# 9e Internationale Chemieolympiade, Bratislava 1977, Tsjecho-Slowakije

## Theorie

### Opgave 1

Vergelijk drie zouten met samenstelling M2S2Ox waarin x drie verschillende kleine gehele getallen kan zijn en M is een alkalimetaal. Op elk van de drie zouten zijn enkele van de volgende beweringen van toepassing.

1. De O−O-binding is karakteristiek voor het anion.
2. De S−S-binding is karakteristiek voor het anion.
3. De S−O−S-binding is karakteristiek voor het anion.
4. Het wordt gevormd door thermische ontleding van waterstofsulfaat.
5. Het wordt gevormd door anodische oxidatie van waterstofsulfaat.
6. Het wordt gevormd door reactie van een waterige oplossing van sulfiet met zwavel.
7. Zijn oplossing in water lost zilverbromide op.
8. Neutralisatie van zijn oplossing in water met hydroxide MOH levert het sulfaat M2SO4.
9. In waterige oplossing kan het Mn(II)zout tot permanganaat oxideren.

##### Vragen

1. Vul in de tabel de juiste waarden van x in en geef in elk vakje de letter van die bewering die van toepassing is op elk van de gegeven zouten.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| M2S2O |  |  |  |  |  |
| M2S2O |  |  |  |  |  |
| M2S2O |  |  |  |  |  |

1. Geef de structuurformules van de anionen van de drie zouten hierboven en geef daarin de - en -bindingen aan.
2. Geef de reactievergelijkingen van de reacties die horen bij de beweringen onder de letters d, e, f, g, h en i.

### Opgave 2a

Opgelet!

Wees erop bedacht alleen de juiste envelop te openen. Je verliest punten voor een onterecht geopende envelop. Geef een ongeopende envelop terug samen met je oplossing.

Halogeen X reageert met een oplossing in water van een andere halogeenverbinding KYO3 volgens:

X2 + 2 KYO3 → 2 KXO3 + Y2

1. Het atoomnummer van halogeen X is hoger dan dat van halogeen Y (open envelop 1. als je dit antwoord juist vindt).
2. Het atoomnummer van halogeen X is lager dan dat van halogeen Y (open envelop 2. als je dit antwoord juist vindt).

Kies het juiste antwoord 1 of 2, open de juiste envelop en ga verder met de opdracht volgens de tekst in de geopende envelop.

Tekst in envelop 1.

Je antwoord is juist. Ga verder.

Verbinding KXO3 wordt in alkalische oplossing geoxideerd door halogeen Y en vormt dan een X(VII)-verbinding KXO4 terwijl halogeen Y gereduceerd wordt tot halogenide KY:

KXO3 + 2 KOH + Y2 → KXO4 + 2 KY + H2O

Een oplossing in water van kaliumhalogenide KY geeft met AgNO3-oplossing een wit neerslag AgY dat onoplosbaar is in water, maar gemakkelijk oplosbaar in ammonia.

1. Halogeen Y is fluor (envelop 3).
2. Halogeen Y is chloor (envelop 4).
3. Halogeen Y is broom (envelop 5).

Kies het juiste antwoord 3, 4 of 5, open de bijbehorende envelop en ga verder volgens de instructies erin.

Tekst in envelop 2.

Je antwoord is onjuist. Open envelop 1.

Tekst in envelop 3.

Je antwoord is onjuist. Kies antwoord 4 of 5.

Tekst in envelop 4.

Je antwoord is juist. Kies het juiste eindantwoord door het juiste alternatief 6 of 7 aan te geven:

6. X = Br; KXO4 = KBrO4

7. X = I; KXO4 = KIO4

Tekst in envelop 5

Je antwoord is onjuist. Kies antwoord 3 of 4.

De juiste antwoorden zijn 1, 4, 7.

Opmerking: de Internationale Jury heeft opdracht 2b gekozen en niet 2a.

### Opgave 2b

Reactie van permanganaat met waterstofperoxide in zure oplossing geeft mangaan(II)zout en tegelijkertijd komt zuurstof vrij:

2 MnO4− + 1 H2O2 + 6 H+ → 2 Mn2+ + 3 O2 + 4 H2O

2 MnO4− + 3 H2O2 + 6 H+ → 2 Mn2+ + 4 O2 + 6 H2O

2 MnO4− + 5 H2O2 + 6 H+ → 2 Mn2+ + 5 O2 + 8 H2O

2 MnO4− + 7 H2O2 + 6 H+ → 2 Mn2+ + 6 O2 + 10 H2O

##### Vragen

1. De juiste reactantverhouding (in bovenstaande vergelijkingen) wordt gegeven door:
2. alle vergelijkingen ⬜

Kruis het juiste vakje aan en licht je keuze toe

1. slechts enkele vergelijkingen ⬜
2. slechts een vergelijking ⬜
3. geen ⬜
4. Welke reactant is een oxiderend agens en welke een reducerend/
5. Hoeveel g kaliumpermanganaat is nodig om 112 cm3 zuurstof bij STP vrij te maken uit een overmaat peroxide in zuur milieu?

### Opgave 3

De letters **A**, **B**, **C**, **D** en **E** stellen isomere cyclobutaandicarbonzuren voor, een ervan is een racemische vorm.

Het is aangetoond dat:

1. alleen verbinding **C** gemakkelijk een cyclisch anhydride vormt.
2. bij hogere temperatuur **B** pas een cyclisch anhydride geeft
3. van alle onderzochte zuren alleen **A** bij verhitten koolstofdioxide afgeeft
4. **D** en **E** niet veranderen bij hogere temperatuur
5. 2 mol van de diethylester van malonzuur reageert met natriumethoxide (EtONa) toteen natriumzout dat bij reactie met dijoodmethaan (CH2I2) een tetraester oplevert C15H24O8. Deze nieuwe ester geeft een tetraester C16H24O8 in een reactie met 2 mol natriumethoxide en 1 mol dijoodmethaan. De laatste tetraester wordt door alkalische hydrolyse en daarna aanzuren omgezet in een tetracarbonzuur. Dit tetracarbonzuur geeft bij verhitten een mengsel van **B** en **E**.

##### Vragen

1. Geef de structuurformules van **A**, **B**, **C**, **D** en **E**. Geef de groep boven het vlak van de ring met  en die onder het vlak met aan. Bijvoorbeeld



1. Geef de reactievergelijkingen van de reacties a), b) en c).

### Opgave 4a

Verbindingen **A** en **B** met dezelfde molecuulformule C7H14O6, maar verschillende fysische eigenschappen (bv. smeltpunt, specifieke optische rotatie), behoren tot de groep sachariden met een heterocyclische zesring. Bij toevoegen van een 1 % zwavelzuuroplossing aan achtereenvolgens verbinding **A** en **B** verkrijgt men bij koken dezelfde verbinding **C** met 40,0 % C en 6,71 % H. Na reductie (bijv. katalytisch met waterstof of met het hydride NaBH4) van **C** wordt een kristallijn product **D** geïsoleerd. **D** reduceert Fehlings reagens niet en vertoont geen optische activiteit.

**C** geeft bij oxidatie met een mild oxiderend agens (bijv. koude natriumhypobromietoplossing) een zout van een polyhydroxymonocarbonzuur met een D-configuratie.

Vragen

1. Geef structuurformules van de verbindingen **A**, **B**, **C** en **D**.
2. Leg uit of deze opdracht meer dan een oplossing kent.

Opmerking: De internationale jury koos niet opdracht 4a, maar de alternatieve opdracht 4b.

### Opgave 4b

11,6 g van een optisch actieve ester met molecuulformule C6H12O2 hydrolyseert door verhitting met overmaat natronloog. Na afloop van de hydrolyse wordt het alkalische reactiemengsel verscheidene keren met ether geëxtraheerd. De waterige oplossing is niet optisch actief. Men droogt de verzamelde etherextracten met watervrij magnesiumsulfaat. De etheroplossing wordt gefiltreerd, de ether afgedestilleerd en het residu wordt opnieuw gedestilleerd. Men verkrijgt 7,4 g (100 %) van een vloeistof, die kookt bij 100 °C.

Vragen

1. Geef de structuurformule van de ester.
2. Welke structuurformule zou een ester met dezelfde molecuulformule C6H12O2 hebben als de waterige oplossing na alkalische hydrolyse op bovenbeschreven manier optisch actief zou zijn?
3. Geef de reactievergelijkingen van de alkalische hydrolyse van beide esters met natronloog.

### Opgave 5

Twee koper(I)zouten van de organische zuren HA en HB, slecht oplosbaar in water, geven een verzadigde oplossing in een buffer met gegeven pH.

Vraag

1. Druk de concentratie van het Cu+-kation in oplossing uit in de oplosbaarheidsproducten *K*s(CuA) en *K*s(CuB) en de ionisatieconstanten van de zuren *K*z(HA) en *K*z(HB).

### Opgave 6

Aminozuren kun je bepalen door meting van het volume stikstof dat vrijkomt in de reactie met salpeterigzuur (Van Slykes methode), bijvoorbeeld:

CH3CHNH2COOH + HNO2 → CH3CHOHCOOH + N2 + H2O

Een andere methode gebruikt de reactie van aminozuren met een volumetrische oplossing van perchloorzuur, bijvoorbeeld:

CH3CHNH2COOH + HClO4 → CH3CHN+H3COOH + N2 + ClO4−

De overmaat perchloorzuur wordt dan bepaald door titratie met een volumetrische oplossing van natriumacetaat (uitgevoerd in niet-waterig milieu).

Aan een monster glycine in ijsazijn wordt 50,0 cm3 0,100 M perchloorzuuroplossing toegevoegd. Na reactie wordt de overmaat perchloorzuur bepaald door titratie met 16,0 cm3 0,150 M natriumacetaatoplossing.

Vraag

1. Hoeveel L stikstof zou vrijkomen bij een druk van 102658 Pa en een temperatuur van 20 °C als dezelfde hoeveelheid monster d.m.v. de Van Slyke’s methode geanalyseerd zou worden?

### Opgave 7

De totaalvergelijking van de fotosynthese is:

6 CO2(g) + 6 H2O(l)  C6H12O6(s) + 6 O2(g)

*H* = 2,816⋅106 J; *S* = −182 J K−1 (25 °C) of *H* = 2,816⋅106 J mol−1; *S* = −182 J K−1 mol−1 als *H* en *S* op een mol reactieverandering slaat.

Veronderstel dat er elektrodes ontworpen zijn die het mogelijk maken in een galvanische cel zuurstof selectief te reduceren tot water en glucose te oxideren tot koolstofdioxide, d.w.z. een proces omgekeerd aan dat van de fotosynthese.

Vragen

1. Hoe groot is de elektromotorische kracht (E.M.K.) van de cel waarin lichtenergie omgezet zou worden in elektrische energie door een fotosynthetische reactie?

Opmerking: In de envelop tref je de betrekking aan tussen de vrije enthalpieverandering van de reactie en de E.M.K. (Let op! Het openen van de envelop levert enkele strafpunten op)

1. In geval we het symbool ‘licht’ willen kwantificeren in de vergelijking van de fotosynthese, vragen we ons af: hoeveel mol fotonen met golflengte van bijv. 500 nm neemt deel aan bovenstaande reactie? Bereken.
2. Wat zou het elektrisch vermogen zijn van een vierkant zwembad met zijde 10 m, dat groene algen (in staat tot fotosynthese) bevat, als onder gemiddelde verlichting een stroom van 1 mA verkregen wordt per cm2 oppervlak?

### Opgave 8a

In het midden van de 19e eeuw maakte een chemicus bij gebrek aan andere methodes gebruik van de volgende bepaling van de molaire massa van een nieuw element:

hij synthetiseerde vier verbindingen **A**, **B**, **C** en **D** met het element **X** en bepaalde de samenstelling in massa-% in elke verbinding. Bij 250 °C zijn alle vier verbindingen gasvormig en worden ze elk afzonderlijk overgebracht in een vooraf vacuüm gemaakt vat tot een druk van 1,013⋅105 Pa waarna het vat wordt gewogen. Na aftrekken van het gewicht van het lege vat, is het gewicht van het gas in het vat bekend. Deze werkwijze wordt herhaald met stikstof. Zo verkrijgt hij de volgende resultaten.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| gas | totale gasmassa (in g) | gehalte element **X** in het gas (massa-%) |
| N2 | 0,652 | − |
| A | 0,849 | 97,3 |
| B | 2,398 | 68,9 |
| C | 4,851 | 85,1 |
| D | 3,583 | 92,2 |

##### Vraag

1. Bereken de waarschijnlijke molaire massa van element **X**.

Opm. De internationale jury koos voor Opgave 8b i.p.v. 8a.

### Opgave 8b

Een verslechtering van het milieu blijkt naast andere factoren ook uit vervuiling met koolstofmonooxide. De belangrijkste bron daarvan zijn verbrandingsmotoren. Giftigheid van koolstofmonooxide wordt veroorzaakt door het feit dat het met de bloedkleurstof hemoglobine carbonylhemoglobine vormt (HbCO): Hb + CO →← HbCO

De chemische binding in carbonylhemoglobine is ongeveer 200 × zo sterk als die in oxyhemoglobine (HbO2) dat onder normale omstandigheden ontstaat. Bijgevolg kan hemoglobine niet meer gebruikt worden voor zuurstofoverdracht. Een tekort aan zuurstof begint op te treden vanaf 50 ppm koolstofmonooxide in de lucht, hetgeen overeenkomt met 10 % carbonylhemoglobine in het bloed.

Onder normale omstandigheden lost in de longen luchtzuurstof in het bloed op en de concentratie ervan wordt door te ademen op 1,6⋅10−6 mol L−1 gehouden. De concentratie hemoglobine in het bloed van de longhaarvaatjes is ook constant 8⋅10−6 mol L−1.

##### Vragen

1. Bereken de snelheid waarmee oxyhemoglobine gevormd wordt, als de snelheidsconstante *k* = 2,1⋅106 L mol−1 s−1 (bij 37 °C, normale lichaamstemperatuur).
2. Soms (bij koolstofmonooxidevergiftiging) is een toename in de vormingssnelheid tot 1,1⋅10−4 L mol−1 s−1 nodig.
3. Bereken de vereiste zuurstofconcentratie, onder aanname dat de hemoglobineconcentratie in het bloed constant is.
4. Doe een praktische oplossing aan de hand onder aanname dat de zuurstofconcentratie in het bloed evenredig is met de druk van zuurstof bij binnenkomst in de longen.

## Uitwerkingen theorie

### Opgave 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| M2S2O3 | b | f | g |
| M2S2O7 | c | d | h |
| M2S2O8 | a | e | i |

1. 
2. 2 HSO4−  → H2O + S2O72−
3. 2 HSO4−  → 2 H+ + S2O82− + 2 e−
4. SO32− + S → S2O32−
5. AgBr + 2 S2O32− → [Ag(S2O3)2]3− + Br−
6. S2O72− + 2 OH− → 2 SO42− + H2O
7. 2 Mn2+ + 5 S2O82− + 8 H2O → 2 MnO4− + 10 SO42− + 16 H+

### Opgave 2a

voor antwoord zie opgavenset

### Opgave 2b

1. Juist is c.

Uitleg op basis van elektronenbalans:

MnVII + 5 e− →← MnII

O2−II →← O20 + 2 e−

2 MnVII + 5 O2−II →← 2 MnII + 5 O20

1. Oxidator: MnO4−, of MnVII

Reductor: H2O2, of O2−II (O−I)

1. *V*(O2) = 112 cm3

*n*(O2) =  = 0,005 mol

*n*(KMnO4) = 0,005 mol × 2/5 = 0,002 mol

*m*(KMnO4) = 0,316 g

### Opgave 3

1.



2.

1. 
2. 
3. 

### Opgave 4a

1. 

2. Een tweede analoge oplossing geldt voor de D-allosereeks.

Opm. De Internationale Jury heeft opdracht 4b gekozen, niet 4a.

### Opgave 4b

1. 
2. 
3. 

### Opgave 5

1. Vergelijkingen voor de totaalhoeveelheden van A, B en Cu zijn:

a = *n*(A−) + *n*(HA) + *n*(CuA)

b = *n*(B−) + *n*(HB) + *n*(CuB)

m = *n*(Cu+) + *n*(CuA) + *n*(CuB)

De hoeveelheden neerslag worden uit de vergelijkingen geëlimineerd:

a + b − m = *n*(A−) + *n*(HA) + *n*(B−) + *n*(HB) − *n*(Cu+) = 0

omdat bij de vorming van een systeem van beide vaste zouten het totale aantal deeltjes A en B gelijk moet zijn aan het totaal aantal kationen Cu+, d.w.z. aan de waarde van m. Als de hoeveelheden worden gedeeld door het volume van de oplossing, verkrijg je concentraties:

[A−] + [HA] + [B−] + [HB] = [Cu+] (a)

*K*s(CuA) = [Cu+][A−] ⇒ [A−] =  (b)

*K*s(CuB) = [Cu+][B−] ⇒ [B−] =  (c)

*K*z(HA) =  ⇒ [HA] =  (d)

*K*z(HB) =  ⇒ [HB] =  (e)

Door substitutie van (d) en (e) in (a):

[Cu+] = [A−] + [B−] (f)

Door substitutie van (b) en (c) in (f):

[Cu+] =  +  (g)

[Cu+] = 

### Opgave 6

*n*(HClO4) = *V⋅c* = 0,05 dm3 ⋅ 0,1 mol dm−3 = 0,005 mol

*n*(NaAc) = *V⋅c* = 0,016 dm3 ⋅ 0,15 mol dm−3 = 0,0024 mol

verbruikt bij reactie:

*n*(HClO4) = 0,005 − 0,0024 = 0,0026 mol

*V*(0,1 M HClO4) = 0,0026 dm3

Omdat:

*n*(HClO4) − *n*(glycine) − *n*(N2) = 0,026 mol geldt:

*V*(N2) =  = 0,617 dm3

### Opgave 7

1. Voor de reactie die in de cel plaatsvindt, geldt: *G* = − 2,87⋅106 J mol−1

De betrekking tussen de bronspanning en de vrije enthalpieverandering van een reactie in een cel is:

−*G* = *n⋅F⋅E* waarin *n* is het ladingsgetal. In ons geval heeft *n* de waarde 24 omdat een molecuul zuurstof gereduceerd wordt volgens:

O2 + 4 H+ + 4 e− →← 2 H2O

*E* =  = 1,24 V

1. De energie van de geabsorbeerde fotonen is de enige energiebron van de fotosynthese, daarom is het aantal geabsorbeerde fotonen *x* vermenigvuldigd met hun energie gelijkaan de energietoename van het systeem, d.w.z. 2,87⋅106 J

*x⋅h⋅N*A = *x⋅h⋅⋅ N*A = 2,87⋅106 J

 = 11,99 ≈ 12 mol fotonen.

1. Het oppervlak van het zwembad is 100 m2. Stroomdichtheid bij een spanning van 1,24 V is gelijk aan 1 mA ⋅ 1104 m−2 = 10 A m−2.

Het totale elektrische vermogen is:

1,24 V × 10 A m−2 × 100 m2 = 1,24 kW

### Opgave 8a

*n*(N2) =  = 0,0233 mol

Bij een temperatuur van 250 °C gedragen alle stoffen **A**, **B**, **C** en **D** zich als ideale gassen en volgens de wet van Avogadro.

*n*(N2) = *n*(**A**) = *n*(**B**) = *n*(**C**) = *n*(**D**)

*M*(**A**) =  etc. ………

De massa van element X in een mol **A**, **B**, **C** of **D**:

**A**: *M*(**A**) × 0,973 = 35,45 g mol−1

**B**: *M*(**B**) × 0,689 = 70,91 g mol−1

**C**: *M*(**C**) × 0,851 = 177,17 g mol−1

**D**: *M*(**D**) × 0,922 = 141,78 g mol−1

Omdat in een molecuul van een verbinding minimaal 1 atoom X aanwezig is, berekenen we de grootste gemene deler van de verkregen molaire massa. In ons geval is dat 35,44 g mol−1. Dit kan beschouwd worden als een mogelijke molaire massa van element X. Het is alleen maar de meest waarschijnlijke waarde omdat een fractie verkregen door deze massa door een heel getal te delen, niet uitgesloten kan worden.

Opm. De Internationale Jury heeft opdracht 8b gekozen, niet 8a.

### Opgave 8b

1. *v* = *k* ⋅ [Hb] ⋅ [O2] *k* = 2,1⋅106 dm3 mol−1 s−1; [Hb] = 8⋅10−6 mol dm−3; [O2] = 1,6⋅10−6 mol dm−3

*v* = 2,688⋅10−5 mol dm−3 s−1

Omdat 1 mol zuurstof (O2) benodigd is om een mol oxyhemoglobine te vormen, is de vormingssnelheid van oxyhemoglobine hetzelfde als de snelheid van zuurstofverbruik.

2. [O2] =  *v* = 1,1⋅10−4 mol dm−3 s−1; *k* = 2,1⋅106 dm3 mol−1 s−1; [Hb] = 8⋅10−6 mol dm−3;

[O2] = 6,5⋅10−6 mol dm−3

De zuurstofconcentratie moet vergroot worden tot 6,5⋅10−6 mol dm−3. De zuurstofconcentratie kan door verhoging van de luchtdruk maar gedeeltelijk toenemen. De viervoudige toename van de zuurstofconcentratie vereist een viervoudige toename van de luchtdruk. Deze druk zou levende organismen schade berokkenen, daarom wordt met zuurstof verrijkte lucht ingeademd.

## Practicum

### Opgave 9

Door visueel vergelijkende colorimetrie (op het oog schatten van kleurintensiteit) kun je de concentratieverandering van een van de reactanten volgen. Zet met behulp van experimenteel verkregen gegevens de verandering van de reactantconcentratie uit tegen de tijd.

##### Werkwijze

1. Maak een vergelijkende kleurschaal voor een broomoplossing.

Breng met een injectiespuit in 10 gelijke reageerbuizen de volgende hoeveelheden 0,01 M broomwater:

in de eerste − 10 cm3; 2e − 9,0 cm3; 3e − 8,0 cm3; ………; 9e − 2,0 cm3; in de 10e − 1,0 cm3. Voeg dan aan alle reageerbuizen behalve de 1e gedestilleerd water toe tot een totaalvolume van 10,0 cm3.

Doe stopjes op de buizen en meng de oplossingen. Zet de reageerbuizen in een standaard tegen een witte achtergrond. Bereken de broomconcentraties in mol L−1 in alle reageerbuizen.

1. Voer de reactie uit door mengen van 100,0 cm3 broomoplossing met 1,0 cm3 1,00 M methaanzuuroplossing. Breng onmiddellijk na mengen 10,0 cm3 over in een zelfde reageerbuis als die van de kleurschaal. Door vergelijken van de kleurintensiteit van het reactiemengsel (met interval van 1 min) met die van de oplossingen in de ijkreeks, onderzoek je de verandering van de broomconcentratie tegen de tijd.

Zet de gegevens in een tabel (tijd *t* tegen concentratie [Br2]).

Opdracht

Zet de broomconcentratie uit tegen de tijd en lees de halveringstijd van de reactie af uit het diagram.

Vragen

1. Geef de reactievergelijking van broom met methaanzuur. Neem aan dat de reactanten in stoichiometrische hoeveelheden aanwezig zijn.
2. In de analytische chemie kan een volumetrische oplossing van broom bereid worden door een mengsel van bromide en bromaat in zuur milieu op te lossen. Leg deze bereidingsmethode aan de hand van een reactievergelijking uit.

#### uitwerking vragen

1. HCOOH(aq) + Br2(aq) → CO2(g) + 2 H+(aq) + 2 Br−(aq)
2. BrO3− + 5 Br− + 6 H+ → 3 Br2 + 3 H2O

### Opgave 10

Door middel van een thermometrische titratie van een hypochlorietoplossing met een propanonoplossing vind je de equivalente hoeveelheden van de reactanten en bijgevolg de reactieproducten.

##### Werkwijze

Voor de reactie van propanon met hypochloriet moet je op laboratoriumtemperatuur gebrachte oplossingen gebruiken (controleer). Breng 100,0 cm3 hypochlorietoplossing in een geïsoleerde beker, zet er een thermometer in en blijf met een buret in porties van 1,0 cm3 4 M propanonoplossing toevoegen onder voortdurend roeren met de thermometer (voorzichtig, niet breken!). Roer het reactiemengsel na elke toevoeging grondig en lees de hoogst bereikte temperatuur af. Blijf de propanonoplossing toevoegen zolang de temperatuur stijgt. Voeg dan nog drie porties extra toe en beëindig het experiment. Bewaar het reactiemengsel voor mogelijk gebruik later.

##### Vragen

1. Teken een titratiecurve met behulp van de gegevens van de temperatuurverandering en het verbruik aan propanonoplossing. Lees het eindpunt van de titratie uit de curve af. Druk de equivalenthoeveelheden van de reactanten in mol uit.
2. Geef de reactievergelijking van de titratie en geef de naam van het gevormde product.
3. Geef een suggestie voor de berekening van een benaderde waarde van de reactiewarmte uit de verkregen gegevens.
4. Hoe zou je het product uit het reactiemengsel moeten isoleren en hoe zou je het kunnen identificeren?
5. De exacte concentratie van een hypochlorietoplossing kan ook bepaald worden door het volume zuurstof te bepalen dat vrijkomt bij katalytische ontleding van hypochloriet. Maak het principe van deze methode duidelijk met een reactievergelijking en geef schematisch de berekeningsmethode aan.

#### uitwerking vragen

1. CH3−CO−CH3 + 3 ClO− → CHCl3 (chloroform) + 2 OH− + CH3COO−
2. Berekening van de in de loop van de reactie vrijgekomen warmte *Q* = *m⋅c⋅**t*

*Q* = reactiewarmte; *m* = massa van de opossingen; *c* = soortelijke warmtecapaciteit van de oplossingen die aan de reactie deelnemen; *t* = temperatuurverschil (temperatuurverhoging).

Met behulp van de in de opdracht verkregen gegevens is het mogelijk *Q* te berekenen per mol reactant.

1. Het mengsel bevat:

reactanten: CH3COCH3 (overmaat van ongeveer 3 mL 4 M oplossing

producten: CHCl3, OH−, CH3COO−

Aceton en chloroform worden gescheiden van andere stoffen in een waterige oplossing met behulp van een scheitrechter en daaropvolgend een destillatie.

Identifivatie van chloroform: geur, dichtheid

1. 2 ClO− → O2

2 mol → 1 mol 22,4 dm3

### Opgave 11

Als men een bekende overmaat hydroxide-oplossing met bekende concentratie toevoegt aan een gewogen monster ammoniumzout en het vrijgekomen ammoniak verwijdert door koken, kun je de hoeveelheid hydroxide die niet gereageerd heeft te bepalen met een volumetrische zuuroplossing.

Werkwijze

Je hebt drie monsters ammoniumzout, met een nauwkeurigheid van 0,001 g gewogen. Breng elk ervan in een 250 mL erlenmeyer. Voeg aan elk monster 50,0 mL 0,2 M natronloog toe. Breng enkele kooksteentjes in de mengsels en verwarm de erlenmeyers op lage vlam langzaam tot er geen ammoniak meer vrijkomt. Koel na verwijderen van ammoniak de oplossing op kamertemperatuur, voeg 2 tot 3 druppels indicatoroplossing toe (broomthymolblauw) en titreer met 0,1 M volumetrische oxaalzuuroplossing tot eerste geelkleuring van de oplossing.

Vragen

1. Bereken uit de experimentele gegevens de molaire massa van het ammoniumzout.
2. Het monster is een zout van een monobasisch anorganisch zuur. Geef de naam van het zout.
3. Bereken de absolute en relatieve fout van je bepaling.
4. Geef de reactievergelijkingen van de aantoningsreacties van de ionen in het zout.