu blijkt
N als ik dat begrip verdeelbaarheid aangenomen heb
K het enige wat jij zegt, is: nu blijkt - dus dat betekent dat er een bepaalde voorwaarde is vanuit, naar mijn idee, beschrijvend niveau die konsekventies moet hebben voor je theoretische uitspraken
- 185 H ja, dat is de wet van Proust
K je zegt: "nu blijkt", dat kan niet uit het theoretisch niveau blijken, tenzij je een schakelredenering kunt opzetten, opstellen, maar die zie ik
- 190 nog niet
N ik dacht namelijk dat die hele (...) mag ik dat woord dan maar gebruiken om een verschil aan te geven, die verdeelbaarheid een uitspraak is in het theoretisch niveau
K ja om (...)
- 195 N die ga ik gebruiken in een schakelredenering (...)
K maar
N dan ga ik daarmee (...) op dat ogenblik ben ik met een verklaring bezig
- 200 K maar je wordt gekonfronteerd met het feit dat er een grensvolume is, dat er een grensgetal is in de volumeverhoudingen en die wil je via een schakelredenering in het theoretisch niveau gaan verklaren
N maar daarvoor heb ik een (...) [onderbreking in de band]
K maar je hebt méér, je hebt in het theoretisch niveau al verondersteld dat er massabehoud is van de hoeveelheid element, en als je alleen
- 205 maar zegt: nou, verdeelbaarheid past dat dan in wat je al hebt? wat je al verondersteld hebt?
T een ander (...) is dat te combineren met de andere principes, en dan kan je die principes visualiseren, want dan krijg je vragen als: hoe moet ik nu dat verdelen voorstellen? dat zijn vragen (ond) (...)
- 210 D waarom
? (ond)

- D nee dat is de vraag niet die Chris stelt
? (ond)
- 215 N toch is naar mijn gevoel, Chris bezig met die visualisering
C nee
D oh ja, dan begrijp ik het
C ik bedoel het steeds, als jullie over verdelen praten, dat je dan niet uitspreekt, maar toch bedoelt: over een volume, en door dat weg te laten (...)
- 220 N begin ik over massa, namelijk (...)
C dat je dan niet het idee moet hebben dat je het er niet over hebt. Als jij zegt één gram waterstof in een bepaalde hoeveelheid ammoniak kan ik verdelen over (...) hoe ga je dan door?
A dat verdelen is verkeerd daar
- 225 C maar zo begon je toch
T kan ik verdelen? verdéélt zich
N (ond) een nieuwe hergroepering uit ontstaan, er kan een nieuwe hergroepering van elementen uit ontstaan, waarin 1/3 portie, of 1/3 gedeelte van de massa (...)
- 230 C 1/3 gram in dit geval
N 1/3 gram, ja, van de hoeveelheid waterstof, van het element waterstof die ik oorspronkelijk had, zit
H nee, kijk het is natuurlijk zo dat je (...) die porties komen voort uit je volumeverhouding, ja?
- 235 T ja
H dus je kan, als je zegt nou, we praten niet over volumes, dan is dat natuurlijk onjuist, op grond van die (...) volumeverhoudingen, zijn we tot de idee portie gekomen, dus dat zal verder door (...) dat blijf je altijd meenemen

24. PROTOKOL 17

Gedeelte van een gesprek dat werd gevoerd op 4 november 1978 te Utrecht.

Dit fragment kwam na dat van protokol 16. De deelnemers zijn:

A = Ans	H = Huub	N = Nico
C = Chris	J = Joop	P = Paul
D = Dik	K = Ko	T = Ted

- 1 P ik haak dan weer even vast aan wat Dik straks zei, namelijk als we ons niet heel erg bewust zijn dat we moeten letten op de hergroepering, dan vallen we uit de chemische kontekst, en daar ben jij al (...) nee, nog niet echt uit, je zegt je vergelijkt die volumes van (...)
- 5 C ik vind dat ik er nog helemaal inzit, maar op een beschrijvend niveau en net dat laatste stapje (...)
- A waarbij je van massa naar portie gaat, dan (...)
- D ja, maar ik ga niet van massa naar portie, ik ben niet in het stukje dat je hier beschrijft van massa naar portie gegaan
- 10 C misschien massaportie [gegniffel]
- D nee
- C ondeelbaarheidsprincipe dan
- D nou, dat geeft het beter aan, ja [stilte]
- P in verschillende volumes van waterstofsporige stoffen éénzelfde massa van dat spoor waterstof en uh, als ik Dik nou goed begrijp, wil hij de nadruk leggen - en dat zou ik ook wel willen - op het feit dat er in elementgroeperingen zijn verschillende potenties aanwezig voor het spoor waterstof om zich te verdelen bij een hergroepering
- D er is wel wat veranderd!
- 20 P er is dus als ik uit ammoniak waterstofchloride laat ontstaan, dan heb ik daar twee totaliteiten die ieder hun eigen karakter hebben en ten aanzien van het element waterstof kan ik zeggen: ammoniak heeft de potentie om ten aanzien van waterstof drie porties waterstof te geven bij hergroepering als maximum en waterstofchloride heeft de potentie van maar één portie waterstof te geven, ja, en dat is wat we op een gegeven moment geclaimd hebben als een theoretisch taalveld
- 25 D dus er is iets veranderd, wat jij nu met het woord potentie onder woorden brengt, dát verandert dan bij een hergroepering, of kán veranderen bij een hergroepering
- 30 P ja, het element waterstof heeft bij die hergroepering een andere potentie gekregen, maar is weer opgenomen in een nieuwe totaliteit, een nieuwe groepering van elementen en daarin heeft hij een andere potentie ten aanzien van dat verdelen, de verdeelbaarheid, dan eerst

- 35 D ja, maar dat brengt met zich mee, dat er een andere hoeveelheid moet zijn ontstaan van die totaliteit, dus dat verandert, het één brengt het ander met zich mee
- P ja, natuurlijk
- 40 C ik ben wat dat betreft nog niets verder, want ik versta jullie weer zo van, die potentie heeft iets te maken met het verdelen in porties en dan bedoel je volumeporties
- P nee, dat bedoel ik helemaal niet, als ik iets zou bedoelen, zou het massa zijn, dat probeer ik zoveel mogelijk (...)
- 45 C het komt bij mij over (...) je verliest het uit het oog, het volume doet gewoon maar even niet mee; de manier waarop ik je kan verstaan, is: maar zo redeneer je wél, als jij zegt 'de potentie van waterstof in'
- P waterstofchloride
- C is
- P een andere dan van waterstof in ammoniak
- D dus die verandert als waterstof
- 50 +C en nu ga je uitleggen wat dat andere is, dan heb je zojuist ook nog gedaan
- P ja
- 55 C dat andere is dat de potentie van waterstof in waterstofchloride is dat het, de waterstof, zich maar in één portie niet kan verdelen bij een hergroepering en bij ammoniak kan de waterstof, het element waterstof, zich maximaal in drie gelijke porties verdelen
- N je zou kunnen zeggen de verdeelbaarheid één heeft
- D ja, of verdeelbaarheidsfaktor één
- 60 [stilte, waarbij Chris een gezicht trekt dat hij het niet goed meer kan volgen waarop Paul in lachen uitbarst]
- C ik kan het gewoon niet eh
- P in welk opzicht niet?
- T nou dat het er veel op lijkt, het verdelen van massa, je denkt daarbij toch weer aan het volume
- 65 D en wat bedoel jij als je het woord massa gebruikt?
- P kijk, Dik en ik willen het geloof ik echt in een chemische kontekst halen en jij wilt onmiddellijk de fysische kontekst er weer bijhalen
- D ja, vandaar dat ik even vraag: als jij dat woord massa gebruikt, wat bedoel je dan? is dat voor jou dan een andere aanduiding voor hoeveelheid? voor een voorwerp?
- 70 T 36,5 gram (...)
- D ja, maar dat is een voorwerpseigenschap, dus dan duid je een voorwerp aan met massa, maar massa heeft, dacht ik, in de natuurkunde een (ond) betekenis
- 75 T maar een hoeveelheid massa
- N ja, maar als je zegt 36,5 gram massa (ond)

- D daarom vroeg ik ook wat bedoel je met massa, daar ben ik dus zo bang voor
- 80 C misschien wordt het dan duidelijker, in waterstofchloride - als je aan die hergroepering denkt - dan kan, je zou haast moeten zeggen dan kan het element waterstof niet aan de hergroepering deelnemen, maar dat is niet helemaal goed
- N niet op een andere getalmatige wijze
- C niet op een andere (...)
- 85 N getalmatige wijze
- C jawel, ja, ik weet wel dat ik het niet goed zeg, maar
- D praat door dan
- A niet meer verdeelbaar worden
- C het kan wel in een groepering met andere elementen terecht komen, in die zin dus wel hergroepen, maar het kan zich niet verdelen over verschillende hergroeperingen
- 90 N ja, dus niet in ander opzicht, getalmatig
- A dus de potentie kan dan niet veranderen
- P het kan dan zijn potentie niet veranderen
- 95 N de potentie tot verdeelbaarheid blijft behouden
- C het kan niet tot meer hergroeperingen gaan behoren
- H en dat zit in, wat jij zegt, in $1/n$, dus het ondeelbare
- P oh oh oh oh
- N dat is een heel andere uitspraak
- 100 C nee, het kan wel
- P ja!

24. PROTOKOL 18

Gedeelte van een gesprek dat werd gevoerd op 4 november 1978 te Utrecht.

Dit fragment kwam na dat van protokol 17. De deelnemers zijn:

A = Ans	H = Huub	N = Nico
C = Chris	J = Joop	P = Paul
D = Dik	K = Ko	T = Ted

- 1 H ik heb dus gezegd, je kan stoffen karakteriseren met enerzijds
 elementsymbolen en anderzijds de getallen die aangeven het maxi-
 maal aantal porties waaruit je hem samenstelt die groepering (...)
 N je karakteriseert de stof niet
- 5 H nou ja, aantal porties, maximaal is niet nodig
 N je karakteriseert het element
 H de elementgroepering! nu kun je een reactie weergeven met dus de
 verschillende elementgroeperingen en de volumeverhouding
- 10 D mag je ook zeggen: je karakteriseert de formules met portie element-
 groepering
 P je karakteriseert
 D ja, want volgens mij beeldt het elementsymbool een portie af
 H ja maar dan loop je vast, nou loop je inderdaad vast, want nou kunnen
 leerlingen zeggen: welke portie bedoel ik, dan kan je net zo goed die
 equivalenten gebruiken
- 15 ? ja
 H dan kan je net zo goed die equivalenten een portie noemen en dan
 dat is wat jij vanmorgen ook zei (...)
 D nee, ik heb (...)
- 20 H kunnen we daar
 D nee, ja, maar ik heb het nog steeds over die porties die voortkomen
 uit de volumeverhouding of althans het idee porties voortgekomen uit
 volumeverhoudingen, en dat hoeft niet gelijk te zijn
 H nee (...)
- 25 D neem bijvoorbeeld bij waterstof is dat wel, bij waterstof zou je dus
 kunnen zeggen
 H ja bij waterstof wel, maar bij zuurstof al niet meer
 P (ond)
 D of je dus dan portie identiek mag stellen aan equivalent
- 30 P nee
 H bij waterstof wel, maar bij zuurstof niet, bij zuurstof is één portie, één
 volumeportie, laten we even die term gebruiken, is (...)
 D daar kan ik niet mee uit de weg, met volumeportie
 H nou ja, portie (...) eh [opeens iedereen door elkaar]
- 35 N waar ben je nu mee bezig? met formule-eenheid of (...)

- D ja, ja als ik portie gebruik, bedoel ik formule-eenheid of iets dergelijks
A je was toch met verschillende soorten porties bezig
D ik mag dus ook nog niet zeggen dat ik voor het woord gamequivalent dat we daaraan het woord portie hadden gebruikt
- 40 H nee, maar er is vanochtend gesteld en dat zegt Ko ook al in dit protocol telkens daar hebben we ook al gezien dat je kunt spreken over her (...) over porties
D nou ja, en nu kan misschien het punt worden dat we hier ongenoegen komen als we beide eh (...) eh (...) wat kan ik nu zeggen, ik kan (...)
- 45 A dat eerste geval
D met equivalenten en in het andere geval met porties, dat we daar dan niet tot overeenstemming komen als we beide door elkaar gebruiken, en dat we iets anders moeten gaan doen om die tot een eenheid te kunnen brengen [stilte] ik heb het heel gebrekkig uitgedrukt, maar [stilte] in principe is equivalent wat anders dan portie
- 50 H maar ze hebben soms wel wat met elkaar te maken
P ja natuurlijk hebben ze met elkaar te maken, er is een relatie tussen, maar equivalenten zijn delen van porties
H ik bedoel ermee bij reacties
- 55 A jouw portie was ondeelbaar
D die uitspraak durf ik nog niet te doen, want daar zijn we nog niet
A jouw portie was ondeelbaar, dat kun je niet opeens gaan delen weer
D nee, het is een andersoortige (...) nou en dat is interessant natuurlijk
K ondeelbaar [heel zacht] (ond)
- 60 A je kunt dat portie toch weer niet in subporties gaan opknippen
N je kijkt alleen maar naar porties in een bepaalde hergroepering
D portie kan ik niet meer, kan ik niet meer (...)
P wat Ko zegt daar moet je niet ondeelbaar want dan denk je aan voorwerpje en het principe is onverdeelbaar
- 65 D het principe onverdeelbaar ook bij gamequivalenten hanteerbaar?
P ja
D dan zou er wel eenzelfde principe achter liggen
N je kunt het principe niet hanteren, wel als bij gamequivalenten (...)
K (ond) ja (...) gamequivalent (...)
- 70 N hoogstens bij equivalentgetallen dan he, want anders begrijp ik het niet meer bij gamequivalenten [stilte]

25. PROTOKOL 19

De leerlingen uit dit groepje spreken over opgave K 6 - 14 (bijlage 7).

F = Fred, K = Klaas, P = Piet, S = Simon

- 1 S (176) ja (leest K6-14) "*Welke stoffen uit tabelletje 3 worden gekenmerkt door 1 maal zo'n massaportie van het*" (...) jeeh (...) 1 massaportie van het element, nou hebben we (ond)
? heeheehee (...)
- 5 S water
P waterstofsulfide
S waterstofsulfide (...)
F ben je daar zeker van?
P? nee
- 10 F ik bedoel je zit daar maar zo'n beetje onzin te verkondigen maar ik geloof er namelijk geen barst
S he? (...)
F onenigheid binnen de partij (...) eh (.....)
K het gaat er dus om (.....) bepaalde portie waterstof (...) maal
- 15 F volgens mij zit in aminomethaan 1 portie (...) in hydrazine difosfien en methaan 2 porties (...) zit ik nu helemaal fout of is het juist andersom (...) waterstofchloride 1 (.....) ja ik geloof het wel
S hoe zeg je dat?
F waterstofchloride 1 massaportie (...)
- 20 P ja moet je dadelijk aan (ond)
F water 2 (...) ammoniak ja water waterstof en waterstofsulfide 2 massaporties (...) ammoniak en fosfien 3 (...) hydrazine difosfien en methaan ik weet zo niet wat 4 en aminomethaan 5
[instemmend gehum]
- 25 P ja stimmt (...) ze vragen dus waar het 1 is (208)
S (ond) zo'n massaportie
+F ja kijk kijk kijk kijk kijk 2 liter waterstofchloride ontstaat uit 1 liter waterstof
S ja
- 30 F dus de massa van 1 liter waterstof (...)
S die moet voor de voor de de (...)
+F (ond)
K verhouding van waterstoffen (...) in een gelijke hoeveelheid eh samengestelde stof moet je het dus omdraaien (...)
- 35 S hu?
? pardon
S ja eh ben ik ook niet helemaal
F jaja

- 40 K voor de hoeveelheid waterstof in een samengestelde stof, of eventueel als element, moet je bij een gelijke hoeveelheid samengestelde stof gewoon de getallen omdraaien, mocht je net zoveel HCl als, waterstofsulfide hebben, kun je dit omdraaien want het verhouding van waterstof als de hoeveelheid samengestelde stof gelijk is [zegt dit alles bedachtzaam] (...) ja klopt dat?
- 45 F ja maar je zou ook kunnen veronderstellen (...) 2 liter waterstofchloride
- K ja, 2 liter
- S ja (...)
- F dat is ontstaan uit 1 liter waterstof
- 50 S ja
- F 2 liter water is ontstaan uit 2 liter waterstof is 2 maal zoveel massa is er ook in gekomen (...)
- ? ja [heel zacht]
- F bij ammoniak
- 55 +S (ond) ik ben aan het slapen hoor
- F welterusten
- S nee moet je nog een keer zeggen
- F wacht effe, 2 liter waterstofchloride is ontstaan uit 1 liter waterstof snijst du dat
- 60 S 2 liter uit 1 liter waterstofchloride
- F ja moet je tweede rij eerste kolom
- S ja (...)
- F ja, water (...)
- S ja
- 65 K moet je hier kijken (238)
- +F bij water ontstaat 2 liter, water uit 2 liter waterstof dus 2 maal zoveel dus 2 maal zo grote massaportie als in waterstofchloride (...) dat snap je toch, he zeg nou dat je het snapt
- +S uit 2 liter water (...) want daar staat 1 staat tot 1
- 70 F ja 2 staat tot 2 zou je daar ook van kunnen
- S dat is mooier he 2 staat tot 2 he
- +F wel handiger snap je dat he he?
- S ja
- F 1 maal dus de bewuste massaportie (...)
- 75 K ja
- F ja is eerste streepje (...) 1 maal mp dat betekent dus massaportie (...) waterstofchloride (...) en waterstofbroom (...) ide, nou dan kun je de rest kun je dan zelf (ond) ga het niet allemaal herhalen (...)
- S nou ik ben nog aan het kijken hoor (...)
- 80 F snap je het nog steeds niet (...) leg jij het 'm eens uit (...)
- S ik ben ontzettend aan het joekelen (...) heb net gefietst ben (?) (ond)
- K ja ik zal me nog eens even (ond) maar het komt wel
- S leg het me nog eens uit (...) langzaam uitleggen want daar is ie(?)

- F laten we de volume-eenheid
 85 S welk hokje kijk je (...)
 F neem bijvoorbeeld de tweede rij, dat is makkelijk aan te zien omdat daar de enkelvoudige waterstof in zit (...)
 S ja (...) nou uit 1 liter
 F 2 liter waterstofchloride ontstaan uit ontstaat uit 1 liter
 90 S 1 liter waterstof ja wat wil dat zeggen wat wil dat zeggen doe
 +F 2 liter
 S makkelijk (...)
 F dat wil dus zeggen
 S ja
 95 F dat er (...) in waterstofchloride wat massa betreft de massa zit van 1 liter waterstof
 S ja juist, nu snap ik ook nog, dat snap ik
 +F (ond) 2 liter, water ontstaat uit
 (...) 2 liter waterstof
 100 +S liter ja
 F dus daar zit 2 maal zoveel massa in (...) van waterstof (...)
 K ja dat klopt
 F dat is toch doodsimpel (272)
 K weet je (ond), H₂O dat weet je toch wel (...)
 105 S ik ben verschrikkelijk ei
 F het is toch H₂O [zachtjes] (ond), maar dat moeten we niet weten (...)
 maar vooruit, ik (...) [Simon grinnikt] 2 liter water omdat je 2 liter waterstof
 S ja
 110 F dat kan je nog begrijpen
 S 2 liter water
 F kun je dan begrijpen dat 2 liter water ontstaat uit 2 maal zoveel waterstof als waterstof
 +S nee
 115 P jawel dat kun je wel begrijpen
 S als waterstof bij
 K dat kun je begrijpen ja [lacherig]
 F begrijp dat dan puf
 K wat ga je nou doen? die verhouding zit daar, die verhouding zit daar
 120 P anders zou je namelijk
 F waterstof 2 liter waterstofchloride ontstaat uit 1 liter
 +S als je
 F waterstof
 S ja
 125 F 2 liter water ontstaat uit 2 liter waterstof dus dat is 2 maal
 +S hou hou nou even op
 F zoveel

- 130 S dus je zegt dezelfde porties zit dus, in, H waterstofchloride en waterstofbromide, zit zelfde portie in, in (...) water en waterstofsulfide zit dan 2 keer hetzelfde 2 keer dat portie
- F jaa [berustend]
- S en nou eh
- F in ammoniak en fosfien zit 3 maal de portie
- 135 P (ond) portie
- S 3 ja
- ? 3 maal
- S nou moet ik even kijken hoor
- F ja want daar is ons, laat we effe, je kunt een massaportie berekenen door (...) uit hoeveel liter waterstof ontstaat 2 liter van de ontstastof
- 140 S is 1 liter waterstof, dus heb je 3 keer zoveel portie als bij waterstofchloride (295)
- F jaaa
- +? jaaaa
- S (ond)
- 145 F hydrazine difosfien
- S je stelt dus het portie wat bij waterstofchloride is stel je aan, 1 (...) nou dat heb je gedaan
- F? ja
- S en je je zou ook wel die (...) waarbij, water aan 1 kunnen stellen
- 150 K ja dan krijg je
- P half
- F dan heb je krijg je met halve porties
- S ja en dat
- F moeten dus hele porties doen
- 155 S ja dan moet je die van wa ja nou daar ben ik het totaal mee eens
- F nou snap je het dus nu kunnen we dus alles wel opschrijven
- +? (ond)
- [ze schrijven nu de overeengekomen aantallen op, onderwijl dit zeggend]
- 160 F aminomethaan zou dat methaan aangevuld zijn met een aminogroep (...)
- K ja dat zal wel (...) en wat is methaan?
- F weet niet is dat niet iets van CH₄ of zo (...)
- K ja die heeft in ieder geval wel een hele hoop eh (...)
- 165 P hele boel hoop porties H (...)
- F ja er zitten nu al 4 porties H in
- +K methaan is CH en er zitten dan (...)
- F ja nu al 4 porties dus (...) 4 porties waterstof zitten erin (...) maar vooruit (ond) (...)
- 170 S ja nou snap ik hem 1 2 3 4 5

- + F we weten al teveel om deze vragen gewoon te kunnen beantwoorden (...)
- S zo he?
- F van de biologie [schrijven af]
- 175 K (leest) "*geven hoeveel elementmassaporties-per-volume-eenheid voorkomen.*"
- S waar sta waar staat dat?
- K in ammoniakmethaan zitten dus 5 keer zoveel waterstof als in waterstofchloride (...)
- 180 F ammoniakmethaan [gelach] aminomethaan [hier even over]
- K zit dus 5 keer zoveel waterstof in (...) (331)
- S ja
- F ja in 2 liter (...) in 2 liter zit 5 maal zoveel massa aan waterstof als in waterstofchloride, of aan willekeurige (...)
- 185 + K in 2 liter
- F elke willekeurige volume-eenheid (...) als je maar gelijke
- + K mits mits
- de aminomethaan en de HCl gelijk zijn
- F ja
- 190 K aan mas
- F ja
- K aan eh
- F volume, dan zit er in aminomethaan 5 maal zoveel massa (...) maar dat ter zijde
- 195 S ja [ze gaan nu verder met opdracht K6-15]

26. PROTOKOL 20

Dit is een gedeelte van hun gesprek uit de les na die van protokol 19.
Zij spreken over opgave K 6 - 19, 20 (bijlage 7).

F = Fred, K = Klaas, P = Piet, S = Simon

- 1 K (385) nou (leest K6-19) "Welke verdeelbaarheidsformule kun je nu geven op grond van de tabel voor waterstof?"
F H_2
S H_2 (...) zuurstof, O_2 (...) fosfor
- 5 P fosfor
S F_2 he
F stik eh fosfor
S $4 P_4$
K ph is dat he of niet (...)
- 10 S nee nee, chloor 2
P herinner ik me niks van, een keer gehad
S ja hier (...) en dan hadden we stikstof eh
F N_2
S 2 (...) en nou gaan ze nog moeilijker doen
- 15 P en chloor dan die hadden we nog niet, Cl (...) (ond) (.....)
K nu wordt het leuk
S zo
? ja
S ammoniak
- 20 F ammoniak daar moeten we dus tabel moeten we erbij nemen
[zoeken ze op]
S ammoniak schrijf maar NH de schrijven we dus niet als (...)
F ammoniak wordt verdeeld in drie porties waterstof en))n portie stikstof
- 25 P N, N_2H_3 ?
F nee NH_3 (...) kan je in deze tabel* zien, kijk $3/2$ waterstof $1/2$ stikstof
P ach ja (...) (ond) tabel (...)
F H_3
S waar waar heb je ammoniak?
- 30 K (ond)
F ammoniak $3/2$ (...) en je moet tabel
+? NH_3
P ja ja ik
F NH_3 dat is maar dat wisten we al (...) met biologie, met scheikunde
- 35 nog niet
S nou de volgende is
F fosfien
P (409) nou ik zal eens even opzoeken

- S niks zeggen, mag iedereen het voor zichzelf doen
 40 F en daarna controleren we even [doen ze]
 P wat is het teken van fosfen? (...)
 F he, fosfor is P
 P en fosfen dan?
 F ja he, oooh dat moet uitzoeken [doet hij, stilte, hoor soms een getal]
 45 K 3
 S 3?
 F 3 porties (ond) [zachtjes]
 S fosfor (...) is verdeelbaarheid, 4
 F ja 1, 1/4 (...) dus (...)
 50 P 1/4 deel is fosfor
 F ja het is, kijk kijk kijk kijk verdeeld in 1 portie fosfor en 3 porties waterstofgas
 S zo moet je dat doen en niet zo van 1/4 en 3 (ond) is dan mee(?)
 +P ja ja en nou
 55 snap ik het helemaal
- [Ze stellen een formule op voor de overige stofindividuen uit opdracht K 6 - 19.]
- F (503) (leest K6-20) "*In welke volumeverhouding zijn nu de volgende stoffen tot elkaar betrokken in een chemische reactie?*" (...)
 60 P waterstofazide
 S hoe zou je dat kunnen doen dan?
 F (ond) wist ik het maar (.....)
 K neem dus hoeveel waterstofazide
 P en de (ond)
 65 K ja
 P lachgas
 K en lachgas (...) (ond)
 S 4 staat tot 3 of zo? (...)
 K krijg je een reactie
 70 S 4 staat tot 3 (.....)
 K maar (.....)
 S gebruik je volgens mij die
 K ik denk dat je dan
 S zou je dat niet
 75 K deze tabel erbij moet gebruiken (.....) zal er wel niet allemaal instaan
 F kijk lachgas N₂O₁
 S lach
 F als we nou eens, laat ze nou eens reageren in de verhouding 2 staat tot 3 (...)
 80 K waar wou je de H heen dan?
 F net als in deze tabel met waterstof is gedaan, deze verhouding (...)

- P eh (...) zou best eens kunnen ja
 F doen we het in dit geval met stikstof zelfde tabel (...)
 S wat gebeurt er? (...)
- 85 F is gewoon toepassen wat we al gehad hebben
 K ja
 F twee stoffen met hetzelfde element samengesteld, die reageren met elkaar die verhouden zich omgekeerd als de (...) de indices aangeven
 K (ond) hier (...) voor eh
- 90 F ja (...)
 P 2 staat tot 3 he
 K verdeelbaarheid van het element daar is (...)
 F dus massa N_3H
 +K 3 en het volume is x
- 95 F staat tot massa van N_2O als
 P (525) waarvan?
 F 2 staat tot 3 (...) iedereen met me eens?
 P [schrijft waarschijnlijk] massa (...) NH (...) staat tot de massa (...) staat tot (...)
- 100 F gewoon toepassen wat we al gedaan hebben (.....)
 S hu (.....) hebben we dat al eerder gehad? ik ben weer helemaal weg, is een ramp
 P hebben we met die dingen gehad, met tabel 3
 F hebben we met tabel 3 gehad met waterstof en hebben dus nu hetzelfde met stikstof (.....) eeh
- 105 ? eerder gehad (...)
 K maar waar, moet het massa volume (ond)
 S nee je moet de volumeverhouding hebben he
 F ja was toch ook een volumeverhouding
- 110 S ja
 F maak er dan een V van (...)
 K ja, de V van grootte (...) nou nou (ond) [niet ter zake]
 S waar reageert het nou in godsnaam mee
 K dat hoeven we niet te weten
- 115 F dat hoeven we niet te weten
 S nee?
 K maar hoe het
 F dat is de verhouding waarin ze met elkaar betrokken zijn (...) zal wel zo zijn dat waterstofazide verdwijnt en lachgas verschijnt eh ontstaat
- 120 (.....) [niet ter zake even]
 S ik snap er weer eens geen bal van (...) (ond) (...)
 P hebben we hier in tabel 3 toch ook gedaan (.....) toen heeft Fred (ond) de verklaring nog gegeven (ond) dan de volgende
- S nee (...) nou ja laat maar
- 125 K PH_3 ien en (...)
 S is dat dit? (...) nee dat is

- F volume oh dat is fosfien (...) fosfien is PH_3
 S ah wacht nou even (...)
 K zuurgraad 3? (.....)
- 130 F staat tot fosforoxide eh P_4O_{10} (.....)
 P 12 staat tot 10 (?)
 K is gelijk aan
 P 4 staat tot 12
 F staat tot 1 (...)
- 135 S (561) wacht even (...)
 K 4 staat tot 1?
 S welke stof maak je?
 P maakt die 10 en die 3 niets uit?
 F nee het gaat om de het element wat ze allebei eh
- 140 K fosfor
 F ja fosfor
 K zou (ond) oor kunnen nemen dat eh
 F die tabel met waterstof
 S welke stoffen moest je hebben? (...)
- 145 F fosfien en fosforoxide
 S fosfien
 K H_3 en P_4O_{10}
 P 4 staat tot 1 he
 F 4 staat tot 1 ja (.....)
- 150 P (ond) (...)
 K (ond) bij het volume, van alle stoffen niet alles gelijk optelt (...) kijk
 maar 2 liter waterstof is gelijk aan 2 liter water (ond) (...) (ond) (...)
 F nou nou difosfien en ammoniak (...)
 K difosfien
- 155 P difosfien (ond)
 F oh difosfien moeten we effe in die tabel (ond) [zoeken ze op]
 S dat snap ik nog wel, van die tabel dat snap ik nog uitstekend
 F difosfien H_4 (...) P
 K 2
- 160 F P_2 ja? (...)
 K tadam tadam [ze schrijven het antwoord op]
 F ammoniak dat is omdraait dat is NH_3 dat weten we toevallig wel (...)
 [schrijven, hoor zo nu en dan een getal]
 S waarom draai je dat nou toch om, de rest snap ik wel
- 165 F ja kijk want difosfien en ammoniak (...) controleer
 S ja hee
 F difosfien en ammoniak 3 staat tot 4 (...) ja (...) staat in de tabel
 K en misschien snap je het dan niet helemaal maar als je maar weet hoe
 het moet
- 170 S ja maar daar heb ik niks aan moet het wel snappen

- K maar dat moet
 S (ond) voor wat
 F (585) nee maar dan bekijk je het thuis nog rustig allemaal nog een keer
- 175 S ja dat kan ik nooit dat is het probleem
 K ja jij doet alles in de pauze [niet ter zake]
 S dus 3 keer het volume H_4P_2 kan (...) zal (...) 4 keer het volume
 F ja kijk want als, stel dat difosfien eh volume van verdwijnt en wordt dus
- 180 S ja
 F ammoniak ontstaat
 +? chloride
 S ja
 F ja dan zit er in die eerste zit er 3 maal 4 = 12 elementsmassaporties
- 185 in die tweede ook 3 maal 4 (...) kijk
 S moet gelijk zijn
 P en daar zitten 4 element
 S moet gelijk wezen
 +F index index maal volume index maal volume dat moet gelijk zijn omdat er elementsmassabehoud
- 190 S index had dat nou meteen gezegd, maakt het heel eenvoudig
 F massa (ond)
 K index, indexgetal dat is wat beneden staat, indices is het meervoud, (...) ja H_2O dat is de 2 [niet ter zake over index]
- 195 S nou mag ik fos fosforchloride PCl (...)
 [men schrijft, zoekt het op en constateert dat er twee zijn, de volumeverhouding is nu geen probleem meer voor Simon]
 F (leest K6-20) "*Waarom kun je niet een eenduidige volumeverhouding geven voor het stoffenpaar waterstofazide en ammoniak?*" (...) ja dat is gewoon ze zitten allebei N en H in, dus je weet niet welk element je eruit moet pikken
- 200 S had je eentje eh
 F beide [organisatieopmerkingen] beide zijn sporig van N en H (...) in andere massaporties in andere (...) met andere indices (...)
- 205 S beide (.....)
 F je weet dus niet welk element belangrijk is voor de reactie
 K nee (.....)
 S [leest het begin van de vraag nog eens zachtjes]
 F ja waterstofazide
- 210 S ja (...)
 F (629) is eh (...) NH eh N_3H (...)
 S okay (...)
 F ammoniak is N_1H_3 (...)
 S net andersom (.....) ja en dat wil zeggen (...)
- 215 K zijn wel omgekeerd presies andersom (...)

- S wat toevallig
 K ja [even stilte, schrijven]
 F hee, kijk er staat $1 \text{ H}_2 + 1 \text{ Cl}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_1\text{Cl}_1$ een reactievergelijking (...)
 [over vergeten trema]
 220 S wil je nog een keer die ene zin herhalen die jij opschreef
 F beide zijn sporig van N en H (...) je weet dus niet welk element be-
 langrijk is voor de reactie, ik bedoel als (...)
 S ja
 F fosforchloride verdwijnt en waterstofchloride ontstaat dan weet je dat
 225 chloor, echt, een belangrijk eh (...) element is bij de reactie
 S ja
 F dat geeft de volume
 S jajajaja
 F het hangt er dus vanaf in wat voor reactie (...) eh (...) waterstofazide
 230 en ammoniak met elkaar, het is tijd, reageren (...) nou volgende keer
 gaan we dus verder met 21
 S ja
 F dan wordt het huiswerk tot en met 18 afmaken [gegrinnik, V geeft
 huiswerk op]
 235 S dus dit heeft er gewoon mee te maken dat de elementsmassa-portie
 gelijk blijft index maal volume
 F ja (...)
 S en daarvoor geldt verdeelbaarheid maal volume-eenheid
 F ja [ondertussen gaat het tijdsignaal]
 240 S en hier is de verdeelbaarheid zeg maar van dat, hier is die 1 en daar 4
 F ja
 S om het gelijk te houden moet je dus omdraaien nou snap ik het (...)
 [ruimen op] ja maar nou snap ik het ook zo dat ik het heel goed snap
 (...)
 245 K kun je wel zeggen van hehe nou weten we eindelijk die cijfertjes maar
 nou weet je ook tenminste wat je ermee kunt doen
 F ja (...) want ik bedoel destijds zeiden we allemaal H_2O maar we wis-
 ten nog niet wat H_2O inhield (...)
 S 2 elementmassaporties
 250 F ja is ook zeggen wat je bij, ontleding
 S ja
 F 2 porties waterstof en 1 portie zuurstof krijgt
 S (671) ja ja elementsmassaporties [ruimen verder op] (677) [einde op-
 name]

* Zij bedoelen waarschijnlijk met "deze tabel" tabel 2 uit K 6 - 9.

27. PROTOKOL 21

Zij spreken over K 6 - 14 (bijlage 7).

C = Carla, P = Petra, S = Sonja, T = Tineke

- 1 C (423) (leest in de tekst tussen K 6 - 13 en 14) "*Deze massa is 1, 2, 3, 4 etc. maal een zekere massa.*" he [verbaasd]
T ja tuurlijk hebben we toch net gezegd (.....)
S ja, dat staat hier, 1 staat tot 2
- 5 C ja
T en dan heb je hier als je die andere erachter zou zetten dat zei ik net, dan krijg je staat tot 3 staat tot 4 staat tot 5 (...)
C ja (...)
T dus dat (ond) ien(?) (...) dus dat gaat gewoon is gewoon allemaal hetzelfde [Carla leest de tekst tussen opgave 13 en 14 verder en Tineke begint al zachtjes voor zichzelf de tekst van opgave 14 te lezen.]
- 10 T (430) (leest) "*Welke stoffen uit tabel 3 worden gekenmerkt door 1 maal (.....) [bedachtzaam] Welke stoffen uit (...) tabel 3 (...) worden gekenmerkt door 1 zo'n (...) massaportie (...) van het element waterstof per volume-eenheid?"* (...) voor 1 maal (.....) oh dat hebben we hier net gedaan dat was eh HCl he (436)
- 15 C (leest K6-14) "*Welke stoffen uit tabel 3 worden gekenmerkt door 1 maal zo'n massaportie*"
T dat was HCl en HBr of niet, dat is natuurlijk hetzelfde (...) waterstof-chloor en eh (.....)
- 20 C? zeg even hoe het moet
T waterstofbroom dat is, die zit in één hokje dus die zitten bij elkaar (...)
P maar waar ga je eigenlijk hiervan uit
- 25 +T die vallen bij 1 (?)
P van deze of ga je hiervan uit?
+T maakt niks uit maakt niks uit dat hebben we toch hier net uitgerekend
- 30 P ja maar als je hiervan uitgaat dan krijg je toch een ander antwoord dan krijg je toch water waat
T nee niet
P ja tuurlijk
T tuurlijk niet dat maakt niets uit, het gaat nou niet meer om, om
+? niet
- 35 T die verhouding tussen deze, maar de verhouding van waterstof in dat, wat we hier net met meneer uit hebben gerekend (.....) maar zit hier 1 maal (...) HCl en [tijd stilte, schrijven]
T ik zal het wel even opschrijven, kijken (ond) les na

- 40 [ze schrijven waarschijnlijk verder en praten kort over het wel of niet bekend zijn van een paar van de gegeven stofnamen]
- P ja maar hoe kom je daar nou aan ik ik ja die haal je denk ik gewoon uit de tabel maar waarom is het zo dan
- + T nee dat haal ik niet uit de tabel (...) dat haal ik helemaal niet uit de tabel, dat haal ik hieruit, wat we hier net uit hebben gerekend (.....)
- 45 S (ond) [ze hebben de mikrofoon opzij geschoven]
- T (491) wat we hier net uitgerekend dat gaat hierover (...) eh (...) over hoeveel het maal dit is gewoon een getal is niet een hoeveelheid (...) dit is een getal maal, massaportie per volume-eenheid van (...) een element (...) oh ja massaportie (...) per volume-eenheid van dit (...) is 1 maal massaportie (ond) zie je hier heb je precies 1 (...) H^0 (ond) H^0 dat is 2 maal
- P dus in 1 (ond)
- T H^0 (ond) (...)
- 55 P wat houdt dat nou in, bijvoorbeeld eh (...) je hebt zeg ik 1 liter hoeveel H zit er dan in?
- T 2 dit is eh (...) getal 2 moet je hebben net zoiets (?) als equivalent van maal maal (ond) iets (ond) is (ond)
- P dus in eh (...) 1 liter H^0 , zit 2 liter H?
- 60 T nee element is niet met liters (...) (ond) hebben we wel eens gezien (ond)
- C mag ik eens lezen wat je hebt opgeschreven Tineke?
- T 2 eh (...) 2 maal massaportie H in (.....)
- P ja en en neem dan eens een, bepaalde massa (.....) [gelach]
- 65 T ik ik heb het ook maar hier uit het boek hoor [gelach] ja dan moet je dit stukje eens lezen, heb je dit stukje gelezen? (...) daar hebben ze het over massaportie
- P ja
- T nou (...) in in in H
- 70 +P wat houdt dan tot gevolg in? [ze lachen weer]
- T in H^0 zit 2 maal dat massaportie H (...) als je dat doet, kijk dat staat hier
- P ja in H^0 (?) zit 2 maal dat massapor massaportie
- T ja dat staat hier toch ook
- 75 P dat is geen punt
- T dit snap je wel?
- P ja dat snapte ik
- T nou dat is toch ook 1 staat tot 2, dit is toch ook 1
- P dus 1
- 80 T ja
- P en wat doet dit

- T de hoeveelheid, nou de formule het volume
P massa van H in 1 liter HCl
+ C staat tot de massa van H
- 85 T nee in V liter HCl
P ja nou dan neem je er maar 1 voor of zo
T ja ja nou
P weet ik het (...) dat is dus, dat is dus 1
T (518) (ond) (...) dat is dus 1, maar dat kan gram kilogram weet ik veel
- 90 zijn, ligt er maar net aan wat die V is (...) snappie dat?
P ja maar als dan weet je
C massa van waterstof staat tot de massa van waterstof (...) is 1 staat tot 2, als je kijkt naar waterstofchloride en, waterstofoxide
P dus in waterstof oxide zit 2 maal zoveel waterstof als in
- 95 T juuuuist, nou en dat is denk ik dat is hier de bedoeling van (...)
+ ? ja
T dat is dit
P ja dat snap ik nou, ik snap niet hoe je dat in de tabel ziet
? he?
- 100 S in de tabel kijk je gewoon
T in de tabel zie je dat toch niet
P ooh [lacht even]
T je haalt gewoon dit bovenste haal je uit de tabel, en dan leid je dit af
P ja
- 105 T nou, als je die als je dat bij die andere stoffen ook allemaal doet, dan krijg je 1 staat tot 2 staat tot 3 staat tot 4 staat tot 5 (...) dat staat hier
+ P ja maar jij haalt
T enne dat heb ik hier zo opgezet (...) ja (...)
P ja maar ik snap nog niet wat precies (ond) betekent
- 110 + C in water zit waterstof in eh ammoniak
P? 2 maal, de volume-eenheid
S ja dat massaportie H
+ C Tineke Tineke
T ja dat massaportie H (...) die aanhalingstekens die gelden dan voor
- 115 dit, dit stukje
P ja maar je hebt hier bijvoorbeeld H^o he
T ja dat zit in dit, omdat dat hier bij in zit, dus dat hebben ze allemaal hetzelfde (...) kan niet anders dat moet hetzelfde
+ C? maar dan kun je toch dan ook (ond) tabel aflezen
- 120 P hoe kan nou in H 2 maal massaportie H zitten of zoiets (...)
S ja (...) is nu eenmaal zo
+ P ja wacht even, dat slaat toch gewoon nergens op
S nee maar het is wel zo
C (537) ja maar dat kun je
- 125 S (ond) de tabel zo op zou schrijven, dan zou dat er toch ook uitkomen
T dan komt dat eruit

- ? als je hier nou H neerzet, dan kun je gewoon zien dan kun je toch ge-
 woon die O wegstrepen
- 130 T maak je hier een H van
 S ja gewoon overal die O wegstrepen
 I ja maar wat betekent dat getal nou eigenlijk 2, wat houdt dat nou
 S dat betekent niks (...)
 T [schrijft] P H (...) Cl nemen gewoon deze (...) staat tot H (...) geeft (...)
 H^o
- 135 P dit snap ik wel van dat er in H⁺ dat er 2 maal zoveel H zit
 S is hetzelfde
 P maar dat kun je toch niet met elkaar vergelijken
 S waarom?
 T [schrijft] dus (...) is de (...) m van H in V liter HCl (...) staat tot de m
 140 van (...) H in (...) V (...) liter H^o =
 C 1 staat tot 2
 T 1 staat tot 2, nou dat krijg je eruit
 P ja ja dus 2, dus in eh (...) in water dus in waterstof zit 2
 +T waterstof
- 145 P keer zoveel waterstof
 C ja, deze hoeveelheid waterstof, is 2 keer zoveel als deze hoeveelheid
 S ja
 C ja
 P oh ja
- 150 C met 1 li
 T in grammen [gedecideerd]
 P [zacht] in grammen
 T zie je dat? je je moet volume en eh (...) en eh hoe heet het, en de mas-
 sa moet je heel goed uit elkaar houden
- 155 P nee liter
 T ja dat is
 P hoeveel liter
 T ja liter is toch volume
 P ja nou wat zit jij dan net met gram
- 160 T massa is gram
 P ja (...) oh dus dat moet je weer omrekenen naar liter
 +S (555) naar gram per liter
 T dus de hoeveel, de hoeveelheid grammen (...) in (...) van eh van, het
 element waterstof, in V liter (...) waterstof dus dan heb je liter
- 165 P ja (...)
 T staat tot het hoeveelheid grammen van het element waterstof in V li-
 ter HCl dat verhoudt zich als
 P 2 staat tot 1
 T 2 staat tot 1 1 staat tot 2
- 170 P ja ja, maar wat je nou uitgerekend hebt dat heeft toch dat is toch heel
 wat anders als dit

- T dat is hetzelfde
 S [zacht] ja (...)
 T exactly the same (...)
- 175 S dat is hetzelfde ja
 T precies hetzelfde
 P dus eh wacht even jij krijgt, hier ergens krijg jij 2 uit ja
 + S echt waar
- 180 T hier krijg je uit, uit dit portie krijg je 1 uit dat hebben we net gedaan is
 zelfde als dit is zelfde als dit
 P ja en ik, hier krijg je 2 uit
 T dit portie krijg je 2 uit
 P oh ga je zo
- + T uit deze 3, uit die 4 en die 5 uit die 1 uit die 2 uit 3 en die 4 en uit
 185 die kun je daar onder zetten krijg je 5, maak niks uit hoe onderwerp
 (?) want je houdt je niet meer bij deze tabel
 P ja laten we zeggen je hebt krijgt hier 3 uit ja (...)
 T ja dat krijg je eruit (...) kunnen we wel even doen
 C ja doe maar
- 190 P ja ja nee (...)
 T [ze lacht even, verschuift de in de weg staande mikrofoon weer, de
 volgende regels zijn dan ook slecht te verstaan, ze schrijft ook]
 P ja ik snap wel hoe je aan dat getal komt (...) maar je hebt hier dan bij-
 voorbeeld eh
- 195 T (ond) getallen dan kun je die daarachter zetten (...) (ond) die (ond) 1
 staat tot 3 krijg je zo (ond) (...)
 P ja je krijgt hier bijvoorbeeld de hele tijd 3 uit ja
 S? ja 3 krijg je eruit (...)
 P maar die 3 eh (...) dan heb je toch niks om mee te vergelijken, je hebt
 200 hier twee (ond) dingen met elkaar vergeleken dan krijg je er alleen
 maar 3 eruit, wat kan je dan weten?
 S (579) de massa waterstof (ond) in waterstofchlor (ond) groot als de
 massa waterstof in waterstof (ond)
- 205 T daarom hadden we ook net bij die andere som deze allemaal, daarom
 had ik ze net ook allemaal willen
 ? staat tot (ond)
 C zeg nog eens (...)
 ? massa (ond) waterstofchlor (ond)
 ? ja ja (...) dit hebben we nou gedaan (ond) massa van waterstof in
- 210 P je kunt toch ook nog in (ond)
 T? massa van waterstof in (...) water staat tot de massa van waterstof in
 fosfen, dat is, hierin (...) staat tot de massa van waterstof in bij-
 voorbeeld eh hydrazine (ond) komt (ond) de massa van
- P oh gaan ze gaan ze soms de hele tijd ervan uit die staat tot die staat tot
 215 die staat tot die
 T gewoon waterstof in die staat tot (ond)

- C gewoon waterstof (ond) die staat tot die
 T die is 1 staat tot 2 staat tot 3 staat tot 4 (ond)
 C (ond) waterstof staat tot (ond)
- 220 P maar heb je (ond) alle (ond) (...) om dat nou gelijk te krijgen
 T omdat je geen (ond) massaportie H wordt (...) [hoor even lachen en door elkaar praten]
 ? massaportie H
 ? x is de hoeveel (...) (ond) 1 maal x (...) 1 maal portie H (ond)
- 225 P dus in bijvoorbeeld eh (...) eh (ond)
 C dus hier 3 (ond) 3 (ond)
 ? ja hoe kom je daar nou aan
 C? ja ik (ond) x 3 zet, hoeveelheid (...)
 T ja als je nou 10 gram
- 230 ? ja
 P ja maar dan moet je wel de hoeveelheid eh van dit hebben (...)
 T nee, per per volume-eenheid (...)
 P hoe bedoelen jullie dat per volume-eenheid
 T per wat, per iets
- 235 S je kunt je kunt hier bijvoorbeeld zeggen ditte (.....)
 P dus deze die zijn gewoon ten opzichte van elkaar (...) deze
 T ja
 P deze onderling
 T ja (...)
- 240 ? (612) dat snap ik niet (?) (...) wat is er nou precies aan (?)
 T ja
 S ja ik weet wel (ond) dat klopt (ond) [gelach eventjes, hoor raar geluid, mikrofoon zetten ze weer op tafel, zitten er even aan]
 P (626) som (of: zo'n) massaportie
- 245 S ja dat staat hier allemaal
 T 15 (ond) (...)
 P vandaag hebben (ond) twee sommen gedaan
 T hier elementsmassaporties per volume-eenheid voorkomen nou dat staat hier als je dat zo voor niet snapt (.....)
- 250 P van het element waterstof (.....)
 T kennen jullie het woord elementeenheid? (...) dat dat voeren ze nou in in plaats van elementsmassaportie per volume-eenheid
 P dat elementeenheid
 C? moet je wel even goed snappen wat precies een elementsmassa-portie
- 255 per volume-eenheid is [ze lachen] (...) [praten even met een ander, ze zeggen dat ze nog veel moeten doen voor het komende proefwerk]
 T we moeten thuis maar eens heel veel doen
 P ik kon dit thuis ook niet
 T ik wel [ze ruimen op, de les is bijna afgelopen, ze schrijven ook over wat Tineke heeft opgeschreven, hoor Sonja en Petra de stofnamen ammoniak en hydrazine zeggen]
- 260

- P (661) hoeveel elementsmassaportie per volume-eenheid wat is dat
nou voor iets (...) daar snap je toch niks van
- S wat voorkwam (...) [gaan hier niet op in]
- 265 P elementeenheid [Tineke vraagt wanneer het huiswerk af moet]
P en hoe (ond) nou 15 moet je dat weer doen
S in plaats van de eh door dit te zeggen, zo'n massaportie (ond) water-
stof per volume-eenheid
- P ja (ond)
- 270 S gewoon elementeenheid dat is iets (?) 2 maal elementeenheid dit is 3
maal elementeenheid
- T is gewoon hetzelfde maar gaat er gewoon om dat je het begrijpt
- S gaat nou om (ond) lange woord, ander woord
- T allebei begrijpt
- 275 P ja, maar ik snap er nog steeds niks van (.....)
[(671) tijdsignaal, ze spreken af zoveel mogelijk sommen thuis te
doen, als een ze snapt kan die ze aan de anderen uitleggen]

28. PROTOKOL 22

Dit is een fragment van de derde les na die van protokol 21.
Zij spreken over K 6 - 21 (bijlage 7).

C = Carla, P = Petra, S = Sonja, T = Tineke, V = Vogelezang

- 1 T weten jullie op bladzijde 37 hoe dat zit?
C kijk hier staat 1 H₂ plus 1 Cl₂ dat wordt 2 H₁Cl₁
+S hoe je hoe je, hoe je dit moet doen?
T hoe doen ze dat en (ond)
- 5 +C ja dat wordt 2 H₁ (ond) (...) ze nemen 1 van waterstof en 2
S 1 liter waterstof plus 1 liter chloor geeft 2 liter waterstofchloride
C? weet ik wel maar kijk hier staat (...) die H₂ en die Cl₂ die
+T daar staat een 2
T wordt hier H₁Cl₁
- 10 P nee dat komt hier staat een 2 voor (...) dus dan wordt dan blijft het
hetzelf
? (ond)
P dat, dit, eh, dit moet altijd gelijk zijn
+C je hebt 2 keer 1 en 2 keer 1
- 15 P dus dit is 2, dit is 2, dit is 2 (...) en dit is 2
C oh ze doen dus 2 keer 1 en 2 keer 1
P ja
C aha (...)
T en waarom mag je hier dan niet zetten een 1 en daar 2? heb je toch
20 ook hetzelfde
P ja nee, maar dat komt er ontstaat geen H₂Cl₂ er ontstaat H₁Cl₁
+? je hebt waterstof-chloride
S en waterstofchloride is H₁Cl₁
+C? dit gewoon bij elkaar opgeteld
- 25 +P dat hebben we laatst eh
C die 1 H en die 1 Cl wordt gewoon, bij mekaar opgeteld (...)
P wat wordt bij mekaar opgeteld?
C dit, die 1 en die 1
P nee dat wordt niet bij mekaar opgeteld
- 30 C wat doen ze daarmee dan? hoe krijgen ze daar een 2 van?
P nou bijvoorbeeld, wacht eens even (ond)
C je hebt toch 1 liter HC (ond) uit 1 liter
S H₂ en Cl₂ ontstaat waterstofchloride en de verhouding
C ja
- 35 S (41) in de ve, hoe heet dat ook al weer, massaverhouding(?)
T verdeelbaarheid
S nee verdeelbaarheid (ond) waterstofchloride dat is H₁Cl₁
P ja dat hebben we net dat hebben we hier hebben we dat berekend

- T? ja
- 40 S en je moet evenveel eh (...) hoe heten die dingen ook al weer
P eh kun je dat eigenlijk niet (ond) behoud van massa (...)
T natuurlijk niet dat zijn geen massa's je hebt volumes
+? volumes
- P oh ja het zijn volumes dat kan niet (...)
- 45 ? ja weet ik het, ik had het allemaal (ond) staan
T is het leuk?
P ja, is heel leuk
T vandaar dat jullie zo fanatiek zijn geweest [gelach]
P ja ik kon dat zo achter elkaar opschrijven
- 50 S hoe moet dat ook alweer, H₂, heb je (...) 2
P H₂ ja dat hebben we toch
S H₂ zijn 2 bolletjes maar wat zijn die bolletjes [lacht]
P nee maar die H₂, dat doet er toch niet toe dat hebben we hier, hier
gedaan dat, hier, dat daar, dat er een 2 bijhoorde
- 55 S ja, ja
C ja dat snap ik ook wel
S en die moet je hier ook houden (...) en daarom heb je hier een 2 staan
C ja maar, ze hebben toch iets met die 1 gedaan, die 1 moet toch bij el-
kaar opgeteld zijn of, met elkaar vermenigvuldigd kan niet want dan
60 moest er ook 1 uitkomen, je moet toch iets met die 1-en zijn gedaan,
die 1 H hier en die 1 Cl₂
+T? wat zijn (ond) zijn die altijd hetzelfde
P nee die zijn niet altijd hetzelfde
S waterstof
- 65 C hoe krijgen ze toch van die 1-s 2 (ond)
+? je hebt hier toch
+S (ond) die opgave was het (...)
P wacht eens even, deze, bijvoorbeeld deze reactie he, eh waar staat het
allemaal, eh (...) P₄ en H₂ wordt P₁H₃, dat is ergens een reactieverge-
70 lijking, die was gegeven, ja, nou moet je dat kloppend maken he, nou
hier heb je 4 P (...) of nee 1 P
C? ja
P (73) hier heb je 4 P
C ja
- 75 P dus moet je hier een 4 voorzetten, heb je hier 12 H, hier heb je maar 2
H dus dan zet je hier een 6 voor (...)
T ja dus overal evenveel (ond)
+C (ond) voor
T (ond) dat allemaal wel, maar dit is allemaal zo, ja wat houdt het nou
80 eigenlijk in
P ja ik weet ook niet waarom, ja nou dat (ond) hij misschien beter uit-
leggen

- 85 C maar dat houdt toch in dat als jij zegt dat als hier 2 2 neer staat, dat er hier 12 H-s hebt, dit dus 4 maal 3 doet (...) anders krijg je toch nooit 12 H-s
- S he? waar?
- C je zegt hier 4 P
- P ja (...)
- S die 4 die geldt ook voor de waterstof
- 90 C ja, en houdt dus in dat je hier 12 H-s hebt
- S ja
- P ja
- C houdt dus in dat jij 4 maal 3 hebt gedaan
- P ja
- 95 C dus je moet vermenigvuldigen (...)
- P ja
- C en als je hier 12 H hebt en je hebt hier 2 dan moet je daar 6 ook vermenigvuldigen
- P ja want hier zijn 6 (...) hier zijn er (...) 6 eh (...) eh
- 100 S (ond) atomen
- P 6 eh (...) H₂
- T massaporties per volume-eenheid van H (...) ja zo noemen ze dat hier
- S ja dat mag ook [of: maar goed]
- T ja tuurlijk, ja toch
- 105 S ja dat weet ik niet (...)
- T dat is, ooh, ja hoe noemen jullie het dan?
- +? nou ja [even gelach en klein tussendoortje]
- T nou maar anders kan je dat toch ook niet snappen als je niet weet nou, ja niet weet hoe dat in elkaar zit, snap je natuurlijk niets van
- 110 P (102) ja wij hebben altijd geleerd van kloppend maken, ja
- S je weet de formule van of eh, de formule van waterstofchloride dat is H₁Cl₁, en je weet de formule
- +C ja maar dat weten wij toch niet
- S dat heb je toch net gedaan [wordt nagezocht, Carla is verbaasd]
- 115 S je weet nou dat het H₂ is en Cl₂ en je moet zorgen dat er overal evenveel van komt
- C ja ja maar dus (ond) [tussendoortje]
- T (153) ja ik geloof dat ik dit wel snap, moet je dus gewoon
- C wat zijn nou precies co, coëfficiënten [wordt verteld]
- 120 C (leest K6-21a) "*Waarom zijn de coëfficiënten in een reactie-vergelijking gelijk?*" (...)
- S volumeverhouding
- P ik heb aan de verdeelbaarheidsverhouding (...)
- S 1 liter en 1 liter is 2 liter
- 125 P ja nee maar dat was net zoiets, dat was net andersom
- +S klopt niet altijd (ond)
- S ja dat klopt wel

- C ja dat heb je hier bij elkaar opgeteld (...)
- 130 P ja maar hier stond ergens eh [wordt gezocht] (leest) "*De verhouding verdeelbaarheid is a staat tot b en verhouding van volumes is b staat tot a*" (...) [zitten even aan de mikrofoon en praten even over iets anders]
- C (201) wat was het nou, verdeelbaarheidsverhouding
- P ik dacht van de verdeelbaarheidsverhouding (...) maar dat weet ik niet
- 135 T? waarom, waarom (ond)
- C (ond) verdeelbaarheid nou precies is
- S? ja wat is dat? verdeelbaarheid (...)
- T ja dat is volgens mij die
- C als iemand over verdeelbaarheid praat, waar waar praat je dan precies over?
- 140 T hoeveelheid, bijvoorbeeld HCl, en als je dan de verdeelbaarheid
- +P? hoeveel (...) er van, bijvoorbeeld H in zit
- T van H hebt, ja hoeveel H er in verhouding in zit (...) volgens mij
- P en verhoudingsformule is dat (ond) hoe ze met elkaar reageren of zo
- C is de verdeelbaarheid niet als je HCl hebt of HO
- 145 +P (212) (ond) of verhoudingsformule of verhoudings eh
- T ik weet eigenlijk helemaal niet precies (...)
- C ik kan me niet, ik kan me niets voorstellen bij verdeelbaarheid
- P verhoudingsformules wat zijn dat dan? (...)
- 150 C weet ik ook al niet meer
- S ja dat is een (ond) (...)
- C? verdeelbaarheidsformules dat is eh (...) is dat als eh
- T verdeelbaarheid is elementmassaportie gedeeld door volume-eenheid
- C elementmassaportie, ja kijk dat is ook allemaal van die knul(?) woorden he
- 155 T kun je niet gewoon neerzetten eh
- P kijk maar hier heb je ook een reactievergelijking (...) a maal x = d maal y + e maal z en die a, die d en die e dat was de verdeelbaarheid van de stof, van X in eh stof eh (...) X
- 160 C ja (...)
- T ja misschien is dat het (...) maar he, dat is nog geen reactie datte, dat is gewoon een verhou een eh (...)
- P ooh ja ooh nee, ooh nee dat was geen reactie
- T dat is gewoon een verband tussen dit
- 165 C ammoniak, ik kan niet onthouden wat ammoniak is
- S hee, als je ammoniak wilt, hier
- C H₁ is dat he
- S zei dus, uit 1 liter, ontstaat eh (...) 1 1/2 liter waterstof en 1/2 liter stikstof
- 170 C ja
- S nou heb je dit allemaal maal 2 gedaan, dus je krijgt nou eh (...) 1 liter stikstof

- ? he?
- ? is gewoon dubbel
- 175 S plus 3, plus 3 liter waterstof van 2 liter ammoniak, ja (...) is is volumeverhouding (.....)
- P ik weet niet hoor wat het moet zijn
- S volgens mij is het volume (.....)
- C hehe, 21 [even tussendoortje]
- 180 (286) Ze gaan de reactievergelijking voor de synthese van ammoniak opstellen; Petra zegt Carla waar ze de formule van ammoniak kan vinden en dat ze het dan kloppend moet maken; ze praten even allemaal tegelijk tegen elkaar; Petra en Sonja leggen uit hoe je de juiste coëfficiënten moet vinden; Tineke en Carla snappen het.
- 185 V (332) hebben jullie (ond) reactievergelijkingen gefabriceerd
- T ja hun wel wij niet wij niet
- V wat wouen hun?
- T zij hebben dat wel gedaan, wij nog niet [hier even over]
- C deze wist niemand
- 190 V dat wist niemand (...)
- C ja datte
- V oh die volumeverhouding (...) [geblader] (leest K6-20) "*Waarom kun je niet een vak eenduidige volumeverhouding geven voor ammoniak en waterstofazide?*"
- 195 T ja daar waren we nou toch wel achter
- P ja daar waren we
- T omdat allebei N en H inzit en dan, weet je niet waar je naar moet kijken, welke je moet nemen
- C omdat (...) omdat allebei twee elementen hetzelfde zijn
- 200 ? ja, bedoel als de H klopt (ond)
- P want als je die kloppend maakt dan kloppen de N-en niet meer
- V okay
- C hoe schrijf je het op
- V ja goed (...)
- 205 P maar we wisten opgave 21a ook niet (.....)
- V 21a
- P ja (leest K6-21a) "*Waarom zijn de coëfficiënten in een reactievergelijking gelijk?*"
- V ja
- 210 P ik dacht eh (...) verdeelbaarheidsverhouding en zij dacht volumeverhouding, nou weet ik het niet
- V waar staat de verdeelbaarheid hier, als je nou bijvoorbeeld deze neemt he, waar staat hier de verdeelbaarheid
- ? dat staat daar
- 215 V die staat eronder, ja

- C? nee
- V die verdeelbaarheid staat hier
- C ja
- 220 V dus de verhouding staat er ook onder, 2 staat tot 1, wat zijn die coëfficiënten dan? (...)
- S (353) dat zijn volumeverhoudingen
- V dat zijn dus volumeverhoudingen (...) [instemmend gehum] moet je maar opletten, 3 en 2 en hier 2 en 3, dus hier (ond) inderdaad (ond) (...)
- 225 (...) dat zijn volumeverhoudingen (...) moet je nog een keer terugkijken op de voorgaande bladzijde (.....) daar staat het, ja (.....) staat waterstofchloride (...)
- ? oh ja
- V ja (...) ja mee eens
- ? ja
- 230 V dus de verdeelbaarheid hier die die staat eronder en ja je kan natuurlijk zeggen ja maar de volumeverhouding is het omgekeerde van de verdeelbaarheidsverhouding als je het zo bedoelde, dan zeg ik dan heb je gelijk
- P ja dat dacht ik
- 235 V okay dan heb je gelijk (...)
- P dus kan eigenlijk allebei
- V ja dan zou ik zeggen het omgekeerde (...) maar nou krijg je natuurlijk wel het probleem (.....) eh (.....) jij hebt ze gemaakt he, allemaal eh (.....) dat verbranden van ammoniak (...) [zoeken ze op] kun je hier dan nog jouw uitspraak volhouden voor het element zuurstof? (.....)
- 240 P nee
- V nee, dat kan niet omdat je hier twee stoffen hebt die samengesteld zijn (...) ja
- P ja
- 245 V dus wat jij zoals jij het bedoelde van nou, ik zie daarin de verdeelbaarheidsverhouding want, ik heb gezien dat die eh omgekeerd is aan de volumeverhouding (...) okay dan zeg ik ja (...) maar dat geldt dus niet meer in dat geval, dus dat geldt niet altijd
- P ja
- 250 V maar volumeverhouding wel okay (...) ja (...)

29. PROTOKOL 23

Zij spreken over K 7 - 1 en 2 (bijlage 7).

C = Carla, P = Petra, S = Sonja, T = Tineke, V = Vogelezang

- 1 V (179) nou kijk ik kijk eens even hier, naar die eerste (...) $1 \text{ H}_2 + 1 \text{ Cl}_2$
 2 H_1Cl_1 ja (.....) dus de massa, waarin waterstof (...) en chloor met el-
 kaar reageren, ja, die is (...) is 1 staat tot 35,2 ja, dat heb je uitgere-
 kend
- 5 [de meisjes zoeken iets of berekenen iets uit K 7 - 1?]
 V hee, kijk even naar 2a, 1 staat tot 35,2 die massaverhouding
 T? (193) [humt instemmend]
 V ja, dat heb je goed uitgerekend, slordig opgeschreven maar goed
 uitgerekend, maar nou wil ik weten de massaverhouding tussen 1
 10 elementeenheid waterstof en 1, elementeenheid chloor, hoe is die
 nou (...) nou staat hier ook 1 staat tot 35,2 (...) kan goed zijn maar
 waarom dan? (.....)
 S je hebt evenveel elementeenheden waterstof als chloor
 V ja (...) ja (...) 2 elementeenheden H, en 2 elementeenheden chloor (...)
 15 ja (...) dus is die massaverhouding die is hetzelfde als daar (.....)
 T wacht even dat zie ik niet helemaal (...) eh (...) wat is nou het verschil
 tussen dit en dat (...)
 V hier zeg je van nou de stof waterstof verhoudt zich in massa tot de stof
 chloor als 1 staat tot 35,2 ja (...) nou wil ik een uitspraak doen over de
 20 massaverhouding tussen zo'n elementmassaportie (...) ja
 T ja
 V dat was dat was de
 T dat is toch hetzelfde (...)
 V eh nee (...)
- 25 T hier neem je toch ook een bepaalde massa, (ond) dat maakt (ond) je
 zegt alleen niet hoeveel het is, het is gewoon, ja die die verhouding
 tussen die twee is in ieder geval toch
 + V laten we eens laten we eens even naar
 30 2b gaan, misschien is het dan (ond) (...) we hebben 2 H_2 (...) plus O_2
 $2 \text{ H}_2\text{O}_1$ (...) ja, we le, we leiden af dat de massa van waterstof staat tot
 de massa van zuurstof, die verhouding is als
 C 1 staat tot 7,95
 V 1 staat tot 7,95 ja (...) ja (...) halen we bijvoorbeeld uit KT - 1 ja (.....)
 je hebt het heel ingewikkeld uitgerekend maar je had het natuurlijk
 35 ook gelijk uit KT - 1 kunnen doen (...) ja nou (...) hoeveel element-
 eenheden waterstof (...) reageren nou met hoeveel elementeenheden
 zuurstof hier? (.....)
 C? 2 elementeenheden waterstof (...) reageert met 1
 T? nee (...) 4 reageert met (ond) 2

- 40 V 4 (...) reageren met 2 (...) dus nu komt hier te staan de massa van vier elementeenheden waterstof staat tot de massa van twee elementeenheden zuurstof is dus 1 staat tot 795 (...) ja
 ? (240) oh ja (...)
- 45 V met die 1 komt overeen 4 elementeenheden waterstof (...) met die 7,95 2 elementeenheden zuurstof (...) ja (...) dus als we nou van beide 1 elementeenheid maken (.....) dan wordt dat dus
 S is 1 gedeeld door 4
 V 1 gedeeld door 4 (...) staat tot
 S? 7,95 gedeeld door 2 (...)
- 50 V maken we daar 1 van, wordt dat 2 maal 7,95 (...)
 ? (ond) (.....)
 V en nou zie je dat het dus wat anders
 C en als je hier 1 van maakt, is het toch maal 4 geworden (...) dit toch ook maal
- 55 T ja gedeeld door 2
 V dat gedeeld door 2
 T maal 4 gedeeld door 2
 V ja
 T dan hou je 2 over (.....) maar hebben we helemaal niet gedaan he
- 60 C? nee
 V maar zie je dat nou, zien jullie het nu?
 T hier is dat toevallig hetzelfde
 V ja daar is die toevallig hetzelfde maar hier is die niet hetzelfde, en zie je nou ook Tineke dat er dus verschil zit tussen (...) die ene en die andere he, je ziet hier, daar krijg je ander getal uit (...) ja (...) en (...) jij (...) dit niet meer op zo'n manier opschrijven
- [V zegt daar nog wat over en raadt aan de rest van opgave 2 onder elkaar te verdelen en de uitkomsten met elkaar te vergelijken]
- 70 C (284) aha, oho (.....) dus elementeenheden (...) hee, hier staan dus 4 elementeenheden chloor
 T? ja
 C en hier heb je 4 elementeenheden van, waterstof en 2 elementen doe je gewoon 2 maal 2 [instemmend gehum] aha, wist niet wat elementeenheden (.....) 4 elementeenheden [schrijvend]
- 75 [Ze schrijven het antwoord op dat V heeft gegeven.]
- C (315) moet je dit nou precies hetzelfde doen als eh, voor (.....)
 T ja dacht het wel (...) dat eh probeer ik maar eens [lacht]
 C de massa van chloor eh
 T is 7,94 hoor van eh O
 80 S ja

- C [schrijvend] eh maak je zuurstof (.....) moet je alleen voor chloor zuurstof neerzetten (...) O₂ is (...) 35,2 staat tot 7,95
- S welke doe jij nou? (...)
- 85 P ja ik weet helemaal niet wat hun nou mee bezig zijn, ik ik schrijf even dit op
- C 2c (...) [ze rekenen en schrijven verder]
- P (361) wat hebben jullie uit c? (...) 1,43 en 0,72
- T nee
- P nee wacht even
- 90 T+C 8,8 staat tot 3,97
- S maal hoe vaak hebben jullie dat wel niet gedaan dan
- T [verbaasd] 8 maal 8,8, maal, maal wat? waar heb je het nou over
- S ik heb (ond) dus (...)
- T je moet eerst gewoon eh dinge nemen, 6,34 staat tot 1,43
- 95 S dat heb ik helemaal niet, hoe kom je daar nou
- T waar haal je dat uit?
- S hieruit
- T ach kun je toch zo achter op, eh kun je toch zo uit de tabel halen (...)
- P (ond) tabel halen, dat hebben we net hier toch ook uitgerekend
- 100 T kun je toch net zo goed uit de tabel halen, wat daar staat, dat mocht best
- P ja maar daarom, maar daarom mag er toch wel een ander antwoord uitkomen
- T nee d'r moet toch wel hetzelfde antwoord
- 105 P ja dat is waar (...)
- S hoe heb jij het uitgerekend (ond)
- T (372) 2 en dat is, 1 (...) ja je moet niet tussen deze chloor en die zuurstof dat moet tussen die en die (...)
- S nee tuurlijk niet
- 110 T ja tuurlijk wel
- S heb ik niet gedaan
- P [fel] dit is toch geen zuurstof dit is toch water
- S ja, ik heb ook tussen die twee niet gedaan
- T [berustend] oh, laat (ond) moet (ond) (.....) jullie krijgen dit, misschien is die verhouding wel hetzelfde, (ond) [gaan ze controleren]
- 115 P wat voor tabel gebruiken jullie dan, gewoon volgens KT - 1 equivalentgetallen gedaan?
- T ja (...)
- ? nou ja
- 120 T ja, is hetzelfde, ik heb 2,21
- C is hetzelfde
- T zelfde, ja jullie hebben hetzelfde als ons, oh wat goed, maakt niet uit, je kan ook gewoon de (ond) de verhouding blijft hetzelfde
- P wat doen jullie met de tabel [door elkaar gepraat]
- 125 C gewoon de verhouding tussen chloor en zuurstof (...)

- S welke tabel?
 T hier gewoon uit, gewoon uit die equivalent eh equivalentdingen, gewoon de massaverhouding (...)
 C chloor
 130 T dat is toch heel normaal
 C chloor is 35,2
 P ja en dat deel je dan door eh 4
 T ja
 C staat tot zuurstof
 135 T krijg je de verhouding toch hetzelfde als jullie hebben
 C is 7,94
 T dat deel je door 2
 C ja en dan doe je 4 elementeenheden, deel je deel je door 4 en de ander deel je door 2 (.....)
 140 [tussendoortje]
 S hoe hebben jullie dat opgeschreven nou? (...)
 C precies hetzelfde als de vorige
- [Ze stellen de in K 7 - 2d gevraagde reeks op. Dit wordt enigszins bemoeilijkt door verschil in verhoudingsgetallen ten gevolge van afrondingen. V zegt dat die getallen als gelijk mogen worden beschouwd. Tenslotte zegt hij:]
- 145 V nou jullie hebben het dus nou inderdaad begrepen want je doet het, prima
- [Ze rekenen verder waarbij Tineke en Carla komen tot de volgende reeks: H : O : Cl = 1 : 15,9 : 35,2. Er worden onderling nog een paar problemen met het rekenen opgelost.]
- 150 T d, e (leest K7-2e) "*Ga na of je het element zwavel in de reeks van d kunt opnemen op grond van de vorming van zwaveloxide (= S₁O₂) en waterstofsulfide (= H₂S₁).*" dus dan moet je (.....) is staat tot (...) H
- 155 ? hoe doe je dit
 C wacht even moet je niet eerst een eh
 S weet ik niet, ik schrijf
 T kun je met oxide doen, volgens mij kan allebei, als jij het nou met oxide doet
- 160 C (ond) oxide (...)
 T met eh O
 C hoe bedoel je, S staat tot O (...) SO eh S⁻ is dat he, H⁺ S⁻ (...)
 P welke doe jij nou?
 T komma 91
- 165 C jij doet S staat tot H, doe ik S (...) staat tot O
 T daar moet dus hetzelfde uitkomen

- P [schrijft] (ond) staat tot massa van O (...) is (...) zwavel, S° (.....) van S° naar S^{+} is 7,95 (...)
- S 7,95
- 170 ? he [verbaasd] (.....)
- C nee nee nee nee wacht even je moet eerst de reactie neerzetten (...)
- T waarom
- C want kijk je hebt hier toch eh
- +S is S_8 he of niet? het is S_8
- 175 C als ik hier gewoon dan weet ik toch niet hoeveel elementeenheden er inzitten (...)
- T (547) oh nee, dus doe het even hier overnieuw, ja hier
- C S° eh S_2 plus O_2 is
- T nee S_8 is het
- 180 C eh, dank je wel, S_8 plus O_2
- T [lachend] (ond) uit
- C? weet je nou wat er uitkomt
- T ja tuurlijk, hier $S_1 O_2$
- C oh ja staat er, bij mij $H_2 S_1 O_2$ dus hier heb je, (ond) (...) dus hier is 32
- 185 O_2 na de reactie

[Ze stellen de reactievergelijkingen op en rekenen. Petra vraagt een paar keer hoe je het gevonden getal in de reeks kunt zetten. Als ze de berekeningen af hebben, vergelijken ze de uitkomsten.]

- C je hebt waterstofoxide, eh waterstofsulfide?
- 190 T dat maakt niet uit er moet hetzelfde in die reeks uitkomen
- C ja weet ik wel maar waterstofsulfide heeft toch een hele eek, eh heel ander massa-eenheid als eh, zwaveloxide
- T ja (...) hee, maar dat moet wel in de reeks moet dat nog wel hetzelfde worden
- 195 C (590) ja?
- T tuurlijk
- C zeker
- T ja, kan maar één getal in de reeks
- C 1 (...) 1 staat tot 15,9
- 200 T moet je hier 15,9 van maken

[Ze rekenen verder, halen na vergelijking van de uitkomsten een fout uit een onderdeel en schrijven tenslotte de reeks op].

- T (627) wat hebben jullie eruit?
- S volgens mij kan het niet
- 205 ? volgens mij wel dan(?)
- T wat kan niet (...) jullie snappen het niet zeker

- S (629) ja ik heb eh (...) eh van zwavel staat tot zuurstof is bij mij 3(?) staat tot (ond)
- 210 T ik zal het wel eens even uit gaan leggen, ik zal het wel eens even uit gaan leggen
- C welke heb jij dan, S staat tot O, SH (ond)
- T ik heb eh ehm, H staat tot S en zij heeft staat tot O maar we hebben hetzelfde eruit, dus dan is het goed he
- P het zal wel hoor [gelach]
- 215 T kijk, we hebben eerst het reactieschema opgeschreven
- ? [bevestigend] ehu
- T 1 S_8 , plus 8 H_2 is $8 \text{ H}_2\text{S}_1$ (...)
- S hebben wij ook
- 220 T fijn, nou zoek je achter in de tabel de equivalentgetallen van S en H op, ja, de massa van S is 15,91 staat tot de massa van H is 1, heb je dat nog? (...)
- [Nu blijkt dat zij de verkeerde equivalentgetallen hebben gebruikt.]

30. PROTOKOL 24

Deze leerlingen spreken over K 7 - 2 en 3 (bijlage 7).

F = Fred, K = Klaas, P = Piet, S = Simon, V = Vogelezang

- 1 S het klopt, ja heel dom van mij, het wordt 36 komma? 3 ja(...) nou moeten we bij som (ond), even lezen (.....) nee (ond) nee (.....) ach nee (leest) *"een kwantitatieve betekenis van de elementsymbolen, waarmee de massaverhouding dan"* staat tot (...)
- 5 F nou het zal mij benieuwen
S het gaat om de massa van de elementmassaporties (.....) gezien?
P 2 elements (...) (ond) ach
? ja (...)
K ja, 2a? (.....) [schrijft] H en 2 elementeenheden (...) chloor (...) (leest K7-2a) *"In welke massaverhouding gebeurt volgens KT-1 of 4 dit?"*
- 10 F 1 staat tot 35,3
S ja
F ja (ond)
S 1 staat tot (...) 35,2 [schrijvend]
- 15 F deze gaat om de hoeveelheden H en Cl (ond) (...) ja 1 staat tot 35,2 (.....)
K tussen 1 elementeenheid H en Cl (...) gebeurt dit
S zo(?) (.....) [schrijven waarschijnlijk] zeg joh gewoon elementmassaporties (.....) massaverhouding? (...)
- 20 F (leest K7-2b) *"Beeld de synthese van waterstofoxide uit waterstof en zuurstof af in een reactievergelijking."*
S synthese is (...) synthese is samenstelling dus (.....) b zie (ond)
? wat was het ook al weer? (...)
F 2H_2 (...) (ond)
- 25 ? (ond)
K jaja
S jaja (ond) (.....) pijltje nog staan (...) zo $2 \text{H} (?)$
F (leest K7-2b eerste streepje) *"Hoeveel elementeenheden H hergroepe- ren zich daarbij met hoeveel elementeenheden O?"*
- 30 P 4 element (.....)
S 4 element hoe zou je dat af kunnen korten?
F eeh (.....)
S [schrijft] 4 elementeenheden H en (...) 2 elementeenheden O (...) (leest K7-2b tweede streepje) *"In welke massaverhouding gebeurt dit volgens tabel KT-1 of 4?"* (...)
- 35 K 1 staat tot 7,94 he? (...) zwavel was 5?
F ja
S okay (...) (leest K7-2b derde streepje) *"Welke massaverhouding volgt hieruit voor een elementeenheid"* (.....) dit is moeilijk (153)

- 40 F ik denk dat je de eerste moet delen door 4 de tweede door 2, en het eerst weer gelijk stellen aan
S 2 (...)
F veronderstel dat je dit met 2 moet vermenigvuldigen dat tweede getal
K? ja (.....)
- 45 P 1 staat tot [zacht] (...)
S? ja (.....)
P 16,2 (...) 16,2 (...) kijk (...) (ond) gemakkelijk
K 15,9 is 16,0(?) (...)
S ja (.....)
- 50 K wat is het dan? 1 staat tot 15,9
? ja
K wat is dat dan? (...)
F de ma de verhouding tussen, 1 elementmassaportie waterstof en 1 elementmassaportie
- 55 ? ma ma massaportie (...)
F elementeenheid (.....)
S dus je krijgt gewoon een nieuwe reeks (...)
K ja
S tussen de (...) elementmassaporties
- 60 K ja
F en dan zul je het ook wel niet alleen op eh redox (...) reacties maar ook op andere reacties kunnen toepassen
S ja van alles (.....)
F maar vooruit, c (...)
- 65 K krijg je dus gewoon die reeks (ond) element voor dan (...)
+ S (leest K7-2c) "*Bereken de massaverhouding tussen een elementeenheid O en Cl op grond van*"
K (ond) dan 4 keer vermenigvuldigd wordt
S (leest in K7-2c) "*de reactie tussen chloor en waterdamp*" chloor₂ plus
70 (...) H₂O (...) zuurstof O (.....)
- [Ze stellen de reactievergelijking op.]
- F (211) nou (...) het gaat er dus om (.....) 4 elementeenheden chloor
S ja (.....)
F massa van 4 elementeenheden chloor (...) staat tot de massa van 2 (...) elementeenheden zuurstof als 35,2 staat tot 7,94 (.....)
- 75 P (ond), waar staat (...) 35,3 (...)
F 35,2 is voor (...) 35,3
P ja 35,2 (.....)
S nou wat doen we dan (.....) gedeeld door 2? (.....)
- 80 F ja het verhoudingsgetal van (...) chloor delen door 4 (...) en die van zuurstof delen door (.....) maar kunnen we
+ P zuurstof

- F zeggen dat je best hetzelfde doet als bij eh (...) vorige dus dat je een verhouding krijgt van (...) eh 35,2 staat tot 15,9 (.....)
- 85 S ja (.....) ja (.....)
- K veel eerder gehad he of niet (...) b was dat het
- F d (...)
- S (leest) "Kun je nu" ja tuurlijk kun je dat (ond) , massa van (...) 1
- F H staat tot de massa van O (...) 1 staat tot 35,2 (.....) (ond) [schrijven]
- 90 (.....)
- S zwaveloxide en waterstofoxide sulfide ja (.....)
- F nou moet je eerst natuurlijk (...) de reaktieschema's opzetten (...) vergelijking (...) S₈ (...)
- K verdeelbaarheid van S is 8?
- 95 F ja

[Ze stellen in stilte de vergelijking op.]

- K hier heb je weer eh (...) zwavel aan twee kanten (...) hier is het namelijk (...) (ond) reeks (of: gereduceerd?)
- +S kun je niet doen he, ja je kunt wel opnemen maar dan krijg
- 100 je twee verschillende
- F nou maar misschien dat alles, als je alles bij elkaar eh gooit dat het dan wel klopt, laten we eerst eens doen de massa van 8 (...) eenheden zwavel, de massa van 16 eenheden zuurstof [schrijft waarschijnlijk], (ond) komen tot 1 S₈ + 8 O₂ bij die andere 8 H₂ + 1
- 105 S enne wat is dat eh (...) O-tje (?) (...)
- F die is gelijk aan, nou kijken dat uit (?) (...)
- K 17,95 staat tot of nee (ond) weet niet of die eh
- F 7,94 staat tot 7,95
- P want het is 0 gaat naar S⁺ he?
- 110 F (293) kijken 7,95 voor de zwavel
- K is het wel eh S⁺ he? (...)
- P S⁰ gaat naar S⁺ hier
- K ja
- S 7,95
- 115 K 7,95 bedoel je (...) nou dan rekenen we het voor 1 elementeenheid uit (.....) nou en voor zuurstof heeft daar het verhoudingsgetal
- S 15,9 moet het worden
- F ja dan stellen we dus (.....)
- K massa wat
- 120 P 1 elementeenheid (.....)

[Ze berekenen het elementgetal uit voor beide reacties. Bij de eerste reaktie komen ze tot 31,8. Daarna komt de tweede aan de beurt.]

- S en wat komt daar uit, 31,8

- 125 F ja en als je 7,95 met 4 vermenigvuldigt (...) komt precies precieser uit
 S ja
 F (344) en bij deze
 K moet ook wel
 F 31,8 moet hier uitkomen
 S het vorige
 130 F ja het vorige 31
 + S en hier komt ook 31,8 uit he? (.....) jaaaah ik had een inge-
 ving, ik ben in vorm (...) oejoeioei (...) ik ga (ond)
 F ja nu krijg je dus één reeks in plaats van al dat gefierel, +) +
 S ja
 135 F dat is wel leuk
 S ja maar het is ook eigenlijk logisch, kan één stof nou twee verschil-
 lende massa's hebben (.....)
 K ieie (...) ja maar het gaat hier niet om massa het getal, het gaat om
 massaverhouding, (ond)
 140 ? ja
 K getallen waarin ze aan reacties deelnemen
 F we gaan nu proberen om d'r één reeks ervoor te vinden
 K ja
 F en met behulp van die ene (ond), hebben we die reeks nu gevonden
 145 K straks(?) weten wij namelijk dus, al al die vorige dingen die we de-
 den(?), behalve dan die ene reeks en al die verdeelbaarheidsgetallen
 (...) zo uitrekenen
 S en anders dan niks, maar anders kun je de volumes uitrekenen (...)
 volumeverhouding
 150 K massaverhouding
 + F (leest) "*Ga na of je ook het element stikstof in de reeks van d kunt opne-
 men op grond van de synthese (...) van ammoniak en lachgas*" hahaha
 S samenstelling van [mompelt dan] (...) dat is N₂ (...) plus H₂ wordt (...)
 respectievelijk staat er dus ammoniak N₁ H₃ (...)
 155 F get, stikstof staat niet in deze reeks, dan moeten we dus met de (...)
 volumes gaan rekenen (...)

[Ze stellen de reactievergelijking op voor de synthese van ammoniak.]

- F (375) we kunnen nog niet gaan rekenen want we hebben de
 verhoudingsgetallen van
 160 S ja
 F stikstof niet, we moeten déze tabel gebruiken (...)
 S staat ook nog bij
 K moet gewoon
 S hebben we nog nooit stikstof gehad?
 165 F het staat niet in deze reeks [enigszins verontwaardigd]
 S je meent 't (...)

- K hebben ze overgehouden voor proefwerken en opgaven en zo (...) (ond) (...) kunnen niet zomaar verbeteren (ond) (.....)
- K nou de volume
- 170 S oh ja volume is ervoor (...)
- [Ze rekenen verder met de tabel met gasdichtheden.]
- V jullie hebben wat getallen uitgerekend [beamen ze, V kijkt ze na] ja nou schrijf je hier (...) opeens H en S (ond) maar ik zou schrijven 1 elementeenheid H
- 175 S ja
- V en 1 elementeenheid S, ik denk dat je, die zorgvuldigheid best eh mag houden, ja (...) en je vindt daar hetzelfde getal, dat is goed (...) en hier vind je (...) kijk hier staan dan ook van dat soort duistere zaken 4 Cl staat tot 2 O (...) ja, je moet denk ik, je moet echt een beetje precies zijn want, je maakt enerzijds gebruik van equivalentgetallen, dus bedoel je eh (...) hier bedoel je denk ik wat anders dan daar, ja? (...)
- 180 ? ja
- V (419) dus een beetje duidelijk aangeven wat je, wat je bedoelt ja? okay (...) (ond) (...) ja, jullie zeggen daar "ja" maar dat klopt natuurlijk niet helemaal (?), voor groot de getallen zijn (...) of niet?
- 185 ? ja
- V hoe groot de getal dit zijn die, deze he, volumeverhoudingsgetallen, dit zijn elementsymbolen, en die kleine cijfers is verdelbaarheidsindex ja (...) maar is dan H, stelt dat alleen maar het element (...) voor? het element waterstof (.....) het stelt dacht ik wat meer voor (...)
- 190 F ja eh 1 element(ond)
- V ja, het stelt 1 elementeenheid, per volume-eenheid voor (...) oh ja 1 elementeenheid en dat was elementsportie per volume-eenheid (...) ja? en (...) wat dat betreft moeten jullie nog eens even kijken (...) of het een na laatste streepje die uitspraak (...) inderdaad helemaal door de (...) eh beugel kan, kijk daar eens even naar (.....) klopt inderdaad niet helemaal zoals het daar staat (...) dat produkt is dat het aantal elementeenheden (.....) zouden we niet moeten zeggen het aantal elementsmassaporties?
- 200 S oh ja (...) ga het (ond) lezen trouwens, (ond) (...)
- V dit zijn donkere (?) (ond) (...) ben je het niet mee eens? (...) [geblader] dan ga ik één bladzijde terug en dan zal ik het laten zien (...) [geblader] bladzijde 36A* (...) daar staat wat het produkt betekent (...) een elementeenheid was op zich (...) elementsmassaportie per volume-eenheid (.....) zo
- 205 S ja
- V zo een kleine notitie er nog bij maar voor de rest eh is het eh juist (.....)

- 210 [V vraagt nog een toelichting op hun berekening van opgave K6 - 23d. Die geven zij, waarna ze verder gaan met K 7. Ze vinden dan voor het element stikstof op grond van ammoniak 13,9.]
- F 13,9 (.....)
 S oh ja en dan moet je (...)
 F nou moet bij de ander dus ook (...) 13,9 uitkomen (...)
- 215 S nou die andere lachgas
 F N₂ plus O₂ wordt, N₂O (...)
 K 13 komma? hoeveel was het, 13 komma (...)
- 220 [Ze berekenen nu het elementgetal van stikstof op grond van lachgas en vinden daar ook 13,9. Ze schrijven hun reeks op, lezen de tekst tot K 7 - 3 en vergelijken hun waarden met die in tabel KT - 6.]
- S (618) formule-eenheid dat is dus H₂ he
 F 1 formule-eenheid waterstof is 1 H₂ (.....)
 S 3a (...) [schrijft] 1 H₂ (leest K7-3a) "*Uit hoeveel element*"
 F krijg je er 2
- 225 S nou (...) 2 elementeenheden (leest K7-3a derde streepje) "*Welk formulegetal volgt hieruit voor waterstof?*"
 F 2,0 (.....)
 S ja hebben we al veel eerder gezegd (.....) massaverhouding en verdeelbaarheids eh hoe heet dat ding
- 230 F nee maar nu komt het eh, het eh formulegetal, is 2,00 (...)
 S 2,00?
 F ja want het elementgetal van waterstof is 1,00
 S ja
- 235 F zal het formulegetal van 2 eenheden waterstof wel 2,0 wezen
 S precies (...) ja (...) vraag b (leest "*als a maar nu voor zuurstof*"
 +P (630) (leest K7-3b) "*als a*"
 S nou dat is 1 O₂ (.....) 1 O₂ dat is dus 2 elementseenheden wordt dus 15,9
- 240 P nee
 S wel waar
 P wordt 31,8 (...)
 S nee het was 7,94
 P wat
 S maal 2 (...)
- 245 P het was toch 15,9
 S zuurstof? normaal gesproken niet
 P hier toch
 ? 15,9

- 250 S oh die ja ik snap er geen bal meer van (.....) oh ja (...) c, fosfor is P vee vier [schrijft] $1 P_4$ [Klaas houdt op] (...) wat (656) zal nu het handige zijn aan de formule formulegetallen? (...)
- P ik snap niet waarom ze nou speciaal formule
- F waarvoor waarvoor zouden ze nou formulegetal nemen?
- K dun dun dik dik d [niet ter zake]
- 255 F volgens mij kun je met die formulegetallen heel makkelijk massaverhoudingen uitrekenen
- P zal dan wel he
[Klaas vraagt om gum, na enige tijd]
- 260 S [zacht] zo'n raar ding dat formulegetal waar slaat dat (...) dus als 1 als
- F ja gewoon als
- S [spreekt eerst langzaam dan opeens snel, ondertussen klinkt het tijdsignaal en gaan ze opruimen] wacht even als 1 eh formule-eenheid waterstof reageert met 1 formule-eenheid chloor (...) wat zijn de massaverhoudingsgetallen, formulegetal van de een en van de ander he (...) volgens mij wel (...) dat moet haast
- 265

[Klaas en Fred bespreken ondertussen hoe je het formulegetal van samengestelde stoffen berekent.]

*Op bladzijde 36A staat opdracht K 6 - 16 (bijlage 7).

31. PROTOKOL 25

Zij spreken over K 7 - 3 (bijlage 7).

C = Carla, P = Petra, S = Sonja, T = Tineke, V = Vogelezang

- 1 V nou, hier staat een stukje tekst [tussen K7-2 en 3] dat het helemaal niet vreemd is dat je een reeks, één reeks vindt, ja, als je spreekt over elementmassa-portie, ja (...) dan moet je natuurlijk één getal bij elk element vinden (...) ja
- 5 T dus je hebt ook één getal voor massa
V ja (...)
T dit voor staat(?) (...)
V eh
T maar dan verder, dit is eh (?)
- 10 V ja (...) hoe moet dat nou nij eh, als je nou eh meer dan één element is (...) of eh meerdere eenheden van één element, nou 3a, waterstof, laten we even kijken, waterstof in de grondtoestand, hoe beelden we dat af
C H₂ [zacht]
15 V wat?
C H₂
V schrijf dat eens keurig op [doen ze] jij hebt het nog keuriger gedaan: 1 H₂ (...) hoeveel elementeenheden (...) worden daarmee afgebeeld
C? 2
- 20 V (69) dat zijn er 2 (...) ja (.....)
T zie je dus dan weet ik al helemaal niet wat elementeenheid is want anders zou ik er wel 2 neerzetten (...) dus het aantal elementeenheden is gewoon, het getal wat ervoor staat maal
V ja
- 25 T dit getal [of: verdeelbaarheid]
V ja, eigenlijk hadden we moeten zeggen elementmassaporties (.....) dat hebben we toch in het vorige hoofdstuk gehad
T ja
V bij die opgave, 16 was dat meen ik, en als je die twee met elkaar vermenigvuldigt dan krijg je (.....) weet je het weer (...) nou (...) goed (...) nou (...) bij het getal bij waterstof, een elementeenheid waterstof welk massaverhoudingsgetal heb je daarbij laten horen (...)
- 30 ? 1
V 1 dus 2 eenheden waterstof welk massaverhoudingsgetal hoort daar dan bij? (...) dat is
- 35 S? 2
V dat is dan natuurlijk 2 (.....) als (.....) ja ik wacht, blijf rustig zitten
T hoe staat verhouding(?) (...)
P was daar straks
- 40 T hoe heet dat ook weer, equivalentgetal he

- T? (181) waterstofchloride (...) H_1Cl_1 (...)
 P zuurstof en (ond) (.....) wordt het 36,2, wordt het dan
 +? waterstofchloride
- 85 P moet je natuurlijk weer gewoon optellen (...)
 T moet je dit dan ook gewoon optellen
 P ja, dacht ik wel
 T omdat dit, dit zijn dan 2 elementen eh, eenheden (...)
 P nee doe je gewoon eh (.....) ja ee ja elementgetal is hetzelfde als for-
 mulegetal hier (...)
- 90 T elementgetal, is, nee, volgens mij niet
 +P 36,2
 T hoe weet je dat dan
 P (192) dat staat daar toch in
 +? (ond)
- 95 P tel ik gewoon op
 T zou dat wel mogen dan
 P ik dacht het wel
 S ja
- 100 T nou dan doen we het gewoon Sonja, maar dan moet je dat wel maal 2
 nemen later
 S waarom dan(?)
 T moet je dit ook bij elkaar optellen
 +P nee, waarom maal 2, waarom maal 2 ?
- 105 +S is maal 1
 T ja tuurlijk wel, hier zitten toch 2 elementeenheden, of niet (of iemand
 zegt: nee)
 T ja, eentje van chloor en eentje van waterstof
 S ja dat maakt toch niet uit
- 110 T als je toch dit bij elkaar optelt, moet je toch dit ook bij elkaar op-
 tellen, moet je toch 2 maal dat doen
 S nee, want je hebt maar 1 waterstof en 1 chloor (...)
 T nee, dan ben je niet konsekwent
 S ja je hebt, je hebt eh dan zou je 1 maal 1 en 35,2 maal 1 (...) zou je ei-
 genlijk hebben
- 115 T? ja (...) ja (...)
 P maar wij hebben de hele tijd hier gedaan van eh
 T dus dat mag (...)
 S dus je moet, dus 1 maal 1 doen
- 120 T ja
 S en 1 maal 35,2
 T dan krijg je voor het formulegetal
 S 36,2
 P ja ook(?)
- 125 T laat ik dat even opschrijven dan [schrijft] 1 maal 1 plus
 S wat is nou het formulegetal en wat is nou het elementgetal

- P formulegetal, is dan eh (...) dan heb je met die eh O₂ met die 2
 +? massa(?) maal
- P rekening gehouden
- 130 T (216) zo? ditte? en hoe weet je dan het elementgetal eh 36,2 tel je dat
 gewoon bij elkaar op
 P ja dat haal je hieruit, dat haal je uit die tabel
 T maar mag je dat dus gewoon optellen? (...)
 P dacht ik wel, ja ik weet niet zeker maar (...) zet het niet voor niks neer
- 135 (...) zo niet duidelijk hoor (...)
 S ik zou niet (ond)
 T of gewoon twee verschillende elementgetallen, van H is het dat en
 van Cl is het dat (.....)
- [Ze nemen deze berekeningswijze verder als uitgangspunt aan. Uit
 140 niets blijkt dat ze het als een noodzakelijke manier zien om massabe-
 houd te waarborgen. Tineke en Carla blijven werken met equivalent-
 getallen.]