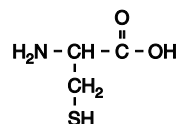


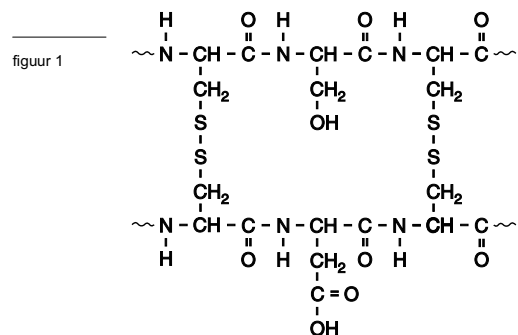
Haarkleuring

De buitenkant van een haar, de zogenoemde haarschacht, bestaat hoofdzakelijk uit keratine. Keratine is een eiwit met een hoog gehalte aan cysteïne-eenheden. Het aminozuur cysteïne heeft de volgende structuurformule:



Aminozuren worden vaak weergegeven met een drieletter-symbool. Het drieletter-symbool voor cysteïne is Cys.

De SH groepen van cysteïne-eenheden kunnen in polypeptideketens zogenoemde zwavelbruggen vormen. Omdat in een keratinemolecuul veel cysteïne-eenheden voorkomen, worden er ook veel zwavelbruggen gevormd. Hieraan ontleent keratine zijn sterkte. In figuur 1 is een kenmerkend gedeelte van een keratinemolecuul met twee van deze zwavelbruggen weergegeven:



In dit gedeelte zijn, behalve cysteïne-eenheden, ook eenheden opgenomen van twee andere aminozuren. Het hierboven weergegeven fragment kan ook met behulp van drieletter-symbolen schematisch worden weergegeven.

- 2p 1 Geef de structuurformules van die twee andere aminozuren.
 2p 2 Geef de schematische weergave van dit fragment met behulp van drieletter-symbolen. Geef hierin de zwavelbruggen met $-\text{S}-\text{S}-$ weer.

De vorming van een zwavelbrug uit de SH groepen van twee cysteïne-eenheden is een redoxreactie. De vergelijking van de halfreactie voor de vorming van een zwavelbrug is hieronder schematisch en onvolledig weergegeven:



In deze vergelijking ontbreken onder andere de elektronen.

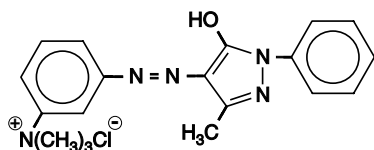
- 3p 3 Geef de volledige vergelijking van de halfreactie voor de vorming van een zwavelbrug uit de SH groepen van twee cysteïne-eenheden. Gebruik de hierboven gegeven schematische weergave.
 1p 4 Leg uit of voor de vorming van de zwavelbruggen de SH groepen met een oxidator of met een reductor moeten reageren.

Om haar te kleuren zijn verschillende middelen in de handel. Bij gebruik van sommige middelen verdwijnt al na enkele wasbeurten de kleurstof uit het haar. De oorzaak daarvan is dat de stof die voor de kleur zorgt zich aan de buitenkant van de haarschacht hecht en dat die hechting niet stevig is.

Eindexamen scheikunde 1-2 vwo 2004-I

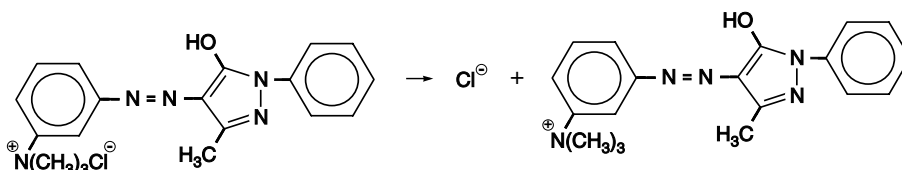
havovwo.nl

De structuurformule van zo'n kleurstof, stof A, is hieronder weergegeven:



stof A

Bij het kleuren van haar met behulp van stof A wordt een oplossing van stof A in water gebruikt. Stof A lost als volgt op in water:



Bij het kleuren van haar met een oplossing van stof A komen bindingen tot stand tussen deeltjes uit de oplossing van stof A en keratinemoleculen van de haarschacht. Daarvoor is het nodig dat een groot deel van de COOH groepen in de keratinemoleculen is omgezet tot COO⁻ groepen. Het percentage van de COOH groepen dat is omgezet tot COO⁻ groepen is afhankelijk van de pH: hoe hoger de pH hoe meer COO⁻ groepen worden gevormd. De pH van de oplossing die wordt gebruikt om haar te kleuren, hoeft echter niet hoog te zijn, want zelfs bij pH = 6,50 is een zeer groot deel van de COOH groepen in de keratinemoleculen omgezet tot COO⁻ groepen.

- 4p 5 Bereken hoeveel procent van de COOH groepen in de keratinemoleculen is omgezet tot COO⁻ groepen bij pH = 6,50. Bij deze berekening mogen de COOH groepen en de COO⁻ groepen als opgelost worden beschouwd. Ga uit van een K_2 waarde van de COOH groepen in keratinemoleculen van $2,0 \cdot 10^{-5}$.

Uit het feit dat de kleuring van het haar met stof A moet plaatsvinden bij een pH waarbij een groot deel van de COOH groepen in de keratinemoleculen is omgezet tot COO⁻ groepen, kan worden afgeleid hoe de bindingen tot stand komen tussen de deeltjes uit de oplossing van stof A en de keratinemoleculen.

- 2p 6 Leg aan de hand van bovenstaande gegevens uit hoe de bindingen tot stand komen tussen de deeltjes uit de oplossing van stof A en de keratinemoleculen wanneer haar met stof A wordt gekleurd.

De positieve ionen van stof A zijn te groot om door de haarschacht een haar binnen te dringen. Ze zitten aan de buitenkant van de haren en zijn na een aantal keren wassen verdwenen.

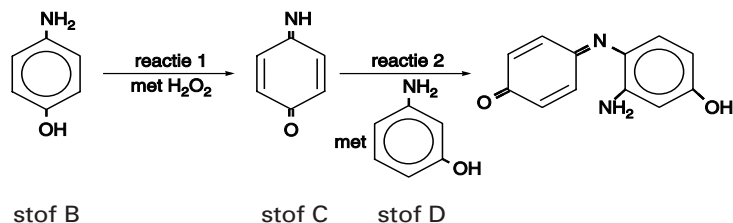
Middelen waarmee haar blijvend gekleurd kan worden, bevatten onder meer kleurloze stoffen die uit kleine moleculen bestaan. Deze kleine moleculen kunnen wel door de haarschacht een haar binnendringen. Via een aantal omzettingen reageren de kleine moleculen vervolgens tot grotere moleculen die het haar kleur geven en te groot zijn om zich weer door de haarschacht naar buiten te verplaatsen. De kleurstof zit dus binnenin de haar opgesloten en verdwijnt niet na een aantal wasbeurten zoals het geval is met tijdelijke kleuringen.

Eindexamen scheikunde 1-2 vwo 2004-I

havovwo.nl

In figuur 2 zijn schematisch de omzettingen weergegeven waarop een blijvende kleuring berust, in dit geval met een rode kleurstof.
In reactie 1 reageert stof B met waterstofperoxide, onder vorming van onder andere stof C.
In reactie 2 reageren de stoffen C en D met elkaar onder vorming van het rode reactieproduct. Ook voor deze reactie is waterstofperoxide nodig.
De stoffen B, waterstofperoxide en D maken deel uit van verschillende oplossingen die bij de kleuring worden gebruikt.

figuur 2



- 4p **7** Geef de systematische naam van stof B.

Bij de reactie van stof B met waterstofperoxide ontstaat, behalve stof C, slechts één andere stof.

- 3p **8** Geef de vergelijking van de reactie tussen stof B en waterstofperoxide waarbij onder andere stof C wordt gevormd. Noteer hierin de organische stoffen in structuurformules.

Stof D kan niet met waterstofperoxide reageren op een manier die overeenkomt met de manier waarop stof B met waterstofperoxide reageert. Moleculen met een dubbel gebonden NH groep en een dubbel gebonden O atoom op de plaats waar de NH₂ groep respectievelijk de OH groep in een molecuul van stof D zaten, kunnen namelijk niet bestaan.

- 2p **9** Leg uit waarom deze moleculen niet kunnen bestaan.

Een haarkleuring met behulp van de stoffen B, waterstofperoxide en D wordt uitgevoerd met twee verschillende oplossingen: een oplossing van stof B en stof D en een oplossing van waterstofperoxide. De twee oplossingen worden eerst gemengd. Daarna wordt het haar met dit mengsel behandeld. Na enige tijd wordt het haar uitgespoeld en een blijvende kleuring is het resultaat.

Een leerling vraagt zich af waarom men de kleuring niet uitvoert met een oplossing van de stoffen C en D en een oplossing van waterstofperoxide.

- 2p **10** Formuleer een veronderstelling waarom men de kleuring niet uitvoert met de stoffen C en D in de ene oplossing en waterstofperoxide in de andere oplossing. Betrek in je antwoord mogelijke verschillen tussen de snelheid van reactie 2 en snelheden waarmee moleculen door de haarschacht een haar binnendringen.

Zink

Bij de winning van zink uit zinkerts blijft doorgaans 95% van het gedolven gesteente achter in de vorm van zuur slib. Dit slib wordt gedumpt in door dijken omgeven bassins. In april 1998 is bij een zinkmijn in Spanje een dijk van zo'n bassin doorgebroken. Tussen de vijf en zeven miljoen m³ zuur slib stroomde weg. Een deel van het slib kon met dijken tot stilstand gebracht worden. Een ander deel kwam in een belangrijk natuurgebied terecht en veroorzaakte de dood van vele vissen en vogels. Naar aanleiding van deze milieuramp verscheen in een Nederlandse krant het commentaar van een grondstoffenskundige:

tekst-
fragment 1

Neem wat ijzersulfide, het glimmende mineraal pyriet; zinksulfide of kopersulfide mag ook. Vermaal het. Voeg water toe. Doe de lakmoesproef. De oplossing zal zuur blijken. Zwavelzuur, kan nadere analyse nog onthullen. Mits op voldoende grote schaal uitgevoerd, is dit het recept voor een milieuramp. De schaal van een ertsmijn bijvoorbeeld. Overal waar sulfidisch gesteente aan het oppervlak wordt gebracht, ontstaan grote hoeveelheden zuur afvalslib. Dat is een chemische onvermijdelijkheid.

naar: de Volkskrant van 9 mei 1998

In de eerste regel worden ijzersulfide en pyriet genoemd. In het krantenbericht wordt daarmee één en dezelfde stof bedoeld. De formule van deze stof is FeS₂ en pyriet is de triviale naam ervan. De stof is opgebouwd uit ionen.

- 2p **11** Leg aan de hand van formules van ionen uit of ijzersulfide een juiste systematische naam voor pyriet is. Ga er daarbij vanuit dat er twee soorten ijzerionen bestaan.
- 2p **12** Beschrijf hoe de vermelde lakmoesproef moet worden uitgevoerd en wat je dan waarneemt.

Pyriet wordt door zuurstof uit de lucht en water omgezet tot een oplossing die, behalve H⁺ ionen, ook Fe³⁺ ionen en SO₄²⁻ ionen bevat. Deze reactie is een redoxreactie. De vergelijking van de halfreactie van FeS₂ is hieronder onvolledig weergegeven:
$$\text{FeS}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$$
In deze vergelijking ontbreken de elektronen en er moeten nog coëfficiënten worden geplaatst.

- 3p **13** Geef de volledige vergelijking van de halfreactie van FeS₂.
- 2p **14** Leid met behulp van deze halfreactie en de halfreactie van zuurstof de totale reactievergelijking af van deze omzetting van pyriet door zuurstof en water.

Volgens deskundigen is de dambreuk ontstaan doordat onder de dijken mergel aanwezig is. Mergel bevat onder andere calciumcarbonaat. Het calciumcarbonaat reageerde met de grote hoeveelheid H⁺ ionen uit het slib. De dam verloor door deze reactie zijn stabiliteit en brak door.

- 3p **15** Geef de vergelijking van de reactie tussen het calciumcarbonaat in de mergel en de H⁺ ionen waardoor de dambreuk is ontstaan. Neem aan dat het calciumcarbonaat met de H⁺ ionen reageerde in de molverhouding 1 : 2.

Ruim vier maanden na de ramp werd in de pers melding gemaakt van scherpe kritiek op de opruimingswerkzaamheden:

tekst-
fragment 2

Niet alleen kwam de waterzuivering pas een maand geleden op gang, ook twijfelt men of de speciaal aangelegde installatie en het meertje waarin het sterk verzuurde slib werd geneutraliseerd met natriumcarbonaat, goed heeft gefunctioneerd.

naar: NRC Handelsblad van 10 september 1998

In een scheikundeles worden de tekstfragmenten besproken. Een leerling brengt naar voren dat er waarschijnlijk veel natriumcarbonaat nodig is om al het zure slib te neutraliseren. Het natriumcarbonaat moet naar het meertje worden vervoerd. Het meertje is wellicht niet goed bereikbaar. Dit zou wel eens één van de redenen kunnen zijn waarom de neutralisatie van het zure slib zo langzaam verloopt. De leerlingen krijgen opdracht een berekening uit te voeren om te schatten hoeveel kg natriumcarbonaat naar het meertje moet worden vervoerd. Ze moeten uitgaan van de volgende veronderstellingen:

- 3 miljoen m³ zuur slib moet in het meertje worden geneutraliseerd;
- 50 volumeprocent van het slib bestaat uit vaste, niet zure bestanddelen;
- de pH van de te neutraliseren vloeistof is 2,5;
- het natriumcarbonaat wordt aangevoerd in de vorm van soda (Na₂CO₃ · 10H₂O);
- natriumcarbonaat en H⁺ ionen reageren in de molverhouding 1 : 2.

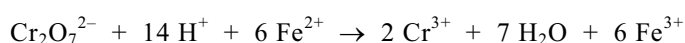
- 5p **16** Bereken met deze veronderstellingen hoeveel kg soda naar het meertje zou moeten worden vervoerd. De massa van een mol Na₂CO₃ · 10H₂O is 286,2 g.

Scheerkoppen

Sommige soorten roestvast staal bestaan uit een mengsel van ijzer en chroom. Men wil van een soort roestvast staal dat uitsluitend uit ijzer en chroom bestaat het massapercentage ijzer bepalen. Daartoe wordt een afgewogen hoeveelheid van dat staal in een zwavelzuuroplossing gebracht; het opgeloste zwavelzuur is in overmaat aanwezig. Er treedt een reactie op waarbij het staal volledig in Fe²⁺ en Cr³⁺ wordt omgezet. De ontstane oplossing is lichtgroen van kleur. De hoeveelheid Fe²⁺ in de oplossing wordt vervolgens bepaald door een titratie met een oplossing van kaliumpermanganaat (KMnO₄); bij het bereiken van het eindpunt van deze titratie treedt een duidelijke kleurverandering op.

- 1p **17** Leg aan de hand van de samenstelling van de oplossing uit hoe het komt dat de kleur van de oplossing vlak voor het eindpunt anders is dan na het eindpunt.
- 2p **18** Geef voor deze titratie aan welke kleurverandering optreedt bij het bereiken van het eindpunt.

Het slijpen van voorwerpen van roestvast staal levert niet altijd de gewenste gladheid. Met behulp van elektrolyse kan een gladder oppervlak worden verkregen. Dit 'elektrolytisch etsen' van roestvast stalen voorwerpen wordt bijvoorbeeld toegepast bij het bewerken van scheerkoppen van scheerapparaten. Daartoe wordt de roestvast stalen scheerkop opgenomen als positieve elektrode in een elektrolyse-opstelling. Het gebruikte roestvaste staal bevat ijzer en chroom in de molverhouding 4,0 : 1,0. Tijdens de elektrolyse worden ijzer en chroom in deze verhouding weggeëtsd. Hierbij wordt Fe omgezet tot Fe³⁺ en Cr tot Cr₂O₇²⁻. Aangenomen mag worden dat deze ionen niet aan de negatieve elektrode reageren. De verkregen oplossing mag niet worden geloosd. Bij een methode om deze oplossing te zuiveren, wordt eerst een oplossing van een ijzer(II)zout toegevoegd. Door het ijzer(II)zout in overmaat toe te voegen, wordt al het Cr₂O₇²⁻ omgezet:



Vervolgens wordt aan de ontstane oplossing zoveel natronloog toegevoegd dat alle Fe²⁺, Fe³⁺ en Cr³⁺ neerslaan; hierbij ontstaan de vaste stoffen Fe(OH)₂, Fe(OH)₃ en Cr(OH)₃. De stoffen Fe(OH)₃ en Cr(OH)₃ ontstaan in een andere molverhouding dan 4,0 : 1,0.

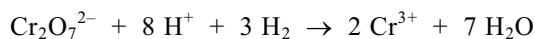
- 3p **19** Leid de molverhouding Fe(OH)₃ : Cr(OH)₃ af waarin deze stoffen ontstaan.

Eindexamen scheikunde 1-2 vwo 2004-I

havovwo.nl

Omdat $\text{Cr}(\text{OH})_3$ een milieubelastende stof is, mag het ontstane mengsel van hydroxiden niet als afval worden gestort. Daarom heeft men een ander zuiveringsproces ontwikkeld, waarbij alleen $\text{Cr}(\text{OH})_3$ en $\text{Fe}(\text{OH})_3$, gescheiden van elkaar, ontstaan. Bij dit moderne zuiveringsproces maakt men gebruik van de reactie tussen $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ en H_2 . Het waterstofgas wordt in overmaat ingeleid.

Deze reactie kan alleen in zuur milieu plaatsvinden:



Van een oplossing die op deze manier moet worden ontdaan van $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ blijkt $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 1,62 \text{ mol L}^{-1}$ te zijn.

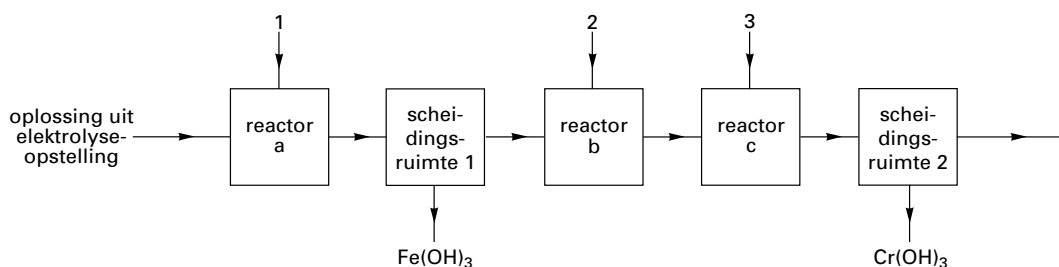
- 3p 20 □ Bereken hoeveel $\text{m}^3 \text{H}_2$ ($T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0$) nodig is om 100 liter van deze oplossing te ontdoen van alle $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.

Bij het moderne zuiveringsproces van de oplossing (met onder andere Fe^{3+} en $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) die na het etsen uit de elektrolyse-opstelling komt, past men, behalve de genoemde behandeling met H_2 , nog een aantal bewerkingen toe.

Door die bewerkingen in de juiste volgorde te laten plaatsvinden, kunnen $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en $\text{Cr}(\text{OH})_3$ gescheiden van elkaar worden verkregen.

De bewerkingen kunnen in een continu proces worden uitgevoerd. Dit continue proces is hieronder in een nog onvolledig blokschema weergegeven:

blokschema



Bij de pijlen 1, 2 en 3 worden stoffen of oplossingen van stoffen ingeleid die meteen in de desbetreffende reactor reageren.

- 4p 21 □ Geef de namen van de stoffen of oplossingen van stoffen die respectievelijk bij 1, 2 en 3 moeten worden ingeleid. Houd daarbij rekening met de mogelijkheid dat per pijl meer dan één stof moet worden ingeleid.

Noteer je antwoord als volgt:

bij 1: ...

bij 2: ...

bij 3: ...

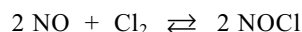
Het $\text{Cr}(\text{OH})_3$ dat scheidingsruimte 2 verlaat, wordt niet als afval gestort, maar weer omgezet tot chroom.

De omzetting van $\text{Cr}(\text{OH})_3$ tot chroom vindt plaats in een aantal stappen. Allereerst wordt $\text{Cr}(\text{OH})_3$ door verhitting omgezet tot Cr_2O_3 . Verdere ontleding van deze stof door verhitting blijkt in de praktijk niet mogelijk. Er zijn echter meerdere mogelijkheden om uit Cr_2O_3 chroom te maken.

- 2p 22 □ Noem een manier om uit Cr_2O_3 chroom te maken. Als bij de door jou gekozen manier één of meer extra stoffen nodig zijn, geef dan ook de naam (namen) van die stof(fen).

Nitrosylchloride

Stikstofmonooxide en chloor kunnen met elkaar reageren onder vorming van nitrosylchloride, NOCl. Het volgende evenwicht stelt zich in:



De reactiewarmte voor de reactie naar rechts is $-0,38 \cdot 10^5$ J per mol NOCl (298 K, $p = p_0$).

- 3p **23** Bereken de vormingswarmte van NOCl in J per mol (298 K, $p = p_0$).

Men heeft 0,200 mol NO en 0,100 mol Cl₂ samengevoegd in een afgesloten ruimte van 1,0 dm³. Toen het evenwicht zich had ingesteld, bleek 85% van het Cl₂ te zijn omgezet. De temperatuur was 500 K. Bij deze temperatuur zijn alle bij het evenwicht betrokken stoffen gasvormig.

- 5p **24** Bereken de waarde van de evenwichtsconstante van het evenwicht $2 \text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NOCl}$ bij 500 K.

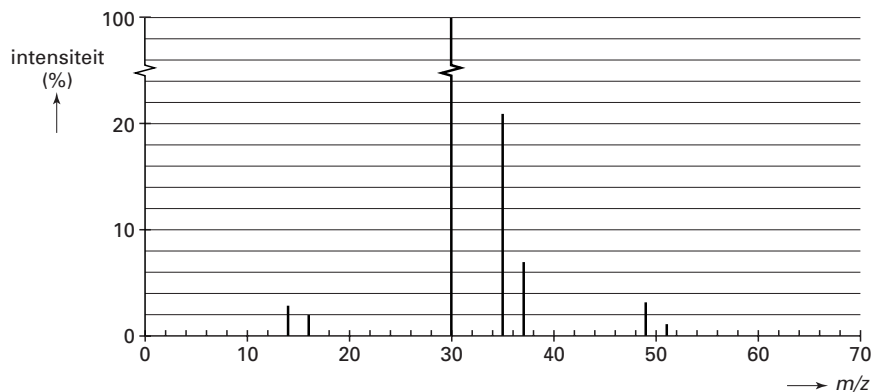
Men herhaalt het bovenbeschreven experiment bij 750 K.

- 2p **25** Leg uit of dan in de evenwichtstoestand ook 85% van het Cl₂ zal zijn omgezet of dat er meer of minder dan 85% van het Cl₂ is omgezet.

De formule van nitrosylchloride wordt meestal geschreven als NOCl. Dat hoeft echter niet te betekenen dat dit daadwerkelijk de volgorde van de atomen in het molecuul weergeeft. Er van uitgaande dat een nitrosylmolecuul niet cyclisch is, zijn er in principe drie mogelijkheden voor de volgorde van de atomen in het molecuul: NOCl, ONCl of NClO. Met behulp van massaspectroscopie is na te gaan welke van deze drie mogelijkheden de juiste is.

In figuur 3 is het massaspectrum van nitrosylchloride weergegeven. Bij het opnemen van dit spectrum was de massaspectrometer zo afgesteld dat de uiterst kleine piekjes die veroorzaakt worden door ionen waarin de isotopen N-15, O-17 en O-18 voorkomen, niet worden weergegeven. Voor de ionen die zijn ontstaan uit moleculen nitrosylchloride hoeft dus uitsluitend rekening te worden gehouden met de isotopen N-14, O-16, Cl-35 en Cl-37. De hoogste piek in het massaspectrum van nitrosylchloride is in figuur 3 gedeeltelijk weergegeven.

figuur 3



- 1p **26** Geef de formule van de ionsoort die de piek bij $m/z = 30$ in het massaspectrum veroorzaakt.

- 3p **27** Leid met behulp van het massaspectrum af welke van de drie genoemde mogelijkheden voor de volgorde van de atomen in een nitrosylchloridemolecuul de juiste is.