



Examentraining VWO

scheikunde

Eindexamentraining 1 Zuren en Basen, Energie, Reactiesnelheid en Evenwichten

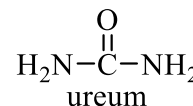
Deze training bestaat uit 30 vragen.
Voor deze training zijn maximaal 86 punten te behalen.
Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als de verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

Friedrich Wöhler en ureum (2014-II)

Aan het begin van de 19e eeuw dachten chemici dat het onmogelijk was om organische stoffen (stoffen die door levende organismen worden gemaakt) te maken uit anorganische stoffen. Er zou een zogenoemde 'levenskracht' nodig zijn om organische stoffen te maken. Deze 'vitaliteitstheorie' werd omvergeworpen door de Duitse chemicus Friedrich Wöhler. Hij maakte in 1824 voor het eerst een organische stof (ureum, zie hiernaast) uit anorganische stoffen. Het reageerbuisje met ureum van Wöhler is nog steeds te bezichtigen in een museum in Duitsland. Wöhler leidde dicyaangas (C_2N_2) door een oplossing van ammoniak. Uit het ontstane mengsel isoleerde Wöhler in verschillende stappen een witte vaste stof, die later ureum zou blijken te zijn. Ook bleek de stof blauwzuur (HCN) te zijn gevormd.



- 2p 1. Geef de vergelijking voor de reactie waarbij ureum en HCN ontstaan uit dicyaangas en een oplossing van ammoniak. Bij deze reactie ontstaan geen andere stoffen.

Wöhler herkende de witte vaste stof die hij had geïsoleerd op dat moment niet als ureum. Hij noemde de stof "een opmerkelijke gekristalliseerde materie". Vier jaar later probeerde hij erachter te komen welke stof hij toentertijd had geïsoleerd. Hij ontdekte dat hij dezelfde stof zuiver kon bereiden door aan zilvercyanaat (AgCNO) een oplossing van ammoniumchloride toe te voegen. Op grond van deze bereidingswijze dacht hij dat "de opmerkelijke gekristalliseerde materie" ammoniumcyanaat (NH_4CNO) zou zijn. Hij voerde een proef uit om ammoniumionen aan te tonen. Hij loste de stof op in water en voegde wat natronloog toe. Vervolgens verwarmde hij de oplossing en hield hij een vochtig stukje rood lakmoespapier boven de warme oplossing.

- 2p 2. Geef de vergelijking van de reactie die verloopt als een oplossing die ammoniumionen bevat met natronloog wordt gemengd.
- 2p 3. Geef aan welke waarneming Wöhler verwachtte te doen indien ammoniumionen aanwezig waren in "de opmerkelijke gekristalliseerde materie" en verklaar deze waarneming. Gebruik Binas-tabel 52A.

Wöhler kon in de stof echter geen ammoniumionen aantonen. Omdat uit andere experimenten bleek dat de "opmerkelijke gekristalliseerde materie" vergelijkbare stoffeigenschappen had als ureum, vergeleek Wöhler de door hem bepaalde massapercentages met resultaten van William Prout. Prout had de samenstelling van ureum al in 1818 onderzocht met de volgende proef. Hij liet 0,26 g ureum reageren met een overmaat koperoxide. Hierbij ontstond 0,16 g water, 0,10 dm³ koolstofdioxide en 0,10 dm³ stikstof. Er ontstond ook koper.

- 3p 4. Geef de vergelijking voor deze reactie van ureum met koperoxide.

Toen Wöhler de massapercentages H, C, N en O in de "opmerkelijke gekristalliseerde materie" bepaalde, kwam hij op 6,7% H, 20% C, 47% N en 27% O. De door Wöhler berekende massapercentages in de stof kwamen vrijwel overeen met de door Prout gevonden massapercentages H, C, N en O in ureum.

- 4p 5. Laat dit zien met een berekening aan de hand van de experimentele resultaten van Prout. Neem aan dat het volume van een mol gas 24 dm^3 bedraagt.

Op grond van de resultaten concludeerde Wöhler dat de stof waarvan hij dacht dat het ammoniumcyanaat was, ureum moest zijn. Om te bewijzen dat ureum inderdaad uit ammoniumcyanaat kan ontstaan, deed Wöhler nog een aantal experimenten. In 1830 lukte het Wöhler om ammoniumcyanaat te maken uit zuiver cyaanzuur (HCNO) en ammoniakgas. Hij ontdekte dat ammoniumcyanaat bewaard kon worden in een afgesloten vat zonder lucht. Bij contact met lucht werd het in enkele dagen spontaan omgezet tot ureum. Bij verwarmen aan de lucht werd ammoniumcyanaat al in enkele minuten omgezet tot ureum.

- 2p 6. Leg uit wat de rol van lucht is bij de omzetting van ammoniumcyanaat tot ureum.

Bepaling van de samenstelling van een koper-bismutlegering (2013-I)

Legeringen van koper en lood worden vaak gebruikt door loodgieters. Vanwege de giftigheid wordt lood hierin vaak vervangen door het minder giftige bismut. In een metallurgisch laboratorium doet men onderzoek naar de samenstelling van dit soort legeringen. Tijdens zo'n bepaling laat men eerst een stukje van de legering reageren met geconcentreerd salpeterzuur. Er ontstaan dan onder andere Bi^{3+} ionen en Cu^{2+} ionen.

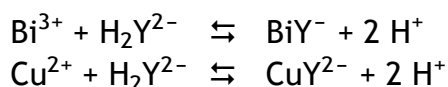
- 3p 7. Leid met behulp van de vergelijkingen van de halfreacties de totale vergelijking af van de reactie die plaatsvindt wanneer het bismut reageert met geconcentreerd salpeterzuur. Ga ervan uit dat van het geconcentreerde salpeterzuur de NO_3^- ionen worden omgezet tot NO_2 moleculen.

Een deel van de oplossing die is ontstaan, wordt verdund en met een buffer op $\text{pH} = 4,90$ gebracht. Om de buffer te maken zijn oplossingen van natriumhydroxide en ethaanzuur samengevoegd. In deze buffer komen zowel deeltjes ethanoaat als ethaanzuur voor.

- 3p 8. Bereken de verhouding waarin deeltjes ethanoaat en ethaanzuur voorkomen in de buffer met $\text{pH} = 4,90$.

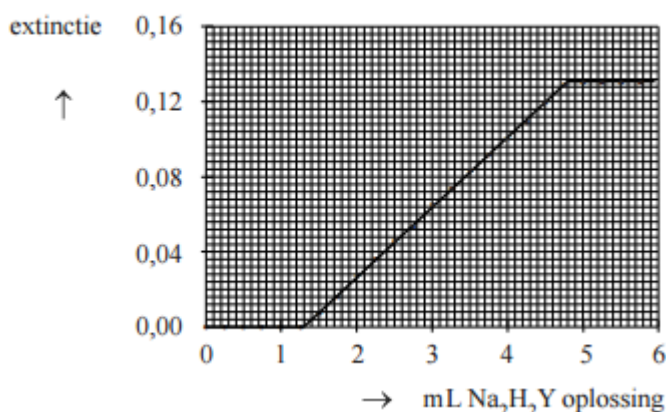
Noteer je antwoord als ethanoaat : ethaanzuur = ... : ...

De gebufferde oplossing wordt hierna getitreerd met een oplossing van de stof EDTA, vaak weergegeven met $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$. Dit zout is in oplossing geïoniseerd in Na^+ ionen en H_2Y^{2-} ionen. Tijdens de titratie treden achtereenvolgens de volgende reacties op:



Beide reacties zijn evenwichtsreacties. De ligging van de evenwichten is zodanig dat tijdens de titratie eerst Bi^{3+} reageert. Pas wanneer nagenoeg alle Bi^{3+} heeft gereageerd, wordt Cu^{2+} omgezet. Deeltjes CuY^{2-} absorberen licht met een golflengte van 745 nm terwijl Bi^{3+} , Cu^{2+} , H_2Y^{2-} en BiY^- en de overige aanwezige deeltjes niet absorberen bij deze golflengte. Tijdens de titratie wordt de extinctie (de mate van lichtuitdoving) van de oplossing gemeten. De extinctie (verticaal), uitgezet tegen de toegevoegde hoeveelheid $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ oplossing (horizontaal) levert onderstaand diagram op.

diagram



- 2p 9. Leg uit dat uit het diagram blijkt dat BiY^- ionen geen licht absorberen bij 745 nm.
- 4p 10. Bereken het massapercentage Cu van de koper-bismutlegering. Ga ervan uit dat de legering uitsluitend Bi en Cu bevat.

Fluoride in tandpasta (2013-I)

Eén van de stoffen die in tandpasta aanwezig zijn, zorgt ervoor dat vet en vuil dat aan het gebit kleeft, los komt van de tanden en kiezen en bij het spoelen van de mond met het spoelwater wordt afgevoerd. Een veelgebruikte stof daarvoor is het zogenoemde natriumlaurylsulfaat, een zout met formule $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{-OSO}_3\text{Na}$. In water is deze stof gesplitst in natriumionen en laurylsulfaationen. Dat vet en vuil van het gebit loskomen, kan worden verklaard met behulp van de bouw van laurylsulfaationen.

- 3p 11. Leg met behulp van de bouw van laurylsulfaationen uit dat vet en vuil van het gebit loskomen als laurylsulfaationen aanwezig zijn.

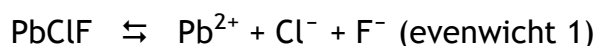
Het gebit bestaat aan de buitenkant uit glazuur (hydroxy-apatiet), een zout opgebouwd uit calcium-, fosfaat- en hydroxide-ionen in de molverhouding 5:3:1. Door de aanwezigheid van de hydroxide-ionen in hydroxy-apatiet wordt het glazuur aangetast door H^+ ionen afkomstig uit levensmiddelen. Door het glazuur regelmatig in contact te brengen met fluoride-ionen, worden hydroxide-ionen uitgewisseld tegen fluoride-ionen. Hierbij ontstaat het zogenoemde fluorapatiet dat minder snel wordt aangetast door H^+ ionen. Om deze reden zijn in veel tandpasta's fluoride-ionen aanwezig.

- 2p 12. Geef de vergelijking van de reactie waarbij hydroxy-apatiet wordt omgezet tot fluorapatiet.

Twee leerlingen gaan voor hun profielwerkstuk het fluoridegehalte bepalen van een bepaald merk tandpasta. Ze hebben op internet een bepaling gevonden waarbij het aanwezige fluoride als PbClF wordt neergeslagen. Door daarna de massa van het PbClF te wegen, kan het fluoridegehalte in de tandpasta worden berekend. De leerlingen wegen een hoeveelheid tandpasta af en lossen dit in verdund salpeterzuur op. Terwijl zij dit doen, nemen zij een gasontwikkeling waar. Omdat in de tandpasta calciumcarbonaat aanwezig is als polijst- en schuurmiddel, vermoeden ze dat dit gas koolstofdioxide is. Ze leiden het gas daarom door kalkwater.

- 3p 13. Geef de vergelijking van de reactie die verloopt als koolstofdioxide door kalkwater wordt geleid. Geef de waarneming die de leerlingen zullen doen.

De oplossing die is ontstaan na de reactie van tandpasta met salpeterzuur wordt enige minuten verhit om het nog opgeloste koolstofdioxide te verwijderen. Daarna brengen de leerlingen de oplossing op een pH-waarde van ongeveer 5 door het toedruppelen van natronloog. Vervolgens voegen ze een NaCl oplossing toe, waarna ze onder voortdurend roeren een $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ oplossing toevoegen. Tijdens het toedruppelen ontstaat een suspensie doordat zich een heterogeen evenwicht instelt:



Doordat een overmaat NaCl oplossing en een overmaat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ oplossing is toegevoegd, is de $[\text{F}^-]$ in de vloeistof verwaarloosbaar klein.

- 2p 14. Geef de evenwichtsvoorwaarde voor evenwicht 1.
2p 15. Leg met behulp van de evenwichtsvoorwaarde uit dat het gebruik van een overmaat NaCl oplossing en een overmaat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ oplossing ervoor zorgt dat de concentratie opgeloste F^- verwaarloosbaar klein kan worden.

De leerlingen hebben een hoeveelheid tandpasta van 20,0143 g afgewogen en het fluoride omgezet in PbClF . De verkregen suspensie wordt gefiltreerd over een vooraf gedroogd filter. De massa van het filter is bepaald: 7,1842 g. Het neerslag van PbClF wordt in het filter verzameld en gewassen. Hierna wordt het filter gedroogd en met het daarin verzamelde neerslag gewogen: 7,5836 g.

- 4p 16. Bereken het fluoridegehalte van de onderzochte tandpasta in massa-ppm. Neem aan dat al het fluoride is neergeslagen als PbClF .

Klare wijn (2012-I)

Wijn bevat meerdere zuren. Samen zijn deze van invloed op de smaak en op de pH van de wijn. Eén van die zuren is wijnsteenzuur.

3p 17. Geef de structuurformule van wijnsteenzuur.

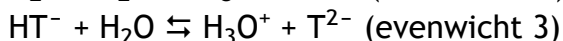
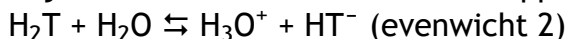
Wijnsteenzuur is een tweewaardig zuur. Dat betekent dat een molecuul wijnsteenzuur twee H^+ ionen kan afsplitsen. Het negatieve ion dat ontstaat wanneer een molecuul wijnsteenzuur één H^+ heeft afgestaan, wordt waterstoftartraat genoemd. Het negatieve ion dat ontstaat wanneer wijnsteenzuur twee H^+ ionen afsplitst wordt tartraat genoemd. In het vervolg van deze opgave wordt wijnsteenzuur weergegeven met H_2T , waterstoftartraat met HT^- en tartraat met T^{2-} . Wijn is soms troebel. Dit wordt vaak veroorzaakt doordat er slecht oplosbaar kaliumwaterstoftartraat wordt gevormd. Het volgende heterogene evenwicht heeft zich dan ingesteld:



Om te verhinderen dat wijn in de fles troebel wordt, wordt wijn eerst in een vat gedurende enkele dagen afgekoeld tot ongeveer 0 °C. Bij die temperatuur slaat een groot deel van het kaliumwaterstoftartraat neer en blijft in het vat achter. Daarna wordt de wijn in flessen overgebracht.

2p 18. Leg uit of de reactie naar links van evenwicht 1 exotherm is of endotherm.

Wijnsteenzuur ioniseert in twee stappen:



Tijdens het neerslaan van KHT dalen de concentraties van de deeltjes H_2T en T^{2-} .

2p 19. Leg aan de hand van de evenwichten 2 en 3 uit dat de concentraties van H_2T en van T^{2-} dalen tijdens het neerslaan van KHT.

Voor evenwicht 2 geldt: $K_{z,2} = 9,1 \cdot 10^{-4}$ (298 K). Voor evenwicht 3 geldt $K_{z,3} = 4,3 \cdot 10^{-5}$ (298 K). Met behulp van bovenvermelde zuurconstanten kan men berekenen dat bij pH = 3,70 de concentratie van wijnsteenzuur, $[H_2T]$, vrijwel gelijk is aan de concentratie van tartraat, $[T^{2-}]$.

4p 20. Geef deze berekening.

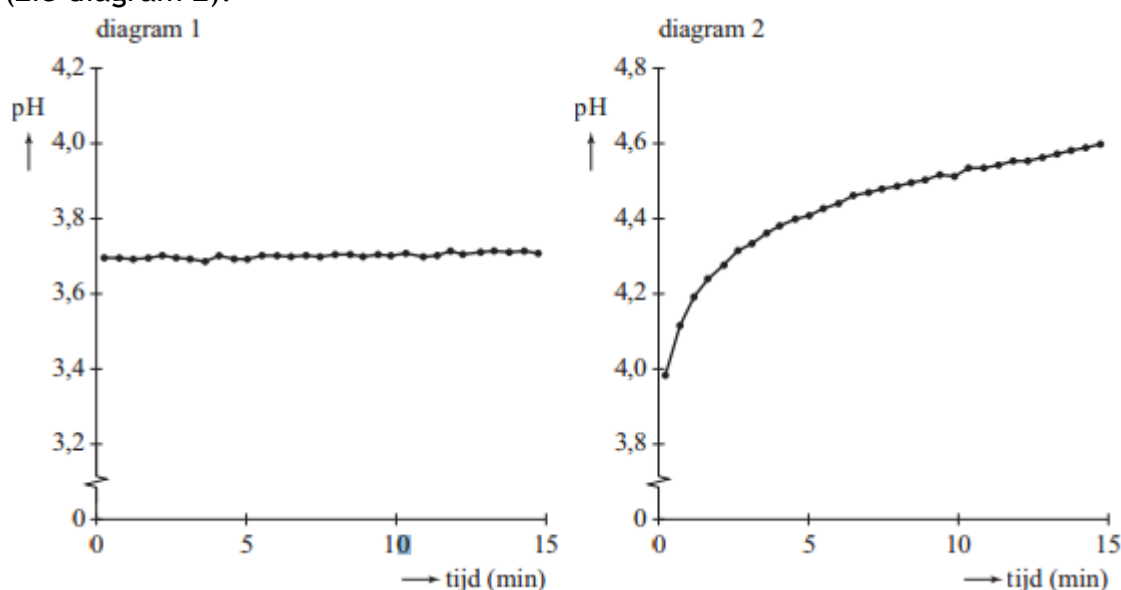
Men heeft onderzocht of en zo ja hoe de pH van de wijn verandert ten gevolge van het neerslaan van kaliumwaterstoftartraat. Daarbij spelen de begin-pH van de wijn en de ionisatie-evenwichten van wijnsteenzuur een belangrijke rol. In dit onderzoek heeft men een aantal experimenten uitgevoerd. In één van die experimenten was de begin-pH van de oplossing 3,70 en in een ander experiment was de begin-pH van de oplossing hoger dan 3,70.

Experiment 1

Bij kamertemperatuur werd in 25 mL water 1,0 gram natriumtartraat (Na_2T) opgelost. Met 1,0 M zoutzuur werd de pH op een waarde van 3,70 gebracht. De oplossing werd verwarmd tot ongeveer 40 °C. Daarna werd 1,0 gram kaliumchloride opgelost. Vervolgens liet men de oplossing gedurende 15 minuten afkoelen tot kamertemperatuur. Tijdens het afkoelen werd om de 30 seconden de pH gemeten. Het bleek dat de pH vrijwel constant bleef (zie diagram 1).

Experiment 2

Dit experiment met de hogere begin-pH was verder gelijk aan het experiment bij pH = 3,70. In dit experiment bleek de pH gedurende het afkoelen te stijgen (zie diagram 2).



Bij deze proeven sloeg kaliumwaterstoftartraat neer. Hoe lager de temperatuur, hoe meer kaliumwaterstoftartraat neersloeg. Hierdoor dalen de concentraties van H_2T en T^{2-} in beide experimenten.

- 2p 21. Leg met behulp van evenwichten 2 en 3 uit of de daling van de $[\text{H}_2\text{T}]$ in experiment 1 groter of kleiner is dan de daling van de $[\text{T}^{2-}]$ of dat de dalingen van deze concentraties aan elkaar gelijk zijn.
- Neem aan dat de waarden van $K_{z,2}$ en $K_{z,3}$ en K_w niet veranderen bij beide experimenten.
- 3p 22. Leg met behulp van evenwichten 2 en 3 uit of de daling van de $[\text{H}_2\text{T}]$ in experiment 2 groter of kleiner is dan de daling van de $[\text{T}^{2-}]$ of dat de dalingen van deze concentraties aan elkaar gelijk zijn.
- Neem aan dat de waarden van $K_{z,2}$ en $K_{z,3}$ en K_w niet veranderen bij beide experimenten.

Mest verwerken (2013-II)

Dierlijke mest is vaak vloeibaar en bevat onder andere ammoniak en ammoniumzouten. Men kan uit deze drijfmest ammoniumsulfaat maken dat als meststof kan dienen. Omdat de prijs van kunstmest steeds verder oploopt, is het aantrekkelijk om naar vervangers van kunstmest te zoeken. Op een website stond de volgende beschrijving. tekstfragment Door toevoeging van loog of kalk wordt de pH-waarde van de mestvloeistof verhoogd tot circa 10. Eventueel wordt de mest opgewarmd tot bijvoorbeeld 70 °C. Beide behandelingen verschuiven het $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ evenwicht meer in de richting van de ammoniak. De voorbehandelde vloeistof wordt vervolgens boven in een kolom, voorzien van pakking of schotels, gebracht. In deze kolom vindt 'luchtstrippen' plaats. Daarbij wordt aan de onderzijde van de kolom lucht ingeblazen. Mestvloeistof en lucht stromen derhalve in tegenstroom door de kolom. Tijdens de passage door de kolom vindt overdracht van ammoniak plaats van mestvloeistof naar lucht. Het gas dat uit de kolom stroomt, is daardoor rijk aan ammoniak. De ammoniak wordt hieruit verwijderd door absorptie in zure vloeistof. Daarbij ontstaat een ammoniumzoutoplossing als eindproduct. De lucht waaruit de ammoniak door absorptie is verwijderd wordt opnieuw in de stripkolom gebruikt. Dit voorkomt extra CO_2 inbreng en heeft als gevolg minder scaling (kalkafzetting in de vorm van calciumcarbonaat). In dit tekstfragment wordt over 'het $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ evenwicht' geschreven. Ook worden twee methoden beschreven om de ligging van het evenwicht te verschuiven.

2p 23. Geef een reactievergelijking voor dit evenwicht.

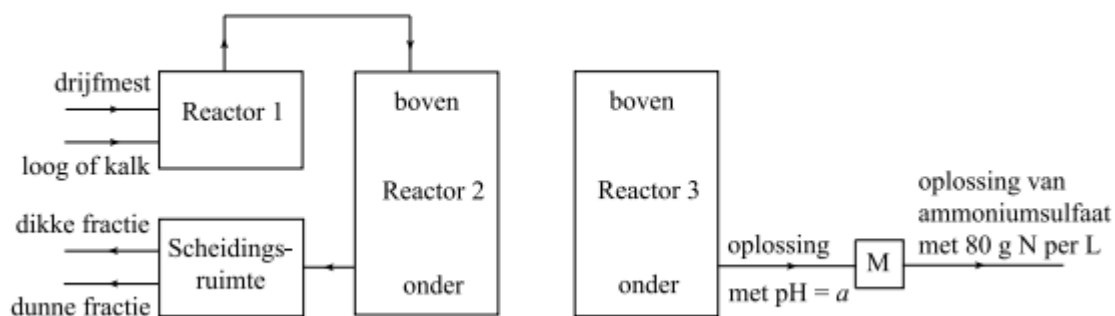
3p 24. Leg uit waarom de twee beschreven methoden de ligging van het evenwicht in de richting van de ammoniak verschuiven.

In de laatste zin van het fragment wordt de zogenoemde scaling beschreven.

2p 25. Leg uit waarom extra CO_2 inbreng tot meer scaling leidt.

In een artikel van de Universiteit van Wageningen wordt een technische installatie beschreven waarmee op de boerderij de verwijdering van ammoniak uit drijfmest kan worden uitgevoerd en waarbij als product een ammoniumsulfaatoplossing met 80 g N per liter wordt verkregen. Hierna en op de uitwerkbijlage bij dit examen is een (onvolledig) blokschema van deze installatie weergegeven

blokschema



- In reactor 1 vindt de voorbehandeling van de drijfmest plaats.
- Daarna wordt in reactor 2 het luchtstrippen uitgevoerd.
- In reactor 3 wordt met behulp van verdund zwavelzuur de ammoniak uit de ammoniakhoudende lucht omgezet tot ammoniumsulfaat. Daarbij wordt, net als in reactor 2, gebruik gemaakt van het tegenstroomprincipe. De ammoniumsulfaat die in reactor 3 ontstaat, is verkoopbaar als kunstmest.
- In een scheidingsruimte wordt de resterende drijfmest gescheiden in een dikke fractie en een dunne fractie. Uit de dikke fractie kan compost worden gemaakt.

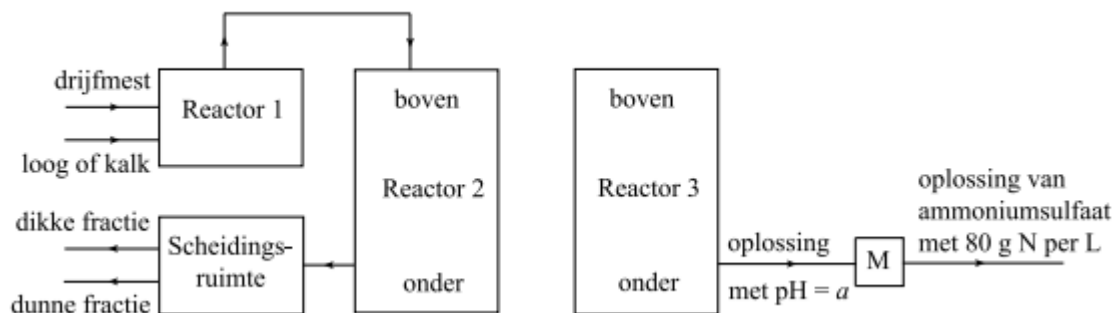
Als het proces wordt opgestart, wordt in reactor 3 verdund zwavelzuur met $\text{pH} = 2$ gebracht. Hierin wordt de met ammoniak verrijkte lucht uit reactor 2 geleid. Wanneer de pH de waarde a heeft bereikt, die hoort bij ammoniumsulfaatoplossing met 80 g N per liter, wordt de oplossing uit reactor 3 gehaald. Daarna wordt nog een meting uitgevoerd (blokje M) om na te gaan of de oplossing uit reactor 3 inderdaad een ammoniumsulfaatoplossing is met 80 g N per liter. Wanneer dat nog niet het geval is, wordt de pH van de oplossing uit reactor 3 met 15 M zwavelzuur weer op 2 gebracht en in reactor 3 geleid. Deze procedure herhaalt men een aantal malen totdat de oplossing die uit reactor 3 komt een ammoniumsulfaatoplossing is die 80 g N per liter bevat. Dan wordt de oplossing afgevoerd.

- 4p **26.** Bereken de pH van een ammoniumsulfaatoplossing met 80 g N per liter. Laat de invloed van de sulfaationen op de pH buiten beschouwing.

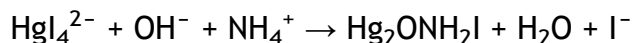
Omdat men op de boerderij niet de beschikking heeft over ingewikkelde apparatuur om chemische bepalingen uit te voeren, moet men een eenvoudige meting uitvoeren (blokje M) om na te gaan of de oplossing die uit reactor 3 komt inderdaad een ammoniumsulfaatoplossing is met 80 g N per liter.

- 2p **27.** Geef de naam van een eigenschap van de oplossing die men kan meten en geef aan hoe men met behulp van die eigenschap nagaat of de ammoniumsulfaatoplossing die uit reactor 3 komt inderdaad 80 g N per liter bevat.

- 4p **28.** Completeer het blokschema hieronder door de ontbrekende stofstromen zo in het blokschema te tekenen dat het schema het proces na de opstartfase weergeeft. Vermeld bij die zelfgetekende stofstromen de naam (namen) van de stof(fen) die daarbij hoort (horen) of een omschrijving van de stofstroom. Laat in het schema ook zien of de stof(fen) onderin of bovenin de reactor wordt (worden) ingevoerd.



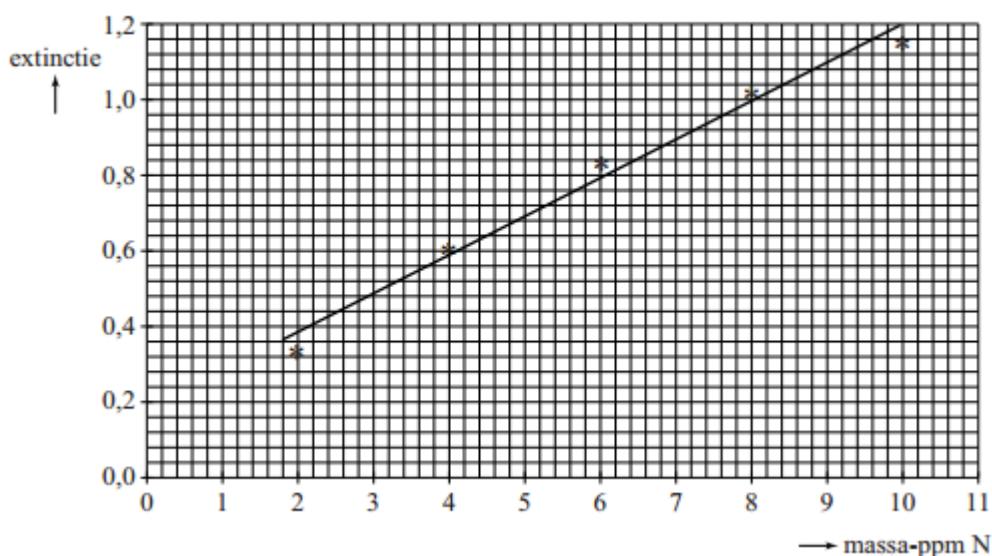
Om een idee te krijgen hoeveel zwavelzuur moet worden aangeschaft, kan in een laboratorium een stikstofbepaling aan de vloeibare mest worden gedaan. Bij zo'n bepaling wordt eerst alle stikstof in de vloeibare mest omgezet tot ammoniak. Daarna leidt men de ammoniak in een kleine overmaat zuur. Vervolgens wordt een basische oplossing van een reagens toegevoegd. Daarbij treedt een reactie op waarvan de vergelijking hieronder onvolledig is weergegeven; alleen de coëfficiënten ontbreken.



3p 29. Geef de volledige reactievergelijking.

Het ontstane $\text{Hg}_2\text{ONH}_2\text{I}$ geeft aan de oplossing een oranje-rode kleur. Van de ontstane oplossing wordt de extinctie (= mate van lichtuitdoving) bepaald. De extinctie van de oplossing is evenredig met het gehalte aan N in de behandelde oplossing. Voorafgaand aan zo'n bepaling maakt men een reeks van standaardoplossingen met een bekend gehalte aan N. Aan 10,0 mL van die standaardoplossingen voegt men 2,0 mL van een oplossing van het reagens toe. Van de dan ontstane oplossingen meet men de extinctie. Het verband tussen de extinctie en het stikstofgehalte, in massa-ppm, van de 10,0 mL standaardoplossingen is hierna weergegeven in een ijklijn.

ijklijn



Op een boerderij moet 120 m^3 vloeibare mest worden behandeld op de wijze zoals hiervoor is beschreven. Om te bepalen hoeveel zwavelzuur men nodig heeft, wordt alle stikstof uit 1,0 mL vloeibare mest omgezet tot ammoniak. Deze ammoniak wordt geleid in 1,0 L verdund zoutzuur, zodat alle NH_3 wordt omgezet tot NH_4^+ . Aan 10,0 mL van deze oplossing (oplossing P) wordt 2,0 mL reagens toegevoegd. De extinctie van de ontstane oplossing blijkt gelijk te zijn aan 0,65.

5p 30. Bereken hoeveel m^3 15 M zwavelzuur minstens nodig is om alle ammoniak, die kan ontstaan uit de 120 m^3 te behandelen mest, om te zetten tot opgelost ammoniumsulfaat. Ga ervan uit dat van de standaardoplossingen en van oplossing P de dichtheid $1,0 \text{ g mL}^{-1}$ is.