

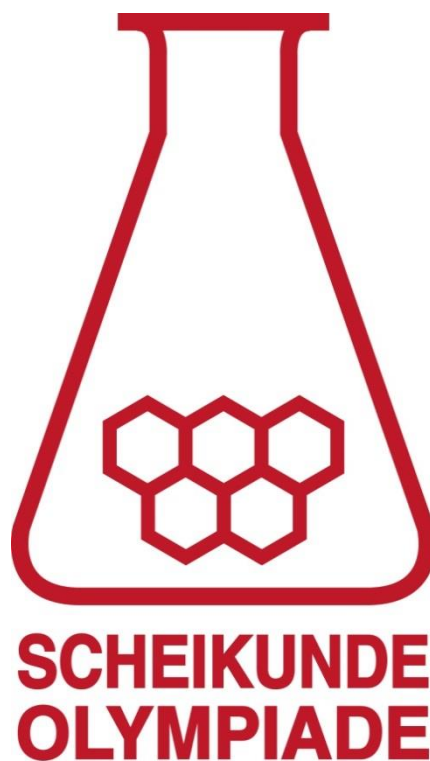
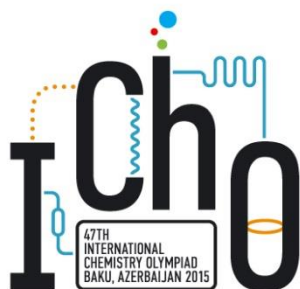
# 36<sup>e</sup> Nationale Scheikundeolympiade

YARA

Sluiskil

## PRACTICUMTOETS

dinsdag 9 juni 2015



De experimenten voor deze toets zijn voorbereid door:  
Bart van den Brande  
Cindy Ducheine  
Dimitri Overmeire  
An Stevens - Bart  
Jan van de Wege

Het NSO comité:  
Johan Broens  
Martin Groeneveld  
Peter de Groot  
Emiel de Kleijn

De NSO opgavengroep

De eindredactie was in handen van:  
Kees Beers

## Aanwijzingen/hulpmiddelen

- Deze practicumtoets bestaat uit twee geïntegreerde onderdelen:
  - De bepaling van de hardheid van Zeeuws Vlaams leidingwater;
  - Een kinetisch onderzoek naar de oxidatie van jodide door  $\text{Fe}^{3+}$ .
- Na 4 uur eindigt de practicumtoets. Binnen deze tijd moeten:
  - de bijgevoegde antwoordbladen zijn ingevuld;
  - alle vragen zijn beantwoord.
- Na afloop van de hele practicumtoets, als je alles hebt ingeleverd, moet het glaswerk nog worden schoongemaakt en opgeruimd.
- De maximumscore voor de gehele practicumtoets bedraagt 80 punten.
- De score wordt bepaald door:
  - praktische vaardigheid, netheid, veiligheid maximaal 20 punten
  - resultaten van de titraties en het kinetisch onderzoek en beantwoorden van vragen maximaal 60 punten
- Benodigde hulpmiddelen: (grafische) rekenmachine, lineaal/geodriehoek en Binas.
- Lees eerst de inleiding en alle opdrachten door en begin daarna pas met de uitvoering.

### Extra:

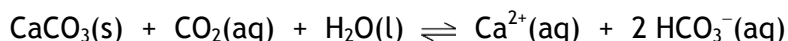
- Dit is een toets; het is niet toegestaan te overleggen met andere deelnemers.
- Wanneer je een vraag hebt, dan kun je deze stellen aan de begeleider.
- Mocht er iets niet in orde zijn met je glaswerk of apparatuur, meld dit dan bij de begeleider zodra je het ontdekt. Leen geen spullen van je buurman!

## Experiment 1 Bepaling van de hardheid van Zeeuws Vlaams leidingwater(40 punten)

### Inleiding

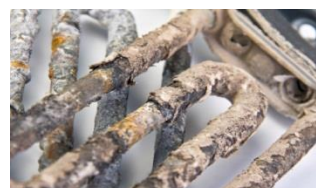
Hard water is water met een grote minerale inhoud. Dit in tegenstelling tot zacht water. Hard water herbergt vooral een hoge concentratie aan calcium- en magnesiumionen, evenals andere ionen zoals bicarbonaat (waterstofcarbonaat,  $\text{HCO}_3^-$ ) en sulfaat.

De aanwezigheid van calciumionen wordt veroorzaakt door kalksteen ( $\text{CaCO}_3$ ) en krijt ( $\text{CaSO}_4$ ). Magnesiumionen komen vaak via dolomiet ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) in het water terecht. Calciumcarbonaat is slecht oplosbaar, maar wanneer het water opgelost koolstofdioxide bevat, lost calciumcarbonaat op, onder vorming van bicarbonaat. Er stelt zich een evenwicht in:



Hard water heeft bepaalde nadelen:

- er ontstaat kalkaanslag op verwarmingsapparaten;
- vanwege het ontstaan van kalkzeep is er een hoger verbruik van wasmiddelen.



Men onderscheidt een aantal soorten hardheid:

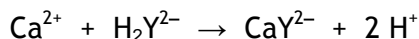
- de totale hardheid: het totaal van de calcium- en magnesiumionen in het water;
- de tijdelijke hardheid: de hoeveelheid calcium- en magnesiumionen die uit het water verdwijnt bij koken;
- de permanente hardheid: de hoeveelheid calcium- en magnesiumionen die overblijft na koken van het water;
- de totale calciumhardheid: het totaal van de calciumionen in het water;
- de tijdelijke calciumhardheid: de hoeveelheid calciumionen die uit het water verdwijnt bij koken;
- de permanente calciumhardheid: de hoeveelheid calciumionen die overblijft na koken van het water.

De hardheid van water kan op een aantal manieren worden uitgedrukt:

- in Duitse hardheidsgraden ( $^{\circ}\text{D}$ ): water met een hardheid van  $1,00^{\circ}\text{D}$  bevat een hoeveelheid  $\text{Ca}^{2+}$  en/of  $\text{Mg}^{2+}$  equivalent aan  $10,0 \text{ mg CaO}$  per liter;
- in Franse hardheidsgraden ( $^{\circ}\text{F}$ ): water met een hardheid van  $1,00^{\circ}\text{F}$  bevat een hoeveelheid  $\text{Ca}^{2+}$  en/of  $\text{Mg}^{2+}$  equivalent aan  $10,0 \text{ mg CaCO}_3$  per liter.

### Principe van de bepaling

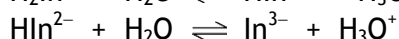
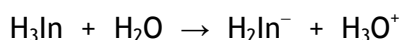
EDTA is een tetracarbonsuur dat kan worden weergegeven met  $\text{H}_4\text{Y}$ . Omdat EDTA stabiele complexen kan vormen met de meeste metaalionen, wordt het veel gebruikt in zogenoemde complexometrische titraties bij de bepaling van deze metaalionen. In zulke titraties wordt het EDTA gebruikt als een oplossing van het dinatriumzout van EDTA:  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ . Tijdens de titratie van  $\text{Ca}^{2+}$  met behulp van EDTA treedt de volgende reactie op:



$\text{Mg}^{2+}$  reageert op dezelfde manier.

Het eindpunt van de titratie kan worden vastgesteld met behulp van een metaalion-indicator. Dat is een organische kleurstof die van kleur verandert wanneer het met metaalionen een binding aangaat. Een goede indicator in een EDTA titratie moet minder sterk binden aan het metaalion dan EDTA.

Bij de bepaling van de totale hardheid van leidingwater wordt eriochroomzwart T gebruikt. Dit is een driewaardig zuur dat kan worden voorgesteld met  $\text{H}_3\text{In}$ . De eerste ionisatiestap is aflopend en de tweede en derde ionisatiestappen leiden tot een evenwicht:



$$K_{z2} = 5,0 \cdot 10^{-7}$$

$$K_{z3} = 2,8 \cdot 10^{-12}$$

Ionen  $\text{H}_2\text{In}^-$  geven aan een oplossing een rode kleur; ionen  $\text{HIn}^{2-}$  geven aan een oplossing een blauwe kleur en ionen  $\text{In}^{3-}$  geven aan een oplossing een oranje kleur.

Wanneer Eriochroomzwart T aan het begin van de titratie wordt toegevoegd, bindt het zich aan de magnesiumionen onder vorming van ionen  $\text{MgIn}^-$ . Deze ionen geven aan een oplossing een rode kleur. Zolang nog vrije metaalionen in de oplossing aanwezig zijn, reageren die tijdens de titratie met het EDTA. Aan het eind van de titratie worden de metaalindicatorcomplexen omgezet, wat een kleurverandering van rood naar blauw teweegbrengt:



Om deze kleurverandering tot stand te brengen, moet de pH van de oplossing zodanig zijn dat het eriochroomzwart T hoofdzakelijk in de vorm van  $\text{HIn}^{2-}$  voorkomt.

Voor de bepaling van de calciumhardheid wordt de indicator calconcarbonzuur gebruikt. Deze indicator heeft een vergelijkbare werking als eriochroomzwart T. Voorafgaand aan de toevoeging van de indicator moeten bij  $\text{pH} > 12$  de magnesiumionen worden neergeslagen als  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .

### Chemicaliën en reagentia

- Zeeuws Vlaams leidingwater (uit de kraan)
- Een gestandaardiseerde 0,0051 M EDTA oplossing (komplexon III)
- Een  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  bufferoplossing
- Natronloog 40%
- Eriochroomzwart T indicatorpoeder
- Calconcarbonzuur indicatorpoeder
- Demiwater

### Veiligheid

- Draag een veiligheidsbril.
- Wanneer je huid in aanraking komt met één van de chemicaliën, spoel die dan onmiddellijk af.
- Voor de formuleringen van de H- en P-zinnen: zie het formulier op je tafel.
- EDTA is alleen giftig wanneer het in grote hoeveelheden wordt opgenomen.
- Ammonia is giftig bij inademen of inslikken; de oplossing en de damp kunnen irritatie aan de ogen veroorzaken en de oplossing kan op de huid brandwonden veroorzaken. Draag een bril en handschoenen; gebruik de zuurkast.  
H-zinnen: H221 - H280 - H314 - H331 - H400  
P-zinnen: P210 - P261 - P273 - P280 - P305+P351+P338 - P310
- Natronloog is sterk corrosief voor de huid en de ogen. Contact met de huid leidt tot weefselbeschadiging, roodheid, jeuk en ernstige brandwonden  
H-zinnen: H314  
P-zinnen: P280 - P305+P351+P338 - P310
- Calconcarbonzuur is giftig bij inname en kan huid- en oogirritaties veroorzaken  
H-zinnen: H315 - H319 - H335  
P-zinnen: P261 - P305+P351+P338

### Apparatuur en glaswerk

- Buret (20 mL)
- Pipet (5 mL en 25 mL)
- Maatcilinders (25 mL en 100 mL)
- Erlenmeyer (100 mL)
- Bekerglas (400 mL)
- Horlogeglas
- Kookplaat
- Magnetisch roerstaafje

## **Uitvoering**

1. Breng 250 mL leidingwater aan de kook in een bekersglas van 400 mL en laat dit ongeveer 15 minuten doorkoken. Dek het bekersglas af met een horlogeglas. Als het water 15 minuten gekookt heeft, koel het dan af tot ongeveer kamertemperatuur in een ijsbad. Terwijl het water kookt, begin je met onderdeel 1.1.

### **1.1 De bepaling van de totale hardheid van Zeeuws Vlaams leidingwater**

2. Meet 25 mL leidingwater af en breng dit in een erlenmeyer van 100 mL.
3. Vul met demiwater aan tot 50 mL.
4. Voeg 5 mL bufferoplossing toe en een spatelpunt (circa 200 mg) eriochroomzwart T.
5. Vul een buret met de 0,0051 M EDTA oplossing.
6. Titreer tot een kleuromslag naar groen optreedt.
7. Voer de titratie in duplo uit.

### **1.2 De bepaling van de permanente hardheid van Zeeuws Vlaams leidingwater**

8. Meet 25 mL van het gekookte en afgekoelde leidingwater af en breng dit in een erlenmeyer van 100 mL.
9. Vul met demiwater aan tot 50 mL.
10. Voeg 5 mL bufferoplossing toe en een spatelpunt (circa 200 mg) eriochroomzwart T.
11. Vul een buret met de 0,0051 M EDTA oplossing.
12. Titreer tot een kleuromslag naar groen optreedt.
13. Voer de titratie in duplo uit.

### **1.3 De bepaling van de totale calciumhardheid van Zeeuws Vlaams leidingwater**

14. Meet 25 mL leidingwater af en breng dit in een erlenmeyer van 100 mL.
15. Vul met demiwater aan tot 50 mL.
16. Voeg 1 mL 40% natronloog toe.
17. Voeg een spatelpunt calconcarbonzuur toe.
18. Vul een buret met de 0,0051 M EDTA oplossing.
19. Titreer tot een kleuromslag naar blauw optreedt.
20. Voer de titratie in duplo uit.

### **1.4 De bepaling van de permanente calciumhardheid van Zeeuws Vlaams leidingwater**

21. Meet 25 mL van het gekookte en afgekoelde leidingwater af en breng dit in een erlenmeyer van 100 mL.
22. Vul met demiwater aan tot 50 mL.
23. Voeg 1 mL 40% natronloog toe.
24. Voeg een spatelpunt calconcarbonzuur toe.
25. Vul een buret met de 0,0051 M EDTA oplossing.
26. Titreer tot een kleuromslag naar blauw optreedt.
27. Voer de titratie in duplo uit.

## Vragen

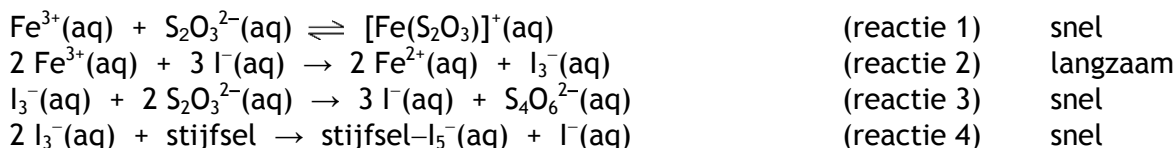
- |    |   |    |
|----|---|----|
| □1 | Noteer alle buretstanden.   | 7  |
| □2 | Bereken: <ul style="list-style-type: none"><li>• de totale hardheid van Zeeuws Vlaams leidingwater in °D</li><li>• de permanente hardheid van Zeeuws Vlaams leidingwater in °D</li><li>• de tijdelijke hardheid van Zeeuws Vlaams leidingwater in °D</li><li>• de totale calciumhardheid van Zeeuws Vlaams leidingwater in °D</li><li>• de permanente calciumhardheid van Zeeuws Vlaams leidingwater in °D</li><li>• de tijdelijke calciumhardheid van Zeeuws Vlaams leidingwater in °D</li></ul> | 10 |
| □3 | In Nederland wordt de hardheid van leidingwater meestal in Duitse hardheidsgraden (°D) opgegeven. Duitse hardheidsgraden kunnen gemakkelijk worden omgerekend naar Franse hardheidsgraden (°F) door te vermenigvuldigen met een bepaalde factor. Hoe groot is die factor?   | 2  |
| □4 | Leg uit dat door koken de hardheid van water omlaag gaat.   | 2  |
| □5 | Het is van het grootste belang dat bij de bepaling van de hardheid (bepalingen 1.1 en 1.2) voldoende bufferoplossing wordt toegevoegd. Leg uit waarom.  | 2  |
| □6 | Bij de voorbereiding van het practicum is 10 L bufferoplossing gemaakt. Daarbij is 675 g $\text{NH}_4\text{Cl}$ gebruikt en 5,7 L 25 massa% ammonia met een dichtheid van $0,910 \cdot 10^3 \text{ g L}^{-1}$ . Bereken de pH van deze oplossing.   | 3  |
| □7 | Laat met behulp van een berekening zien dat bij deze pH het eriochroomzwart T hoofdzakelijk in de vorm van $\text{HIn}^{2-}$ voorkomt.  | 3  |
| □8 | Leg uit waarom in de bepalingen 1.3 en 1.4 eerst het natronloog moet worden toegevoegd en daarna de indicator.  | 1  |

## Experiment 2 De oxidatie van $I^-$ door $Fe^{3+}$ - een kinetisch onderzoek, gebaseerd op de klokreactie met thiosulfaat

(40 punten)

### Inleiding

Klokreacties zijn visueel aantrekkelijk en worden daarom door scheikundedocenten vaak als demonstratieproef gebruikt. De oxidatie van  $I^-$  door  $Fe^{3+}$  in zuur milieu kan als een klokreactie worden uitgevoerd. Wanneer in het reactiemengsel ook thiosulfaat en stijfjel (zetmeel) aanwezig zijn, treden de volgende reacties op:



Reactie 1 is een zich snel instellend evenwicht, dat in het reactiemengsel een reservoir aan  $Fe^{3+}$  en  $S_2O_3^{2-}$  oplevert. Het jood, dat in reactie 2 in de vorm van tri-jodide ( $I_3^-$ ) ontstaat, wordt in reactie 3 onmiddellijk door thiosulfaat omgezet. Er hoopt zich dus geen tri-jodide op zolang nog thiosulfaat in de oplossing aanwezig is. Als alle thiosulfaat is omgezet, hoopt het tri-jodide zich wel op en kan het worden aangetoond door de reactie met stijfjel (reactie 4).

De kinetiek van reactie 2 is gemakkelijk te onderzoeken door de beginsnelheden te meten. Dit doe je door de tijd te meten die verstrijkt vanaf het samenvoegen van de oplossingen tot het optreden van de plotselinge kleurverandering tengevolge van reactie 4.

De reactiesnelheid van de oxidatie van  $I^-$  door  $Fe^{3+}$  (reactie 2) kan als volgt worden gedefinieerd:

$$s = -\frac{d[Fe^{3+}]}{dt} \quad (1)$$

Bij benadering geldt dan voor de beginsnelheid van de reactie:

$$s_0 = -\frac{\Delta[Fe^{3+}]}{\Delta t} \quad (2)$$

Hierin is  $\Delta[Fe^{3+}]$  de verandering in de concentratie van  $Fe^{3+}$  in het begin van de reactie. Als  $\Delta t$  de gemeten tijd is, dan is  $\Delta[Fe^{3+}]$  de verandering in de concentratie van  $Fe^{3+}$  vanaf het moment van samenvoegen van de oplossingen tot het moment dat alle thiosulfaat is omgezet. Uit de stoichiometrie van de reactie volgt dan:

$$-\Delta[Fe^{3+}] = [S_2O_3^{2-}]_0 \quad (3)$$

en dus:

$$s_0 \approx \frac{[S_2O_3^{2-}]_0}{\Delta t} \quad (4)$$

De beginconcentratie van thiosulfaat is constant en beduidend lager dan die van  $Fe^{3+}$  en  $I^-$ . Uitdrukking (4) stelt ons dus in staat om de beginsnelheid van de reactie te bepalen door de tijd,  $\Delta t$ , te meten die nodig is om de plotselinge kleurverandering te laten plaatsvinden.

De reactie is een eerste orde reactie met betrekking tot  $Fe^{3+}$ . Het is de bedoeling om de orde te bepalen met betrekking tot  $I^-$ . De beginsnelheid kan dus als volgt worden uitgedrukt:

$$s_0 = k[Fe^{3+}]_0[I^-]_0^y \quad (5)$$

waarin  $k$  de reactiesnelheidsconstante is en  $y$  de orde van de reactie met betrekking tot  $I^-$ . We gaan ervan uit dat in dit geval  $y$  een geheel getal is.

We nemen aan dat de reactiesnelheid niet afhankelijk is van de thiosulfaatconcentratie en dat de invloed van de reactie tussen  $Fe^{3+}$  en  $S_2O_3^{2-}$  te verwaarlozen is.



## Chemicaliën en reagentia

- 0,100 M KI oplossing
- Oplossing #A1; bevat KI,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  en zetmeel (stijfsel) in gedestilleerd water
- Oplossing #B1; bevat  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  en  $\text{HNO}_3$  in gedestilleerd water
- Oplossing #A2-1; bevat  $6,000 \cdot 10^{-4}$  M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{KNO}_3$  en zetmeel (stijfsel) in gedestilleerd water
- Oplossing #B2; bevat 0,1000 M  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  en  $\text{HNO}_3$  in gedestilleerd water
- Gedestilleerd water

## Veiligheid

- Draag een veiligheidsbril.
- Wanneer je huid in aanraking komt met één van de chemicaliën, spoel die dan onmiddellijk af.
- Kaliumjodide kan huid- en oogirritatie veroorzaken.  
H-zinnen: H302 - H315 - H319  
P-zinnen: P305+P351+P338
- Natriumthiosulfaat en zetmeel
- IJzer(III)nitraat kan huid- en oogirritatie veroorzaken, evenals irritatie aan de luchtwegen.  
H-zinnen: H272 - H315 - H319 - H335  
P-zinnen: P220 - P261 - P305+P351+P338
- Salpeterzuur is irriterend en corrosief. Bij contact met de huid en ogen kan het brandwonden veroorzaken.  
H-zinnen: H272 - H314  
P-zinnen: P220 - P280 - P305+P351+P338 - P310

## Apparatuur en glaswerk

- Stopwatch
- Kookplaat met roermotor
- Magnetisch roerstaafje
- Thermometer
- Pipetten met schaalverdeling (5 mL, 10 mL en 25 mL)
- Buret (50 mL)
- Bekerglazen (100 mL)
- Gedestilleerd water
- Pincet

## Uitvoering

### Algemene aanwijzingen

- De verwarming van de kookplaat moet uit staan en de roersnelheid moet op 8 staan.
- **Oplossing #A** (met KI, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en stijfsel) wordt eerst in het bekersglas gegoten en geroerd met het magnetische roerstaafje. Oplossing #B (met Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> en HNO<sub>3</sub>) wordt snel in oplossing #A gegoten en **tegelijkertijd wordt de tijdmeting gestart. Noteer de verstreken tijd als de oplossing plotseling donkerblauw kleurt.**
- Het magnetische roerstaafje (vastpakken met een pincet) en de bekersglazen moet je grondig wassen en spoelen met gedestilleerd water en droogvegen met tissues voor je ze opnieuw gebruikt.

### 2.1 Gidsexperiment om de kleurverandering waar te nemen

Het is niet nodig om de volumes nauwkeurig af te meten – maak gebruik van de merktekens op het bekersglas.

1. Giet ongeveer 20 mL van oplossing #A1 (met KI, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en stijfsel in water) in een 100 mL bekersglas met schaalverdeling, met daarin een magnetisch roerstaafje.
2. Giet ongeveer 20 mL van oplossing #B1 (met Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> en HNO<sub>3</sub> in water) in een ander 100 mL bekersglas met schaalverdeling.
3. Giet snel oplossing #B1 in oplossing #A1 en start tegelijkertijd de tijdwaarneming.
4. Stop de tijdmeting als de kleur van het mengsel verandert. *Het is in dit geval niet nodig de verstreken tijd te noteren.*

### Vragen

- 9 Noteer de formule van de beperkende reactant in de gegeven klokreactie. 2
- 10 Welke deeltjes zijn verantwoordelijk voor de kleuren die je in dit experiment hebt waargenomen? Zet in de tabel bij vraag 10 op het antwoordblad een vinkje in het vierkantje voor de formule van je keuze. 2

### 2.2 De bepaling van de orde van de reactie met betrekking tot de jodideconcentratie (y) en de reactiesnelheidsconstante (k)

In dit onderdeel wordt de  $\Delta t$  gemeten bij een aantal verschillende beginconcentraties van jodide. Elk proefje met een bepaalde beginconcentratie van jodide kun je maximaal drie keer doen.

Gebruik de 25 mL pipet met schaalverdeling voor oplossing #A2-1, de 10 mL pipet met schaalverdeling voor de KI oplossing, de 5 mL pipet met schaalverdeling voor oplossing #B2 en de 50 mL buret voor water.

5. Maak 55 mL oplossing #A2 in een 100 mL bekersglas met daarin een magnetisch roerstaafje en zet het op de kookplaat.

Oplossing #A2 bevat oplossing #A2-1, de KI oplossing en gedestilleerd water. Voor de hoeveelheden: zie onderstaande tabel.

Nr.	55 mL oplossing #A2		
	mL #A2-1	mL water	mL 0,100 M KI
1	20,4	31,6	3,0
2	20,4	30,1	4,5
3	20,4	28,6	6,0
4	20,4	27,4	7,2
5	20,4	25,6	9,0

6. Giet 5 mL oplossing #B2 in een ander 100 mL bekersglas.
7. Giet de 5 mL oplossing #B2 snel in oplossing #A2 en start de tijdmeting.
8. Bepaal de verstreken tijd tot de kleurverandering optreedt. Meet de tijd in tienden van een seconde. Meet na afloop van de reactie ook de temperatuur.

## Vragen

- 11 Noteer in de tabel bij vraag 11 op het antwoordblad voor elk proefje (Nr. 1, 2, 3, 4 en 5) de reactietijd ( $\Delta t$  in s) en de temperatuur ( $T$  in °C). Je hoeft alleen de waarden in te vullen voor de keren - eerste keer, tweede keer en-of derde keer - dat je het proefje hebt gedaan.  
Noteer in de laatste twee kolommen voor elke jodideconcentratie de reactietijd en temperatuur die je het beste vindt ( $\Delta t_{\text{best}}$  en  $T_{\text{best}}$ ) en waarmee je verder gaat rekenen. 10
- 12 Vul de tabel bij vraag 12 op het antwoordblad in en zet de resultaten uit in het diagram op pagina 16. Zorg ervoor dat je de beschikbare ruimte op het papier optimaal gebruikt. 3
- 13 Teken zo goed mogelijk een lijn door de punten in het diagram en leg uit dat met behulp van deze lijn de orde van de reactie met betrekking tot  $[I^-]$  ( $y$ ) te bepalen is.  
Bereken  $y$ . 3
- 14 Vul de tabel bij vraag 14 op het antwoordblad verder in en bereken voor elk proefje de waarde van  $k$ . Noteer de waarde van  $k$  die je het beste vindt ( $k_{\text{best}}$ ) met de bijbehorende eenheid. Geef ook een motivatie waarom je die waarde van  $k$  het beste vindt. 10



# Antwoordbladen practicumtoets

**Naam:**

## ***Experiment 1***

### ***Vraag 1***

<b>Titratie 1.1:</b> eindstand: ..... mL beginstand: <u>..... mL</u> verbruik: ..... mL	<b>Titratie 1.1 (duplo):</b> eindstand: ..... mL beginstand: <u>..... mL</u> verbruik: ..... mL	<b>Titratie 1.2:</b> eindstand: ..... mL beginstand: <u>..... mL</u> verbruik: ..... mL	<b>Titratie 1.2 (duplo):</b> eindstand: ..... mL beginstand: <u>..... mL</u> verbruik: ..... mL
<b>Titratie 1.3:</b> eindstand: ..... mL beginstand: <u>..... mL</u> verbruik: ..... mL	<b>Titratie 1.3 (duplo):</b> eindstand: ..... mL beginstand: <u>..... mL</u> verbruik: ..... mL	<b>Titratie 1.4:</b> eindstand: ..... mL beginstand: <u>..... mL</u> verbruik: ..... mL	<b>Titratie 1.4 (duplo):</b> eindstand: ..... mL beginstand: <u>..... mL</u> verbruik: ..... mL

### ***Vraag 2***

### ***Vraag 3***

**Vraag 4**

**Vraag 5**

**Vraag 6**

**Vraag 7**

**Vraag 8**

## Antwoordbladen practicumtoets

**Naam:**

*Experiment 2*

**Vraag 9**

**Vraag 10**

Kleur	Formule
paars	<input type="checkbox"/> $\text{Fe}^{3+}$ <input type="checkbox"/> $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)]^+$ <input type="checkbox"/> $\text{Fe}^{2+}$ <input type="checkbox"/> stijfseel- $\text{I}_5^-$ <input type="checkbox"/> $\text{I}_3^-$
donkerblauw	<input type="checkbox"/> $\text{Fe}^{3+}$ <input type="checkbox"/> $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)]^+$ <input type="checkbox"/> $\text{Fe}^{2+}$ <input type="checkbox"/> stijfseel- $\text{I}_5^-$ <input type="checkbox"/> $\text{I}_3^-$

**Vraag 11**

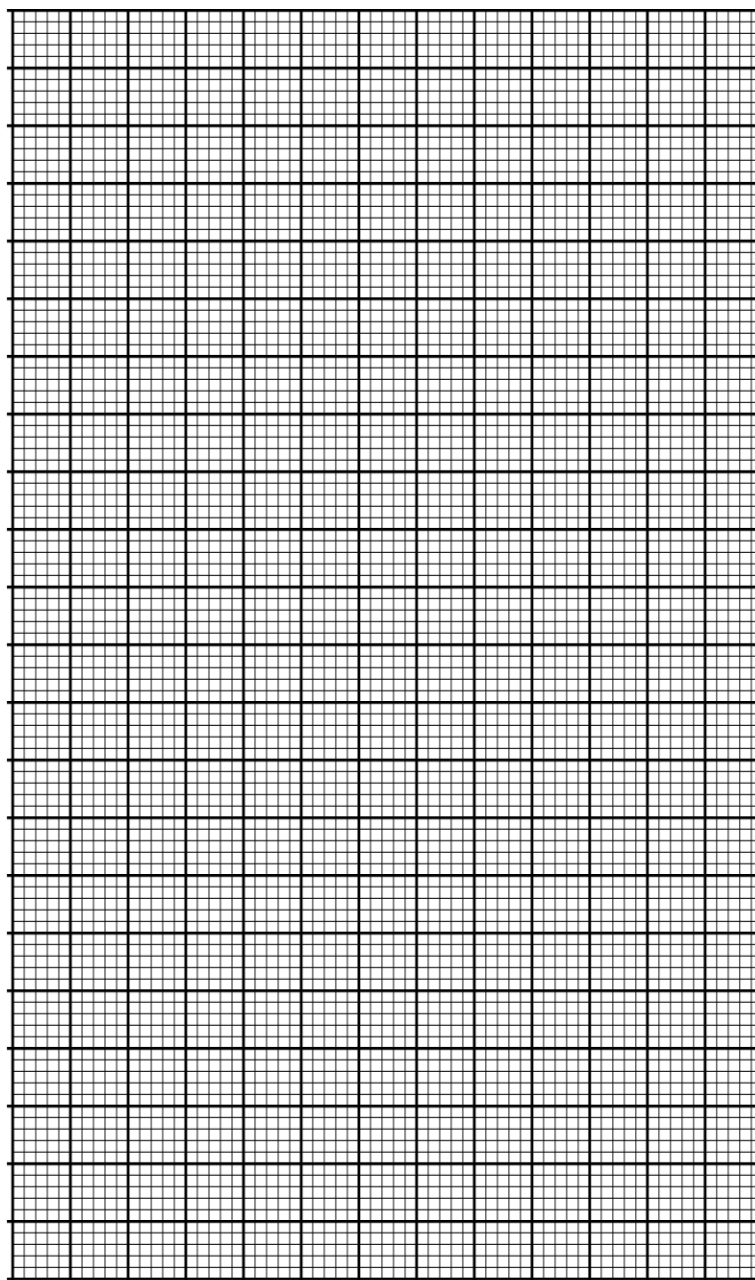
Nr	55 mL oplossing #A2			eerste keer		tweede keer		derde keer		$\Delta t_{\text{best}}$ (s)	$T_{\text{best}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
	#A2-1 (mL)	water (mL)	0,100 M KI (mL)	$\Delta t$ (s)	$T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\Delta t$ (s)	$T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\Delta t$ (s)	$T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		
1	20,4	31,6	3,0								
2	20,4	30,1	4,5								
3	20,4	28,6	6,0								
4	20,4	27,4	7,2								
5	20,4	25,6	9,0								



**Vraag 12**

Nr.	1	2	3	4	5
$\ln[I^-]_0$ (in $\text{mol L}^{-1}$ )	-5,30	-4,89	-4,61	-4,42	-4,20
$\Delta t_{\text{best}}$ (s)					
$\ln \Delta t_{\text{best}}$ (in s)					

$\ln \Delta t_{\text{best}}$



$\ln [I^-]_0$

**Vraag 13** $y = \dots\dots\dots$ **Vraag 14**

Nr.	$\Delta t_{\text{best}}$ (s)	$[\text{Fe}^{3+}]_0$ ( $\times 10^{-3}$ M)	$[\text{I}^-]_0$ ( $\times 10^{-3}$ M)	$[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]_0$ ( $\times 10^{-3}$ M)	$k$
1			5,0		
2			7,5		
3			10,0		
4			12,0		
5			15,0		

 $k_{\text{best}} = \dots\dots\dots$ 

Motivatie: