



Sectie Onderwijs & Opleidingen

ALTERNATIEVE EXPERIMENTEN

In de nieuwe COS-brochure wordt voor een aantal chemicaliën een volledig negatief advies gegeven. Dit betekent dat zij niet meer mogen gebruikt worden, noch voor demonstratieproeven, noch voor leerlingenproeven, noch voor leerlingenproeven in het TSO.

Dit betekent dat sommige zeer illustratieve experimenten niet meer uitgevoerd kunnen worden.

In deze brochure willen we daarvoor enkele alternatieven voorstellen.

Deel 1 - Anorganische stoffen

Dibroom



Stel dat men een elektrofile additie wil uitvoeren aan een dubbele binding. Hiervoor nemen we een reageerbuis of een bekeerglas van 50 mL waarin we respectievelijk 10 of 20 mL van een oplossing van dibroom in water gieten. Met een pipet kunnen we druppelsgewijs een organische stof, die een dubbele binding bevat, toevoegen bijv. cyclohexeen.

Het is echter steeds opletten geblazen wanneer men een oplossing van dibroom wil maken vertrekkend van de zuivere stof dibroom verpakt in een flesje of in ampullen.

De stof verdampt voortdurend bij kamertemperatuur en is zeer irriterend. Vandaar werken met labojas met bril en handschoenen in de zuurkast.

Dibroom mag nog enkel gebruikt worden voor demonstratieproeven. Broomwater (verzadigd: 4,2 g/100 mL) mag wel gebruikt worden voor leerlingenproeven in de 2de en 3de graad.

Bereiden van broomwater

Zoals hoger beschreven is het bereiden van broomwater een vervelende klus. Daarom geven we hier een alternatieve bereiding, waarbij geen dibroom gebruikt wordt.



Benodigdheden

- glazen fles met schroefdop
- erlenmeyer of bekeerglas (250 mL)
- 1,1 g natriumbromide
- 10,7 mL HCl-oplossing (1 mol/L)
- 7,6 mL bleekwater
- 32 mL gedestilleerd water

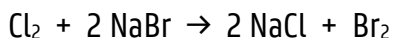
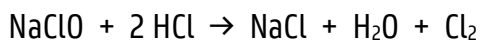
Werkwijze

Neem de erlenmeyer of het bekglas en los hierin het natriumbromide op in de HCl-oplossing. Giet het mengsel in de glazen fles.

Voeg het bleekwater toe aan het mengsel in de fles. Schroef de dop op de fles en draai die voorzichtig om zodat de ingrediënten gemengd worden.

Verdun het mengsel met het gedestilleerd water en zwenk voorzichtig om te mengen.

Reactievergelijkingen



Houd je zeer goed aan de opgegeven hoeveelheden. Bij een overmaat aan NaClO zal naast Br₂ ook Cl₂ ontstaan.

Kwik(II)oxide



Analysereactie: ontleding van kwik(II)oxide

Het verhitten van kwik(II)oxide in een reageerbuis, waarbij het ontleedt in kwikmetaal (grijze druppeltjes bovenaan in de reageerbuis) en dizuurstof (ontsnappend gas dat kan aangetoond worden met een gloeiend touwtje of houtspaander) was een ideale demonstratieproef voor het verschijnsel “analyse” in de tweede graad. Achteraf was het oranje kwik(II)oxide volledig verdwenen en bleef er enkel vloeibaar kwikmetaal over.



Hier en daar wordt de analyse van zilveroxide als alternatief aangeboden. Gezien de extreem hoge kostprijs van deze stof (€ 320 / 50 gram) is dit echter niet realistisch.

De elektrolyse van water met behulp van het toestel van Hofman komt wel in aanmerking.

Elektrolyse van water – toestel van Hofmann

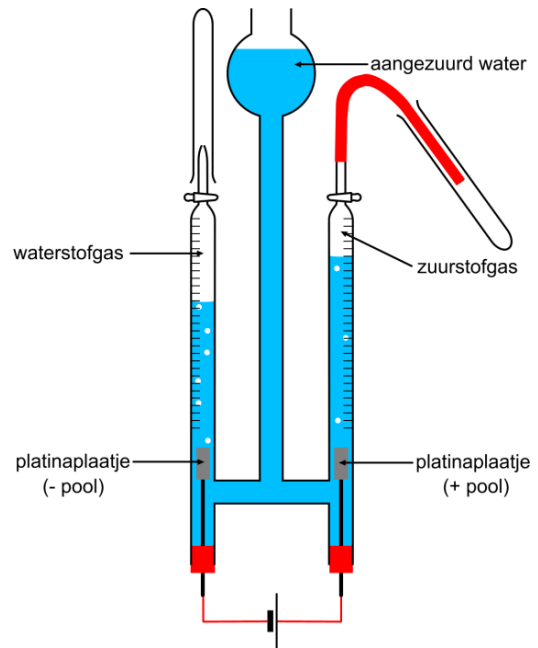
Voeg 10 mL 2 mol/L H_2SO_4 bij 300 mL gedestilleerd water. Vul het toestel met deze oplossing.

Leg een gelijkspanning aan van 6 V en 1 A.

Het gevormde waterstofgas kan aangetoond worden met de knalgasproef: houd de opening van het reageerbuisje bij een vlam en er volgt een knal.

Breng in de reageerbuis met het gevormde zuurstofgas een gloeiend touwtje of een gloeiende houtspaander: het touwtje of de houtspaander ontvlamt.

Theoretisch is de hoeveelheid waterstofgas die gevormd wordt tweemaal groter dan de hoeveelheid zuurstofgas. In de praktijk is de hoeveelheid waterstofgas die gevormd wordt groter dan verwacht. Dit kan o.a. verklaard worden door overspanning of/ en de aanwezigheid van een te grote hoeveelheid zwavelzuur!



Kobalt(II)chloride



Het aantonen van water als vloeistof of als damp

Kobalt(II)chloridepapier werd gebruikt voor het aantonen van water. Bij contact met water (vloeibaar of dampvormig) krijgt het blauwe papiertje een roze kleur.

Meestal werd dit kobalt(II)chloridepapier door de leerkracht zelf gemaakt. Een filtreerpapier werd gedrenkt in een CoCl_2 -oplossing en na drogen werd dit blauw. Na verknippen werden de papiertjes op een droge plaats bewaard. Indien ze toch roze geworden waren door de luchtvochtigheid dan werden ze opnieuw blauw als ze even boven een bunsenvlam gedroogd werden.



Kobalt(II)chloridepapier werd vooral gebruikt in de biologielessen (aantonen van water in uitgedemde lucht, aantonen van water in voedingsmiddelen, ...).

Kobaltchloridepapier (Kobalt(II)chloride) kreeg over heel de lijn een negatief advies. Het vaste product of een oplossing ervan mag niet meer gebruikt worden voor demonstratie-of leerlingenproeven.

Het gebruik van een klein strookje kobaltchloridepapier door leerlingen kan volgens ons geen probleem zijn.



Kobaltchloridepapier kan je in de handel kopen (Vincent Leermiddelen). Kostprijs (2016): € 36 (+btw) voor 100 strookjes.

Watesmo-papier

Dit lichtblauwe papier wordt donkerblauw bij contact met water.

De prijs (2016) voor één rolletje bedraagt € 32 (+btw), maar daar heb je wel 5 m testpapier voor. Het is te koop bij de meeste verdelers van chemicaliën (Fiers).



Custardpoeder

Custardpoeder bestaat uit maïszetmeel met annatto, wat zout en een vleugje aroma, en alles wat je hoeft te doen om vla te maken is kokende melk en suiker toevoegen. Annatto is een kleurstof (oranjerood) die gewonnen wordt uit de zaden van de orleaanboom. Deze boom komt uit Zuid-Amerika. Tegenwoordig komen we annatto meestal tegen als E160b. Behalve als kleurstof in custard wordt annatto ook traditioneel toegepast in kazen zoals Cheddar. In supermarkten zie je meestal Dr.Oetker-custard. Deze bevat als kleurstof niet alleen annatto, maar ook beta-caroteen.



Praktisch

Voor het gebruik kan een papierstrookje genomen worden waarop men wat lijm aanbrengt en daarop wordt dan het custardpoeder gestrooid.

Het poeder heeft een witte kleur. In contact met water wordt het geel. In waterdamp is de kleurverandering weinig overtuigend.

Wit koper(II)sulfaat

Watervrij koper(II)sulfaat heeft een witte kleur, het pentahydraat heeft een blauwe kleur. Door blauw $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ te verwarmen in een kroesje (boven 200°C) wordt dit omgezet in het witte watervrije zout. Op deze wijze tonen we ook aan dat hydraatwater chemisch gebonden water is.



Het witte kopersulfaat kan gebruikt worden om water aan te tonen: het kleurt blauw bij contact met water.

Praktisch

Voor het gebruik kan een papierstrookje genomen worden waarop men wat lijm aanbrengt en daarop wordt dan wit kopersulfaat gestrooid.

Koolstofdissulfide



Koolstofdissulfide werd gebruikt als oplosmiddel voor zwavel en (witte) fosfor. Vaak werd volgend interessant proefje uitgevoerd. Een stukje witte fosfor werd opgelost in CS_2 en met een penseeltje gedrenkt in die oplossing werd op een filtreerpapierje bv. P_4 geschreven. In de zuurkast liet men het oplosmiddel verdampen en na een zekere tijd, al dan niet na bewegen van het filtreerpapier in de lucht, ontbrandde de witte fosfor en de geschreven letters werden in het papier gebrand. De proef toonde het **oplossen aan van een apolaire stof in een apolair oplosmiddel, toonde de rol van de verdelingsgraad bij een heterogene reactie en illustreerde ook het pyrofore karakter van fijnverdeelde witte fosfor.**

Zwavel (zowel rombisch als monoklien) is ook oplosbaar in benzeen, **ethanol en diethylether**, maar veel minder dan in koolstofdissulfide.

Witte fosfor is ook oplosbaar in benzeen, **ethanol** en chloroform, maar veel minder dan in koolstofdissulfide.

Benzeen mag niet meer gebruikt worden (kankerverwekkend) en ook chloroform dient men te mijden.

Kaliumbromaat

Kaliumbromaat werd soms gebruikt in redoxreacties en/of redoxtitraties.

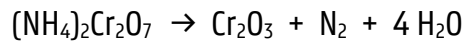
Kaliumbromaat kan perfect vervangen worden door **kaliumjodaat**.

Chroom(VI)verbindingen

Chroom(VI)verbindingen mogen niet meer gebruikt worden wegens kankerverwekkend!

Vulkaanproef

Ammoniumdichromaat werd gebruikt voor de vulkaanproef. Via een lontje werd een hoopje ammoniumdichromaat verhit, waardoor dit ontledde:

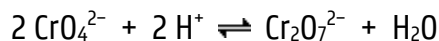


Deze proef voer je best niet meer uit.

Kaliumdichromaat

De reactie tussen kaliumdichromaat (zwavelzuurmilieu) en ijzer(II)sulfaat werd vaak gebruikt als illustratie van een redoxreactie in zuur milieu. Vooral omwille van de kleurverandering van oranje naar groen ([Cr(III)]) en blauw ([Cr(II)]). Deze reactie voer je best niet meer uit. **Je kan kaliumpermanganaat gebruiken als oxidator.**

Voor het aantonen van het bestaan van een chemisch evenwicht en van het verschuiven ervan deden we soms beroep op de reactie:



geel oranje

Ook dit evenwicht is, gezien de aanwezigheid van Cr(VI), niet meer te gebruiken.

Beschik je over de oplosbare vorm van chroom(III), met name het groene kristallijne $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, dan kan een aangezuurde waterige oplossing ervan, behandeld worden met ethanol of een ascorbinezuuroplossing. Cr(III) wordt dan gereduceerd en er ontstaat een blauwe oplossing.

Cr^{3+} is van groot belang voor de stofwisseling van suiker in het menselijk lichaam. Een te grote inname van Cr^{3+} kan echter leiden tot huiduitslag.

Aantonen van het bestaan van het chemisch evenwicht

Volgend evenwicht is wel geschikt:



We voegen samen:

1 mL 0,1 mol/L Fe^{3+} , 1 mL 0,1 mol/L I^{-} en 100 mL water. In dit mengsel heeft volgende reactie plaats:



We verdelen het mengsel over drie bekertjes of reageerbuizen.

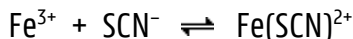
In het eerste bekertje voegen we enkele druppels $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ -oplossing toe. Er ontstaat een blauwe oplossing. Er zijn dus Fe^{2+} -ionen gevormd.

In het tweede bekertje voegen we enkele druppels zetmeeloplossing toe. Er ontstaat een diepblauwe kleur. Er is dus I_2 gevormd.

In het derde bekertje voegen we enkele druppels KSCN-oplossing toe. Er ontstaat een dieprode oplossing. Er zijn dus nog Fe^{3+} -ionen aanwezig die niet gereageerd hebben. Zelfs als we nog 1 mL KI-oplossing toevoegen is dit het geval.

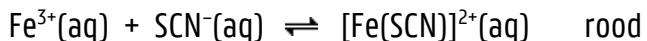
Aantonen van het verschuiven van een chemisch evenwicht

Voor het aantonen van de invloed van de concentratieverandering op het chemisch evenwicht kunnen we volgend evenwicht gebruiken:



In 100 mL water doen we enkele druppels FeCl_3 -oplossing. Daarbij voegen we enkele druppels KSCN-oplossing zodat er een lichtrode kleur ontstaat.

Die kleur wordt veroorzaakt door een rood gekleurd complex ion $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ dat ontstaat:

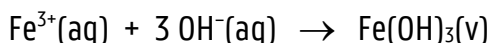


Dit evenwichtsmengsel verdelen we over 4 reageerbuizen.

In de eerste reageerbuis gooien we enkele FeCl_3 -kristalletjes. De concentratie van Fe^{3+} wordt dus verhoogd. Het mengsel kleurt dieprood. Er is dus méér $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ bij het nieuwe evenwicht. Het evenwicht verschuift naar rechts.

In de tweede reageerbuis gooien we enkele KSCN -kristalletjes. De concentratie van SCN^- wordt dus verhoogd. Het mengsel kleurt dieprood. Er is ook hier dus méér $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ in het nieuwe evenwicht. Het evenwicht verschuift naar rechts.

In de derde reageerbuis gieten we 1 mL NaOH -oplossing. De toegevoegde OH^- -ionen vormen met Fe^{3+} -ionen een neerslag:



waardoor er Fe^{3+} -ionen uit de oplossing verdwijnen (in het neerslag) en de concentratie van Fe^{3+} dus kleiner wordt. Het mengsel kleurt minder rood (en wordt troebel door het neerslag). Er is dus minder $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ in het nieuwe evenwicht. Het evenwicht verschuift naar links.

In de vierde reageerbuis gieten we 1 mL AgNO_3 -oplossing. De toegevoegde Ag^+ -ionen vormen met SCN^- -ionen een neerslag: $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{SCN}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgSCN}(\text{s})$, waardoor er Ag^+ -ionen uit de oplossing verdwijnen (in het neerslag) en de concentratie van Ag^+ dus kleiner wordt. Het mengsel kleurt minder rood en wordt troebel door het neerslag. Er is dus ook hier minder $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ in het nieuwe evenwicht. Het evenwicht verschuift naar links.

Deel 2 - Organische stoffen

1,2-dibroomethaan



Dit product werd vaak gebruikt om een eliminatiereactie te illustreren (er ontstaat etheen door eliminatie van H₂O).

broomethaan



Eliminatie van waterstofbromide uit broomethaan (demonstratieproef)

Benodigheden

- verwarmmantel
- ronde kolf (250 mL)
- glazen verbindingstuk
- reageerbuis
- broomethaan
- KOH (vast)
- Broomwater
- Ethanol
- maatbeker (100 mL)
- maatcilinder (20 mL)



Je neemt een maatbeker (100 mL) en weegt 5 g KOH af. Hieraan voeg je 20 mL ethanol toe. Je mengt tot alle KOH is opgelost. De oplossing breng je over in een ronde kolf. Hieraan voeg je 5 mL broomethaan toe. Je maakt een verbinding met een reageerbuis die een paar milliliter broomwater bevat.

Je verwarmt zachtjes de inhoud van de kolf.

Na enige tijd ontstaat een gas. Zorg ervoor dat het gas door het broomwater borrelt.

Het gevormde gas is etheen dat ontstaat via volgende reactie:

broomethaan \rightarrow etheen + HBr

Na enkele minuten wordt de kleur van het broomwater lichter. Wanneer je voldoende wacht, zal de kleur volledig verdwijnen. De ontkleuring van het broomwater is het gevolg van de additiereactie tussen etheen en dibroom:

etheen + dibroom \rightarrow 1,2-dibroomethaan

tetrachloormethaan



Tetra werd gebruikt om het apolair karakter aan te tonen door een tetrastraaltje te benaderen met een geladen staaf. Het tetrastraaltje wijkt niet af, in tegenstelling tot een waterstraaltje (polair).

Als alternatieve apolaire vloeistof is heptaan aangewezen. Pentaan is ook geschikt, maar deze vloeistof is zeer vluchtig. Hexaan gebruik je beter niet want dit product is zeer schadelijk voor de gezondheid.

picrinezuur



In sommige leerboeken werd de reactie tussen anthraceen en picrinezuur gebruikt om het principe van het chemisch evenwicht te illustreren.

Sinds de talrijke problemen met droog gevallen picrinezuur is deze proef gebannen. Voor alternatieven verwijzen we naar de rubriek over kaliumdichromaat.

Formaldehyde (25%)



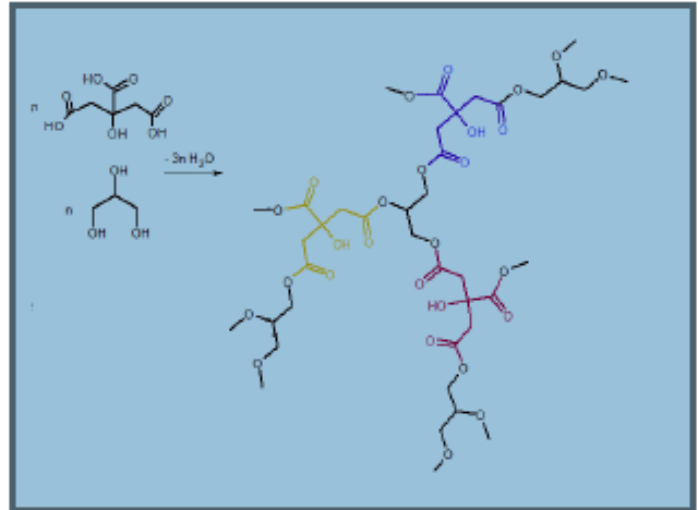
Formaldehyde werd gebruikt voor de synthese van bakeliet, een voorbeeld van een polycondensatiereactie.

Polycondensatiereactie tussen glycerol en citroenzuur

Hierbij worden een groot aantal monomeren (glycerol en citroenzuur) onderling met elkaar verbonden via de afsplitsing van water. Het resultaat is een polyester dat volledig afbreekbaar is (een biopolymeer).

Benodigdheden

- Oven
- Verwarmplaat
- maatbeker (150 mL)
- glazen roerstaaf
- thermometer
- silicone bakvorm
- citroenzuur (als monohydraat)
- glycerol
- maatcilinder (20 mL)
- analytische balans (weegschaal)



Werkwijze

Je weegt 18 g citroenzuur af in een maatbeker (150 mL) en voegt 7 mL glycerol toe.

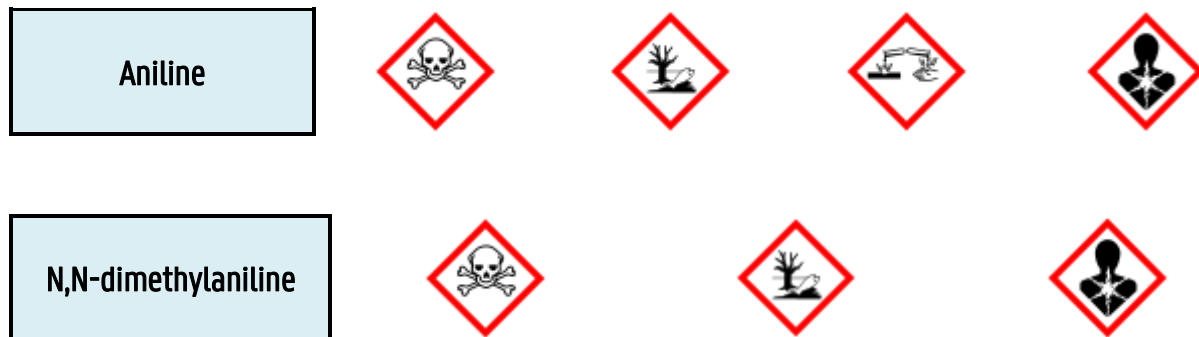
Plaats de maatbeker met inhoud op de verwarmplaat en plaats een thermometer in het mengsel.

Je verwarmt het mengsel onder voortdurend roeren tot 100 °C. Vervolgens houd je het mengsel bij een temperatuur tussen 100 °C en 130 °C gedurende 5 tot 10 minuten. Je roert regelmatig.

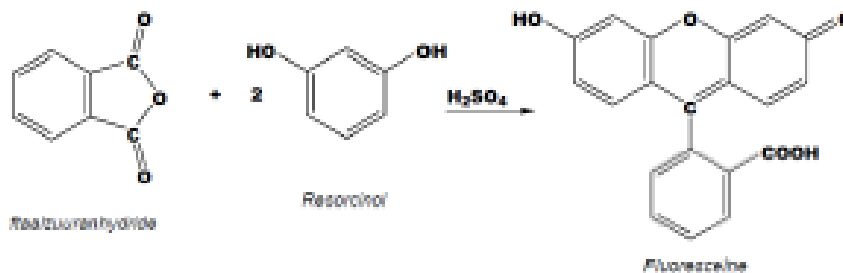
Je brengt het vloeibare polymeer over in een silicone bakvorm. Je zet de bakvorm in de oven die een temperatuur heeft van 180 °C. Na ongeveer een half uur is het polymeer hard geworden en wordt de bakvorm uit de oven gehaald. Na afkoelen kan het polymeer uit de bakvorm worden gehaald.

Gezien citroenzuur een tricarbonzuur is en glycerol een tri-alcohol, ontstaat na reactie een netwerk dat – afhankelijk van de reactieomstandigheden - een rigide structuur heeft zodat een hard/robuust materiaal verkregen wordt. Het polymeer kan gebruikt worden als hars in een matrix van

verschillende materialen: katoen, papier, koolstof, ... Op die manier worden materialen verkregen met uiteenlopende eigenschappen. Algemeen kan gesteld worden dat dergelijke materialen – bestaande uit een matrix samengehouden door het biopolymeer – steviger zijn dan het polymeer of de matrix afzonderlijk. Afhankelijk van de duur van de reactie wordt een structuur verkregen die varieert van een viskeuze gel tot een hard materiaal. Ook de degeneratie hangt af van de reactieomstandigheden: materiaal dat slechts enkele uren in de oven zat, zal snel water uit de lucht absorberen en 'plakkerig' gaan aanvoelen. Materiaal dat langer (>12u) in de oven zat, zal lange tijd stevig blijven.



Synthese van fluoresceïne uit ftaalzuuranhydride en resorcinol



Veiligheid

- Zet een bril op
- Trek handschoenen aan
- Draag een labojas
- Werk in de zuurkast
- Je moet het verhitten van reageerbuizen beheerst uitvoeren; er mag niets uitspatten!
- Geconcentreerd zwavelzuur is zeer agressief en corrosief!

Benodigheden

- ftaalzuuranhydride
- resorcinol
- natriumhydroxide-oplossing (1 mol/L)
- reageerbuis
- pasteurpipetje
- roerstaafje

Werkwijze

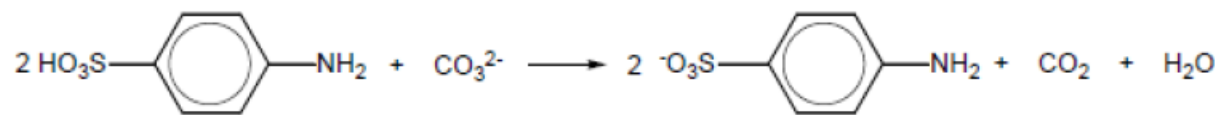
Breng in een reageerbuis ca. 0.2 g ftaalzuuranhydride en ca. 0.2 g resorcinol. Voeg met een pasteurpipetje 3 druppels geconcentreerd (96%) zwavelzuur toe. Verwarm rustig, tot het mengsel smelt (verwarm niet zo hard dat het verkoolt). Laat enigszins afkoelen. Voeg ca. 10 mL 1 mol/L NaOH oplossing toe en roer even met een staafje.

De verkregen "oplossing" is zonder filtreren goed te gebruiken als fluorescerende oplossing. Bekijk de fluorescentie onder een uv-lamp: zet een bekglas met water onder de uv-lamp en druppel daarin met een pasteurpipetje wat van je eigen gemaakte fluoresceïne.

Synthese van Oranje II en toepassing als textielkleurstof

Reacties

Oplossen van sulfanilzuur in Na_2CO_3 -oplossing



Vorming van salpeterigzuur en daaruit van het nitrosoniumion NO^+



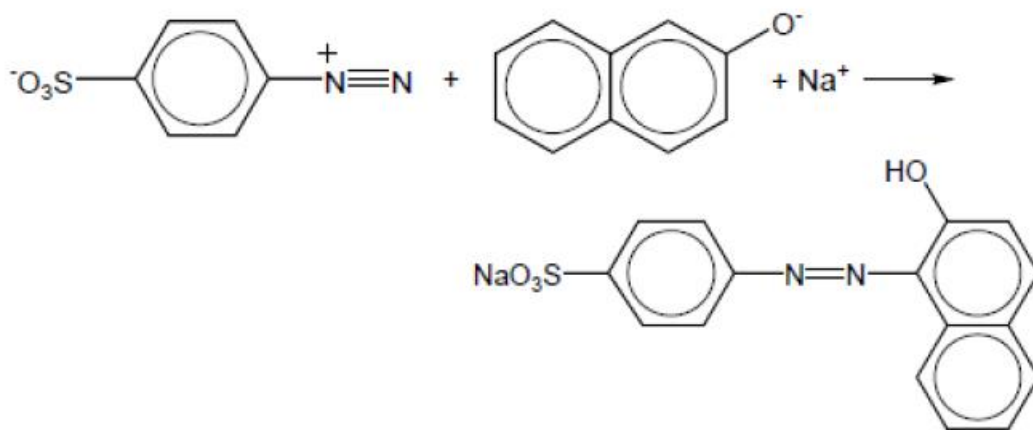
Diazotering van het sulfanilaat:



Oplossen van β -naftol in NaOH-oplossing:



Koppeling van β -naftol aan gediazoteerd sulfanilzuur:



Veiligheid

De vaste stoffen β -naftol en natriumnitriet zijn vrij giftig. Hanteer ze daarom voorzichtig, en was na de synthese de handen in elk geval goed.

De kleurstof Oranje II gaat moeilijk van de huid af. Werk daarom, van zodra kleurstof aanwezig is met handschoenen aan. Indien de huid toch behoorlijk sterk gekleurd mocht raken, handel dan als volgt:

- dep de huid met een beetje warme verdunde aangezuurde 0,05 mol/L KMnO_4 -oplossing
- verwijder het ontstane bruinsteen met een beetje verdunde 0,05 mol/L NaHSO_3 -oplossing
- spoel goed met veel water.

Ook met een schoonmaakmiddel als Jif is een niet te sterk met Oranje II gekleurde huid goed te reinigen

Het dragen van een bril en van een laboratoriumjas is verplicht!

Benodigdheden

- natriumcarbonaat
- sulfanilzuur
- natriumnitriet
- waterstofchloride 4 mol/L
- β -naftol
- zwavelzuur 2 mol/L
- ijs
- erlenmeyer 100 mL
- 2 bekeerglas 100 mL
- bekeerglas 400 mL
- büchnertrechter
- afzuigerlenmeyer
- pincet

Werkwijze

A. Diazoteren van sulfanilzuur

1. Los 0,10 g Na_2CO_3 op in 10 mL water in een erlenmeyer van 100 mL.
2. Voeg hieraan 0,30 g sulfanilzuur toe. Roer zachtjes d.m.v. rondzwenken tot alles is opgelost.
3. Koel de erlenmeyer met inhoud af in een pannetje met ijs tot onder de 10 °C.
4. Voeg 0,15 g NaNO_2 (natriumnitriet) toe aan de oplossing. Roer weer tot alles (vrijwel) is opgelost.
5. Breng in een bekeerglas van 100 mL ca. 2 g ijs-schilfers en 5 mL HCl-oplossing 4 mol/L.
6. Giet de bij punt A 4 verkregen nitriet-sulfanilaat oplossing in het bekeerglas met ijs/zoutzuur. Er kan nu een wit/gele stof (het diazoniumzout) uitkristalliseren, maar dat hoeft niet (d.w.z. zout blijft in oplossing). Roer even goed door.

B. Bereiding Oranje II

1. Los in een beerglaasje van 100 mL al roerend op: 0,25 g β -naftol in 4 mL van een 4 mol/L NaOH-oplossing. Dit gaat wat moeilijk en de oplossing kan daarom heel kort verwarmd worden (kookplaat), waarbij het beerglas gezwenkt wordt. Zodra de oplossing helder is: afkoelen tot kamertemperatuur. Koel niet teveel, anders slaat alles weer neer.
2. Voeg het onder A6 bereide diazoniumzout hieraan toe. Giet daartoe de volledige inhoud van het beerglas met ijs / zoutzuur / diazoniumzout bij de NaOH / β -naftol-oplossing. Er ontstaat na even roeren een dikke oranje brij.
3. Vacuüm-filtreer de brij m.b.v. een büchnertrechter op een passende afzuigerlenmeyer. Dat gaat vaak enigszins moeizaam doordat het filter dichtslibt. Vergeet niet eerst met wat demiwater het filtreerpapier nat te maken!

C. Verven van textiel (in een zuurkast uit te voeren i.v.m. knoeigevaar!)

1. Breng 200 mL water in een beerglas van 400 mL, en verwarm dit tot ongeveer 80 °C m.b.v. een kook/roerplaat. Voeg 5 mL 2 mol/L zwavelzuur en een lepeltje oranje II toe (neem maar de hele inhoud van de büchnertrechter, inclusief het filtreerpapier). Haal vervolgens het verfbad van de kookplaat af.
2. Breng nu enige stukjes textiel in het verfbad (bijvoorbeeld wol, nylon, zijde, terlenka, katoen). Laat een minuutje staan, roer af en toe.
3. Pak met een pincet de lapjes eruit, spoel ze uit met veel water (in de gootsteen), en droog ze (bijv. op keukenrolpapier). Verklaar de verschillen in kleuring!

D. Opruimen

1. Spoel na afloop alle glaswerk en spatels goed schoon.
2. Giet alle restanten kleurstofoplossingen in een daartoe klaargezet afvalvat