

Kwantitatief onderzoek: Bleekwater



Leerling 1:

Leerling 2:

Klas: 5 vwo

Docent:

Datum proefuitvoering: Donderdag 30 November 2017

Uiterlijke inleverdatum: Vrijdag 8 December 2017

Inhoudsopgave

Inleiding	3
Theorie	5
Kleur	9
Benodigdheden	12
Werkwijze/proefbeschrijving	12
Resultaten/waarnemingen	13
Uitwerkingen/Berekeningen	15
Conclusie/discussie	17
Literatuurlijst	18

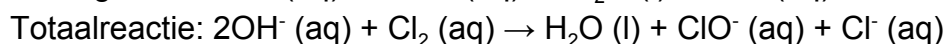
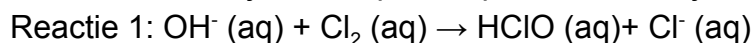
Inleiding

Bleekwater, ook wel bleekloog of verdunde bleek genoemd, is een veelgebruikt schoonmaakmiddel. Bleekwater dankt zijn schoonmakende werking aan het feit dat het een vrij sterk oxiderend vermogen heeft en daardoor een goed desinfecterend vermogen heeft. Ook kan bleekwater kleurstoffen oxideren waardoor het een blekende werking heeft.

Bleekwater is een mengsel van NaCl en NaClO. De actieve deeltjes in het bleekwater zijn de NaClO deeltjes.

Bleekwater wordt geproduceerd door een waterige oplossing van NaCl te onderwerpen aan elektrolyse. Onder normale omstandigheden ontstaat er dan natronloog, NaOH, en dichloor, Cl₂. Wanneer deze twee producten onder lage temperatuur samengevoegd worden zal er NaClO en NaCl ontstaan.

De reacties die tijdens dit proces plaatsvinden zijn:



In het ClO⁻ - ion heeft het chloor de lading 1⁺, totale lading= 1⁺ + 2⁻= 1⁻, terwijl in het Cl⁻ - ion het chloor de lading 1⁻ heeft. Dit is het gevolg van een autoredoxreactie, een reactie waarbij in dit geval het ene chlooratoom het elektron van de ander pakt, en ontstaat er dus een positief en een negatief ion. Bij een autoredoxreactie kan een deeltje zowel geoxideerd als gereduceerd worden.

Andere doeleinden voor bleekwater zijn: algengroei en wieren vorming tegen te gaan, voor scheikundige doeleinden en als desinfecterend middel. De molariteit van bleekwater is belangrijk voor de doeleinden. De concentratie van het bleekwater wordt vaak uitgedrukt in hoeveel gram Cl₂ dat 100 ml van het originele bleekwater kan leveren. Dit Cl₂ ontstaat tijdens een reactie tussen de werkzame stof ClO⁻ en H⁺. Het gehalte werkzaam chloor is dus een maatstaf om te bepalen voor welk doeleinde een soort bleekwater geschikt is.

Doel:

Het doel van deze proef is onderzoeken hoeveel gram werkzaam chloor 100 ml van het oorspronkelijke bleekwater kan leveren.

Hypothese:

Op de fles staat aangegeven: NaClO<5%, oftewel er zou minder dan 5% NaClO aanwezig zijn in het bleekwater. Er staat niet aangegeven op het etiket of het om

massa- of volume-procenten gaat, wij gaan ervan uit dat het om een massaprocent gehalte gaat. Wij verwachtten dus dat ons bleekwater voor minder dan 5% uit NaClO bestaat.

De dichtheid die wij hebben gemeten van bleekwater was 100ml=101,5 gram. Waarschijnlijk zal de dichtheid van het bleekwater nagenoeg hetzelfde zijn als die van water aangezien het grotendeels water is. Wij gaan er dan ook van uit dat de dichtheid 1,00 g/ml is en dat wij op een iets hogere waarde uitgekomen zijn door een meetfout.

De hoeveelheid werkzaam chloor die bleekwater kan leveren met een NaClO concentratie van 5% zal overeenkomen met $0,05 \cdot 100 \cdot \frac{70,906}{74,44} = 4,8$ g/100 ml. Wij verwachtten dus dat de hoeveelheid werkzaam chloor dat het door ons te onderzoeken bleekwater kan leveren minder dan 4,8 g/100 ml is.

Theorie

Het doel van deze proef is berekenen hoeveel gram chloor 100ml van het oorspronkelijke bleekwater kan leveren. Dit heet het gehalte “werkzaam chloor”.

Bleekwater is een oplossing van natriumhypochloriet (NaClO) en natriumchloride in water. Wanneer er aan bleekwater een overmaat zuur wordt toegevoegd vindt er de volgende reactie plaats: $\text{ClO}^- (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq}) + 2\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) \rightarrow 3\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{Cl}_2 (\text{g,aq})$.

Het ontstane chloor kan dus zowel in de oplossing opgelost blijven of ontsnappen als gas.

Dit kan gevaarlijk zijn wanneer er in grote mate chloorgas ontsnapt. Dit komt doordat chloorgas een giftige stof is die irriterend is voor menselijke weefsels en brandwonden kan veroorzaken. Verder kan chloorgas acuut dodelijk zijn. Gelukkig komt in de natuur vrijwel geen chloorgas voor omdat het zeer reactief is, een gevolg hiervan is dat chloorgas aan organische stoffen kan binden wat schadelijke gevolgen heeft.

Deze proef zou heel simpel uitgevoerd kunnen worden door meteen een sterk zuur met bekende molariteit te titreren met het bleek maar dan ontstaat er dus $\text{Cl}_2(\text{g})$ wat vrijkomt, en doordat we er geen stop tegelijkertijd tijdens het titreren op kunnen plaatsen is dit dus geen optie.

Wanneer men bleekwater gebruikt in combinatie met een reinigingsmiddel dat een zuur bevat zou dus ook de hierboven genoemde reactie plaatsvindt, gevolgen zijn dat er chloorgas vrij kan komen wat zeer schadelijk kan zijn. Dit is overigens ook het geval wanneer men meteen gebruik maakt van een pas met bleek schoongemaakte wc aangezien urine ook zuur is.

Het gehalte werkzaam chloor gaan we bepalen met behulp van een redoxtitratie. Dit doen we door tegelijkertijd met een overmaat zuur een overmaat kaliumjodide toe te voegen aan verdund bleekwater. Het overmaat zuur levert de H_3O^+ deeltjes voor de 1e reactie en het kaliumjodide de I^- deeltjes nodig voor de 1e redoxreactie.

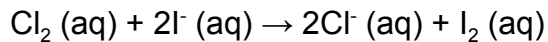
Oplosreactie kaliumjodide: $\text{KI} (\text{s}) \rightarrow \text{K}^+ (\text{aq}) + \text{I}^- (\text{aq})$.

Doordat er dan dus I^- in het verdunde bleekwater beland kan de volgende redoxreactie plaatsvinden met het Cl_2 dat is ontstaan door de toevoeging van het zuur.

Halfreactie Oxidator: $\text{Cl}_2 (\text{aq}) \rightarrow 2\text{Cl}^- (\text{aq}) + 2\text{e}^-$

Halfreactie Reductor: $2\text{I}^- (\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{I}_2 (\text{aq})$

Totaalreactie redoxreactie:



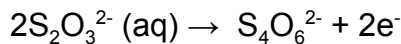
Vervolgens titreren we de ontstane oplossing met een natriumthiosulfaat-oplossing van bekende molariteit.

Oplosreactie natriumthiosulfaat: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 (\text{S}) \rightarrow 2\text{Na} (\text{aq}) + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} (\text{aq})$

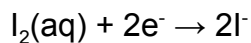
Het thiosulfaat dat dan in de oplossing aanwezig is zal reageren als reductor met het jood in de eerder ontstane oplossing.

Er vinden dan de volgende halfreacties plaats:

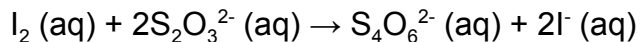
Halfreactie van Reductor:



Halfreactie van Oxidator:



De totaalreactie van deze redoxreactie is dan:



-Merk op dat alleen I_2 en niet I^- reageert met het thiosulfaat, dit was weer direct ontstaan uit een reactie tussen I^- en Cl_2 (werkzaam chloor).

Het gehalte werkzaam chloor en het gehalte aanwezige I_2 staan dus met elkaar in verband. Ook staat het gehalte aanwezige I_2 en de toegevoegde hoeveelheid natriumthiosulfaatoplossing met elkaar in verband, er wordt namelijk natriumthiosulfaatoplossing getitreerd totdat al het I_2 weggereageerd is.

Dit omslagpunt nemen we waar doordat het aanwezige I_2 in de oplossing, de oplossing een gele kleur geeft. Zodra de oplossing kleurloos is, is er geen I_2 meer aanwezig en is dus alles weggereageerd. Om dit omslagpunt nauwkeuriger waar te nemen voegen we wanneer de joodoplossing een licht gele kleur heeft gekregen een stijfseeloplossing toe wat de oplossing een diep blauwe kleur geeft, welke weer verdwijnt nadat al het I_2 gereageerd heeft.



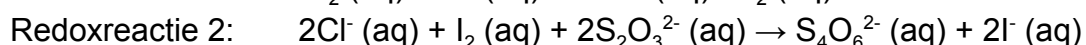
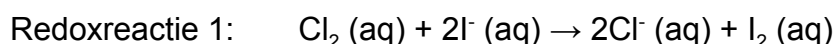
Deze indicator is erg geschikt voor het aantonen van jood aangezien er zo een kenmerkende kleur ontstaat, die ineens verdwijnt bij de nobile toevoeging van natriumthiosulfaat-oplossing, waardoor het omslagpunt zeer gemakkelijk en precies waar te nemen is. Hierdoor komt men op nauwkeurigere waardes uit.

-Weergave van het druppelen van I_2 in een stijfseeloplossing waarbij de kenmerkende kleur ontstaat.

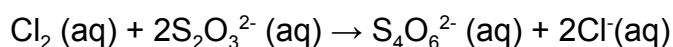
Door de hoeveelheid toegevoegde natriumthiosulfaatoplossing af te lezen kan men berekenen hoeveel mol natriumthiosulfaat is toegevoegd, en dus hoeveel mol thiosulfaat met I_2 heeft gereageerd.

Hiermee kan er weer berekend worden hoeveel mol I_2 uit Cl_2 is ontstaan, en dus hoeveel Cl_2 er aanwezig was in de aangezuurde oplossing van bleekwater.

Als we de plaatsgevonden reacties, die van belang zijn voor de berekening van het gehalte werkzaam chloor, samenvatten krijgen we de volgende totaalreactie.



Totaalreactie:



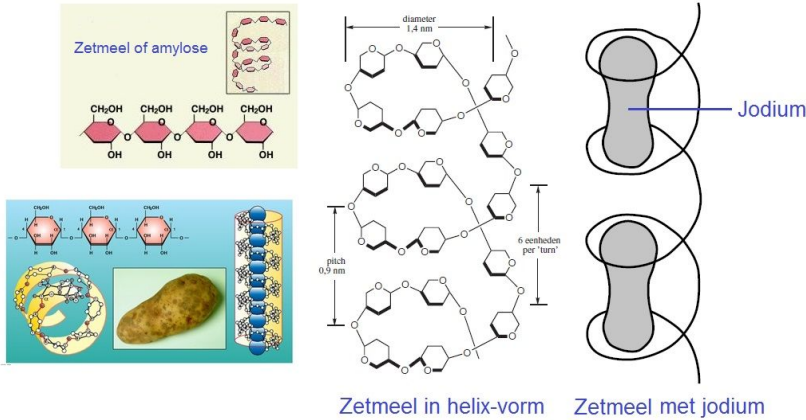
Met behulp van deze reactie valt eenvoudig met behulp van één berekening uit de toegevoegde hoeveelheid natriumthiosulfaat het aanwezige werkzaam chloor te berekenen.

Let er dan wel op dat deze totaalreactie (voornamelijk) alleen plaats kan vinden als er jood aan het geheel toegevoegd is, anders kunnen de deelreacties namelijk niet plaatsvinden en dus ook niet het geheel.

De jodide-oplossing is dus in dit geval de katalysator van de totaalreactie, zonder deze stof zal hij niet optreden, of in ieder geval vele malen trager.

Kleur

Jodium/amylose complex.



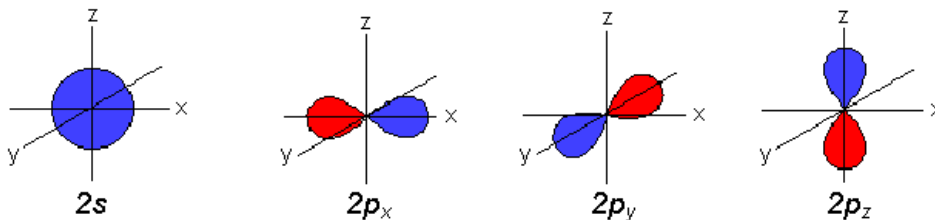
Een ander woord voor zetmeel is amylose. Zetmeel is opgebouwd uit een keten glucose moleculen. Zo'n keten glucose moleculen vouwt zich op tot een helix. In deze helix zit een centrale holte. Jodium "nestelt" zichzelf in deze ruimte in de helix. De plaatsing van jodium in de centrale holte van het zetmeel zorgt voor de diepblauwe of zelfs zwarte kleuring.

Een stijfseloplossing(zetmeel) toegevoegd aan een joodoplossing geeft een diep blauwe kleur. Dit komt doordat het aanwezige jood een verbinding aangaat met het zetmeel. Zetmeel heeft een enkelvoudige-helix structuur, hertussen zit precies genoeg ruimte voor de aanwezige I_2 moleculen, waartussen deze dus ook gaan zitten. Deze ontstane jodium-zetmeel complexen hebben deze kenmerkende blauwe kleur.

- Dit is overigens maar een model, de werkelijkheid is een stuk ingewikkelder.

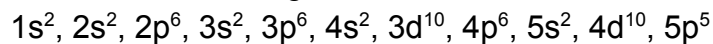
De I_2 moleculen in het zetmeel vormen overigens lange ketens van I-atomen.

Een orbitaal is de golffunctie die het gebied beschrijft waar een elektron zich voor 90% van de tijd bevindt. Het elektron zal soms lichtelijk afwijken van deze functie, maar het zal overigens nooit in de kern bevinden. Er zijn 4 soorten orbitalen, s-orbitalen, p-orbitalen, d-orbitalen en f-orbitalen. Een s-orbitaal bestaat uit 1 suborbitaal, een p-orbitaal uit 3, een d-orbitaal uit 5, een f-orbitaal uit 7. Elk suborbitaal kan maximaal 2 elektronen bevatten.



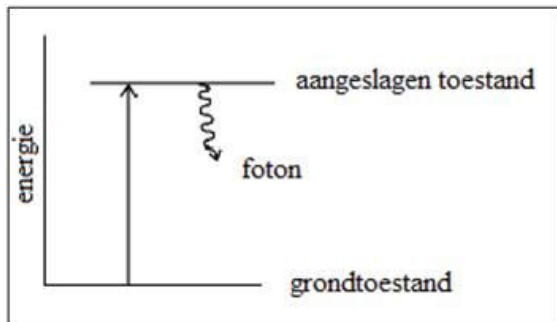
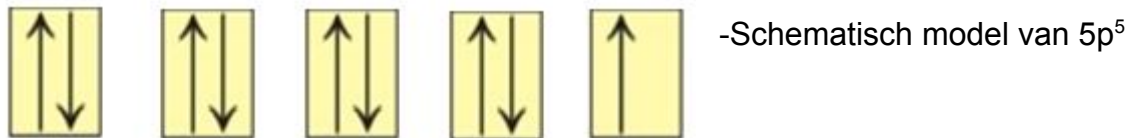
-Model van het orbitaal 2s en de suborbitalen sp_x, 2p_y en 2p_z

De elektronen configuratie van een I -aatom luidt:



Het $5p^5$ orbitaal mist dus 1 elektron voor een vol orbitaal, hierdoor zullen I

-moleculen met elkaar binden en samen twee elektron delen waardoor er I_2 ontstaat.



Elektromagnetische straling, dus ook licht, wordt uitgezonden wanneer een elektron dat zich in een hoger energieniveau bevindt dan zijn originele energieniveau (bevindt zich in aangeslagen toestand) weer terugvalt naar zijn grondtoestand.

De energie die dit foton dan bevat is gelijk aan het verschil in energieniveau tussen de aangeslagen toestand en de grondtoestand. Dit verschil, ΔE , hangt af van de desbetreffende stof en andere stoffen die invloed uit kunnen oefenen op deze stof. (In ons geval zetmeel en I_2)

Doordat er niet ten alle tijden alle orbitalen van I -atomen volledig gevuld zijn met elektronen kan er een elektron van het ene suborbitaal van $5p^5$ overgaan naar het suborbitaal waar maar 1 elektron in zit, het aanbrengen van aangeslagen toestand.

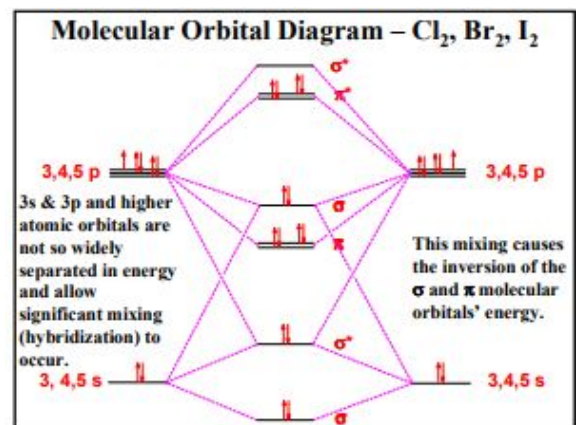
Dit elektron zal na verloop van tijd weer terugvallen naar zijn originele suborbitaal met een lager energieniveau. Het energieverschil tussen deze 2 suborbitalen komt vrij bij het terugvallen van het elektron, naar het suborbitaal met een lager energieniveau, in de vorm van licht.

Het elektron wordt in aangeslagen toestand gebracht door de fotonen van het licht, die op dit atoom vallen, met dezelfde energie als dit energieniveau (deels). De energie van de overige fotonen worden (deels) geabsorbeerd als warmte. Er zal altijd wat licht met andere frequenties uitgezonden worden dan dit energieniveau. Ook kan het elektron in aangeslagen toestand gebracht worden door andere vormen van toegevoegde energie. Een voorbeeld hiervan is een gloeilamp die licht uitzendt door middel van het opwarmen van een draadje.

Overigens komt er in de praktijk vaak I⁻ voor, deze heeft zijn suborbitalen wel compleet vol en is dus kleurloos doordat een elektron niet in aangeslagen toestand kan komen en dus ook niet kan terugvallen naar zijn grondtoestand en een foton uitzenden. Dit is ook waar te nemen wanneer men naar een I⁻ oplossing kijkt, of bijvoorbeeld kaliumjodide. (kalium heeft ook zijn suborbitalen compleet vol).



Aangezien I₂ uit meer dan 1 atoom bestaat kunnen we dus niet afzonderlijk kijken naar de orbitalen van 1 van deze atomen. We moeten dan kijken naar de orbitalen van het geheel. Deze worden ook wel moleculaire orbitalen genoemd of *hybrid orbitals*. Er ontstaat dan een veel complexere structuur tussen de 2 I -atomen waarbij bepaalde (sub)orbitalen van de stoffen overlappen en ze dus het benodigde aantal elektronen delen.



Het principe met het reflecteren van licht door middel van een elektron dat in aangeslagen toestand komt en terugvalt naar zijn grondtoestand waarbij licht vrijkomt blijft hetzelfde.

Doordat het I₂ "ingesloten" wordt door het zetmeel veranderd het gemiddelde verschil in energieniveau tussen de suborbitalen, die niet verzadigd zijn en die wel verzadigd zijn, in de oplossing. Dit komt doordat het zetmeel een I₂ een invloed uitoefend op elkaar.

De blauwe kleur wordt veroorzaakt doordat het energieniveau tussen de sub-orbitalen van het complex dezelfde waarde heeft als de energie die een lichtgolf die een diepblauwe kleur weergeeft heeft.

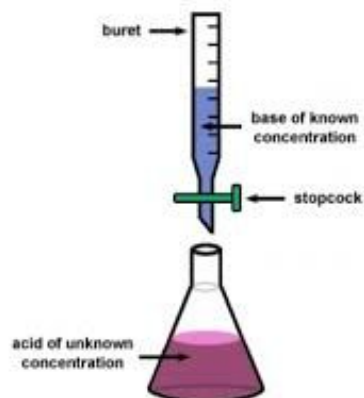
Frequentie blauw licht ligt tussen 603 en 660 Thz. Het gemiddelde energieverval van de jood-zetmeel complexen tussen de sub-orbitalen van de stof is dan

$$\text{ongeveer: } E = f \cdot h = \frac{668+606}{2} \cdot 10^{12} \cdot 6.626 \times 10^{-34} = 4.2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Het energieverval tussen de suborbitalen van de jood-oplossing lag een stuk lager. Een jood-oplossing heeft een bruine kleur en de bijbehorende frequentie ligt lager dan die van blauw licht. De fotonen die een jood-oplossing uitzenden hebben dus een lagere frequentie en bevatten dus ook minder energie en zal dus het verschil tussen de aangeslagen toestand en grondtoestand van een I₂-oplossing lager liggen.

Benodigheden

- Bleekwater
- Gedestilleerd water
- Natriumthiosulfaat-oplossing 0,1000M
- Erlenmeyer (3)
- Rubberstop (3)
- Zwavelzuur 2M
- Stijfseloplossing
- Kaliumjodide
- Maatkolf(100ml)
- Buret
- Maatpipet(10,0 ml)



Werkwijze/proefbeschrijving

- Pipetteer 10 ml bleekwater nauwkeurig in een maatkolf van 100 ml.
- Vul de maatkolf aan met water tot aan de 100ml streep.
- Pipetteer 10,00 ml van het verdunde bleekwater in een erlenmeyer met een rubberstop.
- Voeg 50 ml water, 8 ml 1M kaliumjodide en 20ml 2M zwavelzuur toe. Sluit de erlenmeyer dan onmiddellijk met behulp van de rubberstop.
- Laat het mengsel 2 minuten staan, en schud het af en toe.
- Vul een buret met 0,1000M natriumthiosulfaat-oplossing
- Titreer daarna met de natriumthiosulfaat-oplossing. Voeg enkele druppels stijfsel-oplossing toe (totdat de kleur van de oplossing dusdanig veranderd is) als de oplossing lichtgeel is geworden.
Titreer verder tot de vloeistof kleurloos is, stop pas als de oplossing minimaal 15 seconden kleurloos is terwijl de erlenmeyer gezwenkt wordt. Als de oplossing na het zwenken weer zijn kleur krijgt ga dan door totdat de oplossing geheel kleurloos is.
- Voer de bovenstaande stappen nog eens 2x uit zodat je in totaal 3x getitreerd hebt.

Resultaten/waarnemingen

Tijdens het titreren zagen we de donkergele kleur van de joodoplossing langzaam lichter worden. Dit was het moment waarop we een stijfseloplossing aan de joodoplossing hebben toegevoegd. De oplossing kreeg hierdoor een wat donkere kleur (zie afbeelding). We gingen door met titreren totdat de oplossing kleurloos werd, en dus al het aanwezige jood weg was gereageerd.

De oplossing kreeg niet de kenmerkende diep blauwe kleur van een aan jood- toegevoegde zetmeeloplossing, maar dus een wat donkere kleur dan een normale joodoplossing. Dit kwam doordat om het zetmeel houdbaar te maken er azijnzuur aan de stijfseloplossing is toegevoegd waardoor het geheel een andere invloed had op de kleur dan een reguliere zetmeeloplossing. Dit kan komen doordat er een reactie plaatsvindt met het azijnzuur of doordat het energieverval tussen de suborbitale minder is geworden door de invloed van het azijnzuur.



Het omslagpunt was nog steeds gemakkelijk waar te nemen doordat er nog steeds een diepe kleur ontstond die plots verdween.

Het zwenken zorgde er overigens voor dat we niet veel te vroeg een omslagpunt konden waarnemen, doordat op de plek waar de natriumthiosulfaat-oplossing in de erlenmeyer komt meteen al het I_2 wegreacteert en dus de oplossing kleurloos wordt. Het zwenken zorgt ervoor dat de oplossing goed gehomogeniseerd blijft en overal dezelfde concentratie stoffen aanwezig zijn.

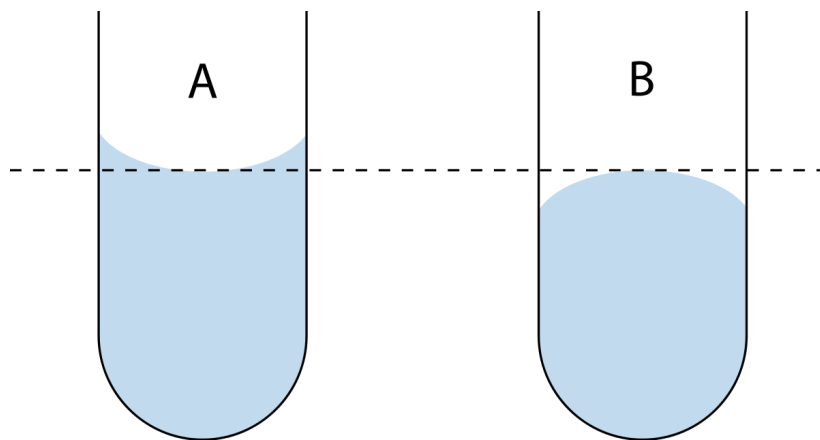
De resultaten van de titraties zijn als volgt:

Titratie	Beginstand	Eindstand	Toegevoegd
Titratie 1	0,9 ml	4,1 ml	3,2 ml
Titratie 2	4,1 ml	7,1 ml	3,0 ml
Titratie 3	7,1 ml	10,1 ml	3,0 ml
Titratie 4	10,1 ml	13,1 ml	3,0 ml
Titratie 5	13,1 ml	16,1 ml	3,0 ml

We hebben de titratie meer dan 3 keer uitgevoerd aangezien we de 1e 2 titraties hebben moeten verwerpen. Dit moesten we aangezien we bij de 1e en 2e titratie na het toevoegen van de zetmeeloplossing meteen een kleurloze oplossing kregen. Dit was het gevolg van een fout in de uitvoering van de titraties doordat we te snel natriumthiosulfaat toegevoegd hadden en niet eerst de oplossing goed te laten homogeniseren.

De gemiddelde toegevoegde hoeveelheid natriumthiosulfaat is dus 3,0 ml.

We hebben de meetwaardes als volgt uit de buret afgelezen:



De Gestippelde streep stelt in de gevallen links voor welke waarde afgelezen zou moeten worden.

Bij natriumthiosulfaat was het het geval dat de oplossing in de buret een dal vormde, dus zoals weergegeven bij A in de afbeelding.

We lazen de waardes af door de desbetreffende meniscus op ooghoogte te stellen.

Uitwerkingen/Berekeningen

We hebben gemiddeld 3,0 ml natriumthiosulfaat gebruikt om al het I₂ weg te laten reageren in 10 ml 10x verdund bleekwater (10,0 ml bleekwater & 90,0 ml water). In de door ons verdunde getitreerde bleekwater oplossing was dus steeds 1,0 ml origineel bleekwater aanwezig.

De molariteit van het door ons gebruikte natriumthiosulfaat is 0,1000 M. De toegevoegde hoeveelheid mol natriumthiosulfaat luidt:

1,0 Liter	0,1000 Mol
$3,0 \cdot 10^{-3}$ Liter	X Mol

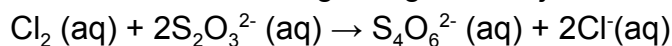
$$X = 3,0 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,1000}{1,0} = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol natriumthiosulfaat toegevoegd.}$$

De oplosvergelijking van natriumthiosulfaat luidt:



De molverhouding tussen natriumthiosulfaat en thiosulfaat is 1:1 dus we hebben ook $3,0 \cdot 10^{-4}$ mol thiosulfaat toegevoegd.

De reactie die het Cl₂ (werkzaam chloor) aan ging met het toegevoegde thiosulfaat onder invloed van toegevoegd kaliumjodide luidt:



De molverhouding tussen het Cl₂ en thiosulfaat is 1:2, dus is er $3,0 \cdot 10^{-4} / 2 = 1,5 \cdot 10^{-4}$ mol Cl₂ gereageerd.

De molaire massa van Cl₂ is: 70,906 g/mol

Er is dus steeds:

1 mol	70,906 gram
$1,5 \cdot 10^{-4}$ mol	X gram

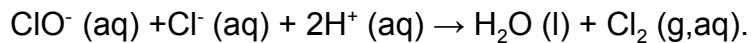
$$X = 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{70,906}{1} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ gram werkzaam chloor gereageerd.}$$

Dit was steeds in 1,0 ml origineel bleekwater

In 100 ml origineel bleekwater zal dus $1,1 \cdot 10^{-2} \cdot 100 = 1,1$ gram werkzaam chloor aanwezig zijn.

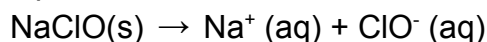
Als we dit vergelijken met onze hypothese van minder dan 4,8 gram leverbaar Cl₂ per 100 ml bleekwater komen we wel erg laag uit, maar het komt wel overeen.

De reactievergelijking waaruit Cl_2 werd gevormd door het toevoegen van een overmaat zuur luidt:



Molverhouding $\text{Cl}_2:\text{ClO}^- \rightarrow 1:1$ dus er was $1,5 \cdot 10^{-4}$ mol ClO^- aanwezig in 1,0 ml van het originele bleek.

Oplosreactie NaClO luidt:



Molverhouding $\text{NaClO}:\text{ClO}^- \rightarrow 1:1$. Er was dus ook $1,5 \cdot 10^{-4}$ mol NaClO aanwezig in 1,0 ml van het originele bleek.

1,0 ml origineel bleek = 1,0 gram

$1,5 \cdot 10^{-4}$ mol	X gram
1 mol	74,44 gram

$$X = 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{74,44}{1} = 1,1 \cdot 10^{-2}$$

$1,5 \cdot 10^{-4}$ mol natriumhypochloriet = $1,1 \cdot 10^{-2}$ gram in 1,0 gram origineel bleekwater.

Het massapercentage is dan: $1,1 \cdot 10^{-2} / 1 \cdot 100\% = 1,1\%$.

Tijdens de berekeningen hoefden we overigens niet rekening te houden met het feit dat de molariteit van zwavelzuur in 1 significant cijfer was gegeven (2M) aangezien we toch een overmaat zuur hebben toegevoegd en al het ClO^- weg gereageerd heeft en het dan verder niet uitmaakt of er nog 0,01 of 0,02 mol H_3O^+ in de oplossing overblijft bij wijze van spreken. Hetzelfde geldt voor de molariteit van het kaliumjodide.

Conclusie/discussie

Onze conclusie is dat 100 ml van het oorspronkelijke bleekwater 1,1 gram werkzaam chloor(Cl_2) kan leveren.

Deze waarde vinden we echter wel zeer laag vergeleken met wat er op het etiket staat. Wij kwamen neer op een massapercentage van 1,1%, en op het etiket staat dat het aanwezige natriumhypochloriet minder is dan 5,0%.

Het feit dat wij op een zo laag gehalte natriumhypochloriet uitkomen is toe te wijten aan het feit dat de flessen bleekwater al een geruime tijd open stonden.

Hierdoor is de werkzame stof, natriumhypochloriet al flink afgenomen in vergelijking met wat er maximaal in het bleekwater had kunnen zitten. Dit komt doordat het natriumhypochloriet door de fles heen gediffundeerd is, of doordat er Cl_2 is ontstaan wat als gas is ontsnapt bij het steeds heropenen van de fles bleekwater.

Verder kan het ook zijn dat wij op een zoveel lager massapercentage uitkomen doordat er misschien bij de reactie tussen het bleekwater en het overmaat zuur Cl_2 in gasvorm vrij gekomen kan zijn en is ontsnapt. Alhoewel het feit dat we een rubberen stop op de erlenmeyer hebben gedaan direct na het toevoegen van het zuur aan de bleek oplossing kan er toch nog een beetje Cl_2 vrijgekomen zijn. Dit zou onder andere het geval kunnen zijn in de tijd die tussen het toevoegen van het zuur en het dichtdoen van de erlenmeyer zat, en bij het verwijderen van de rubberstop.

Literatuurlijst

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Dichloor>

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Bleekloog>

<https://www.lenntech.nl/processen/desinfectie/chemisch/desinfectiemiddelen-natriumhypochloriet.htm>

[https://nl.wikipedia.org/wiki/Jodium_\(element\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Jodium_(element))

https://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_orbital

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Orbitaal>

https://nl.wikipedia.org/wiki/Moleculair_orbitaal

[https://nl.wikipedia.org/wiki/Hybridisatie_\(scheikunde\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Hybridisatie_(scheikunde))

https://en.wikipedia.org/wiki/Orbital_hybridisation