1. Cannizaro

Stanislao Cannizaro (1826-1910) was een beroemde Italiaanse chemicus die onder meer het verschil duidelijk gemaakt heeft tussen verhoudings- en molecuulformules door nauwkeurige meting van de molecuulmassa's.

Een reactie waarbij aldehyden betrokken zijn is ook naar hem vernoemd.

De reactie van Cannizaro is de omzetting in basisch milieu van een aldehyd in een mengsel van een alcohol en een zout van een carbonzuur. Anders gezegd: het ene aldehydmolecuul oxideert een ander aldehydmolecuul tot een zuurrest van een carbonzuur. Het wordt daarbij zelf omgezet in een alcohol. De reactie van Cannizaro verloopt niet met àlle aldehyden; de aldehyden mogen geen waterstofatoom hebben aan het koolstofatoom naast de aldehydgroep (het α-koolstofatoom).

Een aldehyd **A** met molecuulformule C5H10O reageert in een basische oplossing. Hierbij ontstaan **B** en **C**. **C** kan een zout vormen.

1. Geef de structuurformules van **A**, **B** en **C**.
2. Geef de namen van **A**, **B** en **C**.
3. Geef de reactievergelijking van de reactie van Cannizaro. Gebruik als formule voor het aldehyd R−CHO.

Het belang van de reactie van Cannizaro is niet groot omdat de meeste aldehyden erg duur zijn. De reactie kan echter ook optreden tussen twee verschillende aldehyden, bijvoorbeeld het goedkope methanal (formaldehyd) en 4‑chloorfenylmethanal (p-chloorbenzaldehyd). Formaldehyd is hierbij de reductor.

1. Geef van deze reactie de reactievergelijking in structuurformules.
2. Zuurconstante met Lambert-Beer

Als een bepaalde stof straling absorbeert, kan de concentratie van zo'n stof in een monster bepaald worden door middel van een spectrofotometrische analyse. Door gebruik te maken van ultraviolet licht kunnen ook kleurloze stoffen bepaald worden. De wet van Lambert-Beer (BINAS, tabel 36E) geeft de volgende betrekking voor elk van de absorberende stoffen:

*E* = ε [A] *l*

Hierin is *E* de extinctie, ε een evenredigheidsfactor die zowel afhankelijk is van de aard van de absorberende stof, als van de golflengte van het gebruikte licht, *l* is de weglengte van het licht door de oplossing en [A] is de concentratie van de absorberende stof.

Van een bepaald organisch zuur HA is de waarde van p*K*z ongeveer 9. Voor een nauwkeuriger bepaling zijn de volgende gegevens nodig.

|  |  |
| --- | --- |
| golflengtenm |  |
|  | HA | A− |
| 275355 | 3,490,00 | 3,703,47 |

Bij een spectrofotometrische analyse van een oplossing van HA die gebufferd is op pH = 8,50 is de gemeten extinctie 0,353 bij 275 nm en 0,088 bij 355 nm. De weglengte door de oplossing is 2,000 cm en de oplossing bevat geen andere absorberende stoffen dan HA en A-.

1. Bereken de waarde van p*K*z van het zuur HA.
2. Evenwicht

Volgens een ouderwetse methode werd zwavelzuur geproduceerd door verhitting van vast ijzer(II)sulfaat, FeSO4. IJzer(II)sulfaat ontleedt daarbij in vast ijzer(III)oxide (dit bijproduct werd gebruikt in verf voor houten huizen) en de gassen zwaveldioxide en zwaveltrioxide. Als de reactie uitgevoerd wordt in een gesloten vat, stelt zich uiteindelijk een heterogeen evenwicht in.

1. Geef de reactievergelijking en de evenwichtsvoorwaarde van de ontleding van ijzer(II)sulfaat.

Bij hoge temperatuur ontleedt zwaveltrioxide gedeeltelijk in zwaveldioxide en zuurstof.

1. Geef de reactievergelijking en de evenwichtsvoorwaarde van de ontleding van zwaveltrioxide.

Als ijzer(II)sulfaat wordt verhit in een vooraf vacuüm gezogen vat, stellen zich beide bovengenoemde evenwichten in. Bij 929 K is de totale evenwichtsdruk 84,7 kPa en de partiaaldruk van zuurstof 2,79 kPa.

1. Bereken de waarde van de evenwichtsconstante *Kc* voor elk van beide reacties.
2. Etheenoxide

Etheenoxide, C2H4O, is een gas dat onder meer wordt gebruikt voor de sterilisatie van medische gereedschappen. Etheenoxide is een heterocyclische verbinding: het molecuul bestaat uit een ring met verschillende atoomsoorten.

1. Geef de structuurformule van etheenoxide.

Omdat de bindingshoeken in de ring nogal veel afwijken van de gebruikelijke waarden, is het molecuul instabiel. De ring kan openbreken, waarna andere moleculen kunnen adderen.

1. Geef de reactievergelijking in structuurformules voor de additie van water aan etheenoxide.

Omdat etheenoxide carcinogeen is, dient het volumedeel etheenoxide op de werkvloer en in afgewerkte lucht lager te blijven dan 1 ppm (1ppm = 1**⋅**10–6 = 1**⋅**10–4 %). Men zou dit gehalte in afgewerkte lucht kunnen verlagen door bijmengen van lucht.

1. Hoeveel m3 lucht (100 kPa, 15 °C) moet minimaal gemengd worden met 50 g etheenoxide om het volumedeel etheenoxide te verlagen tot de toegestane waarde?

Een andere mogelijkheid om de hoeveelheid etheenoxide te verlagen is de afgewerkte lucht te verbranden.

1. Hoeveel m3 lucht (100 kPa, 15 °C) is theoretisch nodig om 50 g etheenoxide volledig te verbranden? Neem aan dat het volumedeel zuurstof in de lucht 21 % is.

Etheenoxide wordt in een exotherme reactie geproduceerd:

2 C2H4(g) + O2(g) → 2 C2H4O(g)

De evenwichtsconstante van deze reactie is bij 250 °C 2,0**⋅**1014. Neem aan dat de beginconcentratie van etheen in een reactievat 0,100 mol L–1 is en die van zuurstof 0,050 mol L–1.

1. Bereken hoe groot de etheenfractie is na instelling van het evenwicht.

De wereldproductie van etheenoxide is in 1996 ongeveer 12 megaton (Mt). Met de beschreven productiemethode is hiervoor ongeveer 10,3 Mt etheen nodig, meer dan theoretisch vereist is. De opbrengst is dus minder dan 100 %. Er worden namelijk ook nog andere producten dan etheenoxide gevormd.

1. Bereken de opbrengst in %. Geef de namen van drie nevenproducten.
2. Sieraad

Een sieraad met een massa van 1,345 g is een legering van goud en zilver. Het wordt behandeld met 100,0 mL geconcentreerd salpeterzuur, HNO3. Hierbij ontstaat Ag+ en NO2(g). Goud lost niet op.

1. Geef de reactievergelijking voor het oplossen van zilver in salpeterzuur.

Het volume NO2(g) is bij standaardomstandigheden (*p* = *p*o en *T* = 298 K) 126,6 mL.

1. Bereken het massapercentage goud in het sieraad.

De oplossing wordt geneutraliseerd (met NaOH) en het volume aangevuld tot 200,0 mL. Daarna wordt 50,0 mL ammonia toegevoegd. Hierbij ontstaat een complex ion:

Ag+(aq) + 2 NH3(aq)  Ag(NH3)2+(aq) vormingsconstante *K*c = 1,00⋅107

1. Bereken de concentratie van de vrije zilverionen Ag+ in de oplossing bij evenwicht. Als je niet hebt beantwoord, neem dan als beginconcentratie [Ag+]° = 0,0025 mol L−1 in de 200 mL oplossing (dit is niet het juiste antwoord op ).
2. Caprolactam

Een zeer bekende synthetische vezel wordt bij DSM volgens onderstaand reactieschema gemaakt uit fenol.



1. Geef de reactievergelijking van (1) in molecuulformules.

Men maakt in de koolstofchemie onderscheid tussen de volgende vijf reactietypes:

1. substitutie
2. additie
3. eliminatie
4. isomerisatie
5. redox
6. Leg uit bij welke twee reactie (2) hoort. En bij welk type hoort reactie (3)?

Reactie (4) noemt men een Beckmannomlegging. Het mechanisme van deze reactie verloopt in 4 stappen.

1. Cyclohexanonoxim regeert met zwavelzuur tot een oximester.
2. Vervolgens verhuist een alkylgroep van de iminegroep (C=N-groep) van het C-atoom naar het N-atoom. Hierbij ontstaat een carbokation en tegelijkertijd ontstaat het anion waterstofsulfaat.
3. Het gevormde cyclische carbokation reageert met water tot een oxoniumion.
4. Door een zuur/basereactie tussen het oxoniumion en waterstofsulfaat ontstaat een enolachtige structuur die isomeer is met caprolactam.
5. Geef de stappen van dit mechanisme in structuurformules weer.

Caprolactam reageert in stap (5) tot het additiepolymeer nylon-6.

1. Geef de structuurformule van een schakel van het polymeer nylon-6.
2. Bepaling met zilver

Zilverionen reageren met een cyanide-oplossing tot complexe ionen Ag(CN)2−. Als alle cyanide in het complex gebonden is, vormt zich bij verdere toevoeging van zilverionen een neerslag van AgCN(s) (*K*s(AgCN) = 6,0⋅10−17).

Thiocyanaat kan gebruikt worden om de concentratie zilverionen in een oplossing te bepalen. Daarbij verloopt de reactie Ag+(aq) + SCN−(aq) AgSCN(s)

Een mengsel van kaliumcyanide en kaliumchloride lost men op in water. Deze oplossing wordt getitreerd met 20,00 cm3 0,0500 mol dm−3 zilvernitraatoplossing (totdat een blijvende, zwakke troebeling ontstaat van AgCN).

1. Bereken hoeveel mg kaliumcyanide in de oplossing zit.

Hierna voegt men nog 37,50 cm3 van dezelfde zilvernitraatoplossing toe. Het gevormde neerslag wordt afgefiltreerd. Het filtraat wordt getitreerd met een 12,10 cm3 0,01200 mol dm−3 kaliumthiocyanaatoplossing.

1. Bereken hoeveel mg kaliumchloride in de oplossing zit.
2. Bereken het massapercentage KCl in het zoutmengsel.
3. Organische puzzel

Een organische verbinding **A** heeft verhoudingsformule CpHqOrXs, waarin p, q, r, s gehele getallen zijn en X een halogeenatoom (F, Cl, Br, I). Uit het massaspectrum van **A** blijkt dat de stof moleculen heeft met massa's van 92 en 94 u in de aantallenverhouding 3 : 1.

1. Leg uit wat het verschil is tussen de moleculen van **A** met massa 92 en 94 u respectievelijk. Bereken de gemiddelde molecuulmassa van **A**.
2. Geef de molecuulformule van **A.**

Bij hydrolyse van **A** ontstaat verbinding **B**. Na scheiding en zuivering van **B** toont men aan dat **B**:

* geen halogeen bevat,
* met natriumwaterstofcarbonaat reageert tot kooldioxide,
* bij verhitten met natriumhydroxide een koolwaterstof en natriumcarbonaat oplevert.

Na hydrolyse van 0,265 g **A** is 52,1 mL 0,0550 M zilvernitraatoplossing nodig om halogenide neer te slaan.

1. Geef de structuurformule van **A**.
2. Geef de reactievergelijking van:
* de hydrolyse van **A**,
* de reactie tussen **B** en natriumwaterstofcarbonaat,
* de reactie tussen **B** en natriumhydroxide.

Er zijn verschillende structuurisomeren van **A**.

1. Geef de structuurformule(s) van het/de isome(e)r(en) met een
* ketogroep
* aldehydgroep
* methoxygroep, CH3O−

Een van de structuurisomeren in vertoont optische isomerie.

1. Geef de ruimtelijke structuurformules van deze optische isomeren.

Een van de isomeren in heeft geometrische isomeren (*cis-trans*isomeren).

1. Geef de structuurformules van deze geometrische isomeren.
2. Draken, (drugs en trucs)

Draken kunnen ter verdediging vuur spuwen. De gebruikelijke verklaring hiervoor is dat hun darmen methaanbacteriën bevatten. Als een draak woest blijft, kan hij een mengsel van methaan en lucht uit zijn keel blazen. Daar ontbrandt het door wrijvingswarmte. Het gasmengsel bestaat uit 30 % (v/v) methaan en 15 % zuurstof.

Een woeste draak heeft een longvolume van 5,1 m3 en bij de heersende temperatuur en druk heeft een mol gas een volume van 15 liter.

1. Bereken het totaal aantal mol gassen in de longen van deze draak.
2. Geef de vergelijking van de reactie die plaatsvindt als een draak vuur spuwt. Neem daarbij aan dat de verbranding volledig verloopt.
3. Bereken hoeveel mol zuurstof verbruikt wordt tijdens het spuwen van vuur. Neem aan dat het longvolume met 90 % afneemt.
4. (Draken,) drugs (en trucs)

Verdovende middelen behoren vrijwel altijd tot de organische aminen. In beslag genomen drugs worden in een forensisch laboratorium geanalyseerd. De verdovende middelen in de drugs worden dikwijls gemengd met verschillende andere stoffen. Vóór de uiteindelijke analyse worden de aminen van deze andere stoffen gescheiden volgens onderstaand schema.

Bij een bepaalde gelegenheid werd een mengsel van amfetamine, fenylaceton en suiker (sacharose) geanalyseerd.





1. In welke fase komt elk van deze stoffen terecht? Motiveer je antwoord.
2. Geef de reactievergelijkingen voor die stappen waarin sprake is van een chemische reactie.
3. Allegaartje

Chloroform en tri zijn triviale namen voor trichloormethaan en trichlooretheen.

1. Geef de structuurformules van chloroform en tri.

In het ‘Handboook of Chemistry and Physics’ staat dat de molaire massa van broom 160 g mol−1 is. Analyse van broom in een massaspectrum levert drie signalen (atoommassa’s 158, 160 en 162).

1. Leg uit dat in het massaspectrum van broom drie signalen optreden.

Onderstaande verbindingen hebben allemaal 5 koolstofatomen.



1. Leg uit welke verbinding het laagste kookpunt heeft.

In zure oplossing treedt de volgende reactie op.

BiO3− + Mn2+ → Bi3+ + MnO4−

1. Geef de reactievergelijking van deze reactie. (Vul de ontbrekende deeltjes aan en maak de coëfficiënten kloppend.)

Bij substitutie van een of meer waterstofatomen in dibenzo−*p*−dioxine (zie structuurformule) door chlooratomen ontstaan gechloreerde dioxinen.



1. Hoeveel digechloreerde dioxinen met molecuulformule C12H6Cl2O2 zijn er?

*Alleen het aantal isomeren geven!*

1. Natrium

Een flesje bevat natriummetaal dat verontreinigd is met natriumoxide en natriumchloride. Een monster van het verontreinigde metaal weegt 0,500 g en wordt opgelost in water.

1. Geef de reactievergelijkingen van de twee reacties die optreden als het monster in water wordt opgelost.

Als 0,500 g monster wordt opgelost in water wordt 249 cm3 waterstofgas gevormd bij een druk van 98,0 kPa en een temperatuur van 25 °C. De oplossing wordt met water aangevuld tot een volume van 250,0 cm3. Voor titratie van 25,0 cm3 van deze oplossing is 18,2 cm3 0,112 mol L−1 zoutzuur nodig.

1. Bereken hoeveel mmol waterstofgas gevormd is.
2. Geef de titratievergelijking en bereken hoeveel mmol natriumhydroxide gevormd is in de reactie tussen het monster en water.
3. Bereken het aantal mmol natrium en natriumoxide in het monster.
4. Bereken de massapercentages natrium, natriumoxide en natriumchloride in het monster.
5. Isomeren

Een acyclische organische verbinding **A** heeft de molecuulformule C6H12

1. Geef alle mogelijke structuurformules (alleen de koolstofskeletten is voldoende) voor **A** met bijbehorende namen (er zijn er 13 in totaal, exclusief stereoisomeren).
2. Bij welke van deze structuurformules is stereoisomerie mogelijk? Om welke vorm van stereoisomerie gaat het dan?
3. Bacterie als werkpaard

Het afvalwater van een chemische fabriek bevat per dm3 de volgende hoeveelheden organische stoffen:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| stof | molecuulformule | concentratie (mg dm−3) |
| fenolcitroenzuursalicylzuur | C6H6OC6H8O7C7H6O3 | 16109,0 |

Gelukkig zijn er bacteriën die er voor zorgen dat deze stoffen kunnen worden afgebroken. Bij de biochemische afbraak van deze stoffen in de bacterie wordt zuurstof verbruikt en koolstofdioxide en water gevormd.

1. Geef de reactievergelijkingen van de biochemische afbraak van deze drie stoffen.

Het BZV (biochemisch zuurstofverbruik) is een veel gebruikte maat voor de hoeveelheid organische stof in afvalwater. Het BZV is de massa (mg) verbruikt zuurstof per volume-eenheid (dm3) afvalwater bij volledige oxidatie van de organische stoffen in het water.

1. Bereken het BZV van 1 dm3 afvalwater met bovenvermelde hoeveelheden organische stof.

Als afvalwater in het laboratorium geanalyseerd wordt, oxideert men de organische stoffen met een oplossing van kaliumpermanganaat. Zo'n oplossing reageert sneller dan zuurstof. In een aangezuurde oplossing wordt koolstofdioxide en water gevormd en de permanganaationen MnO4− worden gereduceerd tot Mn2+.

1. Hoeveel mol MnO4− heeft hetzelfde oxiderende vermogen als 1 mol O2?

In werkelijkheid verloopt de oxidatie met permanganaat niet volledig. Slechts 90 % van het fenol, 66 % van het citroenzuur en 85 % van het salicylzuur wordt geoxideerd.

1. Bereken hoeveel cm3 0,050 M kaliumpermanganaatoplossing in dat geval reageert met 250 cm3 van het in de tabel gespecificeerde afvalwater.

Om het BZV te meten in de praktijk zul je de bacteriën een aantal dagen en misschien wel weken hun werk moeten laten doen. Het is dus lastig na te gaan of er wel genoeg zuurstof in het afvalwater aanwezig is.

1. Kun je de bepaling met permanganaat gebruiken om een goed idee te krijgen hoeveel zuurstof voor de afbraak van dit afvalwater nodig is?
2. Druk zout zoet

De osmotische druk van een oplossing is een gevolg van alle erin opgeloste deeltjes. De osmotische druk is gelijk aan de druk van een gas met precies evenveel deeltjes per volume als er in opgeloste toestand aanwezig zijn.

Een monster zeewater heeft de volgende samenstelling:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ion | Cl− | Na+ | SO42− | Mg2+ | Ca2+ | K+ | HCO3− |
|  | 0,547 | 0,470 | 0,028 | 0,053 | 0,010 | 0,010 | 0,002 |

1. Bereken de osmotische druk in atmosfeer van het monster bij 298,15 K.

Men maakt zoet water uit zeewater door middel van omgekeerde osmose. 5,00 L zeewater wordt in een compartiment gedaan dat van een ander compartiment is gescheiden door een membraan dat alleen water doorlaat. Bij 298,15 K wordt een druk toegepast van 50 atm.

1. Bereken het maximale aantal L water dat ontzilt kan worden onder deze omstandigheden door het door een membraan te persen.
2. NMR

Een van de belangrijkste analysetechnieken is NMR. De chemische omgeving van een atoom bepaalt de plaats van een piek in een NMR-spectrum. Uit het aantal pieken en de plaats ervan kan een molecuulstructuur achterhaald worden. Als er snelle rotaties mogelijk zijn rond de bindingen of bij flexibele ringsystemen meet men de gemiddelde chemische omgeving.

Het 13C-NMR-spectrum van 3-methyl-1-butanol vertoont bijvoorbeeld vier koolstofpieken (de piekintensiteiten verhouden zich daarbij als 2 : 1 : 1 : 1) en het 1H-NMR-spectrum van deze zelfde verbinding laat vijf waterstofpieken zien (de piekintensiteitsverhouding is dan 6 : 1 : 2 : 2 : 1).

Aromaten kunnen allerlei reacties ondergaan.

M.b.v. broom o.i.v. de katalysator ijzer(III)bromide wordt een H-atoom in een benzeenring gesubstitueerd door een Br-atoom.

M.b.v. de oxidator kaliumpermanganaat wordt een alkyltak aan een benzeenring omgezet in een carbonzuurgroep.

De plaats naast een zijgroep laat zich door broom moeilijk substitueren door sterische hindering (dat betekent dat grote groepen elkaar in de weg kunnen zitten).

Men laat tolueen op twee verschillende manieren reageren.



13C-NMR van **B** geeft vijf koolstofpieken en die van D geeft zeven koolstofpieken.

1. Geef de structuurformules van **A**, **B**, **C** en **D**.

Bij volledige hydrogenering van koolwaterstof **E** (C5H8) wordt verbinding **F** (C5H10) gevormd.

1. Geef alle mogelijke structuurformules van **F**.

13C-NMR van **F** geeft 3 pieken.

1. Geef alle mogelijke structuurisomeren van **E**.
2. Lichaamstemperatuur

Een persoon met een massa van 75 kg verbruikt per dag aan energie 1,0⋅104 kJ. Deze energie kan geleverd worden door verbrandingsprocessen, bijvoorbeeld de volledige verbranding van suiker, C12H22O11(s), levert per mol 5647 kJ energie en die van alcohol, C2H5OH(l) 1371 kJ.

1. Geef de reactievergelijkingen van de volledige verbranding van suiker en van alcohol.
2. Hoeveel gram suiker zou deze persoon per dag moeten verbranden om volledig in zijn energiebehoefte te voorzien? En hoeveel liter 5,0% (volumeprocent!) alcoholoplossing (bijvoorbeeld bier)?

Stel dat deze persoon geen energie met zijn omgeving uitwisselt en dat hij volledig uit water bestaat.

1. Met hoeveel graden zou zijn lichaamstemperatuur dan per dag stijgen?

Stel vervolgens dat deze persoon een constante lichaamstemperatuur kan handhaven door verdamping van water.

1. Hoeveel kg water is dan per dag nodig voor handhaving van zijn lichaamstemperatuur?
2. Hertshoorn rijst de pan uit

In recepten voor gemberkoek wordt als bakpoeder −een rijsmiddel− hertshoornzout gebruikt. Het is een mengsel van twee zouten: ammoniumwaterstofcarbonaat en ammoniumcarbamaat −een carbamaation is een waterstofcarbonaation waarin een OH-groep vervangen is door een NH2-groep.

1. Geef de formules van ammoniumwaterstofcarbonaat en ammoniumcarbamaat.

Bij verhitten tot 180 °C ontleden beide zouten. Er ontstaan daarbij alleen maar gasvormige verbindingen (ammoniak, koolstofdioxide en water).

1. Geef de reactievergelijkingen van de ontleding van beide zouten in de gasvormige verbindingen.

Je mag hierna hertshoornzout opvatten als een mengsel dat evenveel mol van beide bovengenoemde zouten bevat.

1. Bereken de maximale volumetoename bij het bakken van het deeg (aannemende dat beide zouten volledig in gasvormige producten worden omgezet en dat de volumetoename alleen door de ontledingsproducten van hertshoornzout veroorzaakt wordt) als 1,00 g hertshoornzout ontleedt bij 180 °C en een druk van 1,013 bar. Gebruik bij deze berekening de formule van de algemene gaswet (*pV = nRT*).
2. Kunststof

In de kunststofindustrie wordt vaak gebruik gemaakt van zogenoemde copolymeren. Een copolymeer kun je opgebouwd denken uit twee soorten monomeren. Hieronder is de structuur van een fragment van zo'n copolymeermolecuul weergegeven:



Dit copolymeer kan gemaakt worden door middel van additiepolymerisatie.

1. Geef de structuurformules van de twee soorten monomeren die men dan met elkaar moet laten reageren.

De molverhouding waarin de beide monomeren met elkaar gereageerd hebben, hoeft niet 1 : 1 te zijn. Om na te gaan in welke molverhouding de beide monomeren gereageerd hebben, kan door middel van een titratie het gemiddelde aantal COOH-groepen per copolymeermolecuul bepaald worden.

Van een bereide hoeveelheid van het bovengenoemde copolymeer blijkt de gemiddelde massa van één mol 1,10⋅104 g te zijn. Ter bepaling van het gemiddelde aantal COOH-groepen per molecuul van het copolymeer wordt een oplossing van 1,08 g van het bereide copolymeer getitreerd met 1,20 M natronloog. Voor het bereiken van het eindpunt van de titratie blijkt 13,0 mL van deze natronloog nodig te zijn. Aangenomen mag worden dat bij het eindpunt alle COOH-groepen zijn omgezet in COO−-groepen.

1. Bereken het gemiddelde aantal COOH-groepen per molecuul van het onderzochte copolymeer.
2. Meerkeuzevragen

1 De meest reactieve metalen in het periodieke systeem hebben een

A grote straal en een hoge elektronegativiteit.

B grote straal en een lage ionisatie-energie.

C kleine straal en een lage elektronegativiteit.

D kleine straal en een lage ionisatie-energie.

E kleine straal en een hoge elektronegativiteit.

2 Welk deeltje is de oxidator in de volgende (niet-kloppende) reactievergelijking?

HAsO2(aq) + Sn2+(aq) + H+(aq) →As(s) + Sn4+(aq) + H2O(l)

A HAsO2(aq)

B Sn2+(aq)

C H+(aq)

D Sn4+(aq)

E H2O(l)

3 Als ionaire hydriden reageren met water, ontstaan de volgende producten

A zure oplossing en waterstofgas.

B zure oplossing en zuurstofgas.

C basische oplossing en waterstofgas.

D basische oplossing en zuurstofgas.

E zowel waterstof- als zuurstofgas.

4 Een monster met een massa van 54 mg bevat 3,01⋅1020 moleculen SFn. Welke waarde heeft n?

A 1

B 2

C 4

D 6

E 8

5 Een kleurloze oplossing in water bevat slechts één zout. Welk zout is dit, gegeven de onderstaande waarnemingen?

* Er ontstaat een neerslag bij toevoeging van een kleine hoeveelheid verdunde NaOH-oplossing. Dit neerslag lost in overmaat natronloog op.
* Toevoeging van AgC2H3O2(zilveracetaat)-oplossing aan de oplossing geeft een wit neerslag.

A PbSO4

B Ba(NO3)2

C CuSO4

D AlCl3

E FeI2

1. Sla munt uit gas en elektriciteit

Een munt bestaat uit aluminium, koper, nikkel en zilver.

0,200 g van de munt reageert met overmaat zoutzuur. Hierbij ontstaat 119,8 cm3 waterstofgas bij 99,0 kPa en 20 °C.

Het onoplosbare residu (0,0500 g) lost volledig op in salpeterzuur. Na een kleine voorbehandeling elektrolyseert men deze oplossing. Hierbij slaan alle metaalionen neer op de minpool. Om alle metaal volledig te laten neerslaan is gedurende 219,3 s een stroom nodig van 0,700 A. Deze stroom heeft een rendement van 85%.

1. Geef de reactievergelijkingen van de reacties tussen de munt en zoutzuur.
2. Geef de reactievergelijkingen van de reacties tussen het residu en gec. salpeterzuuroplossing. Bij deze reactie ontstaat o.a. stikstofdioxide.
3. Geef de vergelijking van de halfreacties aan de minpool bij elektrolyse.
4. Bereken de samenstelling van de legering in massa%.
5. Biologische zuivering van afvalwater

In een waterzuiveringsinstallatie wordt afvalwater biologisch gezuiverd. Van de koolhydraatverontreiniging in het afvalwater wordt 45% volledig geoxideerd (aerobe afbraak), terwijl 10% wordt vergist (anaerobe afbraak). Bij de aerobe afbraak ontstaan CO2 en H2O, bij de anaerobe afbraak worden CH4 en CO2 gevormd.

Voor de koolhydraatverontreiniging wordt de formule ‘CH2O’ gehanteerd.

1. Geef de reactievergelijking van elk van beide afbraakprocessen.

De totale gasproductie van de installatie bedraagt 16 m3 per dag (20 °C, 1 bar). De koolhydraatverontreiniging in het afvalwater bedraagt 250 mg L–1 ‘CH2O’.

1. Bereken hoeveel m3 afvalwater dagelijks door de installatie wordt verwerkt.
2. Bereken hoeveel kg koolhydraat per dag in het water achterblijft.

Het vrijkomende methaan kan worden gebruikt voor de energievoorziening van de installatie.

1. Bereken hoeveel kJ per dag kan worden geproduceerd door verbranding van het gevormde methaan.

De totale koolhydraatvervuiling van het water kun je bepalen door titratie van een watermonster met een aangezuurde oplossing van kaliumdichromaat. Hieruit kun je het ‘chemisch zuurstofverbruik’ (COD) van het water in mg L–1 O2 berekenen. Daarbij moet je de omrekeningsformule ‘1 mmol Cr2O72–Δ 1,5 mmol O2’ toepassen.

1. Licht deze omrekeningsformule toe.
2. Bereken de COD-waarde van het bovengenoemde afvalwater.
3. Anorganisch puzzeltje



**1** Geef namen en formules van de stoffen/deeltjes A, B, C, D, E, F, G en H in bovenstaand reactieschema.

1. Peptide

Na volledige hydrolyse van 95,8 g van een peptide verkreeg men de volgende hoeveelheden aminozuren.

**2** Waarom is de totale massa van de aminozuren groter dan de massa van het peptide?

**3** Bereken de relatieve molverhouding (quotiënten van de hoeveelheden) van de aminozuren in het peptide. Geef die verhouding als gehele getallen.

**4** Bereken de kleinst mogelijke massa voor het peptide.

De tertiaire structuur van een eiwit ontstaat door verschillende typen bindingen tussen de zijketens van de aminozuren, bijv. waterstofbruggen tussen tyrosine(Tyr) en serine (Ser) kunnen een bijdrage leveren aan de 3D-structuur.

**5** Kies bij elk type binding twee aminozuren (uit bovenstaande) waarmee je laat zien hoe deze een bijdrage leveren aan die tertiaire structuur.

hydrofobe binding covalente binding ionbinding

1. Munt

Een bepaalde munt bestaat uit aluminium, koper, nikkel en zilver. 0,220 g van deze munt reageert met zoutzuur; hierbij ontstaat 119,8 mL waterstof(g) (90,0 kPa en 20 °C). 0,050 g van de munt loste in zoutzuur niet op, maar wel (volledig) in salpeterzuur.

Na opwerking elektrolyseert men de verkregen oplossing. Er slaat metaal op de minpool neer. Om het metaal zo volledig mogelijk neer te slaan is gedurende 219,3 s een stroom nodig met stroomsterkte 0,700 A bij een rendement van 85%. (Dit betekent dat van de mogelijk neer te slaan metalen er hier dus toch nog 15% in oplossing blijft.) 1 Mol elektronen heeft een lading van 1 *F* = 96485 C (A s).

**6** Geef de reactievergelijkingen voor de reacties van de munt met zoutzuur.

**7** Geef de reactievergelijkingen voor de reacties van de munt met salpeterzuur. Er ontstaat

stikstofdioxide.

**8** Geef de reactievergelijkingen van de halfreacties aan de minpool tijdens elektrolyse.

**9** Bereken de samenstelling van de munt

(massa%)

# Theorieopgaven

1. Het oplosbaarheidsproduct *K*s van magnesiumhydroxide is 1⋅10–11 bij 25°C. Bereken de oplosbaarheid van magnesiumhydroxide in een oplossing met pH 11,0?

(a) 6 g L–1

(b) 1 g L–1

(c) 0,1 g L–1

(d) 0,0006 g L–1

(e) 6⋅10–7 g L–1

2. Alkaan **Y** wordt gemengd met overmaat zuurstof in een reactievat met een constant volume dat in een thermostaatbad op een temperatuur van 200 °C gehouden wordt. De begindruk in het vat is 1,02 atmosfeer. Met een vonk wordt het mengsel tot ontbranding gebracht. Daarbij levert het alkaan waterdamp en koolstofdioxide. Na afloop brengt men de temperatuur weer op 200 °C en dan is de druk weer 1,02 atmosfeer. Ga na welke formule **Y** zou kunnen hebben.

 (a) cyclohexaan, C6H12

(b) ethaan, C2H6

(c) ethaanzuur, C2H4O2

(d) methaan, CH4

(e) propaan, C3H8

3. Welke van onderstaande verbindingen geeft, opgelost in water, **geen** zure oplossing?

(a) FeCl3

(b) H3PO4

(c) KI

(d) NH4Cl

(e) SO3

4. Een organisch chemicus analyseert een onbekende verbinding. Massaspectrometrie geeft voor de verbinding een molecuulmassa van 114 g mol–1. Elementanalyse levert de volgende elementsamenstelling (*m*/*m*): 63% C, 9% H and 28% O.

Welke van onderstaande verbindingen zou het geweest kunnen zijn?



5. Het oxidatiegetal (de lading) van vanadium in ammoniumorthovanadaat, (NH4)3VO4 is:

(a) I (1+)

(b) II

(c) III

(d) IV

(e) V

6. Gegeven het onderstaande energiediagram voor een chemische reactie.



Welke van onderstaande beweringen is juist?

(a) De activeringsenergie van de heengaande reactie is 120 kJ mol–1.

(b) De activeringsenergie van de teruggaande reactie is 270 kJ mol–1.

(c) De energieverandering Δ*E* van de heengaande reactie is –30 kJ mol–1.

(d) De heengaande reactie verloopt spontaan.

(e) De teruggaande reactie is exotherm.

7. Hieronder staat een streekkaartje.



Bij punten **V**, **W**, **X**, **Y** and **Z**, neemt men watermonsters. Dit levert de analyseresultaten in onderstaande tabel.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **monster no.** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| opgelost zuurstof (mg L–1) | 8,0 | 7,0 | 3,0 | 2,5 | 8,0 |
| pH | 8,0 | 8,2 | 7,5 | 3,5 | 6,2 |
| Cl– (mg L–1) | 0,5 | 1⋅10–3 | 1⋅10–2 | 6⋅10–2 | 1⋅10–3 |
| Ca2+ (mg L–1) | 5⋅10–3 | 5⋅10–3 | 5⋅10–3 | 5⋅10–3 | 5⋅10–4 |
| telling Coli-bacteriën (per 100mL) | 50 | 0 | 5000 | 4000 | 0 |

Kruis het antwoord aan met volledige overeenstemming tussen monster en monsterplaats?

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **monster no.** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| (a) | **Z** | **V** | **Y** | **X** | **W** |
| (b) | **Z** | **W** | **X** | **Y** | **V** |
| (c) | **W** | **Z** | **Y** | **X** | **V** |
| (d) | **Z** | **V** | **X** | **Y** | **W** |
| (e) | **V** | **Z** | **Y** | **W** | **X** |

De juiste antwoorden zijn:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| d | d | c | b | e | b | d |

1. Cannizaro
2. 
3. **A** dimethylpropanal **B** 2,2-dimethyl-1-propanol **C** dimethylpropanoaat
4. 2 R−CHO + OH− → R−CH2OH + R−COO−
5. 
6. Zuurconstante met Lambert-Beer
7. 

0,353/2,000 = 3,090**⋅**103[HA] + 5,012**⋅**103[A−] 275 nm

0,088/2,000 = 1,00[HA] + 2,951**⋅**103[A−] (× 1,6984) 355 nm

────────────────────────────────────────────────────── -

0,10175 = 3,088**⋅**103[HA] ⇒ [HA] = 3,295**⋅**105 mol dm−3

0,1765 = 0,1018 + 5,012**⋅**103[A−] ⇒ [A−] = 1,490**⋅**10−5 mol dm−3

 ⇒ p*K*z = pH + log  ⇒ p*K*z = 8,50 + log  = 8,84

1. Evenwicht
2. 2 FeSO4(s) → Fe2O3(s) + SO2(g) + SO3(g)

*K*1 = [SO2][SO3]

1. SO3(g)  2SO2(g) + O2(g)



1. Volgens de algemene gaswet: *pV* = *nRT* en dus *n*/*V* = *p*/*RT* ofwel concentratie in mol L−1 = kPa/*RT*

[SO3] + [SO2] + [O2] = 84,7 kPa/*RT*

[O2] = 2,79 kPa/*RT*

Stel evenwicht 1 levert *x* M SO2 en dus ook *x* M SO3. Volgens evenwicht 2 reageert y M SO3. Na instelling van beide evenwichten geldt dus:

[SO2] = *x* + *y* M; [SO3] = *x* − *y* M en [O2] = ½*y* M

½*y* M = 2,79 kPa/*RT* en 2*x* + ½*y* = 84,7 kPa/*RT*

*y* = 5,58 kPa/*RT* en *x* = 40,96 kPa/*RT*; *RT* = 8,314 × 929 = 7,724**⋅**103

[SO2] = 46,54/7,724**⋅**10−3 = 6,03**⋅**10−3 M;

[SO3] = 35,38/7,724**⋅**103 = 4,58**⋅**10−3 M;

[O2] = 2,79/7,724**⋅**103 = 0,361**⋅**10−3 M

*K*1 = 2,76⋅10−5 mol2 L−2

*K*2 = 6,26⋅10−4 mol L−1

1. Etheenoxide
2. 
3. 
4.  = 1,135 mol C2H4O

*pV* = *nRT* ⇒  = 2,718**⋅**10–2 m3

 = 1**⋅**10–6 ⇒ *x* = 2,7**⋅**104 m3

1. 2 C2H4O + 5 O2 → 4 CO2 + 4 H2O

1,135 mol C2H4O × 2,5**⋅**1,135 = 2,838 mol O2

2,838 mol O2  6,796**⋅**10–2 m3 O2 ×  = 0,32 m3 lucht

1. *K* is zeer groot (2**⋅**1014) ⇒ alles wordt omgezet ⇒ 0,100 mol L–1 C2H4O

⇒ 4*x*3 = 5,0**⋅**10–17 ⇒ *x* = 2,3**⋅**10–6 mol L–1

 = 2,3**⋅**10–3 vol%

1. 10,3 Mt C2H4 **×**  = 16,2 Mt C2H4O

 = 74 %

koolstofdioxide, water, 1,2‑ethaandiol.

1. Sieraad
2. Ag(s) + NO3−(aq) + 2 H+(aq) → Ag+(aq) + NO2(g) + H2O(l)
3.  = 5,19 mmol NO2 ⇒ 5,19 mmol Ag × 107,9  = 560 mg Ag..

massapercentage goud =  = 58,4 massa%

1. *K*c is heel groot ⇒ aflopende reactie ⇒ [Ag(NH3)2+] =  = 2,08⋅10−2 

5,19 mmol Ag+ reageert met 10,38 mmol NH3. 50,0 mL × 1,000 M NH3 = 50,0 mmol NH3. In oplossing blijft over: 50,0 − 10,4 = 39,6 mmol NH3 ⇒ [NH3] =  = 0,158 

*K*c = 1,00⋅107 =  ⇒ [Ag+] = 8,33⋅10−8 

1. Caprolactam
2. C6H6O + 3 H2 → C6H12O
3. eliminatie (er wordt H2 onttrokken)

redox (cyclohexanol is de reductor)

1. 
2. 
3. Bepaling met zilver
4. Ag+ + 2 CN− → Ag(CN)2− titratiereactie

Ag(CN)2− + Ag+ → 2 AgCN indicatorreactie

1. 20,00 cm3 ⋅ 0,0500 = 1,00 mmol Ag+ ∴2,00 mmol CN− ∴ 2,00 mmol KCN

2,00 mmol KCN ⋅ 65,12 = 130(,2) mg KCN

1. totaal: 37,50 cm3 ⋅ 0,0500 = 1,875 mmol Ag+

gereageerd met Ag(CN)2− ∴ 1,00 mmol Ag+

overmaat: 12,10 cm3 ⋅ 0,01200 = 0,145 mmol Ag+

gereageerd met Cl−: 0,730 mmol Ag+ ∴ 0,730 mmol Cl−

0,730 mmol KCl ⋅ 74,56 = 54,4(3) mg KCl

1. 
2. Organische puzzel
3. Deze moleculen bevatten verschillende isotopen van een of meerdere atoomsoorten.



1. Het molecuul bevat 1 chlooratoom: de piekhoogten van het molecuulioncluster verhouden zich volgens de abundantie van chloor (75,5 : 24,5).



1. **A** (met één Cl)  **B** (zonder Cl)
2. **B** reageert met OH− ⇒ **B** moet zuur zijn

52,1 mL ⋅ 0,0550  ∴ 2,866 mmol halogeen/0,265 g **A** ∴1 mol halogeen/mol **A** (zie boven)

**A** moet zuurchloride zijn ⇒

**A** = 

1. H5C2−COCl + 2 H2O → H5C2−COOH + H3O+ + Cl−

H5C2−COOH + HCO3− → H5C2−COO− + H2O + CO2(g)

H5C2−COOH + 2 NaOH → Na2CO3 + C2H6 + H2O

1. 
2. 
3. 
4. Draken, (drugs en trucs)
5.  = 3,4⋅102 mol
6. CH4(g) + 2 O2(g) → CO2(g) + 2 H2O(g)
7. 0,90 ⋅ 0,30 ⋅ 2 ⋅ 3,4⋅102 mol = 1,8⋅102 mol
8. (Draken,) drugs (en trucs)
9. stap 1: Suiker kan in basisch milieu hydrolyseren. De reactieproducten glucose en fructose zijn allebei goed wateroplosbaar en komen dus in waterfase 1 terecht.

Het basische amine en het keton reageren niet met NaOH. Ze zijn tamelijk apolair en komen dus in organische fase 1 terecht.

stap 2: Het basische amine reageert met oxonium tot een ammoniumzout dat goed oplosbaar is in de waterfase. Dit komt dus in waterfase 2 terecht.

Het keton reageert niet, blijft tamelijk apolair en belandt dus in de organische fase 2.

stap 3: Het ammoniumzout wordt weer omgezet in een amine dat tamelijk apolair is en in organische fase 3 terechtkomt.

Waterfase 3 bevat geen van de stoffen in het mengsel.

1. stap 1: C12H22O11 + H2O → 2 C6H12O6

stap 2: C6H5−CH(CH3)−NH2 + H3O+ → C6H5−CH(CH3)−NH3+ + H2O

stap 3: C6H5−CH(CH3)−NH3+ + OH− → C6H5−CH(CH3)−NH2 + H2O

1. Allegaartje
2. 
3. Broom heeft twee in de natuur voorkomende isotopen (met massa 79 en 80). Er zijn dus drie mogelijke Br2-moleculen (79Br2, 81Br2 en 79Br80Br), elk met een eigen *m/z*-waarde).
4. (I) is een cyclische ether, dit is het enige molecuul dat onderling geen H-bruggen kan vormen (alleen van der Waalsbinding en dipool-dipoolbinding). De intermoleculaire binding is dus tamelijk zwak en het kookpunt laag.
5. 5 BiO3− + 2 Mn2+ + 14 H+ → 5 Bi3+ + 2 MnO4− + 7 H2O

(Stel eerst de beide halfreacties op en tel ze dan met de juiste gewichtsfactor bij elkaar op.)

1. Er zijn er 9 (Bij dioxinen vindt de nummering van de atomen als volgt plaats:



De 9 isomeren zijn dan: 1,2; 1,3; 1,4; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,6; 2,7 en 2,8)

1. Natrium
2. 2 Na(s) + 2 H2O(l) → H2(g) + 2 Na+(aq) + 2 OH−(aq)

Na2O(s) + H2O → 2 Na+(aq) + 2 OH−(aq)

1.  = 9,84 mmol
2. OH−(aq) + H+(aq) → H2O(l)

18,2 mL ⋅ 0,112 mol L−1 = 2,04 mmol OH− / 25,0 mL = 20,4 mmol OH− / 250 mL

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| totaal loog | 20,38 | mmol OH− |  |
| loog (afkomstig van Na) | 9,84 ⋅ 2 = 19,68 | mmol OH− | − |
| loog (afkomstig van Na2O) | 0,70 | mmol OH− |  |

19,68 mmol Na

0,70 / 2 = 0,35 mmol Na2O

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| stof |  | massa |  | massapercentage |
| Na | 19,68 mmol ⋅ 22,99 g mol−1 | = 452,4 mg |  | = 90,5 % |
| Na2O | 0,35 mmol ⋅ 61,98 g mol−1 | = 21,7 mg |  | = 4,3 % |
| NaCl | (500 −(452,4 + 21,7)) mg | = 25,9 mg |  | = 5,2 % |

1. Isomeren



Bij 3- en 4-methyl-2-penteen en bij 2-hexeen is sprake van *cis-trans*isomerie; bij 3-methyl-1-penteen van optische isomerie.

1. Bacterie als werkpaard
2. C6H6O + 7 O2 → 6 CO2 + 3 H2O; 2 C6H8O7 + 9 O2 → 12 CO2 + 8 H2O

C7H6O3 + 7 O2 → 7 CO2 + 3 H2O

1. per dm3:

 +  + = 1,19 + 0,234 + 0,456 = 1,88 mmol O2



1. 1 mol O2  4 mol e−  mol MnO4−
2. 250 cm3   +  +  = 0,268 + 0,0386 + 0,0969 =

0,404 mmol O2   × 0,404 = 0,323 mmol MnO4− = 6,5 mL

1. Het kan, alleen krijg je in dit geval een ondergrens, omdat niet alle stoffen volledig worden geoxideerd. Je moet dus een sterkere oxidator gebruiken (en dat gebeurt in de praktijk ook).
2. Druk zout zoet
3. [ ]tot = 0,547 + 0,470 + 0,028 + 0,053 + 0,010 + 0,010 + 0,002 = 1,12 mol L−1

; 

1. Geen omgekeerde osmose meer als de totale concentratie overeenkomt met 50 atm ⇒

 ⇒

De totale concentratie is dus toegenomen met een factor  ⇒

Het volume zeewater is met deze factor afgenomen. Er is dus 5,00 −  door het membraan gegaan.

1. NMR
2. 
3. 
4. 
5. Lichaamstemperatuur
6. C12H22O11 + 12 O2 → 12 CO2 + 11 H2O

C2H5OH + 3 O2 → 2 CO2 + 3 H2O

1. 6,1⋅102 g suiker en 8,4 L alcoholoplossing
2. 32 °C
3. 4,4 kg
4. Hertshoorn rijst de pan uit
5. NH4HCO3 en NH2COONH4
6. NH4HCO3 → NH3 + CO2 + H2O

NH2COONH4 → 2 NH3 + CO2

1. Een mengsel van 1 mol ammoniumwaterstofcarbonaat (*M* =79,06 g mol−1) en 1 mol ammoniumcarbamaat (*M* = 78,08 g mol−1) weegt 157,14 g

Deze hoeveelheid mengsel geeft bij verhitten 6 mol gas

1,00 g hertshoornzout geeft bij verhitten *n* = 6⋅(1,00/157,14) mol gas

Algemene gaswet  ⇒  m3 = 1,42⋅10−3 m3 = 1,42 dm3

1. Kunststof
2. 
3. 13,0 mL × 1,20  = 15,6 mmol OH−; dit komt overeen met 15,6 mmol COOH

 = 9,82⋅10−5 mol polymeer = 9,82⋅10−2 mmol polymeer

 = 159 COOH-groepen per molecuul

1. Meerkeuzevragen

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | B | 2 | A | 3 | C | 4 | C | 5 | D |

1. Sla munt uit gas en elektriciteit
2. 2 Al(s) + 6 H+(aq) → 2 Al3+(aq) + 3 H2(g)

Ni(s) + 2 H+(aq) → Ni2+(aq) + H2(g)

1. Cu(s) + 2 NO3−(aq) + 4 H+(aq) → Cu2+(aq) + 2 NO2(g) + 2 H2O(l)

Ag(s) + NO3−(aq) + 2 H+(aq) → Ag+(aq) + NO2(g) + H2O(l)

1. Ag+(aq) + e− → Ag(s)

Cu2+(aq) + 2 e− → Cu(s)

1.  =  = 4,87 mmol H2(g)

200 mg munt bevat 150 mg (Al + Ni) en 50,0 mg (Cu + Ag)

Stel 150 mg (Al + Ni) bevat *x* mg Al en (150 − *x*) mg Ni

*x* mg Al levert  = 5,56⋅10−2*x* mmol H2(g)

(150 − *x*) mg Ni levert  = 2,55 − 1,70⋅10−2*x* mmol H2(g)

5,56⋅10−2*x* + 2,55 − 1,70⋅10−2*x* = 4,87

3,86⋅10−2*x* = 2,32 ⇒ *x* = 60,1 mg ⇒ 60,1 mg Al en 89,9 mg Ni

Voor de elektrolyse is nodig  = 1,35 mmol e−.

Stel 50,0 mg (Cu + Ag) bevat *y* mg Cu en (50,0 − *y*) mg Ag.

 = 1,35

3,15⋅10−2*y* + 0,463 − 9,27⋅10−3*y* = 1,35

2,22⋅10−2*y* = 0,914 ⇒ *y* = 41,2 mg; 41,2 mg Cu en 8,8 mg Ag.

 = 30,1 massa% Al; 44,9 massa% Ni; 20,6 massa% Cu en 4,4 massa% Ag

1. Biologische zuivering van afvalwater
2. CH2O + O2 → CO2 + H2O
2 CH2O → CO2 + CH4
3. 16 m3 gas Δ = 6,7⋅102 mol gas.
100 mol ‘CH2O’ met 45 mol (aeroob) + 10 mol (anaeroob) + 45 mol (niet-omgezet) geeft 45 mol CO2 (aeroob) + 5 mol CO2 en 5 mol CH4 (anaeroob) is in totaal 55 mol gas.
6,7⋅102 mol gas × ° 3,65·104 g ‘CH2O’ per dag; = 1,5·102 m3 per dag.
4. Verwerkt (zie b) 36,5 kg ‘CH2O’ per dag (= 55%). Dagelijks blijft 45/55× 36,5 kg CH2O = 30 kg CH2O in het water achter.
5. 1/10 deel van totaal gas is methaan: 0,67·102 × 890 = 5,4·104 kJ/dag
6. Een dichromaation kan zes elektronen opnemen, een zuurstofmolecuul maar vier ⇒
1 Cr2O72− Δ 1,5 O2.
7. 1 CH2O Δ 1 O2 ⇒ 30 g CH2O Δ 32 g O2 ⇒ 250 mg CH2O Δ 250 × mg O2 = 267 mg O2
COD = 267 mg L–1 O2.
8. Zoutpuzzel 1

Je krijgt 5 reageerbuizen met de opschriften **A-E**. In elk van deze reageerbuizen zit één metaaloxide uit onderstaande lijst.

|  |  |
| --- | --- |
| calciumoxidekoper(I)oxidekoper(II)oxidechroom(III)oxideijzer(III)oxide | lood(II,IV)oxidemagnesiumoxidemangaan(IV)oxidezilveroxidezinkoxide |

Voer de onderstaande experimenten uit. Gebruik reageerbuizen, tenzij anders aangegeven. Voeg alle reagentia druppelsgewijs toe en schud goed na elke toegevoegde druppel. Bewaar steeds een klein beetje van elk monster voor een laatste controle.

Maak op de volgende manier een verslagje van de experimenten en conclusies.

* Noteer de eigenschappen van de stoffen **A-E** en vermeld alle waarnemingen.
* Geef de namen van de stoffen **A-E**.
* Geef de reactievergelijkingen van de reacties die je uitgevoerd hebt.

**Gebruik een veiligheidsbril!**

a1 Doe ongeveer ¼ deel van **A** in een reageerbuis en voeg ongeveer 5 cm3 zoutzuur toe.

a2 Neem ongeveer 1 cm3 van de oplossing van a1 en voeg natronloog toe; eerst druppel voor druppel, dan een overmaat.

b1 Neem ongeveer ¼ van **B** en voeg ongeveer 5 cm3 salpeterzuuroplossing toe. Meng door schudden en verwarm tot juist onder kooktemperatuur. Laat de reageerbuis ongeveer 10 minuten staan, zodat er zich een neerslag kan vormen. (Intussen kun je verder gaan met c1 en c2.) Zuig de oplossing op en verdeel hem over drie reageerbuizen. Merk deze met **B2-B4**. Bewaar de reageerbuis met het neerslag.

b2 Voeg natronloog toe aan **B2**; eerst druppelsgewijs, dan in overmaat.

b3 Voeg ammonia toe aan **B3**; eerst druppelsgewijs, dan in overmaat.

b4 Voeg zwavelzuuroplossing toe aan **B4**.

c1 **Voer dit experiment uit in een zuurkast!**

Voeg 1 cm3 geconcentreerd zoutzuur toe aan ¼ deel van **C**. Verwarm zachtjes en houd een vochtig indicatorpapiertje boven de reageerbuis.

c2 **Natriumhydroxide is zeer etsend! Raak de pilletjes niet aan met je vingers!**

Smelt 2-3 pilletjes natriumhydroxide en ongeveer een zelfde hoeveelheid vast kaliumnitraat in een porseleinen kroesje. Voeg aan de smelt een paar korreltjes **C** toe. Laat het kroesje afkoelen op een hittebestendig plaatje.

c3 Voeg een klein beetje **C** toe aan het neerslag van **B1** en daarna een paar cm3 salpeterzuuroplossing. Meng door schudden en verhit tot bijna aan het kookpunt, zodat zich een neerslag kan vormen.

d1 Smelt 2-3 pilletjes natriumhydroxide en een zelfde hoeveelheid kaliumnitraat in een porseleinen kroesje. Voeg aan de smelt een weinig **D** toe en blijf verhitten. Laat het kroesje afkoelen (zie c2). Giet na afkoelen wat water in het kroesje, verwarm zachtjes en verdeel de verkregen oplossing over twee reageerbuizen **D2** en **D3**.

d2 Voeg zwavelzuuroplossing toe aan **D2**.

e1 Verwarm ongeveer  deel van **E** in een droge reageerbuis. Breng een gloeiende houtspaan in de reageerbuis als **E** van uiterlijk verandert. Laat de reageerbuis afkoelen.

e2 **Voer dit experiment uit in een zuurkast!**

Voeg een paar cm3 salpeterzuuroplossing toe aan de rest van e1 en verwarm. Verdeel de oplossing over drie reageerbuizen **E3-E5**.

e3 Voeg natronloog toe aan **E3**; eerst druppelsgewijs, dan in overmaat.

e4 Voeg zoutzuur toe aan **E4** en daarna ammonia.

e5 Voeg **D3** toe aan **E5**.

*Instructies bij het praktische gedeelte voor de begeleider.*

De metaaloxides zijn

**A** zinkoxide, ZnO(s)

**B** lood(II,IV)oxide, Pb3O4(s)

**C** mangaan(IV)oxide, MnO2(s)

**D** chroom(III)oxide, Cr2O3(s)

**E** zilveroxide, Ag2O(s)

Verstrek ongeveer 0,5 g **A** en ongeveer 1 g van de andere stoffen in droge reageerbuizen met de labels **A-E**.

Indien u geen zilveroxide in voorraad heeft, kan het gemakkelijk volgens onderstaand recept gemaakt worden.

Los 17,0 g zilvernitraat en 4,2 g natriumhydroxide afzonderlijk op in 100 cm3 water. Meng beide oplossingen en verwarm zachtjes tot het neerslag samenklontert. Was het neerslag een paar keer met water door decanteren. Verspreid het produkt in een dunne laag in een petrischaal en laat het in getemperd licht drogen bij kamertemperatuur. De opbrengst is ongeveer 11 g. Wees voorzichtig met ammonia in de buurt van de alkalische zilveroplossing. Dat kan leiden tot de vorming van explosief zilveramide (J.Chem.Ed.1991,**68**,A6-8).

Benodigde uitrusting per practicant:

veiligheidsbril, tissuepapier, brander, lucifers, markeerstift, kroezentang, reageerbuisklem, hittebestendige onderlegger (bijv. gaasje), spatel, reageerbuisrekje met 20 reageerbuizen, stopjes voor de buizen, 10 pasteurpipetjes *of* (bij voorkeur) wegwerppipetten van polyetheen met maatverdeling (3 cm3), universeel indicatorpapier, 2 porseleinen kroesjes, houtspaan, spuitfles met demiwater.

Benodigde chemicaliën per practicant:

geconcentreerd zoutzuur (bij voorkeur in een glazen stopflesje)

oplossingen van salpeterzuur en zwavelzuur; zoutzuur, ammonia en natronloog (allemaal 2,5 mol dm3)

natriumhydroxide (10 pilletjes), kaliumnitraat (1-2 g).

1. Bepaal met base en neerslag

Er wordt een oplossing met waterstofchloride en natriumchloride verstrekt. Bepaal door middel van titreren met gestelde oplossingen van natriumhydroxide en van zilvernitraat de concentratie van beide stoffen.

Je krijgt voor de zuur-basetitratie de beschikking over de volgende indicatoren (gebruik 2-3 druppels in 50 cm3 van de te titreren oplossing).

|  |  |
| --- | --- |
| indicator | omslagtraject |
| broomthymolblauwmethylroodfenolftaleïne | 6,0 < pH < 7,64,2 < pH < 6,38,3 < pH < 10,0 |

Bij de titratie met zilvernitraatoplossing gebruik je een kaliumchromaatoplossing als indicator (20 druppels in 50 cm3 van de te titreren oplossing). Bij deze titratie moet de oplossing bijna neutraal zijn (6 < pH < 9).

Pipetteer voor elke titratie 10,00 cm3 van de monsteroplossing in een erlenmeyer en verdun tot ongeveer 50 cm3. Herhaal de titraties totdat je twee resultaten hebt die goed met elkaar overeenstemmen.

Maak een verslag op de volgende manier.

* Maak een werkschema. Motiveer je keuze voor een indicator en leg uit hoe je bij de titratie met een zilvernitraatoplossing de te titreren oplossing neutraliseert.
* Vermeld duidelijk de resultaten van alle titraties.
* Geef de reactievergelijkingen van de titraties en bereken de concentraties van waterstofchloride en natriumchloride in de monsteroplossing.
* Maak aan de hand van een reactievergelijking de werking van chromaationen als indicator duidelijk. Leg uit waarom de oplossing bij de titratie met zilvernitraatoplossing bijna neutraal moet zijn.

*Instructies bij het praktische gedeelte voor de begeleider.*

De monsteroplossing is ongeveer 0,12 mol dm3 HCl en 0,06 mol dm3 NaCl (10 cm3 geconcentreerd zoutzuur en 3,5 g natriumchloride per dm3 oplossing).

Benodigde uitrusting per practicant:

50 cm3 buretten (2×) met standaard, 2 kleine trechters voor het vullen van de buret, bekerglas, 10 cm3 pipet, pipetteerballon, 100 cm3 maatcilinder, 250 cm3 erlenmeyers (3×), spuitfles met demiwater, magneetroerder (eventueel).

Benodigde oplossingen per practicant:

ongeveer 100 cm3 monsteroplossing (zie boven),

ongeveer 100 cm3 gestelde 0,1 M oplossingen van natriumhydroxide en zilvernitraat,

oplossingen van broomthymolblauw, methylrood en fenolftaleïen (0,1-0,2 g per 100 cm3) en van kaliumchromaat (0,2 mol dm3; 2 g K2CrO4 in 50 cm3 water).

1. Carbonylen

**Volumetrische bepaling van aldehyden en eindstandige ketonen.**

**principe:**

Aldehyden en eindstandige ketonen kunnen in basische omgeving reageren met I2 volgens twee verschillende stoechiometrische vergelijkingen.

R−CH2−CHO + I2 + 3 OH− → R−CH2−COO− + 2 I− + 2 H2O

R−CO−CH3 + 3 I2 + 4 OH− → R−COO− + CHI3 + 3 I− + 3 H2O

De reacties kunnen gebruikt worden voor een jodometrische titratie.

Aan de onbekende oplossing wordt een bekende overmaat I2 oplossing toegevoegd. Na volledige reactie wordt de resterende hoeveelheid I2 teruggetitreerd met thiosulfaat.

I2 + 2 S2O32 → 2 I + S4O62

Met de titratieresultaten kan de overmaat I2 en daaruit de concentratie van de onbekende oplossing bepaald worden.

Om te bepalen of de onbekende stof een aldehyd of een keton is, wordt de fehlingtest uitgevoerd. Deze is positief voor een aldehyd en negatief voor een keton.

uitvoering:

Men verstrekt een oplossing van een onbekend aldehyd of methylketon met een concentratie van 36 g L1.

Fehlingtest

Voeg in een reageerbuis aan 5 mL Fehlings reagens 1 mL van de onbekende oplossing toe.

Verwarm in een kokend waterbad gedurende minstens 5 minuten.

Een positieve test wordt gekenmerkt door een groenverkleuring en de vorming van een roodbruin neerslag.

Titratie

• In een erlenmeyer met geslepen stop brengt men 5 mL onbekende oplossing, 25 mL 0,2 M I2 oplossing en 2 mL 4,0 M natronloog. Meng goed en sluit af.

• Na 15 minuten wordt 2 mL 4,0 M zoutzuur toegevoegd en wordt de overmaat I2 getitreerd met een S2O32 oplossing. Voeg pas tegen het einde van de titratie stijfsel toe.

• Doe deze titratie in drievoud en bepaal de concentratie in mol L1

1. Bereken nu de molecuulmassa van de opgeloste verbinding.
2. Geef de vergelijking van de reactie tussen ethanal en een overmaat I2.
3. Zoutpuzzel 2

In de reageerbuizen A—H zit telkens één van de onderstaande oplossingen.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ammoniumchloridenatriumcarbonaat | bariumchloridenatriumhydroxide | zoutzuurnatriumsulfaat | natriumbenzoaat\*zwavelzuur |

\* de formule van natriumbenzoaat is C6H5COONa

Ga na welke letter hoort bij elk van deze oplossingen door telkens twee van de oplossingen samen te voegen. Soms mag je een derde oplossing gebruiken. Je hebt ook de beschikking over indicatorpapier, reageerbuizen, druppelpipetten en brander.

Gebruik voor elk proefje slechts kleine hoeveelheden van de oplossing. Zorg dat je van elke oplossing wat over houdt voor een laatste controle.

**Denk aan je veiligheidsbril!**

Maak een verslag als volgt:

1. Beschrijf beknopt je waarnemingen. Gebruik het antwoordblad (zie bijlage). Geef daarin neerslag met ↓ aan en gasontwikkeling met ↑ en vermeld heel kort je andere waarnemingen.
2. Geef de naam van de stof die in elke reageerbuis opgelost is.
3. Geef de vergelijkingen van de reacties die je hebt waargenomen.

**Instructies voor de toezichthouder**

Elke practicant krijgt in reageerbuizen met de opschriften A—H 15—20 cm3 van de volgende oplossingen:

|  |  |
| --- | --- |
| bariumchloridenatriumbenzoaatzwavelzuurnatriumcarbonaatzoutzuurnatriumhydroxideammoniumchloridenatriumsulfaat | 0,2 mol L–1 (49 g/L BaCl2**⋅**2H2O)0,2 mol L–1 (29 g/L C6H5COONa)0,5 mol mol L–10,5 mol mol L–1 (53 g/L Na2CO3)1 mol mol L–11 mol mol L–1 (40 g/L NaOH)1 mol mol L–1 (54 g/L NH4Cl)0,2 mol mol L–1 (28 g/L Na2SO4) |

Controleer of de pH van de bariumchloride-oplossing en de natriumsulfaatoplossing tussen pH 6 en 8 ligt. Voeg zo nodig respectievelijk zeer verdund NaOH, HCl of H2SO4 toe.

benodigdheden per practicant

|  |  |
| --- | --- |
| veiligheidsbrilkeukenpapierbranderlucifersmerkstiftreageerbuisklem | rekje met 30 reageerbuisjesbijbehorende stopjes10 pasteurpipetjesuniverseelindicatorpapier (pH 1—10)spuitfles met demiwater |

antwoordblad bij de practicumopgave **naam:**

*waarnemingen*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| pH → | A | B | C | D | E | F | G | H |
| A |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C |  |  |  |  |  |  |  |  |
| D |  |  |  |  |  |  |  |  |
| E |  |  |  |  |  |  |  |  |
| F |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G |  |  |  |  |  |  |  |  |
| H |  |  |  |  |  |  |  |  |

*namen van de stoffen*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| A:E: | B:F: | C:G: | D:H: |

*reactievergelijkingen*

Geef deze op een apart antwoordblad. *Niet* op de achterkant van dit blad!

1. Bepaling met base en neerslag

Je krijgt de beschikking over een oplossing van waterstofchloride en natriumchloride. Je moet de concentraties van de twee componenten bepalen door middel van titraties met natriumhydroxide-oplossing en zilvernitraatoplossing van nauwkeurig bekende molariteit.

Voor de zuur-basetitratie zijn de volgende indicators beschikbaar (gebruik 2-3 druppels in 50 cm3 van de te titreren oplossing.

|  |  |
| --- | --- |
| indicatoroplossing | omslagtraject |
| broomthymolblauw | 6,0 < pH < 7,6 |
| methylrood | 4,2 < pH < 6,3 |
| fenolftaleïen | 8,3 < pH < 10,0 |

Bij de titratie van zilvernitraat moet je een kaliumchromaatoplossing als indicator gebruiken (20 druppels in 50 cm3 van de te titreren oplossing). Bij deze titratie moet de oplossing vrijwel neutraal zijn (6 < pH < 9).

Pipetteer voor elke titratie 10,00 cm3  van het monster in een erlenmeyer en verdun tot ongeveer 50 cm3. Herhaal de titratie totdat je twee goed overeenstemmende resultaten hebt verkregen.

Maak een verslag op de volgende manier:

1. Beschrijf kort hoe je te werk bent gegaan. Motiveer je keuze van de indicator en vermeld hoe je een neutrale oplossing hebt verkregen bij de titratie met zilvernitraat.
2. Geef de resultaten van alle titraties overzichtelijk weer.
3. Geef de reactievergelijkingen van de titratiereacties en bereken de concentraties van waterstofchloride en natriumchloride in het monster.
4. Geef de reactievergelijking van chromaat als indicator. Leg uit waarom bij de titratie met zilvernitraat de oplossing vrijwel neutraal moet zijn.

## instructies voor de toezichthouder van het experiment

Het monster bevat ongeveer 0,12 M HCl en 0,06 M NaCl (10 cm3 geconcentreerd HCl en 3,5 g natriumchloride per dm3 oplossing).

De practicant dient te beschikken over de volgende uitrusting:

2 buretten (25 of 50 mL) met statief, 2 kleine trechters voor het vullen van de buretten, bekerglaasje, 10 mL pipet, pipetteerballon, 50-100 mL maatcilinder, drie 200-300 mL erlenmeyers, spuitfles met demiwater, magneetroerder

oplossingen voor elke practicant:

ongeveer 100 mL monsteroplossing (zie boven),

ongeveer 100 mL natriumhydroxide-oplossing en zilvernitraatoplossing (beide ongeveer 0,1 mol L−1) met nauwkeurig bekende concentratie)

oplossingen van broomthymolblauw, methylrood en fenolftaleïen (0,1-0,2 g per 100 mL) en van kaliumchromaat (0,2 mol L−1, 2 g K2CrO4 in 50 cm3 water).

1. Kinetiek

Waterstofperoxide ontleedt in water:

2H2O2(aq) → 2 H2O(l) + O2(g)

De ontleding wordt gekatalyseerd door jodide. De reactiesnelheid kan bepaald worden door meting van het gevormde zuurstofvolume per tijdseenheid.

De reactiesnelheid *s* afhankelijk is van de concentraties van waterstofperoxide en jodide:

*s* = *k* [H2O2] [I−]

Hierbij is *k* een evenredigheidsconstante (de reactieconstante) en en hebben de waarden 0, 1 of 2.

Ga na welke (gehele getal)waarden en hebben.

## Werkwijze

Je hebt oplossingen van:
waterstofperoxide, ongeveer 1 mol L−1
kaliumjodide, ongeveer 1 mol L−1

Je hebt ook nog gedemineraliseerd water van dezelfde temperatuur als de oplossingen.

Schenk gelijke volumes waterstofperoxide-oplossing, water en kaliumjodide-oplossing in deze volgorde in een bekerglas en zwenk om. Gebruik een maatcilinder. Je hoeft de maatcilinder niet te spoelen mits je hem steeds zorgvuldig ledigt.

Schenk het mengsel snel over in een spuitfles zodat deze tot de rand gevuld is. Schroef de tuit stevig vast. Zet een maatcilinder onder de tuit en vang het water op, dat door het in het reactiemengsel gevormde zuurstofgas naar buiten geperst wordt. Start een stopwatch en wacht ongeveer 2 minuten zodat de oplossing verzadigd raakt aan zuurstof en de gasproductie gestabiliseerd is. Noteer gedurende ongeveer vijf minuten om de 30 seconden het watervolume. Bereken voor elk interval van 30 seconden de reactiesnelheid (aantal mL gevormd zuurstof per minuut). Bereken het gemiddelde over die intervallen waarin de reactiesnelheid redelijk constant is.

Herhaal het experiment met nieuwe reactiemengsels waarbij je de concentratie van waterstofperoxide en jodide respectievelijk met een factor 2 (tweemaal of de helft) hebt veranderd. Zorg in elk experiment voor een zelfde volume reactiemengsel. Voer minstens drie experimenten uit. Maak vooraf een goede planning voor een juist gebruik van de hoeveelheden oplossing die je hebt gekregen.

Bij mislukken van een experiment kun je nieuwe oplossing krijgen.

## Verslag

1. Noteer in een tabel de samenstelling van je reactiemengsels.
2. Noteer in een tabel de resultaten van de volume-tijdmetingen.
3. Vermeld de (gehele getal) waarden van  en . Motiveer deze waarden aan de hand van de experimentele gegevens.
4. Bereken voor een experiment de concentratieafname van waterstofperoxide gedurende de gemeten tijd.

Informeer bij de zaalassistent naar de druk en temperatuur in de zaal.

## Instructie voor de zaalassistent

De volgende oplossingen moeten vooraf klaargemaakt worden:

waterstofperoxide-oplossing, ongeveer 1 mol L−1 (3 massa-%) kan het gemakkelijkst bereid worden door een 30%-oplossing (etsend!) te verdunnen met factor 10. Het verdient aanbeveling te controleren of de uiteindelijke concentratie ongeveer klopt, omdat waterstofperoxide-oplossingen, vooral na langdurige opslag, minder geconcentreerd zijn dan is aangegeven.

kaliumjodide-oplossing, ongeveer 0,1 mol L−1 (17 g KI per L).

De oplossingen moeten om de juiste temperatuur te krijgen enkele uren voor het experiment in de zaal klaargezet worden. Ditzelfde geldt natuurlijk ook voor het benodigde gedemineraliseerde water.

De experimenten zijn uitgetest met 500 mL spuitflessen. Dan is tenminste 600 mL van elke oplossing nodig, en 800 mL water. Bij kleinere spuitflessen is natuurlijk evenredig minder nodig. Gebruik van te kleine spuitflessen, bijv. 100 mL, wordt ontraden omdat dan het volume van het gevormde zuurstof te klein is voor nauwkeurige meting. Controleer of de schroefdop goed afsluit. Voorkom geknoei door onder de opstelling een lekbak te plaatsen.

## Benodigde uitrusting per practicant.

veiligheidsbril, keukenpapier, 800-1000 mL bekerglas, roerstaaf, spuitfles, 100 en 250 mL maatcilinder, stopwatch, metalen of plastic lekbakje, oplossingen als boven. Er dient meer waterstofperoxide- en jodide-oplossing klaar te staan zodat mislukte experimenten overgedaan kunnen worden.

De zaalassistent dient de atmosferische druk (kPa) en de temperatuur (°C) in de zaal te weten.

1. (Draken, drugs) en trucs

Je krijgt zes zouten (s) gelabeld **A**, **B**, **C**, **D**, **E** en **F** uit de volgende lijst.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| aluminiumsulfaat | ammoniumnitraat | ammoniumchloride | ijzer(II)sulfaat |
| ijzer(III)chloride | koper(II)chloride | koper(II)nitraat | magnesiumsulfaat |
| mangaan(II)chloride | natriumcarbonaat | natriumchloride | zinksulfaat |

Ga na welk zout bij elk van de labels hoort.

Je hebt de beschikking over demiwater, indicatorpapier en de volgende reagentia (oplossingen).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ammonia | bariumchloride | natronloog | zoutzuur | salpeterzuur | zilvernitraat |

Ook beschik je over reageerbuizen, druppelpipetjes en een verwarmingstoestel. Bij verwarmen van een oplossing met neerslag moet je een waterbad gebruiken.

## Gebruik een veiligheidsbril!

Los een gedeelte (ongeveer ¼) van de hoeveelheid zout die je hebt gekregen op in een paar mL water. Verdeel de oplossing in kleinere hoeveelheden voor de verdere experimenten. Doe zoveel experimenten als nodig is voor een betrouwbare identificatie. Bewaar steeds een kleine hoeveelheid van de verstrekte stoffen voor een controle achteraf.

1. Geef een beknopte beschrijving van de zouten en hun oplossingen. Noteer in het kort de proefjes die je gedaan hebt met de reagentia en de reacties die je hebt waargenomen. Reactievergelijkingen zijn niet nodig.
2. Ga voor de labels **A** − **F** na welke zouten het zijn.

### INSTRUCTIES

Elke practicant krijgt 1 − 2 g van de volgende fijn-gepoederde zouten in droge reageerbuizen, gelabeld **A** − **F**.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **A** | zinksulfaat, ZnSO4.7 H2O | **D** | ammoniumchloride, NH4Cl |
| **B** | natriumcarbonaat, Na2CO3 of Na2CO3.10H2O | **E** | aluminiumsulfaat, Al2(SO4)3.18H2O |
| **C** | natriumchloride, NaCl | **F** | koper(II)chloride, CuCl2.2H2O |

Ga na of natriumchloride een vrijwel neutrale oplossing geeft (pH tussen 6 en 8). Gebruik eventueel A.R.-kwaliteit.

De volgende reagentia dienen klaar te staan:

ammonia, bariumchloride, natriumhydroxide, zoutzuur, salpeterzuur en zilvernitraat.

Een geschikte concentratie voor BaCl2 en AgNO3 is 0,1 of 0,2 mol L−1, voor de rest 2 − 5 mol L−1.

Elke practicant moet kunnen beschikken over de volgende uitrusting:

veiligheidsbril, keukenpapier, brander, lucifers, driepoot, bekerglas (waterbad), markeerstift, reageerbuishouder, rek met 10 − 20 reageerbuizen (16x150 of semimicro 10x75), stopje voor op de reageerbuizen, wisser, 12 pipetjes met rubber speen of plastic wegwerppipetjes, universeel indicatorpapier met kleurcode (pH 1 − 10), spuitfles met demiwater.

In plaats van een brander kan ook een kookplaat gebruikt worden.

1. Oprispingen

### Lees voordat je begint de volledige instructie.

Novalucol® is een zuurremmer, een geneesmiddel tegen zure oprispingen van de maag. De actieve bestanddelen zijn calciumcarbonaat en magnesiumhydroxide. Bepaal in deze opdracht de hoeveelheid H+ die door een tablet Novalucol® geneutraliseerd kan worden.

Je hebt titratiebenodigdheden en de volgende oplossingen tot je beschikking.

zoutzuur, ca. 2 mol L−1

nauwkeurig gestelde natronloog, ca. 0,1000 mol L−1

indicatoroplossing

Verder beschik je over pipetten en een erlenmeyer en filtreerbenodigdheden.

### Werkwijze

NB. Gebruik bij pipetteren een pipetteerballon. Met de mond pipetteren is dus strikt verboden.

Spoel de pipet eerst voor met water en daarna tenminste een keer met de pipetteeroplossing en gooi de spoelvloeistof weg. Dit is vooral belangrijk als je dezelfde pipet voor verschillende oplossingen gebruikt.

Doe een heel Novalucol® tabletje in een erlenmeyer. Voeg 10,00 cm3 zoutzuur toe en laat de erlenmeyer staan totdat de reactie is gestopt. Dat kost ongeveer 10 minuten.

Na de reactie zitten er in de vloeistof nog onopgeloste deeltjes van stoffen die voor het maken van de tabletjes nodig zijn. Deze moeten door filtratie verwijderd worden voordat je verder gaat.

Filtreer de oplossing af in een maatkolf. Spoel erlenmeyer en filtreerpapier grondig met water totdat alle zuur overgebracht is in de maatkolf (ga dit na met indicatorpapier). Zwenk de maatkolf om zodat de inhoud gemengd wordt, vul met water aan tot de maatstreep en homogeniseer.

Breng een nauwkeurig bekend volume van deze oplossing over in een erlenmeyer, voeg indicator toe en titreer met gestelde natronloog. Doe de titratie in duplo.

### Stellen van zoutzuur

De zoutzuurconcentratie wordt nauwkeurig bepaald met gestelde natronloog. Omdat de zoutzuurconcentratie veel groter is dan die van natronloog, moet je zoutzuur eerst tot de gewenste concentratie verdunnen. Neem dan een nauwkeurig afgepaste hoeveelheid van het verdunde zoutzuur en titreer met de gestelde natronloog. Regel het zo dat je ongeveer 15−25 cm3 natronloog nodig hebt. Herhaal deze titratie in duplo.

Let op! Je krijgt niet meer natronloog.

### Verslag

1. Geef kort weer hoe je hebt verdund en vermeld welke uitrusting je hebt gebruikt voor het bepalen van de volumes.
2. Noteer nauwkeurig al je titratieresultaten.
3. Bereken de zoutzuurconcentratie.
4. Bereken hoeveel mol H+ nodig is voor neutralisatie van een Novalucol® tablet.
5. Geef de reactievergelijkingen voor het oplossen van het tablet in zoutzuur.
6. Bereken hoeveel mg calciumcarbonaat en magnesiumhydroxide in een tablet zit. De totale massa van beide bestanddelen is 555 mg.

### Instructie voor de zaalassistent

Novalucol Novum® is bij de apotheek zonder recept verkrijgbaar. Geef elke practicant één tablet in zijn verpakking. Als er iets mis gaat, kun je een nieuw tablet verstrekken.

De volgende oplossingen zijn nodig.

Zoutzuur, ca. 2 mol L−1. De concentratie mag ± 10 % verschillen. Dit heeft geen invloed op de resultaten.

Natronloog, ca. 0,1000 mol L−1 waarvan de concentratie nauwkeurig bekend is (uit ampul).

Voor elke practicant is nodig:

veiligheidsbril, 2 erlenmeyers (100−200 mL), pipetteerballon, pipet (10 mL), maatkolf (100 mL), filtreertrechter (glas of plastic) die past op de maatkolf, roerstaafje (glas of plastic), passend filtreerpapier, indicatorpapier, buret (25 of 50 mL) met statief, kleine trechter voor vullen buret, bekerglas voor restvloeistoffen, wit strookje (karton, plastic) als achtergrond, keukenpapier, eventueel magneetroerder, markeerstift, spuitfles met demiwater.

**Oplossingen:**

ongeveer 100 mL zoutzuur (ca. 2 mol L−1)

ongeveer 300 mL nauwkeurig gestelde natronloog

indicatoroplossing, bijv. broomthymolblauw, fenolftaleien of methylrood in een druppelflesje.

Alleen bij een grote fout kan extra natronloog verstrekt worden.

1. Kleurrijk mangaan

Mangaanverbindingen komen in veel verschillende oxidatietoestanden voor. Als permanganaat, MnO4− met sufiet, SO32− reageert, wordt permanganaat gereduceerd. Er ontstaan verschillende reductieproducten met verschillende oxidatietoestanden wanneer de reactie onder zure, neutrale of basische omstandigheden plaatsvindt.

Eerst moet je een oplossing van kaliumpermanganaat verdunnen. Dan moet je nagaan welke mangaanverbindingen gevormd worden onder verschillende reactieomstandigheden door kleur en oplosbaarheid waar te nemen. Je kunt kiezen tussen de volgende mangaanbevattende ionen en moleculen:

* Mn2+ kleurloos tot lichtroze
* Mn(OH)2 wit, onoplosbaar
* MnO2 bruin, onoplosbaar
* MnO42− groen

Mn2+, MnO42− en MnO4− vormen met andere in het experiment aanwezige ionen geen onoplosbare verbindingen.

Je hebt de beschikking over gedeïoniseerd water en de volgende oplossingen:

|  |  |
| --- | --- |
| 0,5 M natriumsulfiet | 2 M zwavelzuur |
| 2 M natriumhydroxide | 0,02 M kaliumpermanganaat |

en tevens bekerglazen, maatcilinders, glasstaven en druppelbuisjes.

## Uitvoering

Bereid 100 cm3 0,005 M kaliumpermanganaat door de verkregen oplossing te verdunnen. Ga nu na welke mangaanbevattende ionen of moleculen ontstaan bij reductie van permanganaat door sulfiet in:

1. zure oplossing
2. basische oplossing
3. neutrale oplossing

Giet ongeveer 20 cm3 0,005 M kaliumpermanganaat in drie bekerglazen. Voeg voor experiment a) 4 cm3 2 M zwavelzuur en voor b) 4 cm3 2 M natriumhydroxide toe. Voeg druppelsgewijs natriumsulfietoplossing toe tot kleurverandering. Noteer je waarnemingen.

## Verslag

1. Geef aan hoe je de kaliumpermanganaatoplossing verdund hebt.
2. In alle drie experimenten wordt zwavel in sulfiet geoxideerd naar oxidatietoestand +6. Geef naam en formule van het ion dat gevormd is.
3. Vermeld je waarnemingen in de drie experimenten en geef aan welk mangaanbevattend deeltje in elk experiment gevormd is.
4. Geef de reactievergelijkingen van de redoxreacties die onmiddellijk na toevoeging van natriumsulfiet verlopen.

## Instructies

De volgende oplossingen moeten vooraf bereid worden:

ca 0,5 M natriumsulfiet   ca 2 M zwavelzuur   ca 2 M natriumhydroxide   ca 0,2 M kaliumpermanganaat

Elke practicant krijgt de volgende uitrusting:

veiligheidsbril, keukenpapier, 3 bekerglazen van 50 en van 100 cm3, 250 cm3 bekerglas, 10 en 100 cm3 maatcilinders, glasstaaf, druppelpipet, spuitfles met gedeïoniseerd water

en de volgende oplossingen:

ca 0,5 M natriumsulfiet, ca 2 M zwavelzuur, ca 2 M natriumhydroxide, ca 0,02 M kaliumpermanganaat.

1. Hard zeewater

**Bepaling van de som van Ca- en Mg-ionen met EDTA (in duplo)**

Pipetteer 10,00 mL van het zeewater in een erlenmeyer (250 mL). Na toevoegen van 5 mL bufferoplossing en een spatelpuntje erichroomzwart-T-mengsel wordt de oplossing op het waterbad verwarmd (tot ca. 70°C). Titreer de nog warme vloeistof met 0,020 M EDTA-oplossing tot kleuromslag van violet naar zuiver blauw. Als de kleur niet binnen ca. 20 seconden verandert, is de titratie voltooid. Anders wordt nog een druppel EDTA-oplossing toegevoegd, enz. Noteer de analyseresultaten, de berekening en de ‘somconcentratie’ van Ca2+ in mol L−1 op een antwoordformulier.

**Bepaling van het Ca-gehalte (in duplo)**

Pipetteer 100,00 mL zeewater in een bekerglas (400 mL). Voeg 10 mL zoutzuur 1 M toe en enkele druppels methylroodindicator. Verwarm de oplossing tot het kookpunt. Voeg langzaam en onder voortdurend roeren 25 mL verzadigde ammoniumoxalaatoplossing toe.

Druppel al roerende 1 M ammonia uit een buret bij de warme oplossing, totdat de kleur omslaat van rood naar geel. Laat de oplossing een uur staan op een warmwaterbad. Giet de heldere vloeistof voorzichtig door de filterkroes.

Breng het neerslag kwantitatief over in de filterkroes en was het neerslag herhaald met kleine porties koud demiwater, totdat deze filtraten chloridevrij zijn.

Verwissel nu het glaswerk om de filtraten op te vangen: neem de erlenmeyer waarin de titratie zal plaatsvinden. Spoel de filterkroes met porties 2 M zwavelzuuroplossing (totaal 25 mL; vang deze porties op in de erlenmeyer), totdat het neerslag geheel is opgelost. Spoel het filter tenslotte grondig na met heet water.

Verwarm de oplossing tot ca. 60°C (de erlenmeyer is dan nog net niet te heet om vast te pakken!) en titreer nu met 0,020 M KMnO4-oplossing.

Geef de analyseresultaten, de berekening en de concentratie van het Ca2+-ion in mol L−1.

1. Gedruppel

Je hebt de beschikking over 10 verschillende 0,1 M oplossingen met labels 1−10.

Bepaal m.b.v. universeel indicatorpapier de pH van elke oplossing en vul die in een tabel in.

Meng op een transparantje een of twee druppels van twee verschillende oplossingen en noteer je waarneming in een tabel. Doe dit systematisch voor alle 10 oplossingen.

Gebruik hierbij de volgende informatie.

1. De oplossingen bevatten telkens één van de volgende stoffen: NaOH, HCl, NH3, CH3COOH, H2SO4, AgNO3, BaCl2, Na2CO3, NaCl en Na2SO4.
2. NaOH is de sterkste base en NH3 heeft een typische geur.
3. Ag+(aq) vormt een wit neerslag met Cl−(aq) en een bruin of geel neerslag vooral met basische oplossingen.
4. Ba2+(aq) vormt een wit neerslag met SO42−(aq) en kan ook met basische oplossingen een wit neerslag vormen.

Noteer je conclusies (formules van de verbindingen) in een tabel en geef daarbij je argumentatie.

1. Synthese van aspirine

**Inleiding:**

Aspirine is het meest verkochte geneesmiddel aller tijden. De 'zegetocht' van de pijnstiller begon op 11 oktober 1897, toen Felix Hoffman voor het eerst zuiver acetylsalicylzuur maakte om de reumatische pijnen van zijn vader te verlichten. Salicylzuur was al bekend als pijnstiller, maar heeft een bittere smaak en veroorzaakt maagklachten. De 'azijnzure ester van salicylzuur' wordt beter verdragen.

salicylzuur

'Aspirine' en 'salicylzuur' zijn mooie voorbeelden van triviale naamgeving. Veel stoffen ontlenen hun naam aan hun herkomst, zoals azijnzuur en mierenzuur. Verbindingen van salicylzuur komen voor in de bast van de wilg, en de botanische naam voor de wilg is salix. Ook de bloemen van de spirea (een moerasplant) bevatten salicylzuur, en deze plant leverde de merknaam.

vrg1 Wat is de systematische naam van salicylzuur?

In dit experiment wordt acetylsalicylzuur gemaakt door salicylzuur met azijnzuuranhydride (formule: (CH3CO)2O) te laten reageren. Daarbij ontstaat ook azijnzuur (ethaanzuur).

vrg2 Geef de reactievergelijking in structuurformules.

vrg3 Wat wordt in overmaat gebruikt als 0,3 mL azijnzuuranhydride wordt toegevoegd aan 138 mg salicylzuur? De dichtheid van azijnzuuranhydride is 1,082 kg L−1.

**Benodigdheden:**

Salicylzuur, Fosforzuur (molariteit ?), Azijnzuuranhydride, Water, IJs,

Kooksteentje, Reageerbuisje, Bekerglas (30 mL), Horlogeglas

**Gevaren en milieu:**

Azijnzuuranhydride en fosforzuur hebben een sterk bijtende werking op de huid, in de ogen en bij inademing, en kunnen brandwonden veroorzaken.

Salicylzuur is schadelijk bij inademing, opname door de mond en aanraking met de huid, en is irriterend aan ogen, ademhalingswegen en de huid.

**Voorschrift:**

1. Zet het zandbad aan (hoogste stand). Zet de dimmer op stand 2 als de temperatuur van het zandbad 100 °C is.
2. Weeg ondertussen 138 mg salicylzuur af en doe dat in een reageerbuis. Voeg een kooksteentje toe.
3. Voeg eerst een klein druppeltje fosforzuur toe en daarna 0,3 mL azijnzuuranhydride. Verwarm het reageerbuisje in het zandbad. Laat de oplossing niet koken. Schud het mengsel af en toe door tegen het reageerbuisje aan te tikken.
4. Haal het reageerbuisje na 5 minuten uit het zandbad en voeg voorzichtig 0,2 mL water toe. Het water reageert exotherm met de overmaat azijnzuuranhydride. Voeg als de reactie voorbij is 0,3 mL water toe. Laat het mengsel rustig afkoelen tot kamertemperatuur.
5. Zet het reageerbuisje 10 minuten in een bekerglas met ijs. Als er geen kristallen ontstaan, kras dan met een roerstaaf of pasteurpipet aan de binnenkant van het reageerbuisje.
6. Verwijder de moederloog (de vloeistof). Dat kan op twee manieren: opfiltreren of affiltreren. *opfiltreren*: Neem een pasteurpipet met een gave punt. Knijp zacht in het speentje en duw de punt tot op de bodem van het reageerbuisje. De kleine opening tussen het glas van de pipet en het glas van het reageerbuisje werkt als filter. Zuig de moederloog op.

*affiltreren*: Leg een filtreerpapiertje in de filtertrechter. Sluit de afzuigerlenmeyer aan op een waterstraalpomp. Zet de filtertrechter in de afzuigerlenmeyer. Giet het reageerbuisje leeg op het filter. Spoel achtergebleven kristallen met koud water uit het reageerbuisje op het filter.

1. Droog de kristallen door ze op een filtreerpapiertje te leggen en daar een ander filtreerpapiertje op te drukken. Breng de gedroogde kristallen over op een vantevoren gewogen horlogeglas. Nu kan het product gewogen worden.

**Opruimen:**

Alle chemicaliën kunnen met veel water door de gootsteen gespoeld worden.

vrg4 Het verkregen product kan gezuiverd worden door het te wassen met koud water. Welke bij de reactie betrokken stoffen (uitgangsstoffen en producten) kunnen op die manier verwijderd worden?

### Uitwerking

vrg1 2-hydroxybenzeencarbonzuur

vrg2 

vrg3 azijnzuuranhydride: 0,3 mL azijnzuur anhydride weegt bij een dichtheid van 1,082 kg L−1 ongeveer 0,3 g. Met een molaire massa van 102 g mol−1 komt dat overeen met ruim 3 mmol. 138 mg salicylzuur komt overeen met 1 mmol.

vrg4 Azijnzuur, fosforzuur en water

# Practicumopgave

Kwantitatieve bepaling van het kristalwatergehalte in kaliumtrioxalatoferraat.hydraat,

## Veiligheid

|  |
| --- |
| Wees voorzichtig met het werken met geconcentreerd zwavelzuur. Voeg altijd geconcentreerd zuur toe aan water en nooit water aan geconcentreerd zuur.Kaliumpermanganaatoplossing heeft een intens paarse kleur, vermijd contact met de oplossing. |

**Met behulp van een titratie**

Weeg ongeveer 150 mg van het kaliumtrioxalatoferraat[[1]](#footnote-1) nauwkeurig[[2]](#footnote-2) af in een weegschuitje en breng dit kwantitatief over in een 250 mL erlenmeyer.

Zorg dat er minstens 50 mL water in de erlenmeyer zit en voeg 3,5 mL geconcentreerd zwavelzuur toe (pas op voor spatten!) en verdun met water tot ongeveer 100 mL.

Titreer bij een temperatuur van 55-60 °C met 0,02 M KMnO4 tot de paarse kleur net niet meer verdwijnt. Herhaal deze procedure 2 maal.

**Met behulp van verwarmen**

Het watergehalte kan ook bepaald worden door het meten van gewichtsverschillen voor en na verwarming. Hiertoe moet je ook het gewicht van het petrischaaltje kennen.

Weeg in een petrischaaltje ongeveer 1 g nauwkeurig af en verwarm dit in een droogstoof (vraag een assistent om het in de stoof te zetten) bij een temperatuur van 120 °C gedurende tenminste 2½ uur. Petrischaaltje merken met viltstift. Om 16.30 uur worden alle monsters door de assistent uit de stoof gehaald.

Laat het petrischaaltje afkoelen en weeg het met inhoud nogmaals.

Vragen

1. Geef de reactievergelijking die tijdens de titratie optreedt.
2. Bereken het watergehalte van het kaliumtrioxalatoferraat uitgaande van de titratiegegevens.
3. Bereken het watergehalte van het kaliumtrioxalatoferraat uitgaande van het gewichtsverlies na verwarmen.
1. Denk erom: dit preparaat K3Fe(C2O4)3.x H2O is lichtgevoelig! [↑](#footnote-ref-1)
2. Dit betekent dat de exacte hoeveelheid **nauwkeurig** gewogen moet worden, en ongeveer 150 mg moet zijn. [↑](#footnote-ref-2)