

MAGISCHE STIFTEN

Klas	4,5 hv
Subdomein	Onderzoeken
Vaardigheid	Processen en reacties
Specificaties	Conclusies, evalueren
Trefwoorden	Zuur-base, redox
Vaardigheidsvraag	Informatieverwerkingsvraag

Magische stiften



Maak magische tekeningen met de *Toverstiften van Edding!*
Deze acht stiften zijn niet wat ze lijken.
Wanneer je gekleurd hebt met een stift en hier met de toverstift overheen gaat... verandert de kleur.



Viltstiften met tovereffect: Kleur met de witte magische stift over de 7 kleuren en ze veranderen in 7 nieuwe kleuren. De Bruynzeel Inspiring Young Collection is speciaal ontwikkeld voor de designers van de toekomst.

Magische stiften, heb je er wel eens mee getekend? Het zijn speciale stiften. Als je met deze stiften op papier tekent en je gaat er vervolgens overheen met een witte 'toverstift', zal de oorspronkelijke kleur veranderen. Aan de pen is de kleur van de stift herkenbaar, de kleur van de dop krijg je als je over de originele kleur met de toverstift tekent.

Wat zit er achter deze goochelarij?

Zijn de kleurstoffen in de pennen verschillende indicatoren die door het gebruik van een zure of basische oplossing van kleur veranderen of wordt er gebruik gemaakt van redoxreacties?

Wat zit er in die witte toverstift?

De experimenten die je gaat uitvoeren om hier achter te komen zijn

- Witte toverstift
 - A Zure of basische oplossing
 - B Reductor of oxidator
 - C Welke reductor?
- Kleurenstiften
 - D Kleurverandering van de stiften
 - E Kleuren, indicatoren?

Witte toverstift

Onderzoek naar de samenstelling van de vloeistof in de (witte) toverstift.

A Zure of basische oplossing?

Benodigdheden

- toverstift
- pH-papier (1-14)

Uitvoering

- Zet met de toverstift een stip op een stukje pH papier om de zuurtegraad van de stift te bepalen.

* Noteer de pH-waarde.

* Is in de stift een zure of een basische of een neutrale oplossing aanwezig?

B Reductor of oxidator?

Indien je aan een oplossing van I_2/KI een reductor toevoegt, treedt ontkleuring op.

Benodigdheden

- toverstift
- pH-papier (1-14)
- Maatcilinder 10 mL
- Wattenstaafjes of klein penseel
- Jood-joodkali oplossing (I_2 in KI oplossing)

Uitvoering

- Breng 5 druppels I_2/KI oplossing in een reageerbuis en voeg 2 mL water toe. Aan deze oplossing voeg je één druppel uit de witte toverstift toe.

* Noteer je waarnemingen.

* Is er een reductor aanwezig?

C Welke reductor?

De werking van de toverstift berust mogelijk op het 'verwijderen' van bepaalde kleurstoffen uit de inkt, waarbij de resterende kleurstof een andere kleur geeft dan het mengsel. Eén mogelijkheid om kleurstoffen te 'verwijderen' is bleken (omzetten van de kleurstof in een

kleurloos product). Typische bleekmiddelen zijn vaak oxidatoren (chloor, waterstofperoxide) of reductoren (sulfiet, dithioniet).

Aantonen sulfiet

Sulfietionen geven met Ba^{2+} een wit neerslag van bariumsulfiet. Bij toevoeging van een zure oplossing lost dit neerslag weer op, er ontstaat een oplossing van bariumwaterstofsulfiet. Toevoeging van waterstofperoxide zorgt er vervolgens voor dat waterstofsulfietionen reageren tot sulfaationen, die samen met Ba^{2+} -ionen een wit neerslag geeft van bariumsulfaat.

Benodigdheden

- Toverstift
- Reageerbuizen + rek
- Eventueel brander en lucifers
- 1 % BaCl_2 of $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ oplossing
- 5 % H_2O_2 oplossing
- 1 M Natronloog
- 2 M Zoutzuur

Uitvoering

Testen op sulfietionen

- Breng één druppel uit de toverstift in een reageerbuis en voeg 2 mL water toe.
- Voeg 2 druppels BaCl_2 oplossing toe.
- Als er een witte suspensie is ontstaan, voeg je 10 druppels 2 M zoutzuur toe.
- Als je neerslag grotendeels is verdwenen (eventueel licht verwarmen) worden 5 druppels H_2O_2 oplossing toegevoegd waarbij opnieuw een neerslag dient te ontstaan.

* Noteer je waarnemingen.

* Is er in de stift een oplossing met sulfietionen aanwezig?

Kleurstiften

D Kleurverandering van de stiften

In deze proef ga je de kleurverandering van de kleuren van de stiften vergelijken als je respectievelijk de toverstift, een natriumsulfietoplossing en natronloog gebruikt.

Benodigdheden

- Magische stiften (goochelstiften, magic points), bijv. van Bruynzeel of Edding
- Chromatografiepapier of dik filtreerpapier
- Wattenstaafjes of klein penseel
- Schaar
- 1 M Natriumsulfietoplossing
- 1 M Natronloog

Uitvoering

- Zet op een stuk chromatografiepapier van alle kleuren evenwijdige lijnen van ongeveer 10 cm lang onder elkaar. Zorg dat de lijnen ongeveer 1 cm uit elkaar staan.
- trek loodrecht op deze lijnen 3 nieuwe lijnen getrokken met behulp van wattenstaafjes. De eerste met de toverstift, de tweede met een 1M oplossing van natriumsulfiet en de laatste met een 1M natronloog (dit gaat het eenvoudigst door gebruik te maken van een wattenstaafje).
- Neem een foto van het resultaat op het chromatografiepapier.

* Noteer in onderstaande tabel de waarnemingen

Kleur stift	Kleur met toverstift	Kleur met 1M Na ₂ SO ₃ oplossing	Kleur met 1M NaOH oplossing
Oranje			
Rood			
Paars			
Geel			
Donkerblauw			
Groen			
Zwart			

E Kleuren, indicatoren?

Door de kleuren in basisch en zuur milieu te vergelijken met de originele kleur kun je onderzoeken welke kleuren mogelijk zuur-base indicatoren bevatten.

Benodigheden

- Magische stiften (goochelstiften, magic points), bijv. van Bruynzeel of Edding
- Reageerbuizen + rek
- Hoog bekglas 100 mL-200 mL
- Wattenstaafjes of klein penseel
- Schaar
- Föhn
- Demiwater
- 0,1 M Natronloog
- 0,1 M Zoutzuur

Uitvoering

- *Neem 7 reageerbuizen*

Voeg nu per kleur een druppel van de inkt toe aan 2 mL water in een reageerbuis. Hieraan voeg je achtereenvolgens 5 druppels 0,1 M NaOH-oplossing en 10 druppels 0,1 M HCl-oplossing.

* Neem foto's van je resultaten

* Noteer eventuele kleurveranderingen opnieuw in onderstaande tabel.

* Welke kleuren zijn zuur-base indicatoren

Oorspronkelijke kleur	Na toevoegen 5 druppels natronloog	Na toevoegen 10 druppels zoutzuur
Oranje		
Rood		
Paars		
Geel		
Donkerblauw		
Groen		
Zwart		

Kleursamenstelling

De inksamenstelling van de stiften kan onderzocht worden met behulp van papierchromatografie. Tevens kan worden onderzocht welke kleurstoffen uit het mengsel verdwijnen of van kleur veranderen als de toverstift of een basische oplossing wordt gebruikt.

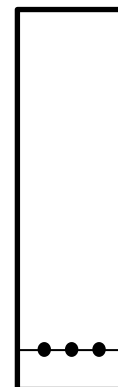
Benodigheden

- Magische stiften (goochelstiften, magic points), bijv. van Bruynzeel of Edding

- Chromatografiepapier of dik filtreerpapier
- Hoog bekglas 100 mL-200 mL
- Wattenstaafjes of klein penseel
- Schaar
- Föhn
- Demiwater
- 1 M Natriumsulfietoplossing

Uitvoering

- Knip zeven stroken chromatografiepapier van 4x12 cm.
- Zet per kleur met de stiften 1,5 cm van de onderrand 3 kleine stippen naast elkaar (figuur). Maak een lichte vouw over de gehele lengte van het papier zodat het rechtop in een bekglas kan blijven staan.
- Vul het hoge bekglas met een laagje water van 1 cm en zet het chromatografiepapier hierin. (Er kunnen meerder stukken papier in één bekglas worden geplaatst.)
- Beëindig de chromatografie zodra het water op 1,5 cm van de bovenrand komt en laat het papier drogen (eventueel gebruik maken van een föhn).
- Bewerk wanneer het papier droog is de middelste baan met de toverstift en de rechter met 1 M natriumsulfietoplossing (wattenstaafje gebruiken) en noteer de veranderingen in onderstaande tabel.



Kleur	Afzonderlijke kleuren	Met toverstift	Met natriumsulfiet-oplossing
Oranje			
Rood			
Paars			
Geel			
Donkerblauw			
Groen			
Zwart			

Magische stiften

Met dank aan Bas van Genabeek voor het uitvoeren van de proeven.

In deze handleiding

- Benodigdheden proeven
- Materiaal uit de stiften
- Waarnemingen van de proeven
 - A Zure of basische oplossing
 - B Reductor of oxidator
 - C Welke reductor?
 - D Kleurverandering van de stiften
 - E Kleuren, indicatoren?
- Nader onderzoek
 - Tip 1 Andere chemicaliën gebruiken
 - Tip 2 Omkeerstift?
 - Tip 3 Spectra
- Chemische achtergrond
- Literatuur

Benodigdheden alle proeven

- Magische stiften (goochelstiften, magic points), bijv. van Bruynzeel of Edding
- pH-papier (1-14)
- Chromatografiepapier of dik filtreerpapier
- Reageerbuizen + rek
- Maatcilinder 10 mL
- Hoog bekerglas 100 mL-200 mL
- Wattenstaafjes of klein penseel
- Schaar
- Föhn
- Evt. brander en lucifers
- Demiwater
- Jood-joodkali oplossing (I_2 in KI oplossing in water)
- 1 % $BaCl_2$ of $Ba(NO_3)_2$ oplossing
- 5 % H_2O_2 oplossing
- 1 M Natriumsulfietoplossing
- 1 M Natronloog
- 0,1 M Natronloog
- 2 M Zoutzuur
- 0,1 M Zoutzuur

Stiften:

Gebruikte stiften met de resultaten beschreven in de handleiding hierna: *Bruynzeel, 8 magic felt tips*

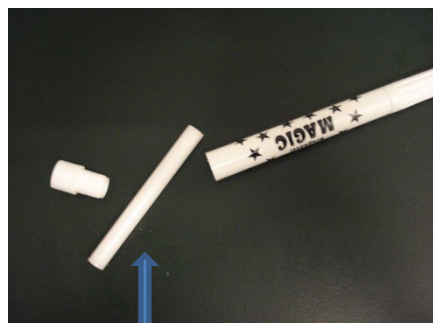
Er zijn meerdere merken te koop, u zult bij gebruik hiervan de experimenten moeten controleren.

- Magische stiften, toverstiften: in de (kantoor)boekhandel, warenhuizen en speelgoedwinkels
- <https://www.trendyspeelgoed.nl/Toverstiften.html>
- <http://www.bartsmit.com/nl/bsnl/bic-kids-10-plus-2-uitwasbare-toverstiften>
- <http://www.tansy.nl/konorm-9-1-toverstiften-1.html>
- <http://www.kdootjes.nl/a-29358118/die-spiegelburg/sharky-toverstiften-set/> of <http://www.kdootjes.nl/a-29358212/die-spiegelburg/prinses-lillifee-toverstiften-set/>

- [http://www.hema.nl/winkel/baby-en-kind/speelgoed/tekenen-en-knutselen/tekenen-en-kleuren/toverviltstiften-does-12-stuks-\(15905022\)](http://www.hema.nl/winkel/baby-en-kind/speelgoed/tekenen-en-knutselen/tekenen-en-kleuren/toverviltstiften-does-12-stuks-(15905022))

Materiaal uit de stiften

Open de stiften aan de achterkant en verwijder de inkt'patronen'. Druppels inkt kunnen direct uit de inktpatronen worden gehaald door licht in de patronen te knijpen (gebruik plastic handschoenen). Ook kan een verdunde inktoplossing worden bereid door meerdere druppels inkt uit de patronen te vermengen met enkele milliliters water.



Inkt'patroon'

Waarnemingen

A Zure of basische oplossing?

Onderstaande resultaten zijn verkregen met stiften van Bruynzeel

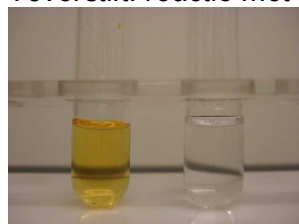
Toverstift pH-waarde

pH = 9-10



B reductor of oxidator

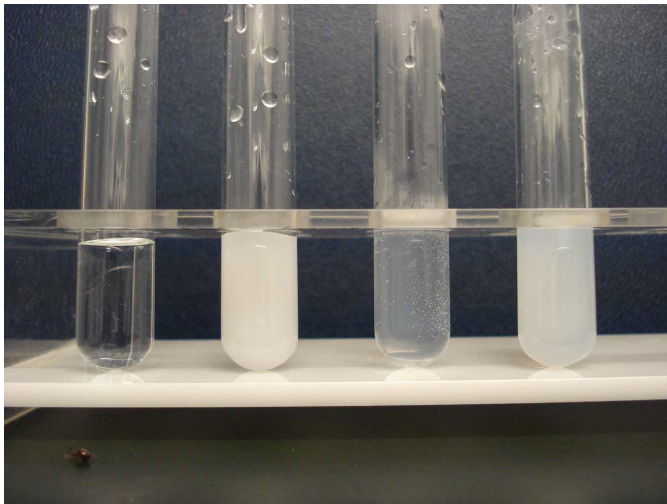
Toverstift: reactie met I₂/KI oplossing



Links I₂/KI oplossing, rechts na toevoeging druppels uit toverstift

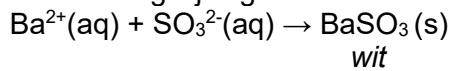
C Welke reductor?

Toverstift aantonen sulfiet

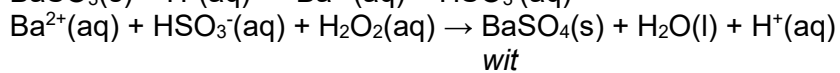
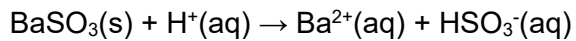


Van links naar rechts: oplossing toverstift, na toevoegen BaCl₂ oplossing, na toevoegen van zoutzuur, na toevoegen van H₂O₂ oplossing

Reactievergelijkingen:



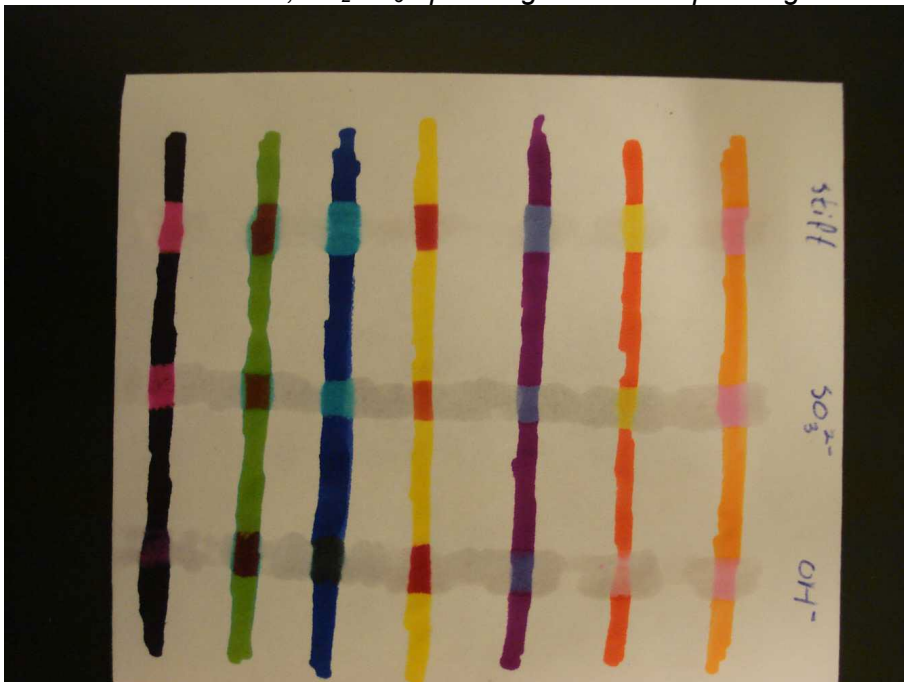
wit



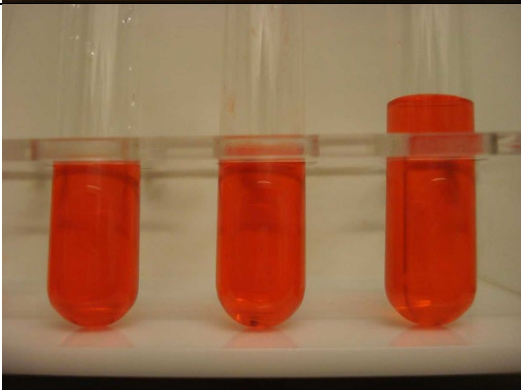
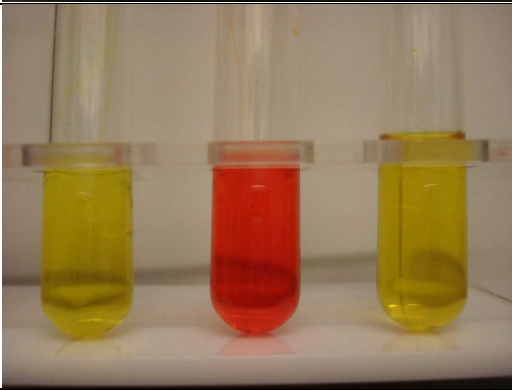
wit

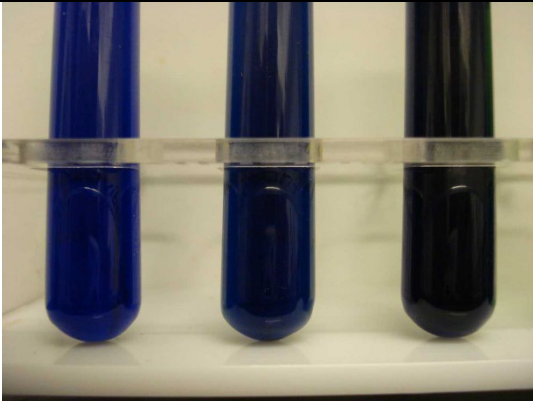
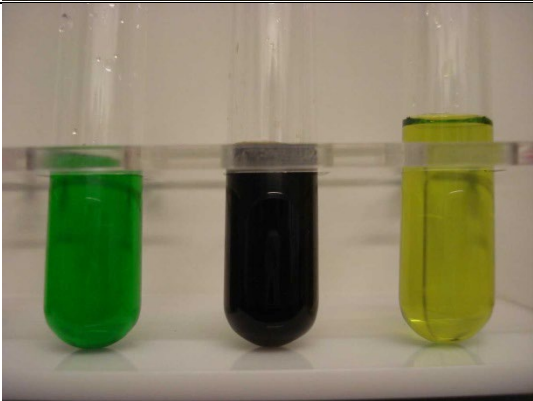
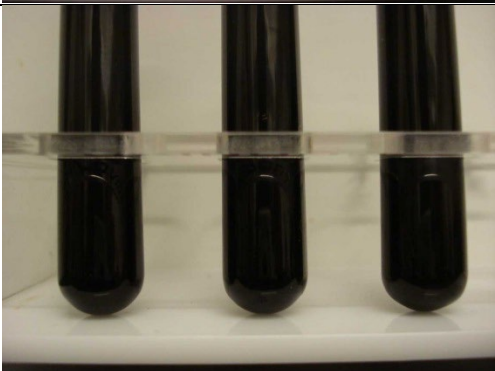
D Kleurverandering van de stiften

Kleuren o.i.v toverstift, Na₂SO₃-oplossing en NaOH oplossing



Kleuren en zure of basische oplossing

Oorspronkelijke kleur	Links oplossing met oorspronkelijke kleur, midden met NaOH oplossing en rechts met zoutzuur/HCl oplossing	
Oranje		
Rood		
Paars*		
Geel		

Oorspronkelijke kleur	Links oplossing met oorspronkelijke kleur, midden met NaOH oplossing en rechts met zoutzuur/HCl oplossing	
Donkerblauw*		
Groen		
Zwart*		

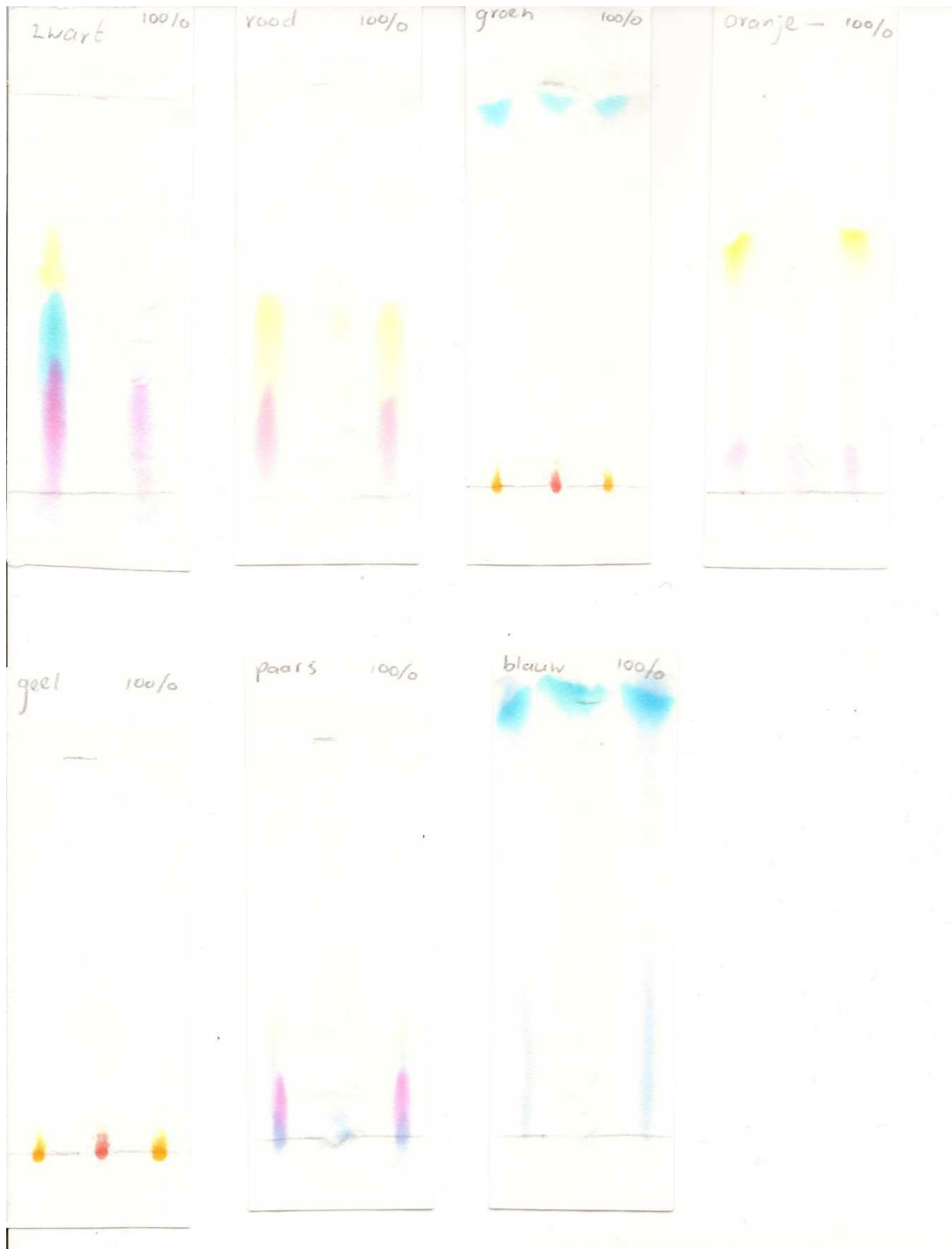
** oplossingen zijn extra verdund met water om eventuele kleurverschillen zichtbaar te maken.*

E Kleuren, indicatoren?

Chromatografie van de kleuren

Er geldt per kleur: links de originele kleur, midden bewerkt met toverstift en rechts behandeld met Na_2SO_3 oplossing

(Opmerking: boven aan het chromatogram staat 100 %, omdat de loopvloeistof tot de bovenkant van het chromatogram is gelopen)



Nader onderzoek

Tip 1

U kunt bij de proeven bijvoorbeeld ook gebruik maken van chloorbleekmiddel (oxidator), citroenzuuroplossing, natriumcarbonaatoplossing (soda oplossing)

Tip 2

Eventueel kunt u de opdracht uitbreiden met onderstaande proef.

Verder toveren?

Een andere interessante vraag is of het mogelijk is een 'omkeerstift' te creëren die het effect van de eigenlijke toverstift weer ongedaan kan maken. Hierbij maken we gebruik van een zure oxidator: waterstofperoxide met zoutzuur.

- Voeg per kleur een druppel inkt toe aan 2 mL water in een reageerbuis.

- Vervolgens een druppel uit de toverstift toevoegen. Goed mengen.

* Noteer de kleur in onderstaande tabel.

- Voeg nu enkele druppels van een 1 op 1 mengsel van 5% waterstofperoxide met 0,1 M zoutzuur toe.

* Noteer eventuele kleurveranderingen in onderstaande tabel.

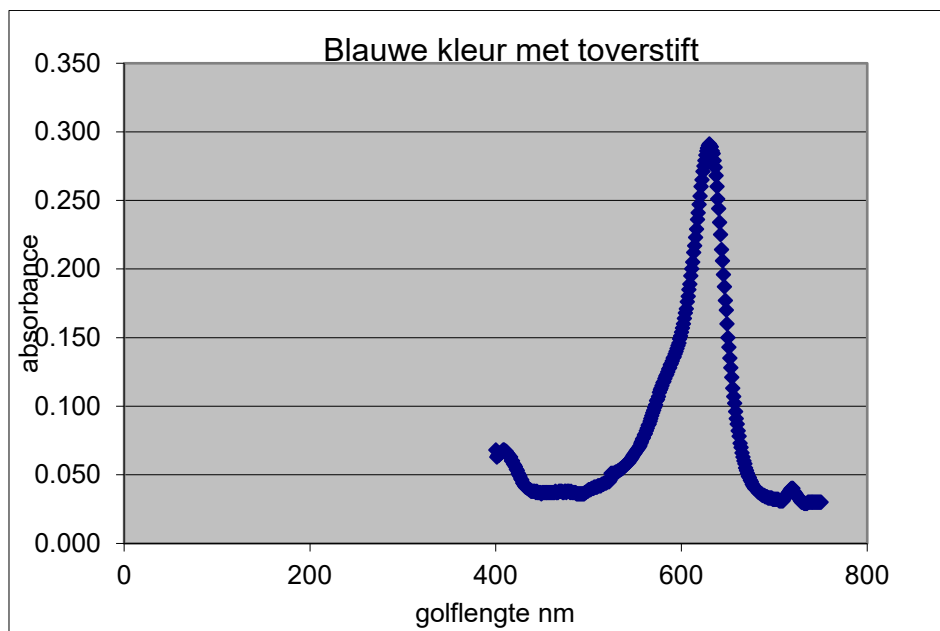
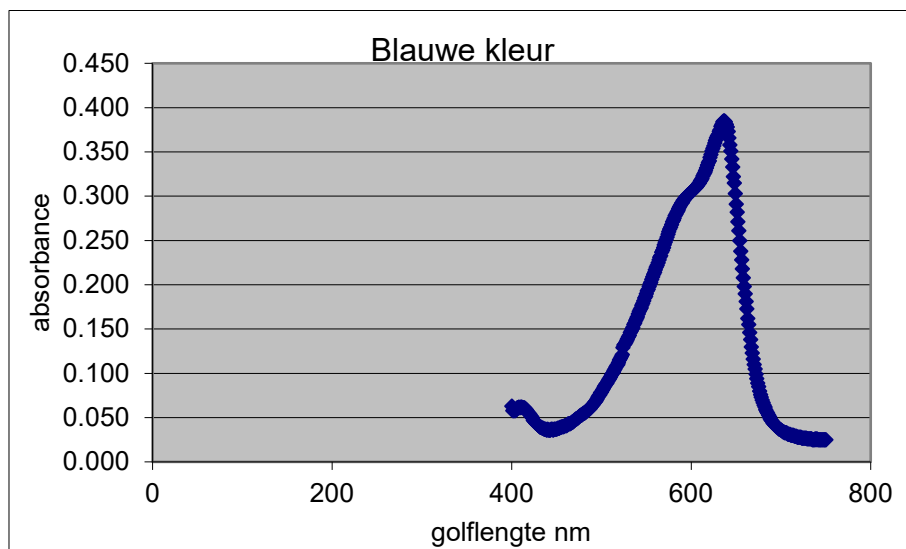
Oorspronkelijke kleur	Na druppel toverstift	Na enkele druppels 'omkeerstift'
Oranje		
Rood		
Paars		
Geel		
Donkerblauw		
Groen		
Zwart		

Tip 3

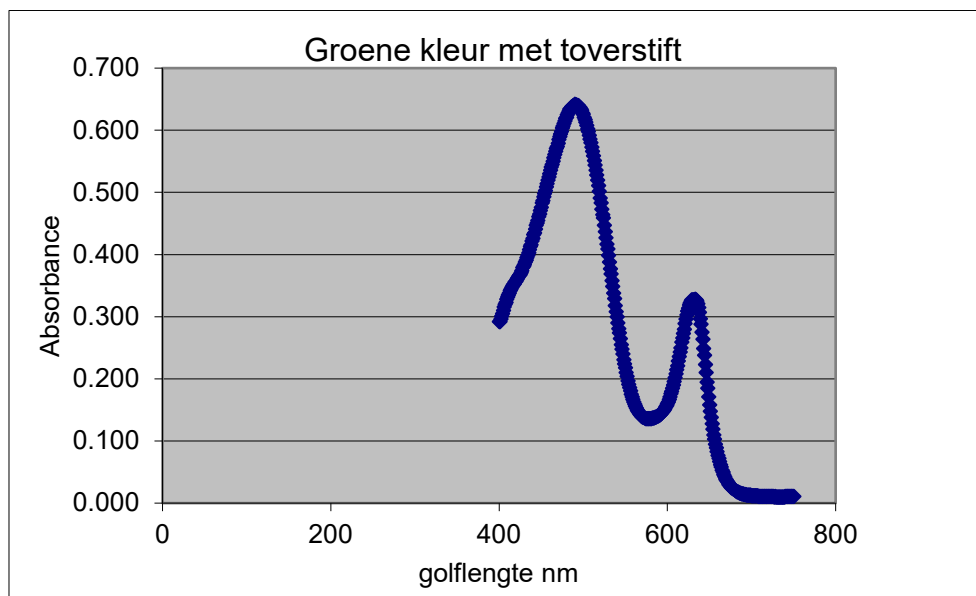
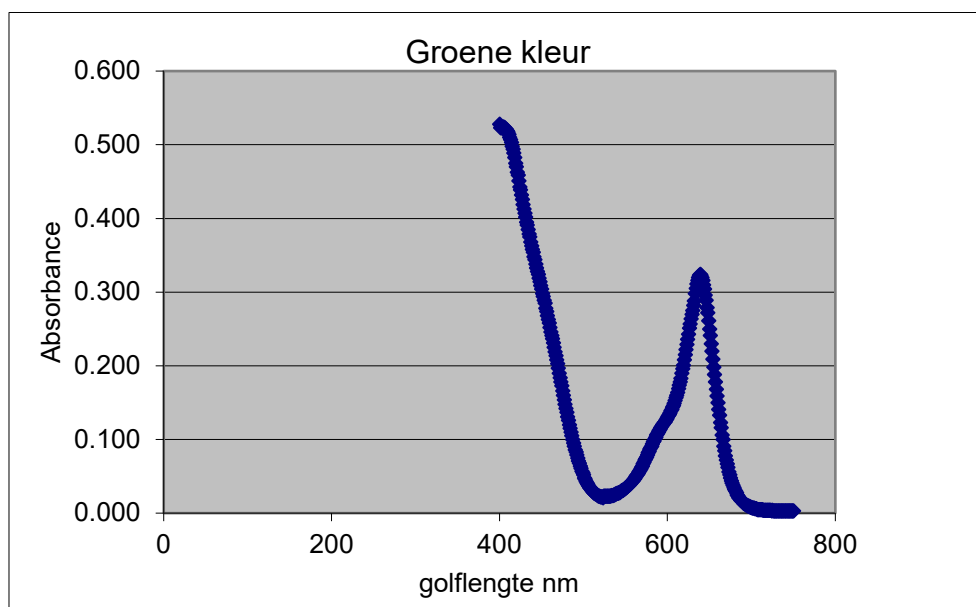
U kunt ook spectra opnemen van de oplossingen van de originele kleur en oplossingen met de originele kleur en de oplossing van de toverstift.

Onderstaande voorbeelden van spectra (zichtbaar licht) zijn van mengsels van respectievelijk 1 druppel kleur en 2 mL water en 1 druppel kleur, 1 druppel toverstift en 2 mL water.

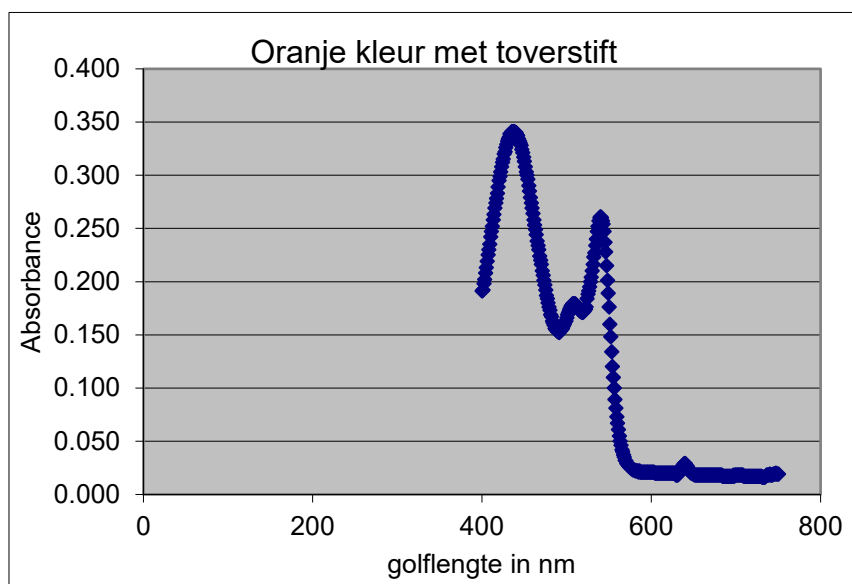
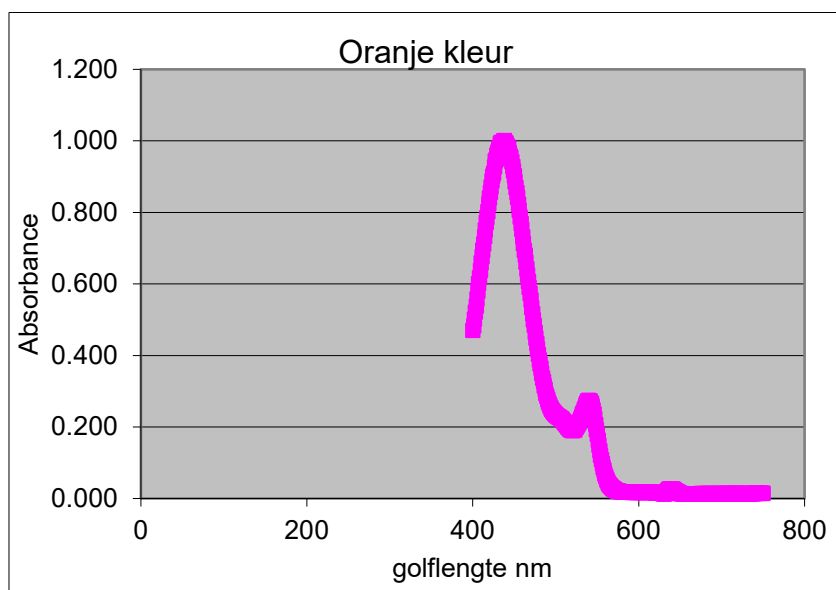
Blauwe kleur



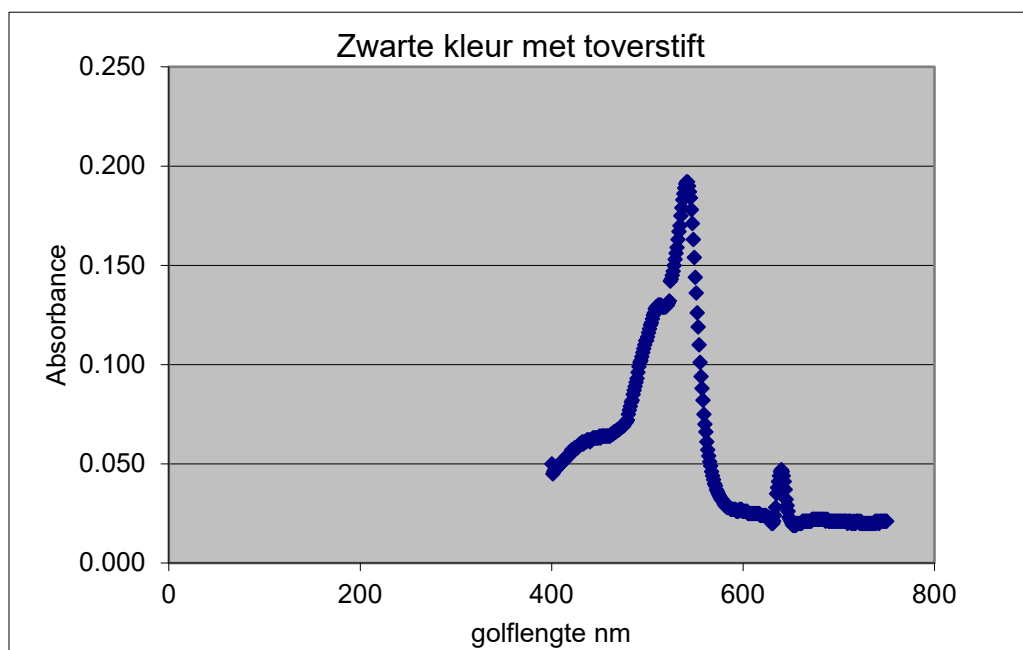
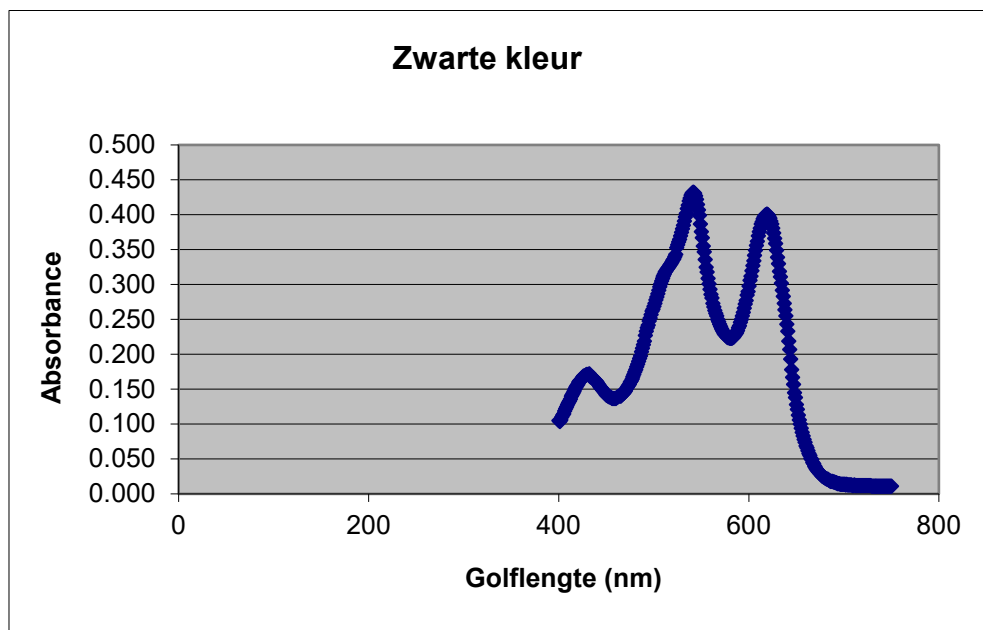
Groene Kleur



Oranje kleur



Zwarte kleur



Chemische achtergrond

De stiften bevatten mengsels van kleurstoffen, waarvan een of meerdere componenten met de stoffen uit de toverpen reageren en daardoor van kleur veranderen en andere componenten die niet reageren en dus niet van kleur veranderen.

Voorbeelden van kleurstiften

Kleur stift (kleur pen)	Aanwezige kleurstoffen (kleur)	Kleur na bewerken met toverstift (kleur dop)	Kleurstof die verandert van kleur (nieuwe kleur)
<i>Blauw(groen)</i>	Ethylgroen Pyranine (kleurloos)	<i>Geel fluorescerend</i>	Ethylgroen (KL)* Pyranine (geel fluorescerend)
<i>(Fel)groen</i>	Malachietgroen (groen) Brilliantgeel (geel)	<i>Rood</i>	Malachietgroen (KL) Brilliantgeel (rood)
<i>Zwart</i>	Brilliantgeel (geel) Anilineblauw ¹ (blauw) Fuchsinezuur ² (roze/violet)	<i>Roodoranje</i>	Brilliantgeel (rood) Aniline blauw (KL) Fuchsinezuur (KL)
<i>Blauwgroen</i>	Kiton rood S (rood) Guinea Groen B (groen)	<i>Roze</i>	Kiton rood S (rood) Guinea Groen B (KL)
<i>Roze</i>	Fuchsinezuur (roze/violet) Pyranine (kleurloos)	<i>Geel fluorescerend</i>	Fuchsinezuur (KL) Pyranine (geel fluorescerend)
<i>Geel³</i>	Brilliantgeel (geel) Fenolrood (geel)	<i>Roodrood</i>	Brilliantgeel (rood) Fenolrood (roodviolet)
<i>Groen</i>	Methylblauw (blauw) Chinolinegeel (geel)	<i>Geel</i>	Methylblauw (KL) Chinolinegeel (geel)
<i>Grauwbruin/ grijsbruin</i>	Methylblauw (blauw) Geeloranje S (oranje)	<i>Oranje</i>	Methylblauw (KL) Geeloranje S (oranje)

1 Wateroplosbaar

2 Acid Fuchsin, ook wel kleur rood

3 In principe volstaat een van beide kleurstoffen, echter door beide kleurstoffen te gebruiken ontstaan stralendere kleuren

* KL = kleurloos

Kleurveranderingen

Bij de stiften kunnen kleurveranderingen optreden door

1 Additie van een HSO_3^- groep bij trifenylmethaankleurstoffen

2 pH verandering

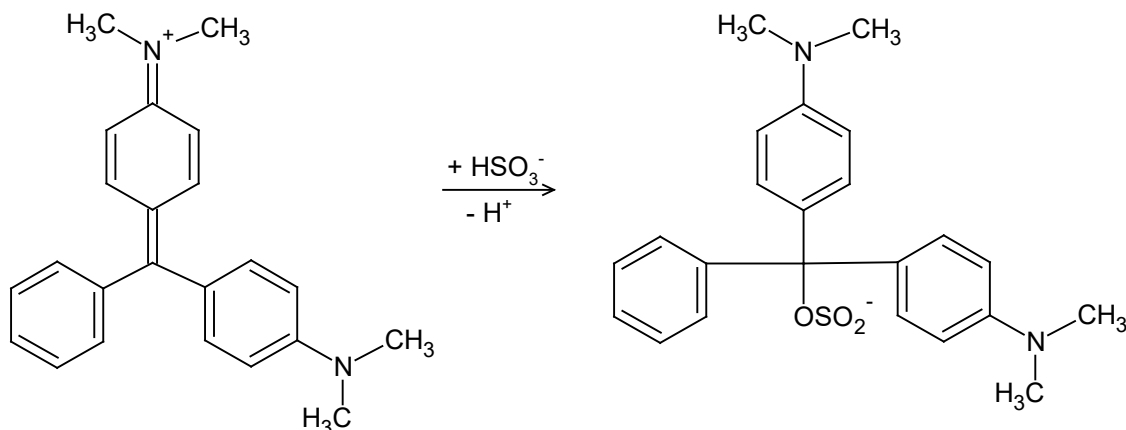
Er is ook nog een groep kleurstoffen waarvan de kleur niet verandert (zie 3 Overige kleurstoffen): *Kiton rood S*, *Chinolinegeel* en *Geeloranje S*.

1 Additie van een HSO_3^- groep bij trifenylmethaankleurstoffen

De additie van HSO_3^- treedt op de gebruikte kleurstoffen *Ethylgroen*, *Malachietgroen*, *Fuchsinezuur*, *Guinea Groen*, *Methylblauw* en *Aniline blauw*, die alle tot de groep trifenylmethaankleurstoffen behoren.

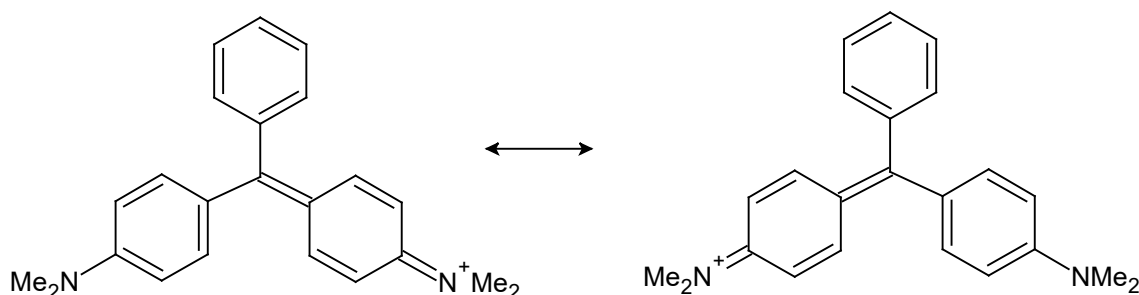
Additie bij trifenylmethaanverbindingen

Door additie van HSO_3^- ionen aan het centrale koolstofatoom van het molecuul wordt de stof kleurloos. In onderstaande figuur staat de additie aan malachietgroen afgebeeld:



Additie van HSO_3^- aan malachietgroen (chloridezout)

In trifenylmethaanverbindingen treedt delocalisatie van de elektronen op. Er zijn resonantiestructuren (mesomerie) mogelijk.

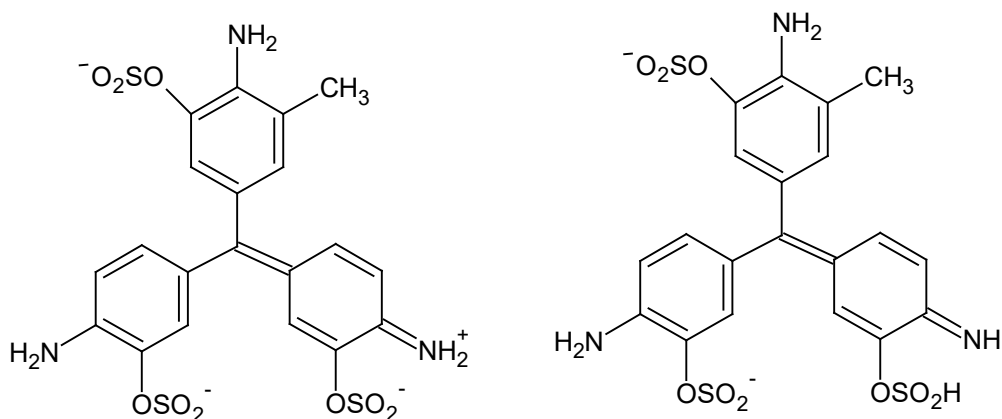


Mesomerie bij malachietgroen

Door de additie van het HSO_3^- ion wordt het systeem van gedelocaliseerde elektronen verbroken. Het centrale koolstofatoom heeft nu vier bindingen. De oorspronkelijke sp^2 hybridisatie van het koolstofatoom is overgegaan in sp^3 hybridisatie. Doordat de elektronen zich nu niet meer over het hele molecuul kunnen verdelen, kan de stof niet meer in wisselwerking gaan met zichtbaar licht en verliest daardoor zijn kleur.

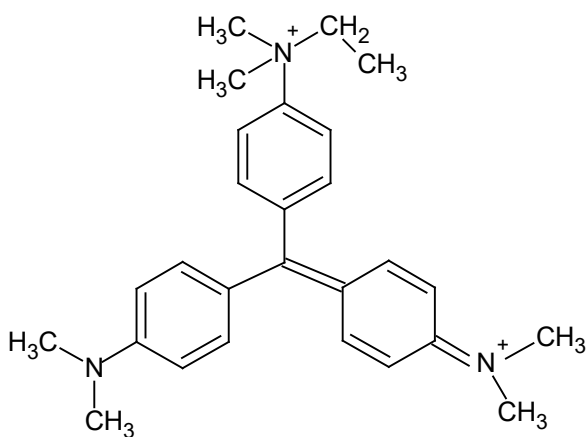
Fuchsinezuur

Fuchsinezuur. Stof heeft kleur roze/violet.



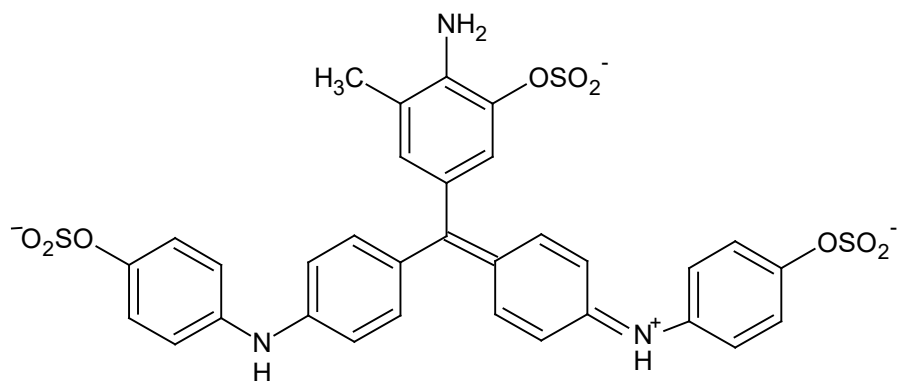
Fuchsinezuur (natriumzout)

Ethylgroen

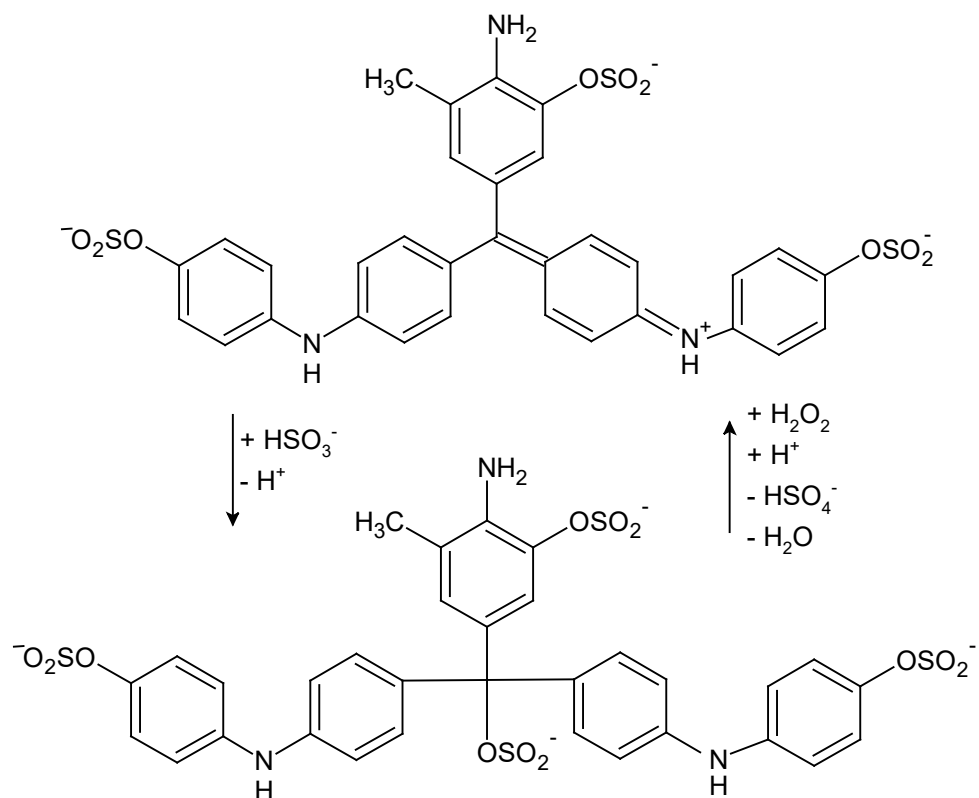


Structuurformule ethylgroen (chloride/bromide zout)

Anilineblauw

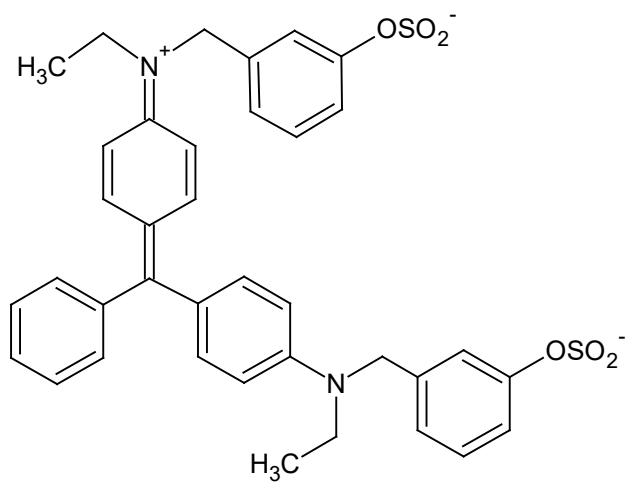


Structuurformule Anilineblauw (natriumzout)



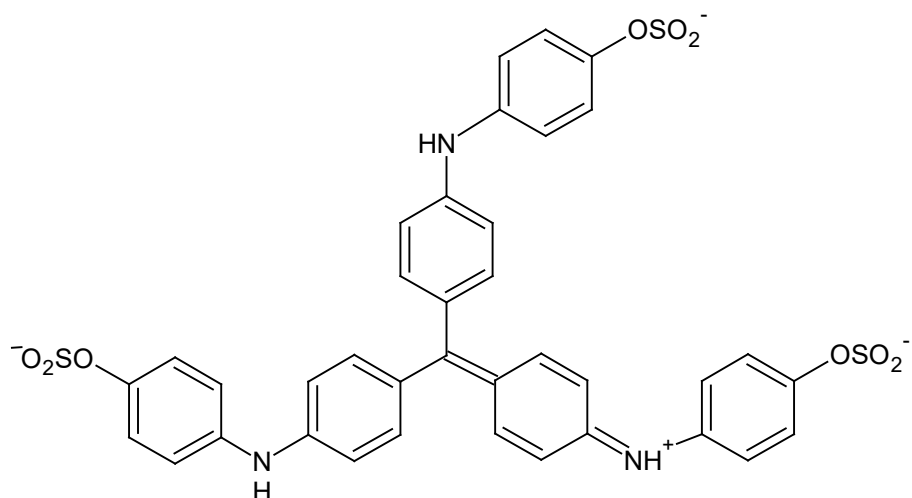
Ontkleuren en kleuren van anilineblauw (natriumzout)

Guineagroen B



Structuurformule Guineagroen B (natriumzout)

Methylblauw



Structuurformule Methylblauw (natriumzout)

2 Kleurverandering door verandering pH

De oplossing in de toverstift is basisch. De kleurstoffen die zuur-base indicatoren zijn ondergaan door het verhogen van de pH een kleurverandering. Bij de stiften gaat het om de stoffen *Pyranine*, *Brilliantgeel*, *Fenolrood*

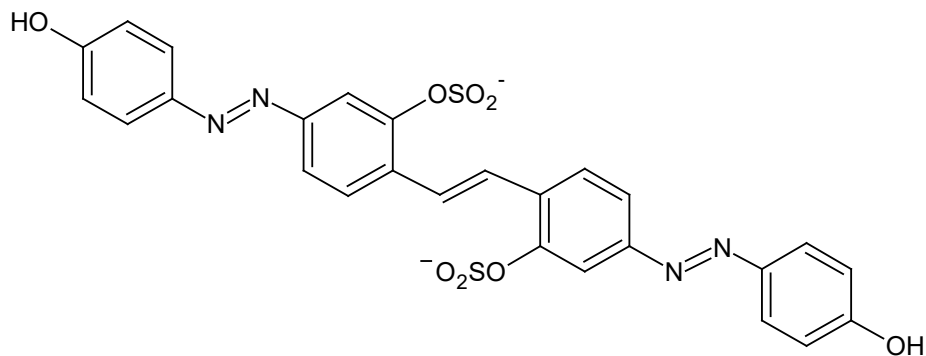
Brilliantgeel

Geel bij pH < 6,6 en rood bij pH > 7,8



Bron: <http://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/annual/v17/bp17-04.html>

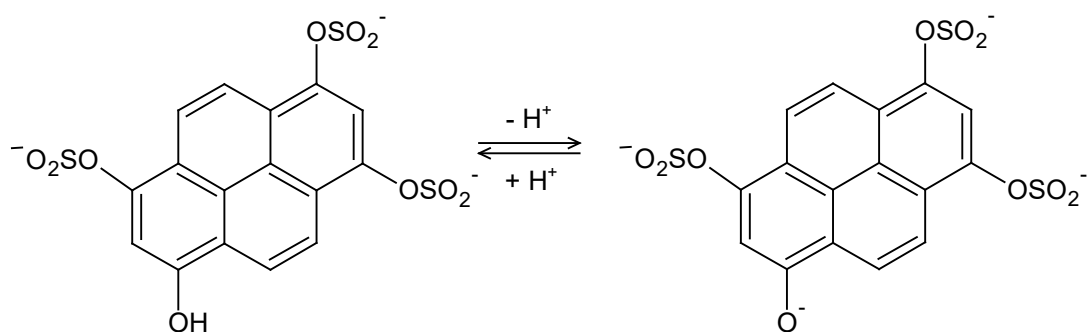
In basisch milieu verliest een OH groep een proton.



Structuurformule van Brilliantgeel (natriumzout)

Pyranine

In zuur milieu is pyranine kleurloos, in basisch milieu intensief geel fluorescerend.

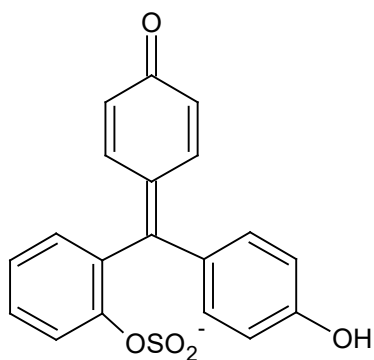


kleurloos

geel fluorescerend

Structuurformule Pyranine (natriumzout)

Fenolrood

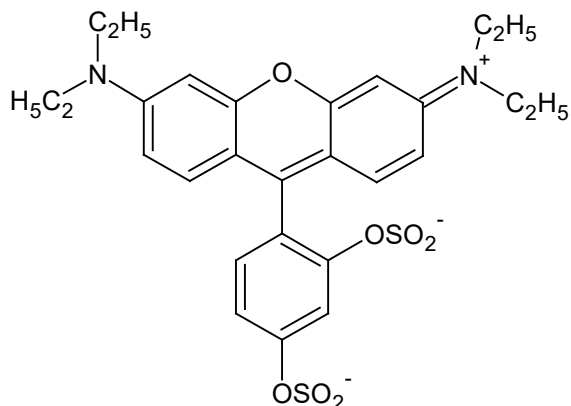


Structuurformule Fenolrood, in pH gebied 1-7,3

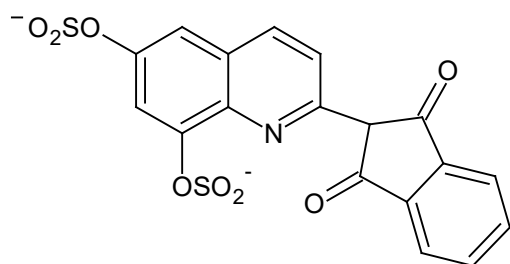
Bij het molecuul fenolrood treedt deprotonering van de OH groep op bij verhoging van de pH. De kleur van de kleurstof verandert hierbij van geel in roodviolet.

3 Overige kleurstoffen

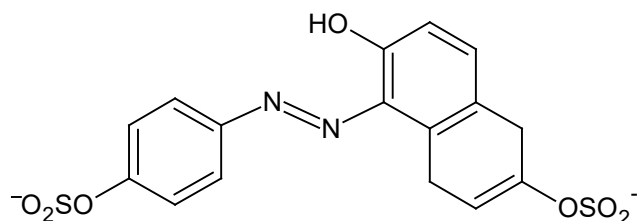
Kiton Rood S, chinolinegeel en geeloranje veranderen niet van kleur met de oplossing in de toverstift.



Structuurformule Kiton rood S (natriumzout)



Structuurformule Chinolinegeel (natriumzout)



Structuurformule Geeloranje S (natriumzout)

Literatuur

Deze opdracht is ontwikkeld aan de hand van de volgende bronnen:

- Color Changing pens, D. Katz (1999): http://www.chymist.com/toy_store.html
- Chemie des Tintenkillers, http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/09_03.htm
- C. Herriger (2009), Color Changing Markers, Praxis der Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 58 (7), 44-52
- O. Schlegel (2010), Magische Stifte, Praxis der Naturwissenschaften Chemie, 59(8), 20-24
- C. Herriger (2010), Herstellung von Zaubermalern, Chemkon, 17 (2), 83-84

PERIODIEK SYSTEEM VERWELKOMT VIER NIEUWE ELEMENTEN

Klas	4 hv
Subdomein	Deeltjesmodellen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Atoombouw
Trefwoorden	Periodiek systeem, nieuwe elementen, element 113, ununtritium
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

www.scientias.nl, 5 januari 2016

Periodiek systeem verwelkomt vier nieuwe elementen

Caroline Kraaijevanger

De elementen 113, 115, 117 en 118 – die je voor zover we weten niet buiten het lab zult aantreffen – hebben officieel hun intrek in het periodiek systeem genomen.

Element 113 is ontdekt door een Japanse onderzoeksgroep. Het is het eerste element in het periodiek systeem dat in Azië is ontdekt. De andere drie elementen werden ontdekt door een internationaal team van onderzoekers uit onder meer de VS en Rusland.

Superzwaar

Elementen 113, 115, 117, en 118 zijn zogenoemde superzware elementen. Ze zijn tot op heden nog niet in de natuur aangetroffen. Onderzoekers creëren ze zelf, in het laboratorium. Zo ontstond element 113 bijvoorbeeld nadat onderzoekers een dun laagje bismut bombardeerden met zinkionen. Wanneer twee kernen fuseren, kan een nieuwe element ontstaan. Het opsporen van deze superzware elementen is best lastig, omdat een fusie van twee kernen een vrij zeldzaam fenomeen is en het resulterende superzware element doorgaans maar heel kort bestaat. Zo bestonden de isotopen van element 113 korter dan een duizendste van een seconde!

Eiland van stabiliteit

In de toekomst hopen de onderzoekers nog zwaardere elementen te ontdekken. “En op een dag hopen we het ‘eiland van stabiliteit’ te ontdekken,” vertelt onderzoeker Kosuke Morita, één van de ontdekkers van element 113. Hij verwijst daarmee naar elementen die superzwaar zijn, maar tevens – dankzij een speciaal aantal neutronen en protonen – stabiel zijn. Deze elementen vervallen niet zo snel als de superzware elementen die nu zijn ontdekt en met deze elementen kan dus ook gemakkelijker geëxperimenteerd worden.

Maar voor de jacht op nog zwaardere elementen geopend wordt, wacht de ontdekkers van deze elementen nog een andere taak. De elementen die ze nu ontdekt hebben van een naam voorzien!

Er komen vier ‘superzware’ elementen bij in het periodiek systeem.

- 1 Leg uit wat er met ‘superzwaar’ bedoeld wordt.
- 2 Leg uit waarom het opsporen van deze elementen zo lastig is.

Element 113 ontstond door een dun laagje bismut te bombarderen met zinkionen.

- 3 Leg uit dat hierbij element 113 kan ontstaan.
- 4 Verklaar de ‘werknaam’ ununtritium voor element 113.

5 Wat geeft het getal 113 aan?

In Binas tabel 99 wordt ook de relatieve atoommassa van element 113 opgegeven.

6 Wat kun je lettend op de samenstelling van de kern afleiden uit de atoommassa van element 113?

De andere drie nieuw ontdekte elementen zijn de elementen 115, 117 en 118.

7 Leg uit of de vier nieuw ontdekte elementen tot de metalen of de niet-metalen gerekend worden.

De jacht op nog zwaardere elementen gaat door. Ooit hoopt men een 'eiland van stabiliteit' te ontdekken.

8 Leg uit waar element 119 in het periodiek systeem geplaatst moet worden.

9 Wat wordt bedoeld met 'eiland van stabiliteit'?

Periodiek systeem verwelkomt vier nieuwe elementen

- 1 Superzwaar betekent dat de atoommassa heel groot is.
- 2 De nieuwe elementen blijven maar een fractie van een seconde bestaan.
- 3 Bismut heeft atoomnummer 83, dus 83 protonen in de kern, zinkionen hebben atoomnummer 30 dus 30 protonen in de kern. $83+30 = 113$ protonen samen, net als het element 113.
- 4 $un=1$, $un=1$, $tri=3$, dus samen 113.
- 5 113 is het atoomnummer, geeft dus het aantal protonen in de kern aan.
- 6 Relatieve atoommassa is 286, dus massagetal =286. Dat betekent dat er naast 113 protonen nog eens $286-113=173$ neutronen in de kern aanwezig zijn.
- 7 Element 113 en 115 behoren tot de metalen want ze staan onder metalen in het periodiek systeem, element 117 en 118 behoren tot de niet-metalen (groep 17 halogenen en groep 18 edelgassen).
- 8 In periode 8 en groep 1.
- 9 Met 'eiland van stabiliteit' bedoelt men dat een speciale combinatie van nog meer protonen en neutronen mogelijk tot stabielere kernen leidt die langere tijd blijven bestaan.

GEZOCHT: EEN ATOOMNAAM DIE WAT BETER BEKT DAN UNUNTRIUM

Klas	4hv
Subdomein	Deeltjesmodellen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Periodiek systeem, elektrovalentie, isotopen
Trefwoorden	Radio-actief verval, bouw atoom
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

www.volkskrant.nl/, 7 januari 2015

Gezocht: een atoomnaam die wat beter bekt dan ununtrium

Martijn van Calmthout

Japanse atoomchemici van het Riken-lab in Tokio kunnen hun geluk niet op nu de internationale unie van scheikundigen IUPAC hun vondst heeft erkend van een nieuw chemisch element. Dat kunstmatige en totaal instabiele element-113 komt in geen enkele scheikundedoos voor, maar de ontdekkers mogen er wel als eerste een naam en een chemisch symbool voor verzinnen. Dat was altijd het exclusieve domein van Amerikanen en Europeanen.

Japanse chemici kunnen hun geluk niet op met hun eigen element

'Reken maar dat ze al jaren zaten te popelen met een mooie toepasselijke naam', zegt prof Willem Koppenol van de ETH in Zürich, die jaren geleden voor IUPAC de regels voor naamgeving van elementen ontwierp. 'Knallende ruzies zoals in het verleden zijn niet te verwachten', verwacht hij. Op internet doen inmiddels namen de ronde als japonium (Jp) of tokionium (Tk) voor het element dat jarenlang provisorisch ununtrium heette, fantasielatijn voor 113. Over twee jaar moet de naamgeving rond zijn.

Het nieuwe Japanse element komt in de normale wereld niet voor, maar wordt heel af en toe gevonden als met een versneller keihard zinkatomen op een trefplaat van bismut worden geschoten. Daardoor versmelten atomen soms tot een atoom met 113 protonen in de kern, veel zwaarder dan normale atoomkernen en zeer instabiel. Het valt daarom direct weer uit elkaar. Normaal wordt uranium-92 gezien als het zwaarste natuurlijke element dat nog min of meer stabiel is.

De Japanse onderzoekers zagen in hun experiment al in 2003 het eerste atoom van het onbekende element-113, maar hadden daarna tien jaar lang de grootste moeite om de meting te herhalen. Intussen eisten ook Amerikanen en Russen de ontdekking op.

Terecht

Volgens atoomfysicus prof Nasser Kalantar van het Kernfysisch Versneller Instituut in Groningen is echter terecht gekozen voor de Japanse aanspraak. 'De Japanners maken rechtstreeks 113 en zien dat ook vervallen. De Amerikanen maakten element 115 dat onderweg eerst naar 113 vervalt en dan verder. Dat is mooi, maar toch indirecter bewijs.'

De chemie-unie erkende tegelijk met 113 eind december overigens ook de ontdekkingen door Amerikanen en Russen samen van de zware en instabiele elementen 115, 117 en 118. Ook daarvan zijn maar een handjevol voorbeelden gevonden.

(...)

Namen-official Koppenol heeft intussen zijn eigen problemen. 'De regel is dat de nieuwe elementen altijd op -ium eindigen. Maar element-117 is een halogeen en die moeten zoals fluor of jood in het engels eindigen op -ine.' Hij heeft net een aanpassingsvoorstel de deur uit.

Het element (de atoomsoort) met atoomnummer 113 kun je al wel vinden in Binas.

- 1 In welke periode en welke groep van het periodiek systeem staat dit element?
- 2 Hoe kun je aan het periodiek systeem in Binas zien dat het nog niet was erkend?
- 3 Verklaar de naam ununtrium.
- 4 Leg uit welke lading je bij het ion van ununtrium verwacht.

Ook de Amerikanen beweerden dat ze ununtrium hadden ontdekt. Maar de ontdekking is toch aan de Japanners toegeschreven.

- 5 Leg uit waarom de Japanners toch de eer van de ontdekking krijgen.

Er bestaan verschillende isotopen van ununtrium, waarvan de meest stabiele Uut-286 is.

- 6 Leg uit wanneer je spreekt van isotopen.
- 7 Beschrijf de bouw van een Uut-286 atoom.

Heel af en toe wordt een Uut-atoom gevormd als men zink'atomen' op bismut schiet.

- 8 Leg uit dat het in theorie mogelijk is om uit deze twee atoomsoorten één ununtriumatoom te vormen.

Een ununtriumatoom (Uut-278) kan ontstaan wanneer één atoomkern Zn-70 samensmelt met één atoomkern bismut-209.

- 9 Vul de volgende tabel in:

	Aantal protonen	Aantal neutronen
Zn-70		
Bi-209		
Uut-278		

- 10 Welke conclusie kun je trekken over de kernfusie waarbij uit de atoomkernen van Zn-70 én Bi-209 de atoomkern van Uut-278 ontstaat?

Het Uut-278-atoom vervalt onder het afstaan van He-kernen, zogenaamde α -deeltjes.

- 11 Beschrijf de bouw van een heliumkern.
- 12 Geef de reactievergelijking voor dit verval.

Het verval van een Uut-278-atoom geeft een reeks van 6 keer het afstaan van een α -deeltje te zien.

- 13 Bereken welke atoomsoort er overblijft na deze reeks.

Gezocht: een atoomnaam die wat beter bekt dan ununtrium

- 1 de atoomsoort/het element Uut bevindt zich in periode 7 en groep 13.
- 2 De vakjes van de atoomsoorten met atoomnummers 113, 115, 117 en 118 zijn wit gelaten.
- 3 Het element Uut zal eigenschappen hebben die lijken op thallium, indium, gallium en aluminium. Je verwacht de lading 3+.
- 4 Ununtrium staat voor 1-1-3.
- 5 Omdat de Japanners Uut hebben gesynthetiseerd, terwijl de Amerikanen het als een product bij het verval van Uup (atoomnummer 115) hebben waargenomen.
- 6 Isotopen zijn atomen met hetzelfde atoomnummer, maar een verschillend massagetal. Of: hetzelfde aantal protonen, maar een verschillende aantal neutronen.
- 7 Een Uut-286 atoom bevat 113 protonen, 113 elektronen en $286 - 113 = 173$ neutronen.
- 8 Een zinkatoom bevat 30 protonen en een bismutatoom bevat 83 protonen. Als de twee kernen samensmelten heb je inderdaad 113 protonen, dus een kern van Uut.

9

	Aantal p	Aantal n
Zn-70	30	40
Bi-209	83	126
Uut-278	113	165

- 10 Je ziet in de tabel dat er 1 neutron overblijft wanneer je de neutronen van Zn en Bi optelt en vergelijkt met Uut. Bij de kernfusie zal dan ook één neutron vrijkomen.
- 11 Een heliumkern bestaat uit 2 protonen en 2 neutronen.
- 12 ${}_{113}^{278}\text{Uut} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{111}^{274}\text{Rg}$
- 13 Na een reeks van 6 keer afstaan van een heliumkern zullen er $6 \times 2 = 12$ protonen minder zijn. Dit levert de atoomsoort met atoomnummer $113 - 12 = 101$. Dit is mendelevium, Md. Het massagetal zal maximaal $278 - 6 \times 4 = 254$ zijn.

<http://www.volkskrant.nl/wetenschap/gezocht-een-atoomnaam-die-wat-beter-bekt-dan-ununtrium~a4219275/>

VAN VISNET NAAR BIKINI

Klas	4 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Polymeren
Trefwoorden	Nylon-6, caprolactam, recycling, visnetten, milieu, monomeer
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

Chemie Magazine, december 2015

HEALTHY SEAS HAALT CAPROLACTAM UIT OUDE VISNETTEN

VAN VISNET NAAR BIKINI

Healthy Seas verzamelt oude visnetten en haalt er met een eigen proces caprolactam uit. Deze waardevolle grondstof voor de productie van nylon 6 krijgt zo een nieuwe bestemming in tapijten, zwembkleding en sokken. Ook zorgt het internationale team voor een schonere zee, waarin onderwaterdieren niet meer in de visnetten verstrikt raken en sterven.



Bikini van ECONYL

'Spooknetten' in zee zorgen ook bij vissersboten voor grote problemen, want hun schroeven komen hierin regelmatig vast te zitten. Verder zorgt de afbraak van de oude netten voor vervuiling van het zeewater met kleine plastic deeltjes. Volgens een rapport van de VN blijft er jaarlijks 640.000 ton aan visnetten achter in de oceanen, goed voor een tiende van al het afval in zee. De ECNC Group, een internationale NGO met het hoofdkantoor in Tilburg, startte daarom jaren geleden met de verwijdering van de oude netten uit de Noordzee. "Eenmaal aan land werd het door de overheid alleen als afval gezien", vertelt directeur Rob Wolters van de ECNC Group. "Daarom moesten wij voor de verbranding betalen." In 2013 kwam Wolters in contact met de directeur van sokkenproducent Star Sock. "Een inspirerende man die op termijn al zijn sokken van geregenereerd materiaal wil maken", blikt Wolters op de ontmoeting terug. "Hij bracht mij in contact met de internationale kunstgaren-producent Aquafil. Het bedrijf is al langer bezig om uit afval, zoals oude tapijten, caprolactam te halen. De onderneming wil de afhankelijkheid van olie verkleinen en overschakelen naar een circulair bedrijfsmodel."

Op naar 100 ton

Het verzamelen van visnetten verloopt voorspoedig, weet projectcoördinator Veronika Mikos van Healthy Seas. "Duikers en vissers in drie Europese regio's haalden in 2013 en 2014 51 ton oude visnetten op, terwijl voor 2015 de teller nu op 56,5 ton staat. Aan het einde van het jaar verwachten wij dat er 100 ton is ingezameld."

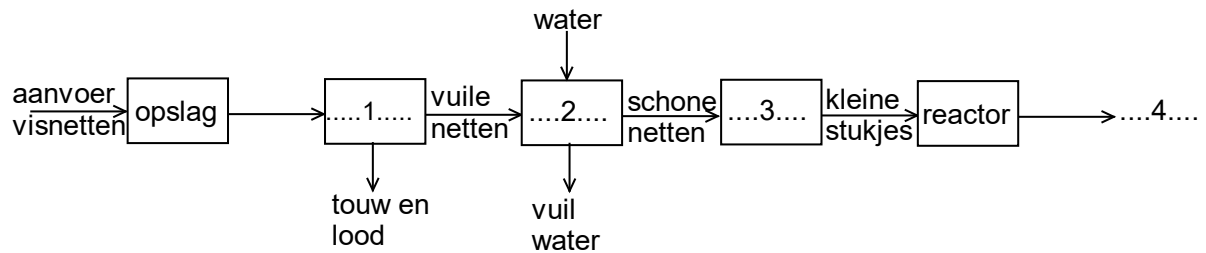
Partner Nofir, een internationaal transport- en sorteerbedrijf, bundelt de oude visnetten en brengt ze naar fabrieken in de Baltische Staten. Daar verwijderen medewerkers het lood en het touw, zodat er schoon basismateriaal overblijft. De visnetten gaan vervolgens naar een fabriek van Aquafil in Slovenië. Daar worden ze gewassen en tot kleine stukjes vormalen. Daarna gaat het materiaal in een reactor waar onder hoge druk en hoge temperatuur een katalysator wordt toegevoegd. Daardoor breken de polymeerketens op in monomeren, zodat er uiteindelijk caprolactam overblijft, de basisgrondstof voor de productie van nylon 6. Het proces is volgens Wolters zo uniek dat Aquafil er geen patent op heeft aangevraagd, zodat het de details niet hoeft prijs te geven. Wat hij wél kan vertellen, is dat het proces veel minder milieubelastend is dan de productie van nylon 6 uit olie. "Zo zijn er bij Aquafil maar drie in plaats van vijf processtappen nodig. Uit een studie naar de ecologische voetafdruk blijkt dat er 55 procent minder CO₂-uitstoot plaatsvindt dan bij de traditionele productie", licht Wolters toe. Het geregenereerde materiaal kent onder de merknaam ECONYL steeds meer toepassingen. Wolters: "Zo werken wij samen met vier fabrikanten die er zwembroeken en bikini's van maken. Daarnaast verkoopt de Duitse supermarktketen Kaufman in 1500 winkels de Healthy Sea-sokken van Star Sock. De sokken zijn weliswaar iets duurder, maar consumenten betalen graag wat meer omdat ze zo bijdragen aan een schonere zee en een circulaire economie."



Jaarlijks blijft er naar schatting van de VN 640.000 ton aan visnetten achter in de oceanen.

- 1 Hoeveel ton hoopt Healthy Seas daarvan terug te winnen uit de oceanen om er nieuw nylon-6 van te maken?
- 2 Bereken hoeveel procent van al het afval dan uit de oceanen verwijderd gaat worden.
- 3 Geef commentaar op de uitkomst van de berekening van vraag 2.

Het gehele proces van verwijderen van visnetten uit de oceanen tot caprolactam voor nieuw nylon-6 staat hieronder in een onvolledig blokschema weergegeven.



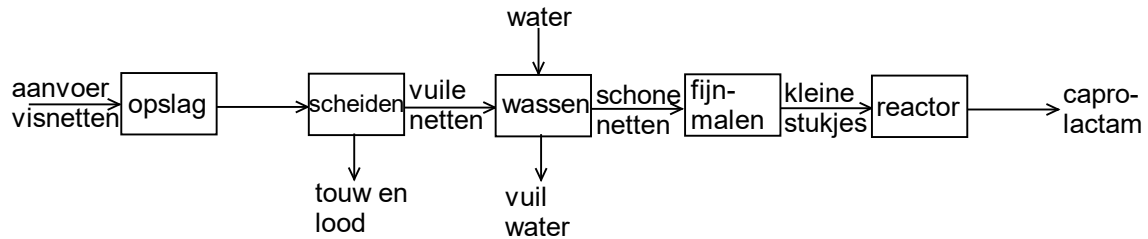
- 4 Neem het onvolledige blokschema over en vul het verder in.

Het monomeer waaruit nylon-6 opgebouwd is, heet 6-aminohexaanzuur. Caprolactam ontstaat door inwendige ringsluiting van dit monomeer.

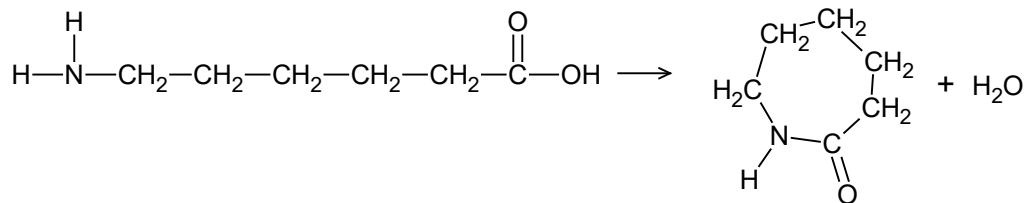
- 5 Teken de structuurformule van 6-aminohexaanzuur..
- 6 Geef de reactievergelijking in structuurformules van de inwendige ringsluiting.
- 7 Geef de repeterende eenheid van nylon-6 in een structuurformule weer.
- 8 Beschrijf welke voordelen deze recycling met zich meebrengt.

Van visnet naar bikini

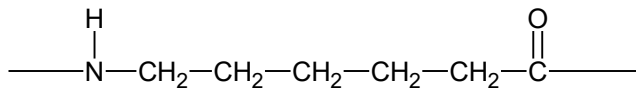
- 1 Men wil 100 ton aan visnetten op jaarbasis terugwinnen.
- 2 De 640.000 ton aan visnetten is 1/10 van al het afval in de oceanen. Dus totaal 6.400.000 ton afval in de oceanen. Dan is 100 ton: $100/6.400.000 \times 100\% = 0,0016\%$.
- 3 Het is maar een druppel op een gloeiende plaat.
- 4



- 5 structuurformule 6-aminohexaanzuur: $\text{H}-\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{N}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$
- 6



7



- 8 Het proces is veel minder milieubelastend dan de productie van nylon-6 uit olie. Verder bespaar je grondstoffen. Ook zijn er bij Aquafil maar 3 in plaats van 5 productiestappen nodig.

ONWEL DOOR DAMPEN

Klas	4 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Evenwichten; zuren en basen
Trefwoorden	Chloor, bleekmiddel, pH, evenwicht, giftige dampen
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

De Gelderlander, 30 november 2015

Onwel door dampen

RHEDEN. Een man is zaterdagavond rond acht uur aan de Buurtweg in Rheden onwel geworden door de giftige dampen van verschillende schoonmaakmiddelen, die hij door elkaar gemengd had. Volgens de brandweer heeft hij onder meer chloorgas ingeademd.

De man had volgens burenschoonmaak zijn gemengd met bleekmiddel. Hij is in onbekende toestand per ambulance met spoed naar het ziekenhuis ge-

bracht. In de woning waren, behalve de man, ook zijn vrouw en drie jonge kinderen aanwezig. Zij zijn door ambulancepersoneel gecontroleerd en mankeerden niets. Buren hebben ze tijdelijk opgevangen.

De brandweer heeft de woning snel geventileerd. De moeder en kinderen zijn daarna naar het ziekenhuis gegaan, naar hun man en vader, en hebben daar de nacht doorgebracht.

Een man is onwel geworden doordat hij giftige dampen heeft ingeademd die vrijkwamen bij het mengen van verschillende schoonmaakmiddelen.

- 1 Welke schoonmaakmiddelen had de man gemengd?
- 2 Welk gas is daarbij waarschijnlijk vrijgekomen?

De brandweer heeft de woning geventileerd.

- 3 Welk effect heeft ventileren in dit opzicht?

Het schoonmaakmiddel chloorbleekloog bevat onder meer de ionen ClO^- en Cl^- .

- 4 Leg uit welke soort deeltjes chloorbleekloog zeker ook moet bevatten.

In zuur milieu ontstaat uit chloorbleekloog chloorgas.

- 5 Geef de vergelijking van de reactie die opgetreden is na het mengen van de beide schoonmaakmiddelen.

In principe is in chloorbleekloog een evenwicht aanwezig dat pH-afhankelijk is.

- 6 Leg uit over welk evenwicht hier gesproken wordt. Geef de evenwichtsreactie.
- 7 Leg aan de hand van het evenwicht uit dat er chloorgas kan ontstaan als de pH daalt.

Onwel door dampen

- 1 Schoonmaakazijn met bleekmiddel.
- 2 Waarschijnlijk chloorgas.
- 3 Ventileren betekent dat je vrijgekomen gassen mengt met lucht waardoor de concentratie snel zal afnemen.
- 4 Naast negatieve ionen zal de oplossing zeker ook positieve ionen moeten bevatten.
- 5 $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- 6 Het evenwicht tussen Cl_2 en ClO^-/Cl^- : $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cl}_2 + 2 \text{OH}^-$.
- 7 Als de pH daalt zal de $[\text{OH}^-]$ afnemen waardoor de reactie naar links minder snel verloopt. We zeggen dan dat het evenwicht naar rechts verschuift. Dan zal er ook meer chloorgas gevormd gaan worden.

KABELBACTERIE REDT GREVELINGENMEER

Klas	4 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Redox
Trefwoorden	FeS, FeOOH, aeroob, halfreacties, bacteriën, elementencyclus, Grevelingenmeer
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C₂W, 20 november 2015

KABELBACTERIE REDT GREVELINGENMEER

IJzercyclus voorkomt rotte-eierenlucht

Kolonies van kabelbacteriën voorkomen dat het Grevelingenmeer jaarlijks vol toxisch waterstofsulfide komt te zitten. Ook op andere plekken redden ze mogelijk hele ecosystemen, melden Filip Meysman en collega's van het NIOZ, de Vrije Universiteit Brussel en de UU in PNAS. Het Grevelingenmeer heeft tegenwoordig elke zomer last van hypoxie: in de onderste waterlaag raakt de zuurstof tijdelijk uitgeput. In de bodem gedijen dan anaerobe bacteriën, die sulfaat reduceren tot sulfide. Dat dat sulfide nog nooit als H₂S de bodem heeft verlaten, leek een kwestie van mazzel. Maar in werkelijkheid blijkt het de verdienste van Oesulfobulbaceae, de in 2012 ontdekte familie van cable bacteria die samen elektronen geleidende draadjes vormen van meer dan 1 cm lang. Zo kunnen ze diep in de bodem sulfide oxideren tot elementaire zwavel en tegelijk opgeloste zuurstof in het water reduceren.

Maandelijks genomen bodemonsters maken nu duidelijk dat dit een ijzercyclus in stand houdt. In de lente, als er nog zuurstof is, zetten de kabelbacteriën FeS om in FeOOH, dat zich als een roestlaagje ophoopt op de bodem. In de zuurstofloze tijd werkt dat hydroxide als een soort firewall, die al het gevormde sulfide vastlegt als FeS. De auteurs schatten dat er genoeg ijzer is voor 36 dagen, terwijl de zuurstofloze periode gemiddeld maar een dag of twintig duurt. Daarna duiken de aerobe Beggiatoaceabacteriën weer op, die sulfide omzetten in sulfaat. De reactievergelijkingen vertonen nog wat gaten en ongetwijfeld zijn er meer micro-organismen bij betrokken, maar dit is volgens de metingen de essentie. (AD)

De familie *Desulfobulbaceae*, pas in 2012 ontdekt, doet goed werk in het Grevelingenmeer. Deze 'kabelbacteriën' voorkomen dat er toxisch H₂S vrij komt. H₂S kan ontstaan als anaerobe bacteriën sulfaationen omzetten in sulfide-ionen.

- 1 Geef de omzetting in zuur milieu van sulfaationen in sulfide-ionen in een halfreactie weer.
- 2 Leg uit dat in zuur milieu uit sulfide-ionen H₂S kan ontstaan.

De kabelbacteriën zorgen voor de omzetting van sulfide-ionen in vast zwavel en kunnen tegelijkertijd de aanwezige zuurstof reduceren.

- 3 Stel de halfreacties op die daarbij plaatsvinden en geef de totaalvergelijking.

Het blijkt dat dit samenspel een ijzercyclus in stand houdt.

- 4 Beschrijf op microniveau hoe de ijzercyclus verloopt.
- 5 Leg uit of het hierbij om een stoffencyclus of een elementencyclus gaat.

6 Geef de halfreactie voor de omzetting van FeS in FeOOH in basisch milieu.

Het artikel spreekt over een buffercapaciteit.

7 Wat wordt hier met buffercapaciteit bedoeld?

Kabelbacterie redt Grevelingenmeer

- 1 $8 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 8 \text{e}^- \rightarrow \text{S}^{2-} + 4 \text{H}_2\text{O}.$
- 2 Het sulfide-ion is een base die H^+ kan binden.
- 3 $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S} + 2 \text{e}^-$ en zuurstof: $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-.$
Totaal: $2 \text{S}^{2-} + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{S} + 4 \text{OH}^-.$
- 4 Lente: FeS-deeltjes worden omgezet in FeOOH-deeltjes waarbij ook elektronen vrijkomen. ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$)
Zuurstofloze tijd: het hydroxide/het FeOOH zorgt ervoor dat alle sulfide-ionen neerslaan als FeS-deeltjes. ($\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$)
Daarna aerobe bacteriën: zetten FeS-deeltjes weer om in FeSO_4 -deeltjes.
- 5 Elementencyclus want er verdwijnen stoffen terwijl nieuwe stoffen ontstaan:
 $\text{FeSO}_4 \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{FeOOH} \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{FeSO}_4.$
- 6 $\text{FeS} + 3 \text{OH}^- \rightarrow \text{FeOOH} + \text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^-.$
- 7 Dat in de zuurstofloze tijd de gevormde sulfide-ionen worden “opgevangen” en vastgelegd en niet in de vorm van H_2S kunnen vrijkomen.

NOOIT MEER POETSEN

Klas	5,6v
Subdomein	Bindingen, structuren en eigenschappen
Vaardigheid	Informatie, onderzoek
Specificaties	Thermoharder, netwerkpolymeer, copolymeer
Trefwoorden	3 D-printen, tandheelkunde, antibacterieel,
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag, probleemstellingsvraag

www.vnci.nl, 4 december 2015

Nooit meer poetsen

Groningse chemici werken aan antibacterieel tandimplantaat uit de 3D-printer

Tand kapot? Geen probleem! Even naar de tandarts en je hebt nog dezelfde dag weer een compleet gebit. Met de 3D-printer kan het. De futuristische maakmachine staat op het punt door te breken in de tandartspraktijk. De Rijksuniversiteit Groningen (RUG) werkt ondertussen aan een materiaal waarmee je tanden kunt 3D-printen die immuun zijn voor bacteriën. Vaarwel tandplak!

Bacteriekillers

Voor 'neptanden' uit de 3D printer geldt net als voor vrijwel alle implantaten (heup, knie, hartklep en ga zo maar door) dat ze een broedplaats vormen voor bacteriën. Chemici uit de groep van RUG-hoogleraar Andreas Hermann hebben daar wat op gevonden met zogenaamde quaternaire ammoniumzouten. Dat zijn echte bacteriekillers. Ze werken via een soort microscopische elektrocutie: hun elektrische lading beschadigt de bacteriën, die dan al snel het loodje leggen. De Groningers namen een tandheelkundige kunststof en verwerkten er op een handige manier ammoniumzouten in. Samen met orthodontist Yijin Ren maakten ze er met een 3D printer tanden van. Vervolgens namen ze de proef op de som met behulp van echt speeksel. Daarbij bleek inderdaad dat bacteriën geen enkele kans kregen. De onderzoekers waren minstens even blij dat de antibacteriële werking tot de tanden beperkt blijft. Het is immers niet de bedoeling dat de zouten via het speeksel in de spijsvertering terechtkomen en daar onze darmbacteriën om zeep helpen.



Een groot nadeel van alle kunststofimplantaten in je lichaam is de groei van bacteriën op het oppervlak van de toegepaste kunststof. Tot nog toe werden de bacteriën bestreden door het laten vrijkomen van ionen als F^- , Zn^{2+} of Ag^+ uit die kunststof. Maar dit is altijd maar tijdelijk en kan van invloed zijn op de sterkte van het implantaat of giftig kan zijn voor de omgeving.

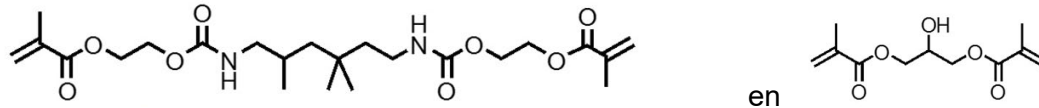
- 1 Leg uit waarom het vrijkomen van ionen uit de kunststof van invloed kan zijn op de sterkte van het implantaat.
- 2 Leg uit waardoor deze antibacteriële werking tijdelijk is.

Het is beter wanneer de bacteriën gedood worden in contact met de kunststof. Hiervoor

moet de antibacteriële stof een onderdeel van de kunststof zijn. Men probeert dit te bereiken door ketens met een quaternaire ammoniumgroep bij de polymeerketens in/aan te bouwen.

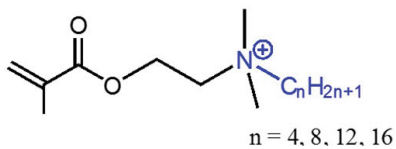
- 3 Geef de formule van een ammoniumion.
- 4 Leg uit wat bedoeld wordt met 'quaternair'.

Bij 3D-printen kan men een copolymeer uit de volgende monomeren laten ontstaan:

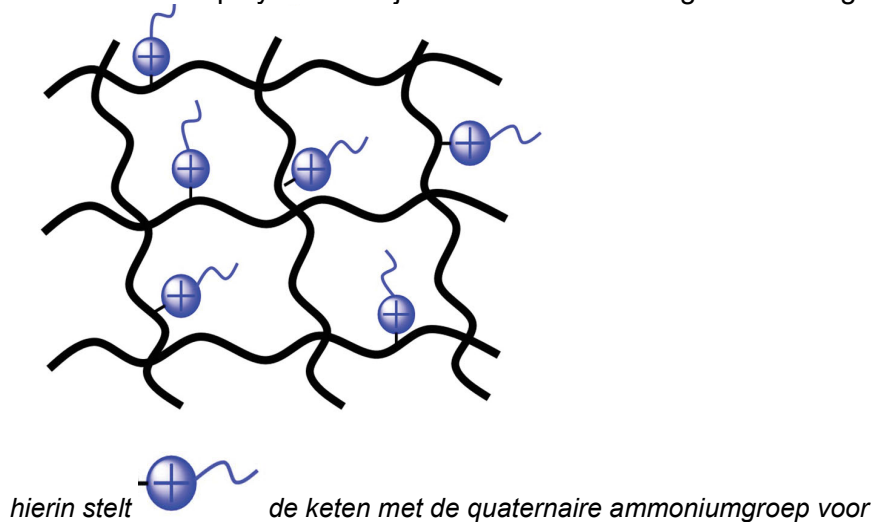


- 5 Geef een beschrijving van een copolymeer.
- 6 Leg uit waardoor het (additie)polymeer dat ontstaat een netwerkpolymeer is.

Om de antibacteriële werking te bereiken wordt een derde monomeer toegevoegd:



Er ontstaat een polymeer dat je schematisch als volgt kunt weergeven:



Je ziet dat de ketens met de quaternaire ammoniumgroep vrij liggen in het netwerk.

- 7 Verklaar op microniveau waardoor die ketens met de quaternaire ammoniumgroep vrij liggen in het netwerk.
- 8 Leg uit of de werking van dit type bacteriedoders ook tijdelijk is.

Volgens het artikel 'namen de onderzoekers de proef op de som'.

- 9 Geef een voorbeeld van een onderzoeksvraag die de onderzoekers kunnen hebben gesteld bij het 'de proef op de som nemen'.
- 10 Geef in het kort aan welke proeven de onderzoekers ook gedaan moeten hebben om te onderzoeken dat de bacteriën inderdaad geen enkele kans kregen.

Er is nu onderzocht of dit type kunststoffen de bacteriën uit speeksel doden. Maar er moeten nog veel meer zaken worden onderzocht voordat deze kunststoffen kunnen worden toegepast bij mensen.

- 11 Bedenk twee zaken die nog onderzocht moeten worden.
- 12 Geef je commentaar op de titel van het artikel.

Nooit meer poetsen

- 1 Wanneer er ionen (zouten) weglekken uit de kunststof, ontstaan er holtes in de kunststof, waardoor de kunststof minder sterk kan worden.
- 2 Wanneer alle ionen (zouten) uit de kunststof zijn vrijgekomen, is de dodende werking op de bacteriën afgelopen. De werking is dus tijdelijk.
- 3 NH_4^+
- 4 Het stikstofatoom heeft dan vier (quaternair) atoombindingen en is daardoor ook positief geladen.
- 5 Een copolymeer wordt gemaakt door de polymerisatie van twee of meer soorten monomeren.
- 6 Beide monomeren kunnen op twee plaatsen een polymerisatiereactie aangaan. Daardoor kunnen er zijketens ontstaan en vervolgens een netwerk.
- 7 Je ziet aan de structuurformule van het derde monomeer dat deze maar één dubbele binding heeft. Dit monomeer komt dus midden in de ketens terecht. Het ammoniumstukje is niet betrokken bij de polymerisatie en vormt een 'uitsteeksel' van een stukje van de keten.
- 8 Deze werking zal niet tijdelijk zijn, omdat de quaternaire ammoniumdeeltjes niet uit het netwerk verdwijnen. Ze zitten via een atoombinding vast aan het netwerk.
- 9 B.v.: Hoeveel procent van de bacteriën in speeksel wordt gedood door dit polymeer?
Of: In hoeveel tijd wordt 90 % van de bacteriën gedood door dit polymeer?
- 10 Ze moeten de werking vergeleken hebben met een polymeer dat niet de quaternaire ammoniumstukjes bevat. Dus twee series van proeven.
- 11 Voorbeelden:
 - giftigheid voor ons lichaam,
 - de reactie van de kunststof op poetsen,
 - het effect van tandpasta op de kunststof.
- 12 Poetsen zal altijd nog nodig zijn om voedselresten uit je mond te verwijderen. Dus de titel klopt niet helemaal.

METAALPOEDER, DE NIEUWE BRANDSTOF?

Versie 1

Klas	3 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Verbrandingen, beginstoffen-reactieproducten, recycling,
Trefwoorden	Metaal, metaaloxide, reactievergelijking, energiebalans
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

<http://www.visionair.nl/wetenschap/>, 10 december 2015

Metaalpoeder: de nieuwe brandstof?

door Germen

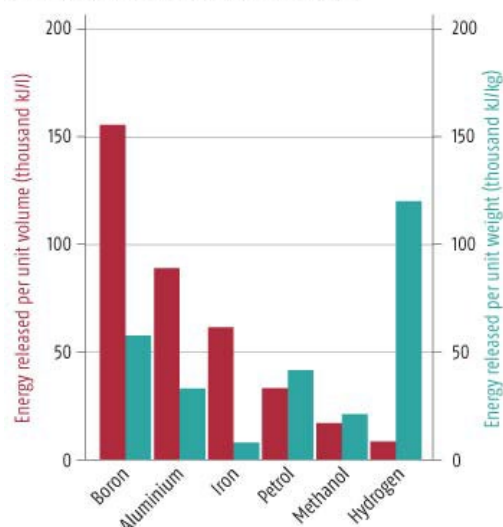
In een studie onderzochten chemici van de Canadese McGill Universiteit met de bij ESA in Noordwijk werkende E.J. Jarvis, wat de mogelijkheden zijn om in plaats van koolwaterstoffen als benzine of diesel, metaalpoeder te gebruiken als brandstof. De mogelijkheden blijken veel groter dan gedacht. Hebben we eindelijk het ei van Columbus gevonden?

Metaal als brandstof, zo gek nog niet

Het is niet erg slim om ons voort te bewegen door middel van een stroperig goedje dat het klimaat verpest, wereldwijde oorlogen veroorzaakt en bovendien aan het opraken is. Dat beseffen steeds meer mensen. Dus moeten we op zoek naar een alternatief. Op dit moment wordt er veel onderzoek gedaan naar batterijen, waterstofgas en de weinig zinnige biobrandstof. Of minder bekende, maar goede alternatieven, zoals ammoniak. Maar wat, als we metaalpoeder gebruiken als brandstof?

FUELS OF THE FUTURE

How metals and conventional fuels compare

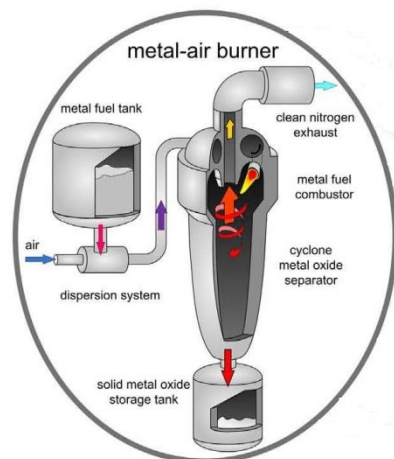


Metalen verslaan benzine wat energiedichtheid betreft in veel opzichten met stukken.

De voordelen van metaalpoeder

In het dagelijks leven kennen we metalen als robuust materiaal dat vlamwerend is. Schijn bedriegt echter: dit komt alleen omdat het reactieoppervlak zo klein is. Wordt onedel metaal

als ijzer of aluminium fijn verpoederd, dan brandt het als een fakkel. Sterretjes bijvoorbeeld, bestaan uit een mengsel van ijzerpoeder en klei. Prettig aan metaalpoeder is verder dat het geen uitstoot geeft. Wat je overhoudt is roest, of aluminiumoxide, magnesiumoxide en dergelijke. Dit zijn poeders, die je in een hoogoven weer omzetten in het moedermetaal. De energiedichtheid van metaalpoeder is ook hoog, qua volume hoger die van benzine. Metalen als magnesium binden zo actief met zuurstof, dat ze zelfs zuurstof kunnen onttrekken aan kooldioxide. Het vaakste genoemd als alternatief wordt ijzer. IJzer komt op aarde in enorme hoeveelheden voor, is erg goedkoop en is het meest gebruikte metaal. Aluminium is veel lichter dan ijzer, maar duurder.



Een concept voor een metaalpoeder verbrandingsmotor. Bron: [1]

Hoe werkt een metaalmotor?

Een zeer fijn metaalpoeder (denk dan aan deeltjes van nanometers groot) wordt verneveld in de brandstoftoevoer, zodat er een explosief mengsel ontstaat. Dit ontbrandt, waarna de vrijkomende hitte het gas laat uitzetten en de zuigers aandrijft. Metaalnanodeeltjes branden al rond de 250 graden, of na een vonkontlading. Omdat de deeltjes zo fijn zijn, verstopten ze de motor niet. Het poeder kan daarna worden gerecycled door er waterstofgas overheen te leiden. Bij het tanken wordt de volle cartridge met roestpoeder afgeleverd en vervangen door een verse cartridge met metaalpoeder.

Wanneer kan ik metaalpoeder tanken?

Dat duurt helaas nog even. Er moet eerst een bruikbaar prototype voor een metaalverbrandingsmotor ontwikkeld worden. Vervolgens moet dit gecommercialiseerd worden. Reken zeker op vijf tot tien jaar. Als het al van de grond komt, want batterijbouwers en de ontwikkelaars van andere technieken zitten ook niet stil.

Bron

[1] J.M. Bergthorson et al. Direct combustion of recyclable metal fuels for zero-carbon heat and power, *Applied Energy* (2015). DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.09.037
Could metal powders be the clean fuel of the future? McGill University, 2015

Versie 1

Chemici van de Canadese McGill Universiteit en van ESA in Noordwijk onderzoeken wat de mogelijkheden zijn om metaalpoeder te gebruiken als brandstof in een verbrandingsmotor.

- 1 Leg uit waarom onderzoekers op zoek zijn naar alternatieve brandstoffen die koolwaterstoffen als benzine of diesel kunnen vervangen.

Men heeft onder andere poeder van magnesium, ijzer en aluminium getest. Bij verbranding van magnesium en aluminium ontstaan respectievelijk magnesiumoxide (MgO) en aluminiumoxide (Al_2O_3)

- 2 Leg uit waarom men poeders van deze metalen gebruikt en geen staaf of blok.
- 3 Noteer de reactievergelijking voor de verbranding van magnesium.
- 4 Noteer de reactievergelijking voor de verbranding van aluminium.
- 5 Leg uit of de reacties uit vraag 3 en 4 exotherm of endotherm zijn.

In het artikel staat "Metalen als magnesium binden zo actief met zuurstof, dat ze zelfs zuurstof kunnen onttrekken aan kooldioxide." Bij de genoemde reactie ontstaat naast magnesiumoxide ook koolstof.

- 6 Noteer de vergelijking voor deze reactie.

Recyclen

Het metaaloxide, dat gevormd is, kan men recyclen door er "waterstofgas overheen te leiden". Er ontstaat dan naast het metaal ook water.

- 7 Noteer de reactievergelijking voor het recyclen van Fe_2O_3 .
- 8 Leg uit of het systeem van metalen als brandstof makkelijk bruikbaar zal zijn in auto's.

Hoogoven

Ook kun je het metaaloxide recyclen in een hoogoven. Dat gebeurt bij voorbeeld voor Fe_2O_3 via drie stappen:

- Stap 1: Steenkolen (cokes, voornaamste bestanddeel koolstof) laat men eerst reageren met zuurstof tot koolstofdioxide.*
- Stap 2: Het ontstane koolstofdioxide reageert met cokes tot koolstofmonoxide.*
- Stap 3: Fe_2O_3 reageert met koolstofmonoxide waarbij ijzer en koolstofdioxide ontstaan.*

- 9 Noteer de reactievergelijkingen van de drie stappen in het hoogovenproces.
- 10 Leg uit welk milieuvoordeel er is, lettend op de reactieproducten, als je het metaaloxide recycle met waterstof in plaats van in een hoogoven.
- 11 Welk nadeel, dat optreedt bij het produceren van waterstof, laat je dan buiten beschouwing?

Energie

In het artikel staat: 'De energiedichtheid van metaalpoeder is ook hoog, qua volume hoger die van benzine. Een reden om de metaalpoeders te gaan gebruiken.'

Benzine maakt men door destillatie van aardolie. In de aardkorst komen magnesium, aluminium en ijzer niet als zuiver metaal voor maar als erts. Zuiver ijzer maakt men via het hierboven beschreven hoogovenproces bij hoge temperaturen. Zuiver magnesium en zuiver aluminium produceert men via elektrolyse van gesmolten ertsen.

- 12 Geef je onderbouwde mening over de zin: 'De energiedichtheid van metaalpoeder is ook hoog, qua volume hoger die van benzine. Een reden om de metaalpoeders te gaan gebruiken.'

METAALPOEDER, DE NIEUWE BRANDSTOF?

Versie 2

Klas	4 hv
Subdomein	Energie
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Energiediagram, exotherm, endotherm, vormingswarmte, reactiewarmte
Trefwoorden	Berekening, metaal, metaaloxide, B_2O_3 , waterstof
Vaardigheidsvraag	Informatiebewerkingsvraag

<http://www.visionair.nl/wetenschap/>, 10 december 2015

Metaalpoeder: de nieuwe brandstof?

door Germen

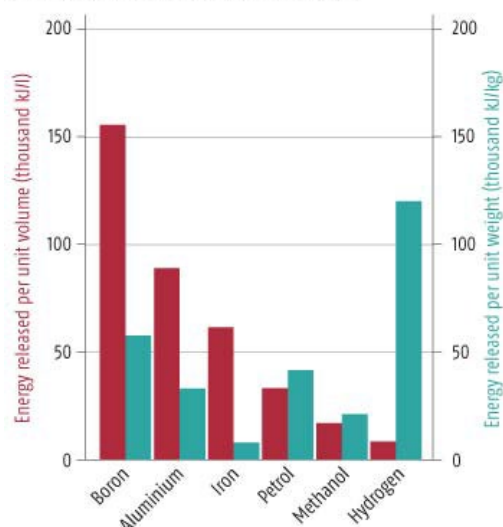
In een studie onderzochten chemici van de Canadese McGill Universiteit met de bij ESA in Noordwijk werkende E.J. Jarvis, wat de mogelijkheden zijn om in plaats van koolwaterstoffen als benzine of diesel, metaalpoeder te gebruiken als brandstof. De mogelijkheden blijken veel groter dan gedacht. Hebben we eindelijk het ei van Columbus gevonden?

Metaal als brandstof, zo gek nog niet

Het is niet erg slim om ons voort te bewegen door middel van een stroperig goedje dat het klimaat verpest, wereldwijde oorlogen veroorzaakt en bovendien aan het opraken is. Dat beseffen steeds meer mensen. Dus moeten we op zoek naar een alternatief. Op dit moment wordt er veel onderzoek gedaan naar batterijen, waterstofgas en de weinig zinnige biobrandstof. Of minder bekende, maar goede alternatieven, zoals ammoniak. Maar wat, als we metaalpoeder gebruiken als brandstof?

FUELS OF THE FUTURE

How metals and conventional fuels compare

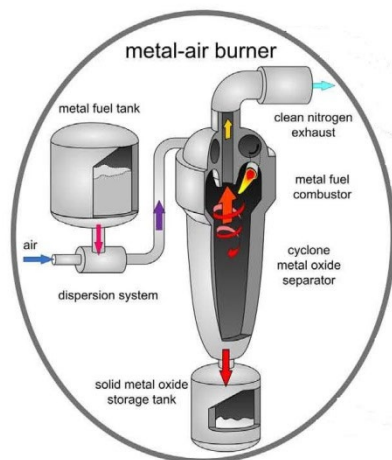


Metalen verslaan benzine wat energiedichtheid betreft in veel opzichten met stukken.

De voordelen van metaalpoeder

In het dagelijks leven kennen we metalen als robuust materiaal dat vlamwerend is. Schijn bedriegt echter: dit komt alleen omdat het reactieoppervlak zo klein is. Wordt onedel metaal

als ijzer of aluminium fijn verpoederd, dan brandt het als een fakkel. Sterretjes bijvoorbeeld, bestaan uit een mengsel van ijzerpoeder en klei. Prettig aan metaalpoeder is verder dat het geen uitstoot geeft. Wat je overhoudt is roest, of aluminiumoxide, magnesiumoxide en dergelijke. Dit zijn poeders, die je in een hoogoven weer omzetten in het moedermetaal. De energiedichtheid van metaalpoeder is ook hoog, qua volume hoger die van benzine. Metalen als magnesium binden zo actief met zuurstof, dat ze zelfs zuurstof kunnen onttrekken aan kooldioxide. Het vaakste genoemd als alternatief wordt ijzer. IJzer komt op aarde in enorme hoeveelheden voor, is erg goedkoop en is het meest gebruikte metaal. Aluminium is veel lichter dan ijzer, maar duurder. Ook het element boor is interessant. Boor is weliswaar geen metaal, maar erg licht en driewaardig: de reactie van boor met zuurstof ($2 \text{ B (s)} + 3 \text{ O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3\text{(s)}$) levert per kilogram 30% meer energie op dan benzine. Het afvalproduct, booroxide-poeder, kan je weer eenvoudig recyclen tot boor. Dat is met uitlaatgassen helaas wel anders.



Een concept voor een metaalpoeder verbrandingsmotor. Bron: [1]

Hoe werkt een metaalmotor?

Een zeer fijn metaalpoeder (denk dan aan deeltjes van nanometers groot) wordt verneveld in de brandstoftoevoer, zodat er een explosief mengsel ontstaat. Dit ontbrandt, waarna de vrijkomende hitte het gas laat uitzetten en de zuigers aandrijft. Metaalnanodeeltjes branden al rond de 250 graden, of na een vonkontlading. Omdat de deeltjes zo fijn zijn, verstopten ze de motor niet. Het poeder kan daarna worden gerecycled door er waterstofgas overheen te leiden. Bij het tanken wordt de volle cartridge met roestpoeder afgeleverd en vervangen door een verse cartridge met metaalpoeder.

Wanneer kan ik metaalpoeder tanken?

Dat duurt helaas nog even. Er moet eerst een bruikbaar prototype voor een metaalverbrandingsmotor ontwikkeld worden. Vervolgens moet dit gecommercialiseerd worden. Reken zeker op vijf tot tien jaar. Als het al van de grond komt, want batterijbouwers en de ontwikkelaars van andere technieken zitten ook niet stil.

Bron

[1] J.M. Bergthorson et al. Direct combustion of recyclable metal fuels for zero-carbon heat and power, *Applied Energy* (2015). DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.09.037

[2] Could metal powders be the clean fuel of the future? McGill University, 2015

Versie 2

Chemici van de Canadese McGill Universiteit en van ESA in Noordwijk onderzoeken wat de mogelijkheden zijn om metaalpoeder te gebruiken als brandstof in een verbrandingsmotor.

- 1 Leg uit waarom onderzoekers op zoek zijn naar alternatieve brandstoffen die koolwaterstoffen als benzine of diesel kunnen vervangen.

De onderzoekers hebben tests gedaan met de verbranding van onder andere magnesium, aluminium en ijzer.

- 2 Teken het energiediagram voor de verbranding van aluminium.

In het artikel staat "Metalen als magnesium binden zo actief met zuurstof, dat ze zelfs zuurstof kunnen onttrekken aan kooldioxide." Bij de genoemde reacties ontstaat naast magnesiumoxide ook koolstof: $2 \text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2 \text{MgO} + \text{C}$.

- 3 Leg met behulp van een berekening met vormingswarmten uit of dit een endotherme of exotherme reactie is.

In het staafdiagram "fuels for the future" staan de energie dichtheid van een brandstof gegeven in 10^3 kJ/L (op de linker as: thousand kJ/L; donkergrijze staaf) en in 10^3 kJ/kg (op de rechteras: thousand kJ/kg; lichtere grijze staaf).

Zo kun je uit het diagram aflezen dat voor de verbranding van aluminium geldt: $89 \cdot 10^3 \text{ kJ/L}$ en $33 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg}$.

- 4 Controleer met behulp van een gegeven uit Binas of inderdaad geldt:
 $89 \cdot 10^3 \text{ kJ/L} \equiv 33 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg}$.

In Binas tabel 57A staan de vormingswarmten van stoffen vermeld.

- 5 Leg uit dat de vormingswarmte van Al_2O_3 hetzelfde is als de verbrandingswarmte van Al.
- 6 Controleer met een berekening of $33 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg Al}$ overeen komt met de vormingswarmte van Al_2O_3 , zoals vermeld in tabel 57A.

In het artikel wordt ook de verbranding van boor genoemd als mogelijkheid. Als boor verbrandt ontstaat als product volgens het artikel B_2O_3 . In het artikel gebruikt de auteur de naam booroxide.

- 7 Uit welk gegeven in het artikel kun je afleiden dat de auteur geen juiste naam gebruikt.
- 8 Noteer de chemisch juiste naam van B_2O_3 .

De vormingswarmte van B_2O_3 staat niet vermeld in tabel 57 (Binas). Uit het staafdiagram kun je aflezen dat de verbrandingswarmte van boor $57 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg B}$ is.

- 9 Bereken de vormingswarmte voor B_2O_3 in kJ/mol.

Recyclen

Het recyclen van het metaaloxide kan worden uitgevoerd met waterstofgas. Hierbij ontstaat naast het metaal ook water.

- 10 Noteer de reactievergelijking voor het recyclen van aluminiumoxide met waterstofgas.
- 11 Bereken de reactie-energie voor deze recyclingreactie. Ga ervan uit dat het water ontstaat in de gasfase.
- 12 Teken het energie-diagram voor deze recyclingreactie.

13 Leg uit of het systeem van metalen als brandstof makkelijk bruikbaar zal zijn in auto's.

Energie

In het artikel staat: 'De energiedichtheid van metaalpoeder is ook hoog, qua volume hoger die van benzine. Een reden om de metaalpoeders te gaan gebruiken.'

Benzine maakt men door destillatie van aardolie. In de aardkorst komen magnesium, aluminium en ijzer niet als zuiver metaal voor maar als erts. Zuiver ijzer maakt men via het hierboven beschreven hoogovenproces bij hoge temperaturen. Zuiver magnesium en zuiver aluminium produceert men via elektrolyse van gesmolten ertsen.

14 Geef je onderbouwde mening over de zin: 'De energiedichtheid van metaalpoeder is ook hoog, qua volume hoger die van benzine. Een reden om de metaalpoeders te gaan gebruiken.'

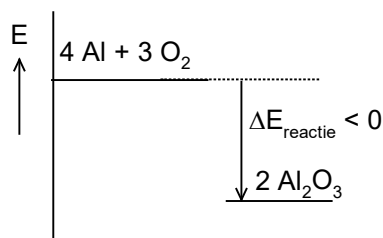
Metaalpoeder de nieuwe brandstof?

Versie 1

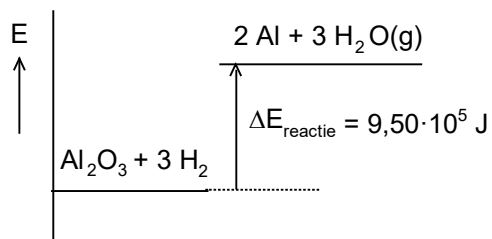
- 1 De voorraden aardolie waaruit benzine en diesel gemaakt worden zijn eindig/raken op.
- 2 Bij een fijnere verdelingsgraad is het reactieoppervlak groter en zal de reactie dus sneller verlopen en zal er er dus sneller energie vrij komen. Ook zijn poeders gemakkelijker door buizen/slangen aan te voeren.
- 3 $2 \text{ Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ MgO}$
- 4 $4 \text{ Al} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Al}_2\text{O}_3$
- 5 Exotherm want het zijn verbrandingsreacties.
- 6 $2 \text{ Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2 \text{ MgO} + \text{C}$
- 7 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ H}_2 \rightarrow 2 \text{ Fe} + 3 \text{ H}_2\text{O}$
- 8 Zoals het artikel het voorstelt wel: een volle cartridge met metaaloxidepoeder wordt vervangen door een verse cartridge met metaalpoeder.
- 9 $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
 $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2 \text{ CO}$
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ CO} \rightarrow 2 \text{ Fe} + 3 \text{ CO}_2$
- 10 Bij de recycling met waterstof ontstaat water, dit is niet belastend voor het milieu. Bij het hoogovenproces ontstaat CO_2 dat een broeikasgas is.
- 11 Waterstof wordt meestal geproduceerd door elektrolyse van water. Elektrolyse kost veel energie. Als je die energie niet duurzaam maakt, is het ook milieubelastend. Waterstof kan ook worden gemaakt uit koolwaterstoffen. Maar dan gebruik je toch nog fossiele (brand)stoffen en produceer je CO_2 .
- 12 Om de metalen te maken is veel energie nodig. Als je een vergelijking wilt maken tussen de verschillende brandstoffen, moet je niet alleen de energieopbrengst bij verbranding vergelijken, maar ook de benodigde energie om de brandstoffen gemaakt te krijgen.

Versie 2

- 1 De voorraden aardolie waaruit benzine en diesel gemaakt worden zijn eindig/raken op.
- 2



- 3 $\Delta E_{\text{reactie}} = 2 \times -6,02 \cdot 10^5 - (-3,935 \cdot 10^5) = -8,11 \cdot 10^5 \text{ J}$. Dus exotherm.
- 4 Binas tabel 8: dichtheid aluminium = $2,70 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3} = 2,70 \text{ kg/L}$.
 $89 \cdot 10^3 \text{ kJ/L} \equiv 89 \cdot 10^3 / 2,70 = 33 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg}$. Dit klopt.
- 5 De vergelijking van vormingsreactie van Al_2O_3 is: $4 \text{ Al} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Al}_2\text{O}_3$. Dit is ook de vergelijking voor de verbrandingsreactie van Al.
- 6 Vormingswarmte Al_2O_3 : $-16,76 \cdot 10^5 \text{ J/mol Al}_2\text{O}_3 \equiv -16,76 \cdot 10^5 / 2 \text{ J/mol Al} = 8,38 \cdot 10^5 \text{ J/mol Al}$
 $\equiv 8,38 \cdot 10^5 / 26,98 = 0,31 \cdot 10^5 \text{ J/g} = 31 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg}$. Dit komt niet geheel overeen. Dat kan liggen aan het feit dat het diagram niet nauwkeurig af te lezen is.
- 7 "Boor is weliswaar geen metaal". Dus mag je niet de naamgeving van een zout toepassen.
- 8 Diboortrioxide.
- 9 $-57 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg B} = -57 \text{ kJ/g B} = -57 \times 10,81 = -616 \text{ kJ/mol B} \equiv -616 \times 2 \text{ kJ/mol B}_2\text{O}_3 = -1,23 \cdot 10^3 \text{ kJ/mol B}_2\text{O}_3$
- 10 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{ H}_2 \rightarrow 2 \text{ Al} + 3 \text{ H}_2\text{O(g)}$
- 11 $\Delta E_{\text{reactie}} = 3 \times -2,42 \cdot 10^5 - (-16,76 \cdot 10^5) = 9,50 \cdot 10^5 \text{ J}$.
- 12



- 13 Zoals het artikel het voorstelt wel: een volle cartridge met metaaloxidepoeder wordt vervangen door een verse cartridge met metaalpoeder.
- 14 Om de metalen te maken is veel energie nodig. Als je een vergelijking wilt maken tussen de verschillende brandstoffen, moet je niet alleen de energieopbrengst bij verbranding vergelijken, maar ook de benodigde energie om de brandstoffen gemaakt te krijgen.

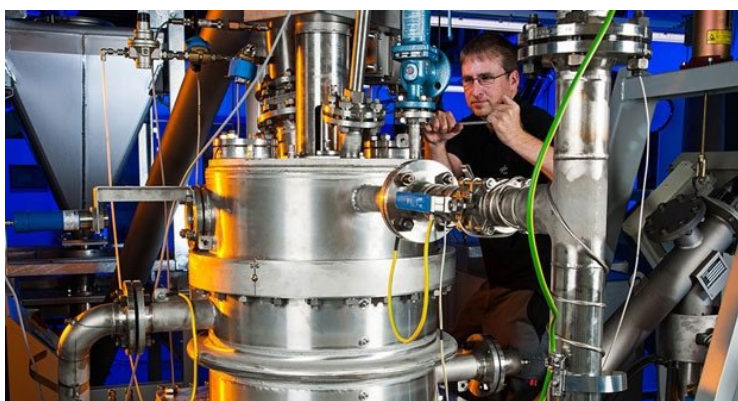
Artikel: <http://www.visionair.nl/wetenschap/metaalpoeder-de-nieuwe-brandstof/>

WARMTE IN KALK

Klas	4 hv
Subdomein	Energie
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Energiediagram, vormingswarmte, reactiewarmte, energieverlies
Trefwoorden	Calciumoxide, CaO , calciumhydroxide, Ca(OH)_2 , duurzaam
Vaardigheidsvraag	Informatiebewerkingsvraag

www.technischweekblad.nl, 9 december 2015

Warmte in kalk



© DLR

Door Erwin Boutsma

Het Duitse onderzoeksinstituut DLR nam deze week een installatie in gebruik die het mogelijk maakt warmte op te slaan in kalksteen.

Het 'thermal energy storage system' is het Duitse antwoord op het vraagstuk hoe we restwarmte uit de industrie efficiënter kunnen benutten.

Kalk zou ideaal zijn, omdat het middels een chemische reactie warmte voor onbepaalde tijd kan opslaan. Als je warmte toevoert aan gebluste kalk (calciumdihydroxide), ontstaat middels een endotherme reactie onder meer calciumoxide. Als je stoom toevoert aan het mengsel, komt de als chemische energie opgeslagen warmte met een krachtige exotherme reactie weer vrij.

DLR werkt momenteel aan het opschalen van de techniek, en het zodanig aanpassen dat de installatie gemakkelijk kan worden gekoppeld aan bestaande industriële processen.

Onderzoekers van het Duitse onderzoeksinstituut DLR hebben een installatie in gebruik genomen om warmte op te slaan.

- 1 Leg uit waarom men restwarmte wil opslaan.

In het artikel gebruikt de auteur van het artikel de onjuiste naam calciumdihydroxide voor de stof met formule Ca(OH)_2 .

- 2 Leg uit waarom de naam calciumdihydroxide tegen de afspraken van naamgeving is en noteer de juiste chemische naam van Ca(OH)_2 .

In het artikel gebruikt de auteur Erwin Boutsma zowel de term kalk als kalksteen voor Ca(OH)_2 .

- 3 Noteer een gegeven uit Binas, vermeld tevens het tabelnummer, waaruit blijkt dat kalksteen geen Ca(OH)_2 is.

Uit Ca(OH)_2 ontstaat bij verwarming naast calciumoxide ook water.

- 4 Noteer de vergelijking van de reactie die optreedt als je aan Ca(OH)_2 warmte toevoert.
5 Controleer met een berekening met gegevens uit Binas tabel 57 A of de reactie inderdaad endotherm is.
6 Teken het energiediagram voor dit proces. Geef in dit energiediagram ook de reactie energie aan die je in vraag 5 berekend hebt.

Het omgekeerde proces treedt op wanneer de opgeslagen warmte vrij komt..

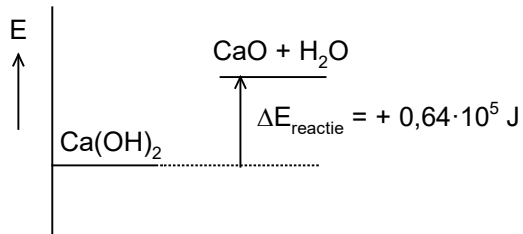
- 7 Leg uit of je hier te maken hebt met een duurzaam proces.

In het artikel staat: “het middels een chemische reactie warmte voor onbepaalde tijd kan opslaan”.

- 8 Aan welke voorwaarde moet dan wel voldaan zijn?

Warmte in kalk

- 1 Die energie wordt anders niet nuttig gebruikt en dat kan nu wel als hij eerst wordt opgeslagen.
- 2 Ca(OH)_2 is een zout en bij die naamgeving gebruik je geen telwoorden als di. De juiste chemische naam is calciumhydroxide.
- 3 Kalk en kalksteen is calciumcarbonaat, zie Binastabel 66A.
- 4 $\text{Ca(OH)}_2 (\text{s}) \rightarrow \text{CaO} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- 5 $\Delta E = (9,85 - 6,35 - 2,86) \cdot 10^5 \text{ J} = + 0,64 \cdot 10^5 \text{ J}$. Het is inderdaad een endotherme reactie
- 6



- 7 Ja, want het $\text{Ca(OH)}_2/\text{CaO}$ kan steeds opnieuw gebruikt worden.
- 8 Bij het CaO mag geen vocht kunnen komen, in de tijd dat de warmte opgeslagen moet blijven. Ook mag geen warmte weg kunnen lekken.

Artikel: <https://www.technischweekblad.nl/nieuws/warmte-in-kalk/item8252>

NANODESTILLATIE

Klas	4 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	destillatie
Trefwoorden	Nano, destillatie, water, alcohol
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

www.c2w.nl, 20 november 2015

NANODESTILLATIE-OPZET

Verwarmen met nanodeeltjes werkt beter dan verwarmingsmantel

Arjen Dijkgraaf

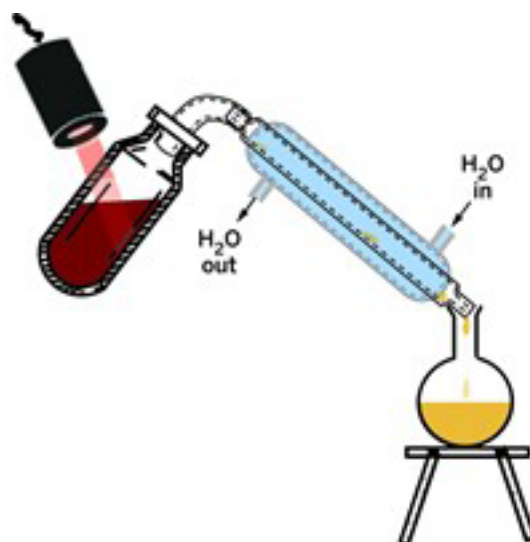
Met nanodeeltjes en infraroodlicht kun je energiezuiniger destilleren dan met een verwarmingsmantel onder je rondkolf. En je destillaat is soms nog zuiverder ook, claimen [Naomi Halas en collega's](#) van Rice University [in Nano Letters](#).

Dat nanodeeltjes IR-licht absorberen en daardoor opwarmen is inmiddels algemeen bekend. Tot nu toe probeert men dat vooral uit te buiten in de medische hoek, bijvoorbeeld als middel om tumoren zeer gelokaliseerd kapot te stoken. Maar je kunt ze natuurlijk ook gewoon in een destillatiekolf doen om vloeistof aan de kook te brengen.

De energiewinst zit dan in het feit dat alleen de onmiddellijke omgeving van de deeltjes hoeft te koken en niet de hele kolf. De componenten die rond de deeltjes verdampen, worden door diffusie vanzelf aangevuld vanuit de rest van de vloeistof.

In principe moet het met zonlicht en goedkope koolstofnanodeeltjes kunnen, maar Halas probeerde het uit met een 15 W nabij-infraroodlaser en 100nm-silicadeeltjes met een goudlaagje. Water en 1-propanol blijkt je dan net zo goed te kunnen scheiden als in een klassieke destillatie-opzet. Met water en ethanol gaat het zelfs beter: de klassieke azeotroop blijkt te verschuiven zodat het ethanolgehalte van je destillaat 'beduidend' hoger is dan de gebruikelijke 96 %. Halas denkt niet dat het geschikt is voor grootschalige industriële destillatie, maar voor snel afdestilleren van alcoholen als onderdeel van complexe laboratoriumsynthesen zou het erg handig kunnen zijn.

bron: C&EN



Alweer een toepassing van nanodeeltjes: met nanodeeltjes kun je energiezuiniger destilleren.

- 1 Leg uit wat destilleren voor type proces is.
- 2 Leg uit op welk principe destilleren berust.

- 3 Wat geeft de aanduiding 'nano' hier aan?
- 4 Beschrijf welk voordeel nanodestillatie ten opzichte van 'normaal' destilleren heeft.

Water en 1-propanol worden volgens het artikel net zo goed gescheiden als in een klassieke destillatie-opstelling.

- 5 Leg uit wat er fout is aan de naam 1-propanol.
- 6 Leg uit welke stofeigenschap je moet kennen van beide stoffen om te weten welke stof voornamelijk als destillaat opgevangen wordt.

Met water en ethanol ging de scheiding zelfs nog beter, zegt het artikel: het ethanolgehalte in het destillaat was beduidend hoger dan de gebruikelijke 96%.

- 7 Wat weet je als geschreven staat dat voornamelijk ethanol in het destillaat zit?
- 8 Geef commentaar op de zinsnede 'beduidend hoger dan de gebruikelijke 96%'.

Het proces is niet geschikt om op industriële schaal toegepast te worden, denkt onderzoekster Naomi Halas.

- 9 Geef een verklaring waarom niet.

In de tekening is te zien hoe de koelwaterstroom in de koeler loopt.

- 10 Leg uit waarom gekozen is voor deze richting van het koelwater. Geef twee argumenten

Nanodestillatie

- 1 Destillatie is een scheidingsmethode die een vloeibaar mengsel scheidt in zijn componenten.
- 2 Het principe berust op verschil in kookpunt (vluchtigheid).
- 3 Nano geeft een orde van grootte aan, hier van de toegevoegde deeltjes.
- 4 De energie die je nodig hebt is alleen de energie om de onmiddellijke omgeving van de deeltjes aan de kook te brengen dus niet de hele inhoud van de kolf.
- 5 Het moet propaan-1-ol zijn.
- 6 Het berust op verschil in kookpunt (vluchtigheid): dus de stofeigenschap is het kookpunt (vluchtigheid).
- 7 Je weet dan dat het kookpunt van ethanol lager is dan van water (en de vluchtigheid hoger).
- 8 Zoveel hoger dan 96% kan het niet dus beduidend is wel een beetje overdreven..
- 9 Het zal moeilijk zijn om een dergelijk systeem op grote schaal te laten functioneren.
- 10 De koelvloeistof loopt tegen de stroom van het destillaat in en neemt daarbij steeds meer energie van het destillaat op. Onderaan zit het koudste water dat het beste kan koelen. Verder vult de koeler zich op deze manier helemaal met water zodat het koelend effect het grootst is.

CARBIDSCHIETEN

Klas	4 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	verbranding
Trefwoorden	Carbid, explosie, melkbus, acetyleen
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

De Gelderlander, 17 december 2015



Carbid, CaC_2 , reageert met water tot het explosieve en brandbare gas acetyleen. Tevens ontstaat daarbij calciumoxide of calciumhydroxide.

- 1 Geef de reactievergelijking voor de vorming van acetyleen. Zie Binas tabel 66A.
- 2 Wat is de formule van het acetylde-ion? Leg uit hoe je aan je antwoord gekomen bent.
- 3 Leg met behulp van een berekening uit welke beginstof, carbid of water, in overmaat aanwezig is.
- 4 Leg uit of er bij de reactie calciumoxide of calciumhydroxide zal ontstaan.

In de melkbus zit lucht die gemengd wordt met het gas acetyleen. De inhoud van de melkbus is 40 liter.

- 5 Bereken hoeveel mol acetyleen er maximaal kan ontstaan.
- 6 Bereken hoeveel L acetyleen er maximaal kan ontstaan. Het molair gasvolume is $22,4 \text{ dm}^3$ (standaardomstandigheden).

Het acetyleen is in een bepaalde tijd gevormd.

- 7 Bereken de gemiddelde snelheid van de vorming in mol per seconde, ervan uitgaande dat in die tijd de maximale hoeveelheid acetyleen dan gevormd is.

Een vlammetje erbij en er ontstaat een explosie.

- 8 Wanneer spreek je van een explosie?
- 9 Geef de explosiereactie in een vergelijking weer.
- 10 Wat is de functie van het vlammetje?.

In de melkbus ontstaat tijdens de vorming van acetyleen een flinke druk.

- 11 Leg uit dat er een grote overdruk ontstaat.

Carbidschieten

- 1 $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{CaO}$. Of: $\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$.
- 2 Calciumion is Ca^{2+} dus acetyldeion is C_2^{2-} .
- 3 $100 \text{ g carbid} \equiv 100/64,10 = 1,56 \text{ mol carbid}$. $150 \text{ mL water} \equiv 150 \times 0,998 = 149,7 \text{ g} \equiv 149,7/18,02 = 8,31 \text{ mol water}$. Dus water is in overmaat aanwezig want $1,56 \text{ mol carbid}$ reageert maximaal met $2 \times 1,56 = 3,12 \text{ mol water}$.
- 4 Er is een flinke overmaat water dus zal waarschijnlijk calciumhydroxide ontstaan.
- 5 1 mol carbid levert 1 mol acetyleen dus $8,3 \text{ mol carbid}$ levert maximaal $8,3 \text{ mol acetyleen}$.
- 6 $8,3 \text{ mol acetyleen} \equiv 8,31 \times 22,4 = 186 \text{ L acetyleen}$.
- 7 Na 50 seconden wordt er een vlammetje bij gehouden dus $8,31/50 = 0,17 \text{ mol per seconde}$.
- 8 Een explosie is een supersnelle verbranding.
- 9 $2 \text{ C}_2\text{H}_2 + 5 \text{ O}_2 \rightarrow 4 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$.
- 10 Het vlammetje moet de reactie op gang brengen.
- 11 De melkbus heeft een volume van 40 L . Er kan maximaal 186 L acetyleen ontstaan dus zal de druk in de melkbus flink toenemen.