

Je kunt bij een onderwerp komen door op de gewenste rubriek in de inhoud te klikken.

Wil je vanuit een rubriek terug naar de inhoud, klik dan op de tekst van de rubriek waar je bent.

Gewoon scrollen gaat natuurlijk ook.

Inhoud

Redoxreacties.....	2
Elektrochemische cellen	5
Redoxtitraties.....	13

Redoxreacties

Opgave 1 Opstellen van redoxreacties (1)

Bij de volgende processen treden redoxreacties op. Geef de vergelijkingen van de halfreacties van de reductor en de oxidator en geef de vergelijking van de totaalreactie.

- 1 Natrium reageert met water
- 2 Staalwol (ijzer) wordt in een koper(II)sulfaat-oplossing ondergedompeld.
- 3 Een waterstofperoxide-oplossing wordt gedruppeld bij een aangezuurde oplossing van kaliumjodide.

Opgave 2 Halfreacties kloppend maken (1)

Hieronder is een aantal halfreacties gedeeltelijk weergegeven. Maak deze kloppend. Geef bovendien aan of het een oxidator of een reductor betreft

- 1 $\text{N}_2\text{O}_4 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- 2 $\text{SeO}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 3 $\text{Te} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{TeO}_4^- + \text{H}^+$
- 4 $\text{BrO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Br}^- + \text{OH}^-$
- 5 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCOOH} + \text{H}^+$
- 6 $\text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

Opgave 3 Opstellen van redoxreacties (2)

Geef de reactievergelijkingen voor de volgende processen.

- 1 De reactie van koolstofmono-oxide met ijzer(III)oxide waarbij ijzer en koolstofdioxide ontstaan.
- 2 De reactie van koolstof met natriumcarbonaat waarbij natrium en koolstofdioxide ontstaan
- 3 Leg uit of beide processen op een redoxreactie berusten.

Opgave 4 Joodwater toevoegen aan ijzer

We voegen joodwater toe aan ijzer.

- 1 Leg met behulp van tabel 48 uit BINAS uit of het joodwater met het ijzer reageert en zo ja hoe.
- 2 Leg met behulp van tabel 48 BINAS uit of er een ijzer(III)jodide oplossing kan ontstaan als er een overmaat joodwater wordt gebruikt.

Opgave 5 Broomwater

Een reagens op zwaveldioxide is broomwater. De reactie van zwaveldioxide met broomwater is de volgende redoxreactie: $\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2 \rightarrow 4 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{Br}^-$

- 1 Geef de vergelijkingen van de beide halfreacties van deze redoxreactie. Noteer je antwoord als volgt:
halfreactie oxidator: ...,
halfreactie reductor: ...
- 2 Leg uit welke waarneming je kunt doen als je zwaveldioxide aantoonst met broomwater.

Opgave 6 Aluminium en ovenreiniger

Ovenreiniger is een paste waarmee resten aangekoekt vet uit een oven kunnen worden verwijderd. Als werkzaam bestanddeel bevat de ovenreiniger natriumhydroxide, dat met het vet reageert. Daarnaast zit er in ovenreiniger water en krijt (calciumcarbonaat). Op de verpakking staan de volgende aanwijzingen:

- de paste gedurende twee uur laten inwerken;
- niet gebruiken bij aluminium voorwerpen.

De eerste aanwijzing staat er omdat de reactie tussen het vet en de hydroxide-ionen langzaam verloopt.

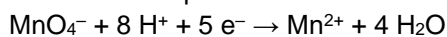
- 1 Hoe noemt men deze langzame reactie?

Een leraar laat zien waarop je een ovenreiniger niet moet gebruiken bij aluminium voorwerpen. Hij doet wat ovenreiniger, een beetje water en een paarstukjes aluminiumfolie in een reageerbuis. Er treedt een reactie op waarbij een gas ontstaat. De leraar vertelt dat dit een redoxreactie is waarbij, naast het gas, ook $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ ionen ontstaan.

- 2 Geef de vergelijkingen van beide halfreacties en de totaalvergelijking van de opgetreden redoxreactie.

Opgave 7 Totaalreactie opstellen

Leid met behulp van de onderstaande halfreacties de vergelijking van de totale redoxreactie af.



Opgave 8 Halfreactie herkennen

Gegeven is de redoxreactie: $2 \text{Mn}(\text{OH})_3 + 2 \text{I}^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

- 1 Geef de vergelijking van de halfreactie waarbij mangaan(III)hydroxide wordt omgezet tot mangaan(II)ionen.

Opgave 9 Magnesium in actie

Een leerlinge doet de volgende twee proeven:

Proef A: Zij overgiet in een reageerbuis een stukje magnesium met overmaat verdund zwavelzuur.

Proef B: Zij overgiet in een reageerbuis wat magnesiumoxide met overmaat verdund zwavelzuur.

In beide reageerbuizen is na afloop van de reactie een oplossing van magnesiumsulfaat aanwezig.

- 1 Bij één van beide proeven is een redoxreactie opgetreden. Beredeneer bij welke proef dit het geval is.
- 2 Geef bij de redoxreactie aan welk deeltje de oxidator is en welk deeltje de reductor.

Opgave 10 Halfreacties kloppend maken (2)

Stel de volgende halfreacties op:

- 1 De omzetting van ClO_3^- in Cl_2 in een zure oplossing. In de vergelijking van de halfreactie komen ook H_2O en H^+ voor.
- 2 De omzetting van CrO_4^{2-} in $\text{Cr}(\text{OH})_3$ in een neutrale oplossing. In de vergelijking van de halfreactie komen ook H_2O en OH^- voor.
- 3 De omzetting H_2BO_3^- in B in een neutrale oplossing. In de vergelijking van de halfreactie komen ook H_2O en OH^- voor.
- 4 De omzetting Ga in H_2GaO_3^- in een basische oplossing. In de vergelijking van de halfreactie komen ook H_2O en OH^- voor.
- 5 De omzetting Sb_2O_3 in Sb_2O_5 in een zure oplossing. In de vergelijking van de halfreactie komen ook H_2O en H^+ voor.
- 6 De omzetting H_5IO_6 in IO_3^- in een zure oplossing. In de vergelijking van de halfreactie komen ook H_2O en H^+ voor.
- 7 De omzetting van FeO_4^- in Fe^{3+} in een zure oplossing. In de vergelijking van de halfreactie komen ook H_2O en H^+ voor.
- 8 De omzetting van WO_3 in W_2O_5 in neutrale oplossing. In de vergelijking van de halfreactie komen ook H_2O en OH^- voor.

Opgave 11 Voorspellen van redoxreacties

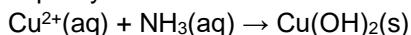
Voorspel of bij de volgende combinaties een redoxreactie zal optreden.

- 1 Een koperen munt in een $\text{Hg}(\text{I})$ zoutoplossing.
- 2 Een zilveren munt in een koper(II)zoutoplossing.
- 3 Een druppel kwik in zoutzuur.

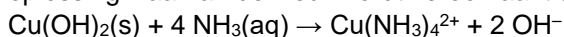
- 4 Een schoon geschuurd plaatje aluminium in een koper(II)sulfaatoplossing.

Opgave 12 Kopersulfaatoplossing en ammonia

Als je aan een koper(II)sulfaatoplossing druppelsgewijs ammonia toevoegt, ontstaat een neerslag van koperhydroxide:



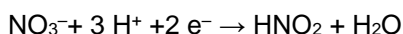
Ga je door met het toevoegen van ammonia dan verdwijnt het neerslag en ontstaat een donkerblauwe oplossing waarvan de kleur wordt veroorzaakt door $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ ionen:



- 1 Geef voor ieder van de reacties aan of het een redoxreactie is.

Opgave 13 Hexaandizuur

Hexaandizuur kan op verschillende manieren worden bereid. De bereiding van hexaandizuur door cyclohexanol ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$) te laten reageren met geconcentreerd salpeterzuur noemen we in deze opgave proces 1. De halfreactie van het salpeterzuur is hieronder gegeven.



- 1 Geef de vergelijking van de halfreactie van de omzetting van cyclohexanol tot hexaandizuur. Gebruik molecuulformules. In de vergelijking van de halfreactie komen ook H_2O en H^+ voor.
- 2 Leid met behulp van beide halfreacties de totaalreactie voor proces 1 af.

Opgave 14 IJzer(II)sulfaat

Je krijgt de opdracht uitgaande van het metaal ijzer een oplossing van uitsluitend ijzer(II)sulfaat te bereiden.

- 1 Beschrijf uitgaande van ijzer hoe je dit kan doen.

In de ijzer(II)sulfaatoplossing kunnen de ijzer(II)ionen door de zuurstof in de lucht omgezet worden tot ijzer(III)ionen. Uit BINAS-tabel 48 kun je afleiden dat deze omzetting mogelijk is als de oplossing zuur is.

- 2 Leg aan de hand van tabel 48 uit dat deze omzetting niet mogelijk is in neutrale oplossing, maar wel mogelijk is in zure oplossing.

Opgave 15 Koper en ijzer

Van koper zijn twee ionsoorten bekend: Cu^+ en Cu^{2+} . Ook van ijzer zijn twee ionsoorten bekend: Fe^{2+} en Fe^{3+} . Er bestaan stoffen waarin zowel koperionen als ijzerionen voorkomen. Als men aanneemt dat in zo'n stof alle koperionen dezelfde lading hebben en alle ijzerionen ook, dan zijn er theoretisch vier mogelijke combinaties waarin de koperionen en ijzerionen in zo'n stof voorkomen:

- Alle koperionen zijn Cu^+ en alle ijzerionen zijn Fe^{2+} .
- Alle koperionen zijn Cu^{2+} en alle ijzerionen zijn Fe^{2+} .
- Alle koperionen zijn Cu^+ en alle ijzerionen zijn Fe^{3+} .
- Alle koperionen zijn Cu^{2+} en alle ijzerionen zijn Fe^{3+} .

- 1 Leg uit welke van de bovengenoemde combinaties niet zou kunnen voorkomen, als de gegevens van Binas tabel 48 ook voor dergelijke stoffen zouden gelden.

Chalcopyriet is zo'n stof waarin koperionen en ijzerionen voorkomen. De verhoudingsformule van chalcopyriet is CuFeS_2 . Behalve koperionen en ijzerionen komen in chalcopyriet alleen sulfide-ionen voor. Op grond van de verhoudingsformule kan afgeleid worden dat twee van de vier bovengenoemde combinaties niet in chalcopyriet kunnen voorkomen.

- 2 Leg uit welke van de bovengenoemde combinaties van koperionen en ijzerionen op grond van de verhoudingsformule niet in chalcopyriet kunnen voorkomen.

Opgave 16 IJzer(II)ionen in drinkwater

Bij de bereiding van drinkwater gaat men vaak uit van grondwater. In grondwater komen Fe^{2+} -ionen voor. In drinkwater is het gehalte aan ionen Fe^{2+} -ionen van belang.

Voordat het grondwater geschikt is voor consumptie moet het gehalte aan ionen Fe^{2+} -ionen worden verlaagd. Dit gebeurt door het grondwater te beluchten. Daarbij stelt zich het volgende evenwicht in:

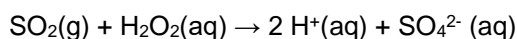
$$4 \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2 \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 8 \text{H}^+(\text{aq})$$

Een bepaald drinkwaterbedrijf produceert per jaar $1,2 \cdot 10^7 \text{ m}^3$ drinkwater. Bij dit drinkwaterbedrijf wordt tijdens de beluchting het gehalte aan ionen Fe^{2+} in het water teruggebracht van 250 mg m^{-3} tot 20 mg m^{-3} . Het gevormde ijzer(III)oxide wordt door zandfiltratie uit het water verwijderd.

- 1 Bereken hoeveel kg ijzer(III)oxide, $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$, per jaar bij dit drinkwaterbedrijf op de zandfilters achter blijft.

Opgave 17 SO_2 bepalen

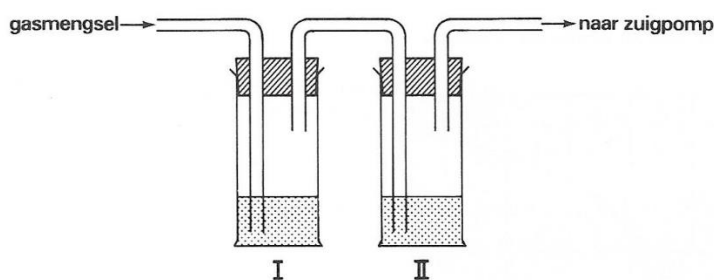
Een gasmengsel bevat zwaveldioxide. In dit gasmengsel wordt de hoeveelheid zwaveldioxide bepaald. Dit gebeurt door het gasmengsel te leiden door een oplossing van waterstofperoxide. In deze oplossing treedt dan de volgende reactie op:



Deze vergelijking is opgebouwd uit twee halfreacties (tabel 48).

- 1 Geef de vergelijkingen van deze halfreacties en laat zien dat ze samen bovenstaande vergelijking geven.

Bij een dergelijke bepaling leidt men $1,00 \text{ dm}^3$ van het gasmengsel door twee achter elkaar geplaatste wasflessen (I en II) met elk 25 ml waterstofperoxide-oplossing (zie tekening).



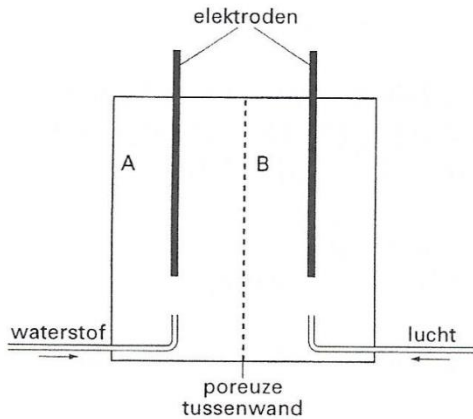
volgt dat de molariteit van het zwavelzuur in wasflessen I gelijk is aan $6,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, en die in wasfles II $0,4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$.

- 2 Bereken het aantal cm^3 zwaveldioxide in $1,00 \text{ dm}^3$ van het gasmengsel. Neem daarbij aan dat het volume van één mol gas $24,0 \text{ dm}^3$ is.

Elektrochemische cellen

Opgave 1 Brandstofcel

Een brandstofcel is een elektrochemische cel, waarin bij stroomlevering voortdurend brandstof en lucht worden ingeleid. Hieronder is een brandstofcel, die als brandstof waterstof gebruikt schematisch weergegeven.



De twee ruimtes A en B zijn gevuld met een oplossing van fosforzuur. De oplossing van fosforzuur is de elektrolyt. In ruimte B treedt de volgende halfreactie op: $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$

- 1 Is de elektrode in ruimte B de positieve of de negatieve elektrode van deze brandstofcel? Geef een verklaring voor je antwoord.

De vergelijking van de totaalreactie in de brandstofcel is: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

- 2 Beredeneer welke halfreactie in ruimte A optreedt.
- 3 Geef aan hoe de elektronenstroom loopt.

Opgave 2 Zink en lood

Als een plaatje zink in een oplossing van lood(II)nitraat wordt geplaatst, vormt zich op het zink al snel een laagje loodkristallen.

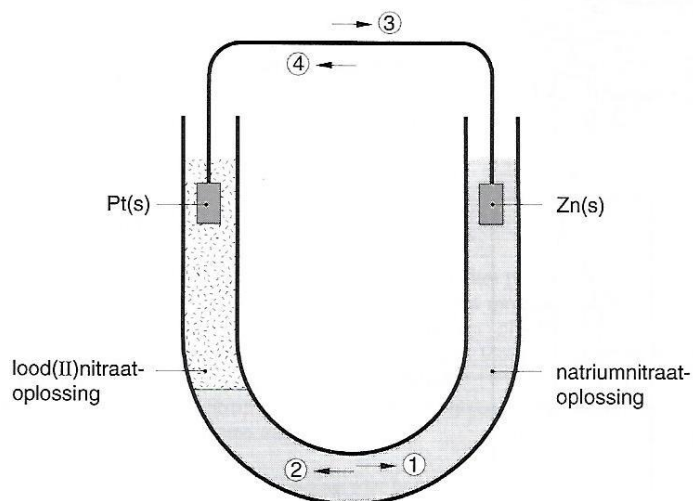
- 1 Geef de vergelijking van de reactie die plaatsvindt.

De massa van het gebruikte plaatje zink was 10,28 gram.

Na verloop van enige tijd haalt men het zinkplaatje, nu bedekt met een laagje lood, uit de oplossing. Daarna ontdoet men het plaatje van het aangehechte lood. Het gedroogde plaatje zink blijkt nu 9,64 gram te wegen.

- 2 Bereken hoeveel gram lood er in die tijd op het plaatje zink was afgezet.

Bij een andere proef vult men een U-buis met een verzadigde natriumnitraatoplossing. Daarna giet men in het ene been van de U-buis zo voorzichtig lood(II)nitraatoplossing dat de beide oplossingen zich niet mengen (zie tekening).

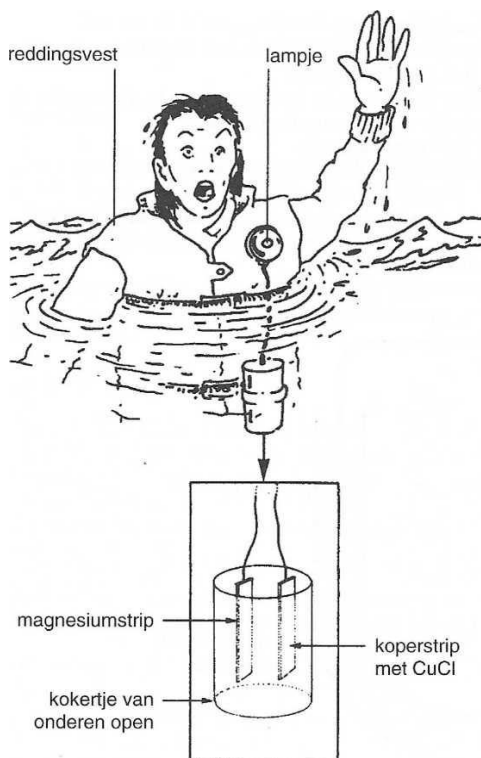


Nu plaatst men een plaatje platina in de lood(II)nitraatoplossing en een plaatje zink in de natriumnitraatoplossing en verbindt de beide plaatjes met een metaaldraad. Men stelt het volgende vast:

- I. Op het plaatje platina ontstaan loodkristallen.
 - II. Het zinkplaatje wordt dunner.
- 3 In de tekening staan vier pijlen aangegeven. Leg met behulp van reactievergelijkingen uit welke pijl het elektronentransport weergeeft.

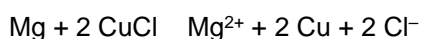
Opgave 3 Reddingsvest

Reddingsvesten zijn vaak uitgerust met een lampje.



Bij bepaalde uitvoeringen is dat lampje via stroomdraadjes verbonden met een magnesiumstrip en een koperstrip. Op de koperstrip is wat vast koper(I)chloride aangebracht (zie figuur). Koper(I)chloride is slecht oplosbaar.

Zodra zo'n reddingsvest in zee belandt, gaat het lampje branden. De stroom voor het lampje wordt geleverd door het optreden van twee halfreacties. Combinatie van de vergelijkingen van deze twee halfreacties levert de volgende totale vergelijking van de redoxreactie op:



- 1 Geef van deze redoxreactie de vergelijkingen van de beide halfreacties die plaatsvinden tijdens de stroomlevering.
- 2 Is de magnesiumstrip tijdens de stroomlevering de positieve of de negatieve pool? Geef een verklaring voor je antwoord.
- 3 Geef aan waarom het lampje pas gaat branden als het reddingsvest in zee belandt.

Opgave 4 Nikkel-cadmiumbatterij

In nikkel-cadmiumbatterijen zijn waardevolle metalen verwerkt. Mede daarom zoekt men naar mogelijkheden om uit lege batterijen deze metalen terug te winnen. De methodes die worden onderzocht, beginnen vrijwel altijd met het fijnmalen van de batterijen. Het mengsel dat zo ontstaat, laat men vervolgens reageren met verdund zwavelzuur.

- 1 Geef de vergelijking voor de reactie van cadmium met verdund zwavelzuur. Hierbij ontstaan onder andere ionen Cd^{2+} .

Uit het reactiemengsel kunnen ionen Cd^{2+} worden gehaald. Hiertoe bindt men ze eerst aan organische ionen. Deze organische ionen kan men weergeven met de formule R^+ . Aan elk ion Cd^{2+} binden zich twee ionen R^+ . De zo gevormde deeltjes laat men vervolgens met ionen I^- reageren. Bij deze reactie ontstaat één stof. Deze stof is slecht oplosbaar in water en slaat dus neer.

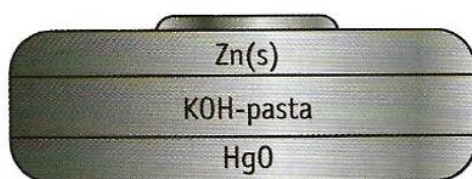
- 2 In welke verhouding komen de ionen Cd^{2+} , R^+ en I^- in deze stof voor?

Geef je antwoord als volgt weer:

aantal Cd^{2+} : aantal R^+ : aantal I^- =.....:.....

Opgave 5 Cel met ijzer(III)chloride en waterstofsulfide

In horloges, rekenmachines en andere kleine apparaten zit een knoopcel als batterij. Hier zie je een doorsnedetekening van een knoopcel. De onderkant is de positieve elektrode.



- 1 Wat zijn de oxidator, reductor en elektrolyt in deze cel?
- 2 Geef de halfreactie die plaatsvindt aan de negatieve elektrode van de batterij,
- 3 Uit welke deeltjes is $\text{HgO}(\text{s})$ opgebouwd?
- 4 Leg uit welk deeltje in de knoopcel de oxidator kan zijn.
- 5 Leg uit waarom je lege knoopcellen niet bij het gewone afval mag doen.

Opgave 6 Cel met ijzer(III)chloride en waterstofsulfide

Als waterstofsulfide in een oplossing van ijzer(III)chloride wordt geleid, ontstaat zwavel.

- 1 Geef de reactievergelijking.

Met behulp van ijzer(III)chloride en waterstofsulfide kan als volgt een elektrochemische cel worden gebouwd:

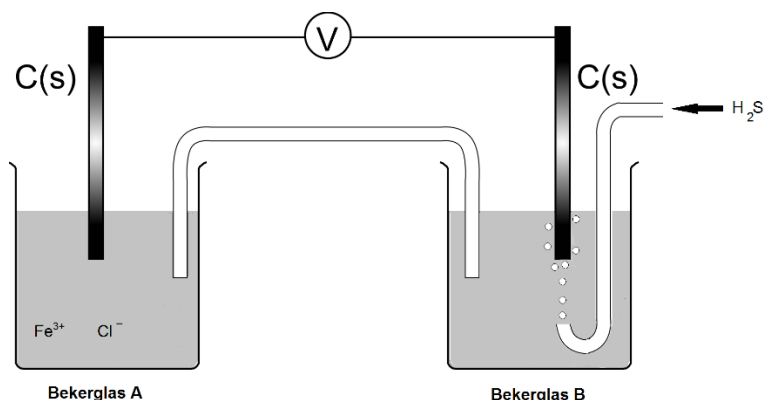
In bekersglas A, gevuld met een ijzer(III)chloride-oplossing, wordt een koolstofelektrode geplaatst.

In bekersglas B, gevuld met gedestilleerd water, wordt ook een koolstofelektrode geplaatst.

Van een zoutbrug wordt het ene been in de vloeistof van bekersglas A en het andere been in de vloeistof van bekersglas B geplaatst.

Nadat beide elektroden via een gevoelige voltmeter met elkaar zijn verbonden, wordt een regelmatige stroom waterstofsulfide door het water in bekersglas B geleid.

- 2 Maak een schematische tekening van deze elektrochemische cel.



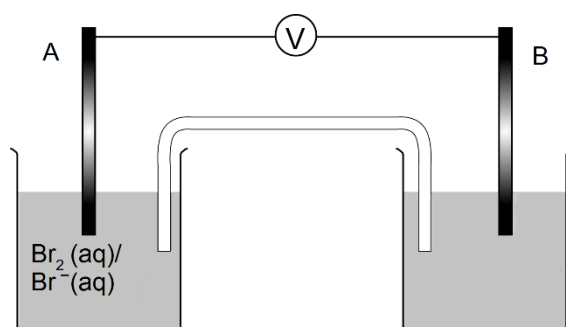
- 3 Leg uit waar de zoutbrug voor dient.
- 4 Verklaar het optreden van een potentiaalverschil tussen de elektroden.
- 5 Beredeneer wat in dit element de positieve elektrode is.

Als men in het beschreven elektrochemische element enkele druppels natronloog toevoegt aan de oplossing in bekeerglas B, slaat de voltmeter verder uit.

- 6 Geef hiervoor een verklaring.

Opgave 7 Cel met broom en kaliumbromide

Het linker bekeerglas van de onderstaande opstelling is gevuld met een oplossing van broom en kaliumbromide en het rechterbekerglas met water. In ieder bekeerglas bevindt zich een inerte koolstofelektrode, aangeduid met A en B, die via een koperdraad met elkaar zijn verbonden. Je moet met deze opstelling een elektrochemische cel maken door in het water een stof op te lossen. Je kunt hiervoor kiezen uit kaliumchloride en kaliumjodide.



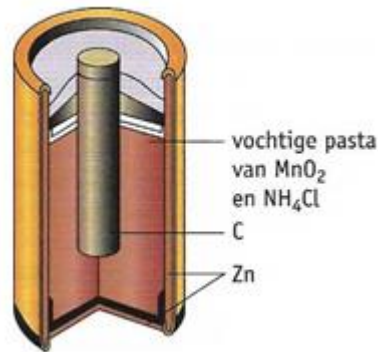
- 1 Leg uit welke van deze stoffen je in het water moet oplossen om er een elektrochemische cel van te kunnen maken.
- 2 Geef de halfreacties die verlopen als de cel stroom levert.
- 3 Leg uit in welke richting de elektronen door de verbindingsdraad stromen.
- 4 Leg uit welke elektrode de positieve is.

Na enige tijd is de cel uitgeput. Toch is de vloeistof in het linker bekeerglas nog duidelijk bruin gekleurd.

- 5 Geef een mogelijke verklaring dat deze cel is uitgeput.

Opgave 8 Staafbatterij

Een gewone staafbatterij levert 1,5 V. De staafbatterij heeft een staaf koolstof en een koker van zink als elektroden. Tussen de elektroden zit een pasta van vochtig ammoniumchloride met mangaan(IV)oxide. Als de batterij stroom levert, treedt aan de koolstof-staaf een halfreactie op waarbij $\text{MnO}(\text{OH})$ en ammoniak ontstaan.

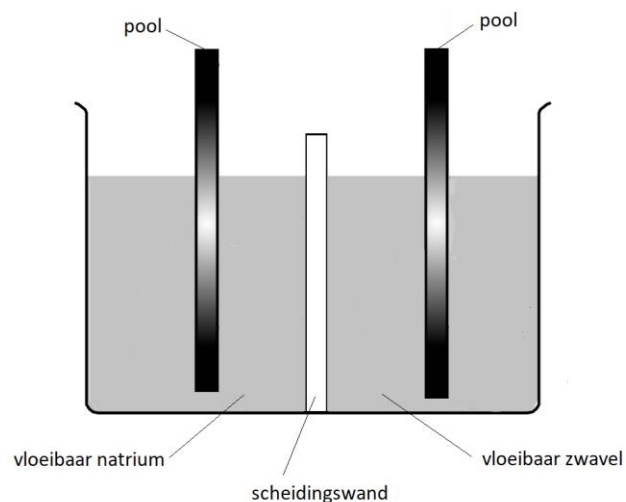


- 1 Leid af hoe groot de lading is van het mangaanion in $\text{MnO}(\text{OH})$.
- 2 Geef de vergelijking van de halfreactie die aan de koolstofelektrode optreedt.
Het ontstane ammoniak komt niet als gas vrij, maar wordt door de vochtige elektrolytpasta gebonden.
- 3 Welke halfreactie treedt aan de zinkelektrode op?
- 4 Leg uit welke de positieve en welke de negatieve elektrode is.
De oxidator en reductor in de staafbatterij zijn vaste stoffen. Er is dan geen zoutbrug nodig om ze uit elkaar te houden.
- 5 Leg uit waarom een staafbatterij alleen kan werken met een vochtige pasta en niet met een droge pasta.
- 6 Beredeneer welke deeltjes van de pasta zich tijdens en na gebruik van de batterij naar de zinkelektrode verplaatsen.

Opgave 9 Elektrische energie op slaan

Het is mogelijk om elektrische energie, verkregen uit windenergie, op te slaan in accu's door deze op te laden.

Een voorbeeld van zo'n accu is de Na-S-accu.



Bij het opladen van deze accu worden natrium en zwavel gevormd. De opgeladen accu is hierboven schematisch weergegeven.

Als de accu stroom levert, wordt het natrium bij de ene pool omgezet in natriumionen. Deze natriumionen gaan door de scheidingswand en reageren bij de andere pool met zwavel tot natriumsulfide.

- 1 Geef voor elk van de polen de vergelijking van de reactie die daar optreedt als de accu stroom levert en geef ook de totaalreactie.
- 2 Leg uit welke de positieve en welke de negatieve pool is.

Opgave 10 Een elektrochemische cel

Als je zilvernitraat en ijzer(II)nitraat samen oplost in water vindt een redoxreactie plaats. Daarbij reageert Ag^+ met Fe^{2+} .

- 1 Geef met behulp van halfreacties de vergelijking van deze redoxreactie.
Het is mogelijk een elektrochemische cel te bouwen die stroom levert doordat de reactie uit vraag 1 optreedt.
- 2 Maak een schematische tekening van zo'n cel. Benoem hierin alle onderdelen en oplossingen die belangrijk zijn voor het goed functioneren van de cel.
- 3 Geef in de tekening van vraag 2 aan welke elektrode positief en welke negatief is en geef een verklaring voor je keuze.
- 4 Geef in de tekening van vraag 2 met behulp van een pijl aan in welke richting de elektronen door de opstelling lopen.

Opgave 11 Suikerbatterij

Glucose is een belangrijke energiebron in de levende natuur.

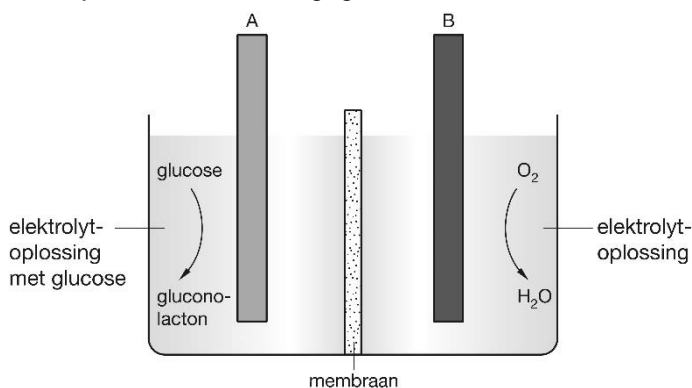
- 1 Geef de naam van het proces waarbij in groene planten glucose wordt gevormd en geef de namen van de twee stoffen waaruit glucose bij dit proces wordt gevormd.

Noteer je antwoord als volgt:

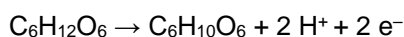
proces:

stoffen:

In 2007 hebben onderzoekers van Sony een prototype ontwikkeld van een elektrochemische cel (batterij) die zijn energie haalt uit een reactie van glucose met zuurstof. In onderstaand figuur is deze suikerbatterij schematisch weergegeven.



De batterij bevat twee koolstofelektroden (A en B) die elk zijn bedekt met een laagje van een verschillend enzym. De elektroderuimtes worden gescheiden door een membraan. Aan elektrode A wordt glucose omgezet tot gluconolacton ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$) volgens de halfreactie:



- 2 Is elektrode A de positieve of de negatieve pool van de suikerbatterij? Motiveer je antwoord.
Bij elektrode B wordt zuurstof omgezet tot water. Bij deze omzetting reageren ook H^+ -ionen. De vergelijking van de halfreactie van zuurstof die plaatsvindt bij elektrode B staat in Binas-tabel 48.
- 3 Leid met behulp van de vergelijking van de halfreactie van zuurstof en de vergelijking van de halfreactie bij elektrode A, de vergelijking af van de totale redoxreactie die plaatsvindt in de suikerbatterij.
De H^+ ionen kunnen zich door het membraan verplaatsen.
- 4 Leg uit of de H^+ -ionen zich van elektrode A naar elektrode B verplaatsen of van elektrode B naar elektrode A.

Het prototype van de suikerbatterij heeft de vorm van een kubus met een ribbe van 4 cm. De elektroderuimte van elektrode A wordt gevuld met 20 mL 0,40 M glucose-oplossing.

De suikerbatterij kan worden gebruikt om een mp3-speler te voorzien van elektrische stroom. Om een bepaalde mp3-speler een uur te laten spelen is $2,3 \cdot 10^{-3}$ mol elektronen nodig.

- 5 Bereken hoeveel uur de mp3-speler kan spelen op de glucose die aanwezig is in 20 mL 0,40 M glucose-oplossing. Neem aan dat alle glucose wordt omgezet.

Opgave 12 Azijn

Hieronder is een gedeelte weergegeven van het etiket op een fles Loda schoonmaakazijn.

Gebruiksaanwijzing: Loda schoonmaakazijn ontkalkt veilig koffiezetapparaten, theepotten, pannen, aardewerk en serviesgoed. (Niet voor aluminium gebruiken.)

Koffiezetapparaten

- Raadpleeg eerst de gebruiksaanwijzing van het apparaat.
- Altijd goed naspoeien met schoon water.
- Verdun 250 mL ($\frac{1}{4}$ liter) schoonmaakazijn met 750 mL ($\frac{3}{4}$ liter) water.
- Vul hiermee het koffiezetapparaat en zet het aan. Schakel het apparaat uit zodra de helft is doorgelopen.
- Zet het apparaat na 15 minuten weer aan.

- Laat 2x een geheel gevuld reservoir met schoon water doorlopen, voordat er weer koffie wordt gezet.

Loda schoonmaakazijn bevat 8 gram azijnzuur per 100 mL.

De kalkaanslag die met behulp van schoonmaakazijn kan worden verwijderd, is voornamelijk calciumcarbonaat. Bij de reactie van azijn met calciumcarbonaat ontstaat onder andere een gas.

- 1 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt wanneer de kalkaanslag met schoonmaakazijn wordt verwijderd.

Voor gebruik van Loda schoonmaakazijn in koffiezetapparaten wordt op het etiket een voorschrift gegeven om de schoonmaakazijn te verdunnen.

- 2 Bereken de azijnzuurconcentratie (in g per 100 mL) in de verdunde schoonmaakazijn die, volgens het voorschrift op het etiket, in het koffiezetapparaat moet worden geschonken.

Gebruik van schoonmaakazijn op aluminiumoppervlakken wordt ontraden, omdat het aluminium wordt aangetast door zure oplossingen. De reactie die daarbij plaatsvindt, is een redoxreactie waarbij waterstof ontstaat.

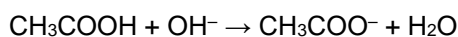
- 3 Geef de vergelijkingen van de halfreacties en leid hieruit de totaalreactie af.

Joris wil dit onderzoeken. Hij voegt een paar stukjes aluminium toe aan schoonmaakazijn en vangt het gas op dat uit het mengsel ontstaat.

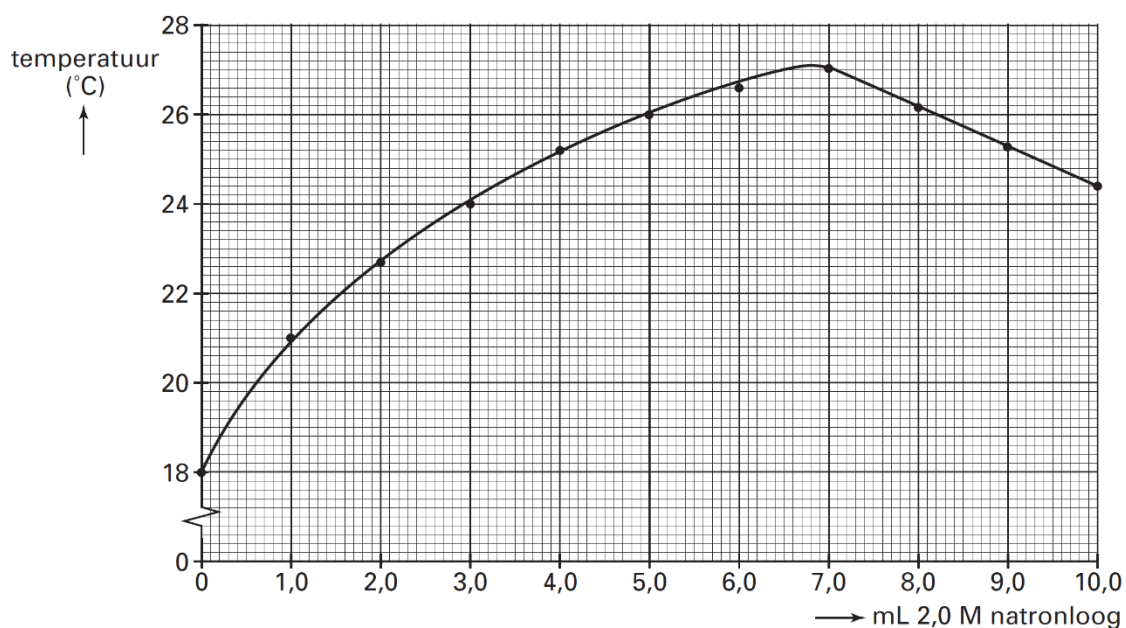
- 4 Beschrijf een proef waarmee je kunt aantonen dat het gas dat is opgevangen, waterstof is. Beschrijf de handelingen en de mogelijke waarneming(en).

Joris krijgt de opdracht om te onderzoeken of de concentratie van het azijnzuur in de schoonmaakazijn voldoet aan de op het etiket opgegeven waarde. Hij voert daartoe het volgende experiment uit.

Aan 10 mL schoonmaakazijn (temperatuur 18 °C) voegt hij met constante snelheid druppels 2,0 M natriumhydroxide (temperatuur 18 °C) toe. Daarbij treedt de volgende reactie op:



Na iedere toevoeging van 1,0 mL leest hij de temperatuur af. Van de resultaten maakt hij onderstaand diagram.

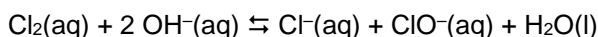


- 5 Leg uit aan de hand van een temperatuurverandering in het diagram of de reactie van azijn met natronloog exotherm of endotherm is.
- 6 Met behulp van het diagram kan Joris vaststellen hoeveel mL 2,0 M natronloog heeft gereageerd met 10 mL schoonmaakazijn. Vervolgens kan hij berekenen hoeveel gram azijnzuur aanwezig is in 100 mL schoonmaakazijn.
- 7 Geef deze berekening.

Redox titraties

Opgave 1 Bleekwater

Bleekwater ontstaat als chloor reageert met natronloog. Het volgende evenwicht stelt zich dan in:



Als aan bleekwater een oplossing van een zuur wordt toegevoegd, ontstaat weer chloor.

- 1 Leg dit uit.

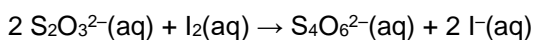
Bleekwater wordt gebruikt als desinfectiemiddel, onder andere in zwembaden. Frans wil het „bleekwatergehalte“ van zwembadwater bepalen. De bepaling die hij uitvoert gaat als volgt:

- het in het zwembadwater aanwezige „bleekwater“ wordt met behulp van zuur omgezet in chloor
- het chloor reageert met kaliumjodide volgens: $\text{Cl}_2(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{aq})$
- de gevormde hoeveelheid jood wordt door titratie bepaald.

Volgens het practicumvoorschrift moet Frans aan een hoeveelheid zwembadwater eerst een overmaat kaliumjodide toevoegen en daarna pas verdund zwavelzuur.

- 2 Leg uit waarom volgens het practicumvoorschrift de leerling eerst kaliumjodide moet toevoegen en daarna pas verdund zwavelzuur en niet omgekeerd.

Vervolgens titreert hij het gevormde jood met een natriumthiosulfaatoplossing. Hierbij treedt de volgende reactie op:



Om het eindpunt van de titratie duidelijk te kunnen waarnemen gebruikt hij een indicator.

- 3 Welke indicator wordt bij dit type titratie vaak gebruikt?

Voor de titratie van 100,0 ml zwembadwater heeft de leerling 2,20 ml 0,0110 molair natriumthiosulfaat-oplossing nodig.

Op grond van dit resultaat berekent hij het „bleekwatergehalte“, uitgedrukt in aantal mmol ionen ClO^- per liter zwembadwater.

- 4 Geef deze berekening.

Opgave 2 Waterstofperoxide

Pim gaat het waterstofperoxidegehalte van een oplossing bepalen. Hij weegt daartoe in een bekeerglas een hoeveelheid van deze oplossing nauwkeurig af. Pim brengt daarna de hoeveelheid oplossing met behulp van een trechter over in een maatkolf.

Na het volledig overbrengen vult Pim de maatkolf aan tot de maatstreep en schudt. Hij pipetteert vervolgens een deel van de oplossing in een erlenmeyer. De oplossing wordt aangezuurd omdat Pim het waterstofperoxide met jodide wil laten reageren. Het jood dat bij deze reactie ontstaat, wil hij daarna gaan titreren.

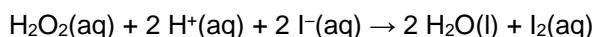
Een probleem bij deze bepaling is echter dat jodide in een zure oplossing ook kan reageren met zuurstof uit de lucht. Dit kan je afleiden uit de plaatsen van de betrokken halfreacties in tabel 48. i

- 1 Geef de betrokken halfreacties en leg uit dat jodide in een zure oplossing kan reageren met zuurstof uit de lucht.

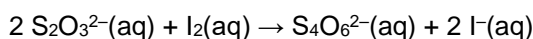
Om er voor te zorgen dat jodide niet reageert met zuurstof uit de lucht, voegt Pim aan de zure oplossing enkele schepjes natriumwaterstofcarbonaat toe.

- 2 Leg uit dat door deze toevoeging het contact tussen zuurstof in de lucht en jodide in de oplossing wordt tegengegaan.

Na het natriumwaterstofcarbonaat voegt Pim een overmaat kaliumjodide aan de oplossing toe. Er treedt nu een reactie op:



Het gevormde jood titreert hij met een oplossing van natriumthiosulfaat. Hierbij treedt de volgende reactie op:



Als de kleur van de oplossing in de erlenmeyer lichtgeel is geworden, voegt hij hieraan een zetmeeloplossing (stijfselwater) toe. Dan titreert hij tot de oplossing juist kleurloos is. De oplossing zou ook zonder toevoeging van zetmeeloplossing kleurloos zijn geworden.

- 3 Geef aan waarom er toch een zetmeeloplossing is toegevoegd.

Bij deze bepaling komt één mol waterstofperoxide overeen met twee mol natriumthiosulfaat.

- 4 Leid dit af.

Toen Pim de bepaling ging uitvoeren, woog hij 2,656 g waterstofperoxide-oplossing af.

Hij verdunde deze hoeveelheid met behulp van een maatkolf tot 100,0 ml oplossing. Van deze verdunde oplossing pipetteerde hij 25,00 ml in een erlenmeyer.

Voor de titratie van het uiteindelijk gevormde jood gebruikte Pim 0,0504 molair natriumthiosulfaatoplossing. Hiervan is 22,66 ml nodig.

- 5 Bereken het massapercentage waterstofperoxide in de door Pim afgewogen waterstofperoxide-oplossing (maak hierbij gebruik van tabel 41).

Opgave 3 Loodmenie

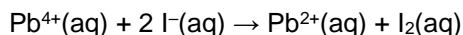
Loodmenie werd nog niet zo lang geleden gebruikt als roestwerend middel in verf. Het bestaat voor het grootste gedeelte uit $\text{Pb}_3\text{O}_4(\text{s})$. De formule Pb_3O_4 kan worden verklaard door aan te nemen dat deze stof, naast oxide-ionen, zowel ionen Pb^{2+} als ionen Pb^{4+} bevat en wel in de verhouding 2:1.

- 1 Wat zou een reden kunnen waarom er loodmenie niet meer als roestwerend middel wordt gebruikt?
- 2 Beredeneer dat de ionen Pb^{2+} en Pb^{4+} in Pb_3O_4 in de verhouding 2 : 1 voorkomen.

Loodoxiden zijn slecht oplosbaar in water. Om de bepaling van het Pb^{4+} gehalte mogelijk te maken, wordt de afgewogen hoeveelheid loodmenie toegevoegd aan een azijnzuuroplossing. Er verloopt dan een reactie waardoor een heldere oplossing ontstaat.

- 3 Geef de vergelijking van de reactie van $\text{Pb}_3\text{O}_4(\text{s})$ met een oplossing van azijnzuur.

Aan de ontstane oplossing wordt een hoeveelheid kaliumjodide toegevoegd waardoor de volgende reactie verloopt:



Het ontstane jood wordt vervolgens getitreerd met een natriumthiosulfaatoplossing.

Bij deze bepaling moet het kaliumjodide in overmaat aanwezig zijn, maar de toegevoegde hoeveelheid hoeft niet nauwkeurig bekend te zijn.

- 4 Leg uit dat de hoeveelheid kaliumjodide die wordt toegevoegd niet nauwkeurig bekend hoeft te zijn.

Bart voert de bepaling uit met 497 mg loodmenie. Voor de titratie gebruikt hij 0,105 molair natriumthiosulfaatoplossing. Hiervan is 8,10 ml nodig.

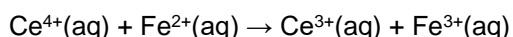
- 6 Bereken het massapercentage Pb^{4+} in de loodmenie.

Opgave 4 Fe(II)ionen bepalen

Je krijgt de opdracht het gehalte aan Fe(II)ionen van een tablet tegen bloedarmoede te bepalen. Je moet deze bepaling uitvoeren met een oplossing van cerium(VI)sulfaat, $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$.

Voor de bepaling los je de tablet op tot 100,0 mL oplossing. Hiervan pipetteer je 25,00 mL in een erlenmeyer en titreer je met de cerium(IV)sulfaatoplossing en een geschikte indicator om het eindpunt van de titratie te bepalen.

Tijdens de titratie vindt de volgende reactie plaats:



Je blijkt 20,85 mL van een 0,0500 molair cerium(IV)sulfaatoplossing nodig te hebben.

- 1 Bereken het aantal mg ijzer(II)ionen in het onderzochte tablet.

Opgave 5 Kratermeer

In de krater van een vulkaan in Indonesië bevindt zich een meer waarin vulkaangas is opgelost. Vulkaangas bevat onder andere zwaveldioxide. Door het oplossen van zwaveldioxide wordt het kratermeer zuur.

Bij de reactie tussen zwaveldioxide (SO_2) en het water van het kratermeer worden vast zwavel (S) en opgelost zwavelzuur gevormd.

- 1 Geef de vergelijking van deze reactie. Maak hierbij gebruik van het gegeven dat uit drie mol SO_2 één mol S wordt gevormd.

De pH van het kratermeer van de vulkaan bedraagt 0,5.

- 2 Geef de $[\text{H}^+]$ in dit kratermeer.

De bevolking in de buurt van de vulkaan leeft van het verzamelen van zwavel.

Per dag reageert 85 ton zwaveldioxide met het water van het kratermeer.

- 3 Bereken hoeveel ton zwavel per dag wordt gevormd uit de reactie van zwaveldioxide met het water uit het kratermeer (1,0 ton = $1,0 \cdot 10^3$ kg). Maak hierbij gebruik van het gegeven dat uit drie mol SO_2 één mol S wordt gevormd.

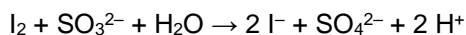
Aan de buitenkant van de vulkaan zijn grote witte gebieden te zien. Dit witte kleur is van gips. Gips ontstaat door het optreden van opeenvolgende processen. Eerst reageert calciumcarbonaat uit de bodem van het kratermeer met H^+ ionen van het zure water. Hierdoor ontstaan grote gasbellen die aan het wateroppervlak vrij komen.

- 4 Geef de reactievergelijking voor het ontstaan van het gas door de reactie van calciumcarbonaat met H^+ ionen van het zure water.

Het water van het kratermeer dat rijk is aan calciumionen en sulfaationen lekt voortdurend langzaam weg door de wand van de vulkaan. Op de buitenkant van de vulkaan ontstaat vervolgens door verdamping van het water vast gips.

- 5 Geef de formule van gips. Maak hierbij gebruik van Binas-tabel 66A.

De concentratie zwaveldioxide in het vulkaangas is een maat voor de activiteit van de vulkaan. Hiervoor bepaalt men regelmatig de concentratie zwaveldioxide in het vulkaangas. Het opgevangen zwaveldioxide wordt daarbij omgezet in sulfietionen. Bij deze omzetting ontstaat één mol SO_3^{2-} uit één SO_2 . De hoeveelheid sulfietionen wordt bepaald door een reactie met joodwater. Joodwater is een oplossing van I_2 in water. De vergelijking van deze redoxreactie is:



In een buis met natriumhydroxide-oplossing werd $0,60 \text{ dm}^3$ vulkaangas opgevangen. Er bleek $17,95 \text{ mL}$ $0,012 \text{ M}$ joodwater nodig te zijn om volledig te reageren met de sulfietionen in deze oplossing.

- 5 Bereken hoeveel mol sulfietionen heeft gereageerd met het toegevoegde joodwater.
- 6 Bereken hoeveel gram zwaveldioxide per dm^3 opgevangen vulkaangas aanwezig was. Maak hierbij gebruik van het gegeven dat één mol SO_3^{2-} is ontstaan uit één mol SO_2 .