

ZIJDEACHTIGE COATING HOUDT AARDBEIEN VERS ZONDER KOELING

Versie 1

<i>Klas</i>	3 h/v
<i>Subdomein</i>	Onderzoeken
<i>Vaardigheid</i>	Processen en reacties
<i>Specificaties</i>	Opstellen van onderzoeksvraag, opstellen van werkplan
<i>Trefwoorden</i>	Fotosynthese, rijpen van fruit, rotten van fruit, duurzaamheid
<i>Vaardigheidsvraag</i>	Informatieverwerkingsvraag

Versie 2

<i>Klas</i>	6 v
<i>Subdomein</i>	Chemie van het leven
<i>Vaardigheid</i>	Informatie
<i>Specificaties</i>	Structuur eiwitten
<i>Trefwoorden</i>	Primaire en secundaire structuur, duurzaamheid, eiwitten, reactiesnelheid, rijpen
<i>Vaardigheidsvraag</i>	Informatie-begripsvraag

www.duurzaambedrijfsleven.nl, 10 mei 2016

Zijdeachtige coating houdt aardbeien vers zonder koeling



10-05-2016 18:12 | Door: Chris Thijssen

Door fruit te bedekken met een geurloze, biologisch afbreekbare zijdeachtige coating, blijft het zonder koeling meer dan een week vers.

Dat blijkt uit experimenten van onderzoekers aan de Amerikaanse Tufts University. De coating, zo dun dat deze vrijwel onzichtbaar is, verlengt volgens de onderzoekers de versheid van aardbeien door de doorlaatbaarheid voor zuurstof en kooldioxide te verkleinen.

Door de unieke kristalstructuur is zijde volgens de wetenschappers een van de sterkste natuurlijke materialen. Fibroïne, een oplosbaar eiwit in zijde, heeft daarnaast het vermogen om andere materialen te stabiliseren en te beschermen.

Sappig en stevig

Voor het onderzoek dipten de onderzoekers versgeplukte aardbeien in een oplossing van 1 procent zijdefibroïne. Dit coatingproces herhaalden ze vier keer. Vervolgens behandelden ze het gecoate fruit met waterdamp onder vacuüm. Hoe langer het fruit aan deze damp werd blootgesteld, hoe robuuster de fibroïnecoating werd. Zo creëerden ze een coating van 27 tot 35 micrometer dik.

Vervolgens bewaarden de onderzoekers de gecoate en niet-gecoate aardbeien bij kamertemperatuur. Na zeven dagen waren de gecoate aardbeien volgens hen nog steeds sappig en stevig, terwijl de aardbeien zonder coating waren uitgedroogd en verkleurd.

De onderzoekers hebben de methode ook getest op bananen. Hieruit blijkt dat de coating zorgt voor een vertraging van het rijpingsproces, terwijl de schil langer stevig blijft.

Versie 1

Bij het rijpen van fruit wordt onder andere glucose gevormd uit koolstofdioxide en water.

- 1 Geef de naam van dit proces.
- 2 Geef de reactievergelijking van dit proces.

Geplukte bananen moeten nog rijpen, geplukte aardbeien doen dat niet meer.

- 3 Licht toe waarom het rijpen van bananen inderdaad langzamer gaat wanneer je de bananen met zijdefibroïne coat.

Aardbeien gaan na het plukken alleen nog maar achteruit in kwaliteit en smaak.

Factoren die van invloed zijn op de snelheid van het bederven zijn onder andere het contact met lucht en vocht, licht, de temperatuur en de aanwezigheid van schimmels en bacteriën.

De bacteriën gebruiken het vocht in het fruit en de voedingsstoffen in het fruit zoals de suikers om zichzelf van voedsel en dus energie te voorzien. Hierdoor gaat het fruit bederven. Bij het onderzoek dat in het artikel is beschreven hebben de onderzoekers de invloed van een aantal factoren onderzocht.

- 4 Welke factoren hebben ze onderzocht?
- 5 Noteer een onderzoeksvraag die kan passen bij het gedane onderzoek.

Je kunt ook onderzoeken of de temperatuur een (grote) invloed heeft op de achteruitgang van de kwaliteit van de aardbeien die gecoat zijn.

- 6 Maak een werkplan om de invloed van de temperatuur op het bederven van aardbeien met en zonder coating te vergelijken.

Gecoate aardbeien worden in Nederland nog niet verkocht.

- 7 Geef een argument waarom iemand tegen het eten van het gecoate fruit zou kunnen zijn.
- 8 Geef een argument voor het coaten van aardbeien.

Versie 2

De zijdeachtige coating die gebruikt werd bestaat grotendeels uit fibroïne.

Fibroïne

Fibroïne is een eiwit dat ketens bevat met de volgende algemene formule: $(\text{Gly-Ser-Gly-Ala-Gly-Ala})_n$.

- 1 Teken de repeterende eenheid van de ketens van dit eiwit in structuurformules.

Eiwitten kennen een aantal structuren: onder andere de primaire structuur en de secundaire structuur.

- 2 Leg uit wat je verstaat onder de primaire structuur.

Bij de secundaire structuur komen de α -helix en de β -sheet voor. Er ontstaat een secundaire structuur doordat de eiwitketens onderling H-bruggen kunnen vormen.

- 3 Laat met behulp van een tekening zien dat de ketens van eiwitten onderling H-bruggen kunnen vormen.

De eiwitketens in fibroïne vormen β -sheets. De ketens vormen vlakken doordat ze in rijen naast elkaar liggen. Bij fibroïne kan dit goed doordat er veel glycine en alanine inzit. Hierdoor liggen de ketens en vlakken dicht op elkaar en is het fibroïne sterk en tamelijk stijf.

- 4 Leg uit hoe het komt dat glycine en alanine meer bijdragen aan deze eigenschappen dan andere aminozuren.

De coating

In het artikel staat dat het eiwit oplosbaar is. Bij nazoeken op internet blijkt dat het eiwit onoplosbaar is.

- 5 Leg uit wat jij het meest waarschijnlijk vindt als je het eiwit wilt gebruiken als coating.
- 6 Leg uit op welke manier de coating de versheid van aardbeien verlengt.
- 7 Leg uit hoe de coating ook het rijpen van bananen vertraagt.
- 8 Bedenk minstens twee voorwaarden waaraan de coating moet voldoen zodat je de aardbeien zonder bezwaar kunt eten.

Het artikel is verschenen bij 'Duurzaam bedrijfsleven'.

- 9 Leg uit wat het coaten van aardbeien met duurzaamheid heeft te maken.

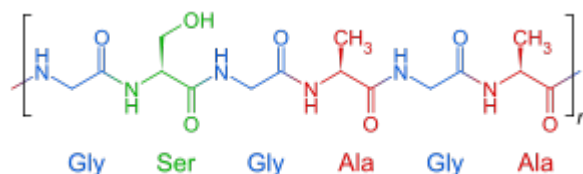
Zijdeachtige coating houdt aardbeien vers zonder koeling

Versie 1

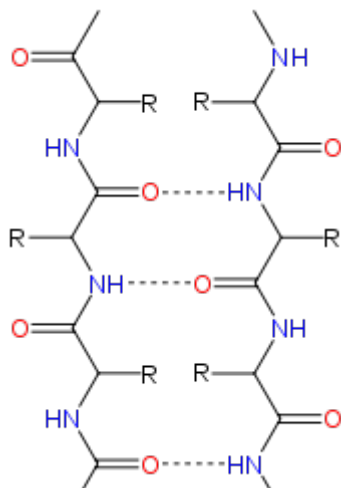
- 1 Fotosynthese
- 2 $6 \text{ CO}_2(\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 6 \text{ O}_2(\text{g})$
- 3 De coating zorgt ervoor dat zuurstof en koolstofdioxide minder makkelijk bij het fruit kunnen komen. Aangezien koolstofdioxide nodig is voor het rijpen van bananen, gaat de rijping dan langzamer.
- 4 Volgens het artikel is alleen de invloed van zuurstof en koolstofdioxide onderzocht.
- 5 Een voorbeeld: Zorgt het afsluiten van zuurstof en koolstofdioxide ervoor dat fruit minder snel rijpt en/of minder snel bederft?
- 6 Mogelijke ideeën voor een werkplan:
 - gecoate aardbeien in én buiten de koelkast
 - niet gecoate aardbeien in én buiten de koelkastVergelijken na 3, 5 en 7 dagen.
- 7 Bijvoorbeeld: is er onderzocht of het eten van de coating op den duur niet schadelijk is?
- 8 Aardbeien zijn langer houdbaar. Je hoeft minder voedsel weg te gooien.

Versie 2

1



- 2 De primaire structuur geeft de volgorde van de aminozuren in een eiwitketen aan.
- 3 Bij voorbeeld:



- 4 Dat komt doordat glycine geen enkele storende groep heeft en alanine slechts één CH_3 -groep. Er steekt dus weinig uit de keten uit en er is hierdoor weinig ruimtelijke hindering om de ketens/vlakken elkaar dicht te laten naderen.
- 5 Je wilt niet dat de coating oplost in het vocht uit de aardbeien of verdwijnt bij wassen van de vruchten.
- 6 De doorlaatbaarheid van zuurstof en koolstofdioxide wordt minder. Het fruit bederft door oxidatie met behulp van zuurstof. Deze oxidatie gaat dus langzamer.
- 7 Voor het rijpen van bananen moet de fotosynthese doorgaan. Daarvoor heb je koolstofdioxide nodig. Deze komt moeilijker bij de banaan, waardoor de rijping vertraagt.
- 8 De coating moet verteerbaar zijn in het lichaam en ook op den duur geen schadelijke gevolgen hebben voor de mens.

- 9 Wanneer fruit langer goed blijft, wordt er minder weggegooid en heb je minder ervan nodig en daardoor is er bijvoorbeeld minder kunstmest nodig. Dat is goed voor het milieu.

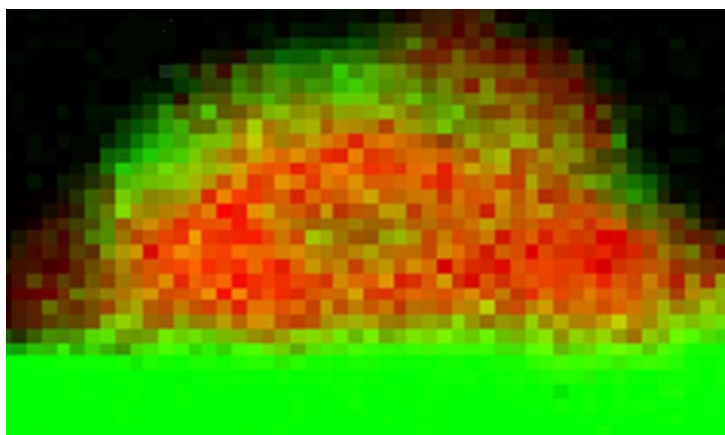
PEROXIDE VOOR DE KLEINE MAN

Klas	4,5 hv
Subdomein	Reactiekinetiek
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Katalysator
Trefwoorden	Synthese, waterstofperoxide, katalyse, nano, inert
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C2W, 1 april 2016

Peroxide voor de kleine man

Nanodeeltjes van palladium en tin katalyseren de vorming van H_2O_2 uit H_2 en O_2 zonder dat het door reageert tot H_2O . Op puur palladium is die vervolgreactie onvermijdelijk, maar in 2009 ontdekten Graham Hutchings en collega's uit Cardiff, Wales, dat een vleugje goud haar onderdrukt. En nu melden ze in *Science* dat tin hetzelfde effect heeft, op voorwaarde dat je TiO_2 gebruikt als inerte drager. Breng je daar je een tin-palladium-mengsel op aan, dan vormt zich eerst een tinoxidelaagje voordat de rest uitkristalliseert tot nanodeeltjes. Een hitte behandeling achteraf laat het tinoxide over die deeltjes kruipen, waarbij het de kleinste helemaal afdekt. Meestal is zo'n strong metal-support interaction (SMSI) ongewenst, maar hier pakt ze goed



Rood (donkerdergrijs) is hier palladium, groen (lichtgrijs) tinoxide

uit: kleine deeltjes bevatten het hoogste percentage palladium en vormen daardoor vrijwel alle H_2O . Voor grootschalige peroxideproductie is het te duur. Heb je echter lokaal slechts een beetje nodig, bijv. voor drinkwaterzuivering in ontwikkelingslanden, dan zou het een uitkomst kunnen zijn. (AD)

Eenvoudig een klein beetje waterstofperoxide maken. Dat hebben Graham Hutchings en collega's voor elkaar gekregen. Ze ontdekten dat nanodeeltjes Van TiO_2 , bedekt met palladium en tin, de vorming van H_2O_2 uit H_2 en O_2 katalyseren.

- 1 Wat versta je onder 'nano' in nanodeeltjes?
- 2 Wat versta je onder katalyseren?
- 3 Geef de vergelijking van de optredende reactie.

Met zuiver palladium als katalysator gaat de reactie tussen H_2 en O_2 door tot H_2O .

- 4 Geef de reactievergelijkingen voor de vorming van H_2O als zuiver palladium gebruikt wordt.

Eerder ontdekten de onderzoekers al dat een vleugje goud, toegevoegd aan het palladium, de vorming van H_2O onderdrukt. Ze hebben nu aangetoond dat dit ook lukt door tin in plaats van goud toe te voegen aan het palladium.

- 5 Leg uit waarom het gebruik van tin de voorkeur heeft.

Bereiding van de katalysator

De metalen worden op de inerte drager TiO_2 aangebracht.

- 6 Wat versta je onder inert?
- 7 Welke twee processen vinden er plaats waardoor een werkzame katalysator ontstaat?

Door de processen zijn de kleinste deeltjes helemaal afgedekt.

- 8 Leg uit dat dit juist een voordeel is.
- 9 Licht de titel "Peroxide voor de kleine man" toe.

Peroxide voor de kleine man

- 1 Nano geeft de orde van grootte aan: 10^{-9} m.
- 2 Een reactie sneller laten verlopen onder overigens dezelfde omstandigheden.
- 3 $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$.
- 4 $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$; $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.
- 5 Tin is veel goedkoper dan goud.
- 6 Inert betekent dat deze stof met geen andere stof in het proces reageert.
- 7 Eerst vormt zich een tinoxidelaagje voordat de rest uitkristalliseert tot nanodeeltjes. Dan volgt een warmtebehandeling waarbij het tinoxide over de nanodeeltjes kruipt en daarbij de kleinste volledig afdekt.
- 8 De kleine deeltjes bevatten het hoogste percentage palladium en die zouden vrijwel uitsluitend water vormen. Doordat de deeltjes afgedekt zijn, vindt dat proces niet meer plaats en ontstaat er dus grotendeels peroxide.
- 9 Het nieuwe proces is te duur voor grootschalige peroxide-productie. Het zou een uitkomst kunnen zijn als je maar weinig peroxide nodig hebt.

DSM LEVERT MATERIAAL VOOR SMARTWATCH

Klas	3 hv
Subdomein	Organische chemie
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Polymeren
Trefwoorden	TPE, DSM, elastomeer, rubber, thermoplast
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

Chemie Magazine, 21 april 2016

DSM LEVERT MATERIAAL VOOR SMARTWATCH

Arnitel TPE, een thermoplastisch elastomeer van DSM, wordt toegepast in het horlogebandje van de Galaxy S Gear Smart-Watch van Samsung. Samsung koos voor het materiaal vanwege de goede balans van fysische en chemische eigenschappen. Zo voelt de band zeer comfortabel aan op de huid. Daarnaast is Arnitel bestand tegen transpiratie en andere vloeistoffen waarmee de band in contact komt tijdens het gebruik. Het materiaal is ook makkelijk te verwerken en toe te passen in constructies met andere thermoplasten.



Het bedrijf DSM maakt het materiaal Arnitel TPE, een thermoplastisch elastomeer. Samsung gebruikt dit materiaal vanwege de goede balans van fysische en chemische eigenschappen.

- 1 Welke fysische respectievelijk chemische eigenschap van Arnitel wordt er genoemd?
Noteer je antwoord als volgt:
Fysische eigenschap:
Chemische eigenschap:

Op Wikipedia staat het volgende over een TPE vermeld:

Thermoplastisch elastomeer

Het kenmerk van een thermoplastisch elastomeer (TPE) is dat het rond kamertemperatuur elastisch (zoals elastiek) is en dat het door verhitting zacht wordt (thermoplastisch) waardoor het gemakkelijk in een andere vorm te persen is. Na afkoeling behoudt het deze nieuwe vorm. Hierdoor is het eenvoudig te spuitgieten. In tegenstelling tot "gewone" rubber, dat bij de vulkanisatie dwarsverbindingen (chemische crosslinks) tussen verschillende polymeerketens heeft gemaakt, ontstaan bij een TPE fysische crosslinks, die bij verhitten verloren gaan en bij afkoelen weer opnieuw gevormd worden. Dit is reversibel, in tegenstelling tot de permanente chemische crosslinks in rubbervulkanisaten. Bovendien is een thermoplastische elastomeer hierdoor recyclebaar.

Bron: Wikipedia

- 2 Verklaar de benaming 'thermoplastisch elastomeer'.
- 3 Leg uit waardoor TPE makkelijk in een andere vorm te persen is.

Gewone rubber heeft chemische crosslinks en een TPE fysische crosslinks, volgens Wikipedia.

- 4 Leg het verschil uit tussen chemische en fysische crosslinks.
- 5 Leg uit waardoor fysische crosslinks bij verhitten verloren gaan.
- 6 Leg uit waardoor TPE recyclebaar is.
- 7 Leg uit waardoor rubbervulkanisaten niet recyclebaar zijn.

DSM levert materiaal voor smartwatch

- 1 Fysisch: het voelt heel comfortabel aan op de huid. Chemisch: bestand tegen transpiratie en andere vloeistoffen.
- 2 Thermoplastisch: het wordt zacht bij verwarmen. Elastomeer: het rekt uit zoals bij een elastiek.
- 3 Het is een thermoplast die zacht (week) wordt bij verwarmen en een nieuwe vorm behoudt bij afkoelen.
- 4 Chemische crosslinks: atomen van verschillende polymeermoleculen zijn via atoombindingen met elkaar verbonden. Fysische crosslinks: bindingen tussen polymeermoleculen die bij verwarmen verbroken worden.
- 5 Verhitten betekent hogere temperatuur waardoor de warmtebeweging de vanderwaalsbindingen tussen de polymeermoleculen opheft.
- 6 Je kunt door verhitten de stof week (zacht) maken en dan weer in een andere vorm brengen.
- 7 De chemische crosslinks worden niet verbroken bij verwarmen dus het materiaal wordt niet zacht en is dus niet blijvend in een andere vorm te brengen.

LACTIDE EN AMINOZUREN

Klas	5 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Organische reacties
Trefwoorden	Lactide, aminozuren, fermentatie, hydrolyse, melkzuur, polymelkzuur
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

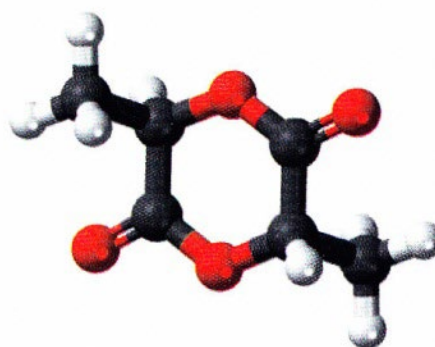
C2W, 1 april 2016

Lactide en aminozuren

Nuplex kijkt naar het gebruik van niet-essentiële aminozuren en lactide uit duurzame bronnen. Mestach: “Lactide is het dimeer van melkzuur. Melkzuur heeft zowel een alcohol als zuurgroep en kun je gebruiken in de productie van polyesters.”

Corbion produceert het lactide duurzaam door fermentatie van suikers. De aminozuren

komen uit de afvalstroom die vrijkomt bij de productie van veevoer. “Dit zijn eiwitrijke afvalstromen die je vervolgens hydrolyseert en scheidt in wel- en niet-essentiële aminozuren. Het zijn ook weer potentiële bouwstenen voor onder meer alkydharsen”, legt Mestach uit.



De heer Mestach, hoofdonderzoeker bij het bedrijf Nuplex, beschrijft lactide als het dimeer van melkzuur.

- 1 Zoek in Binas de rationele naam van melkzuur. Noteer deze naam.
- 2 Geef de structuurformule van melkzuur.

Het lactide ontstaat doordat de carboxylgroep van het ene melkzuurmolecuul reageert met de hydroxylgroep van een andere melkzuurmolecuul.

- 3 Geef de reactievergelijking voor de vorming van het lactide, het dimeer van melkzuur, in structuurformules weer.

Melkzuur ontstaat door fermentatie van suikers.

- 4 Geef de fermentatie van glucose in molecuulformules weer.

Uit melkzuur kun je polymelkzuur maken, een polyester.

- 5 Teken een stuk uit het midden van een polymelkzuurketen. Teken minimaal drie monomeereenheden.

Aminozuren worden gewonnen uit eiwitten in de afvalstromen bij de productie van veevoer. Door hydrolyse worden de eiwitten omgezet en gescheiden in essentiële en niet-essentiële aminozuren.

- 6 Beschrijf wat je onder het hydrolyseproces verstaat.
- 7 Wat is het verschil tussen essentiële en niet-essentiële aminozuren?

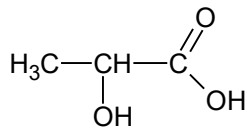
De aminozuren worden gewonnen bij de productie van veevoer.

- 8 Beschrijf welke cradle to cradle gedachte hier een rol speelt.

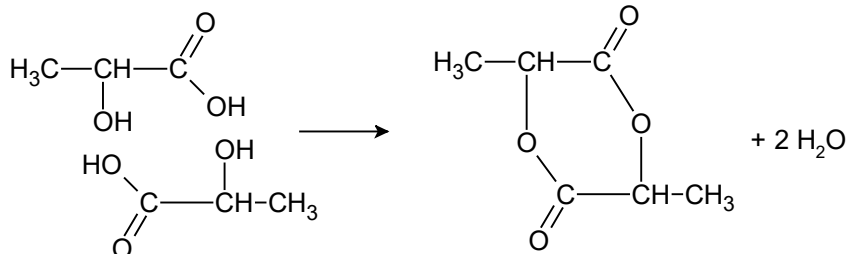
Lactide en aminozuren

1 Melkzuur: 2-hydroxypropaanzuur.

2

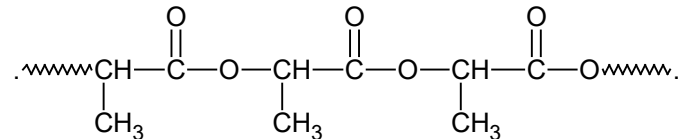


3



4 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

5



6 Hydrolyse betekent dat de stof reageert met water waarbij de bouwstenen van de stof weer gevormd worden. Hydrolyse van eiwitten betekent dat eiwitten reageren met water waarbij aminozuren ontstaan.

7 Wel-essentiële aminozuren worden niet door je lichaam aangemaakt, niet-essentiële aminozuren juist wel. Dus wel-essentiële aminozuren moet je via eiwitten in je voedsel binnenkrijgen.

8 De aminozuren, afkomstig uit eiwitten die in een afvalstroom voorkomen, zijn grondstof voor (onder andere) alkydharsen.

BIPOLAIR MEMBRAAN

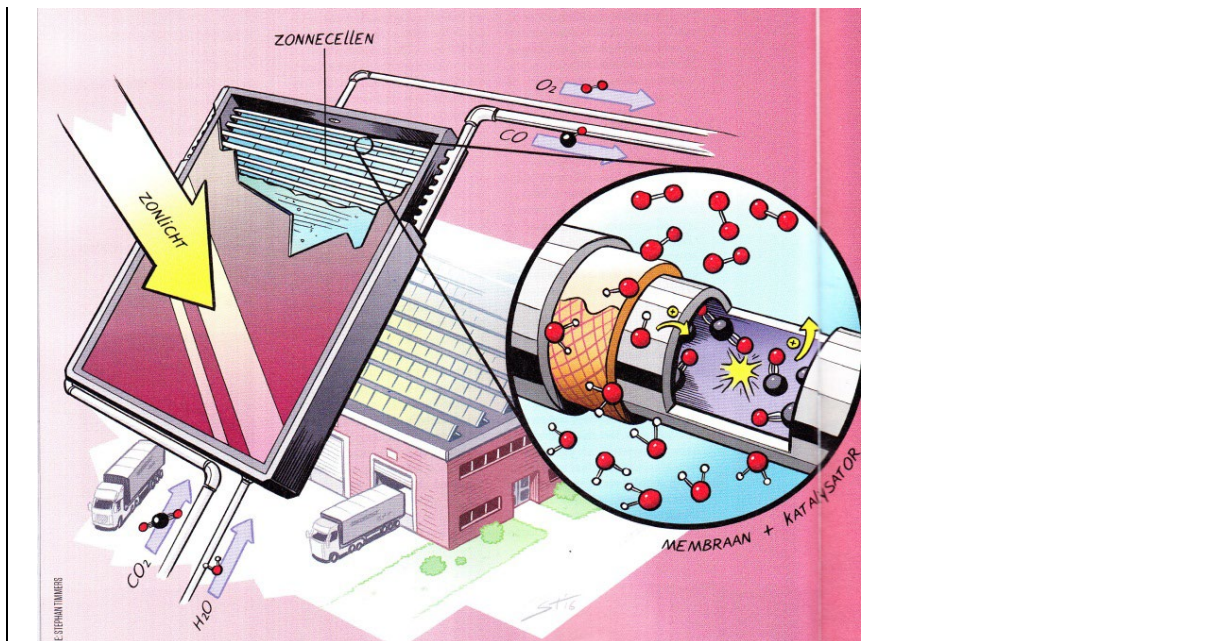
Klas	5,6 v
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Redoxreacties
Trefwoorden	Licht, chemische energie, elektrolyse, zonnecel, membraan, halfreacties
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

Delft Integraal, april 2016

Bipolair membraan

Zon en wind zijn onuitputtelijke bronnen van elektriciteit. Ze leveren die elektriciteit alleen niet altijd op de juiste plaats of tijd. En dus zoeken bedrijfsleven en wetenschap naar betaalbare manieren van opslag en transport, omzetting in chemische energie bijvoorbeeld. Dr.ir. David Vermaas van de afdeling materials for energy conversion and storage denkt een manier gevonden te hebben 'die over tien jaar wel eens de standaard zou kunnen zijn'. Niet voor niets hebben zich naar zijn zeggen al diverse geïnteresseerde partijen gemeld voor zijn patent.

Vermaas gebruikt een bipolair membraan met daaraan vast een elektrode om elektriciteit om te zetten in zuurstof aan de ene kant en waterstof of koolwaterstof aan de andere kant. "Dat bipolaire is mooi, want zo kun je een hoge pH-waarde voor zuurstofreacties combineren met een lage pH-waarde voor het maken van (kool)waterstof." Overigens verwacht Vermaas dat niet waterstof maar koolwaterstof de toekomst heeft. "Waterstof kun je niet vloeibaar maken, koolwaterstof wel. Dat zijn we gewend als we benzine tanken." De onderzoeker heeft zijn vinding kort en met succes geprobeerd. Uitgebreidere tests zijn nodig. Daarvoor wil de groep van Vermaas een promovendus aannemen. "Deze technologie kan daarna in drie tot vijf jaar commercieel gebruikt worden." (SB)



Zon en wind zijn volgens het artikel onuitputtelijke bronnen van elektriciteit.

- 1 Licht deze uitspraak toe door uit te leggen wat zon en wind met elektriciteit te maken hebben.

Elektriciteit heb je niet op elk moment evenveel nodig.

- 2 Leg uit hoe er voor gezorgd kan worden dat er, uitgaande van zon en wind, toch altijd voldoende elektriciteit geleverd wordt.

Dr. Ir. David Vermaas denkt een goede manier gevonden te hebben om zonne- en windenergie op te slaan. Vermaas gebruikt daartoe een zogenaamd bipolair membraan met daaraan gekoppeld een elektrolyseopstelling om aan de ene kant zuurstof en aan de andere kant waterstof of koolwaterstoffen te vormen.

- 3 Leg uit welke energie-omzettingen bij dit proces plaatsvinden.

In de tekening in het artikel zie je een chemische omzetting weergegeven die in de zonnecel verloopt.

- 4 Welke omzetting zie je in de tekening weergegeven?
- 5 Leg uit dat de beschreven omzetting in de tekening niet volledig is.
- 6 Welke stof is waarschijnlijk niet weergegeven?
- 7 Geef de reactievergelijking van het proces dat in de zonnecel plaats vindt.

Het bipolaire membraan zorgt dat de elektrolyse bij beide elektroden bij een groot verschil in pH kan plaatsvinden.

- 8 Geef de halfreactie van de vorming van zuurstof bij een hoge pH.
- 9 Geef de halfreactie van de vorming van waterstof bij een lage pH.
- 10 Leg uit waarom het energetisch gunstig is om met verschillende pH's de elektrolyse uit te voeren. Gebruik bij je uitleg gegevens uit Binas tabel 48.

Vermaas verwacht dat niet waterstof maar koolwaterstoffen de toekomst hebben als brandstof: "Waterstof kun je niet vloeibaar maken, koolwaterstoffen wel."

11 Leg uit of je het eens bent met de hierboven gegeven uitspraak van Vermaas.

Uit het gevormde waterstof en koolstofmono-oxide kan de koolwaterstof methaan gevormd worden.

12 Geef de reactievergelijking van deze reactie.

13 Leg uit hoe je de beide reactieproducten vrij gemakkelijk van elkaar kunt scheiden.

Bipolair membraan

- 1 Door gebruik te maken van zonnecellen kan zonne-energie omgezet worden in elektrische energie. Windenergie levert elektrische energie door gebruik te maken van een dynamo.
- 2 Daarvoor moet je energie tijdelijk opslaan bijvoorbeeld als chemische energie in de vorm van waterstof.
- 3 Zonne-energie wordt omgezet in elektrische energie en die elektrische energie wordt daarna omgezet in chemische energie.
- 4 Koolstofdioxide en water worden omgezet in koolstofmono-oxide en zuurstof.
- 5 Er gaan wel waterstofatomen (in de vorm van water) de zonnecel in maar er komen geen waterstofatomen (of verbindingen daarmee) uit.
- 6 De stof waterstof (of een verbinding met waterstof).
- 7 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{O}_2 + \text{H}_2$.
- 8 Halfreactie: $4 \text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^-$.
- 9 Halfreactie: $2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$.
- 10 Het potentiaalverschil is dan kleiner, je hebt dan een lagere spanning nodig dus het kost ook minder elektrische energie.
- 11 Nee, ook waterstof is vloeibaar te maken alhoewel je dan een zeer lage temperatuur en/of hoge druk nodig hebt.
- 12 $\text{CO} + 3 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
- 13 Afkoelen: water wordt dan bij 373 K al vloeibaar terwijl methaan een gas blijft.

Zie ook opgave: 1609 06 Waterstofproductie krijgt boost

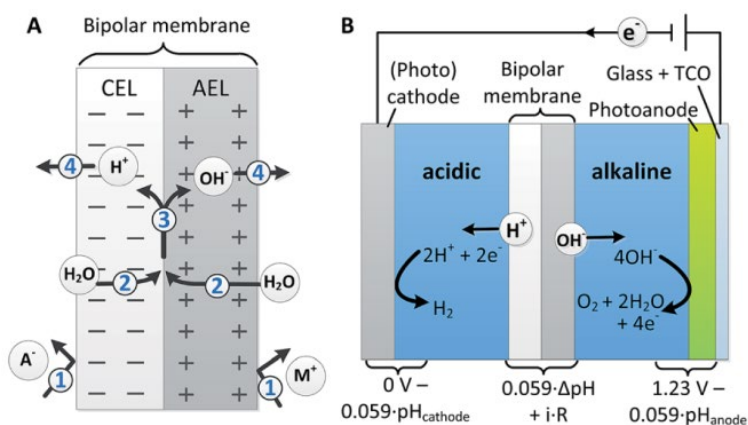
WATERSTOFPRODUCTIE KRIJGT BOOST

Klas	5v
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Redox
Trefwoorden	Waterstof, elektrolyse, zonne-energie, energie, bipolair membraan, halfcellen, potentiaalverschil, katalysator
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

www.c2w.nl, juli 2016

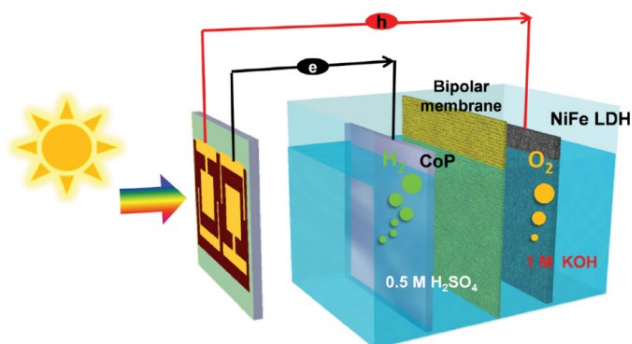
Waterstofproductie krijgt boost

De inzet van een bipolair membraan stuwt de efficiëntie en stabiliteit van waterstofproductie met niet-schaarse katalysatoren omhoog, zo schreven onderzoekers van de TU Delft en Zwitserse collega's onlangs in Advanced Energy Materials.



Figuur 1

Een bipolair membraan (figuur 1A) bestaat uit een *cation exchange layer* (CEL) die selectief is voor kationen en een *anion exchange layer* (AEL) die selectief is voor hun negatieve broertjes (zie illustratie A). Deze opzet resulteert in dissociatie van het aangevoerde water in respectievelijk H^+ -ionen (CEL) en OH^- -ionen (AEL). In een zonnebrandstofsysteem (zie figuur 1B) creëert dit een respectievelijk zure en basische omgeving, waarin aan de kathode waterstof wordt gevormd en aan de anode zuurstof. Het aangelegde voltage houdt de watersplitsing op gang en zorgt voor het behoud van het pH-verschil tussen beide kanten.



Figuur 2

Het totaalsysteem van de Delftenaren en Zwitsers (figuur 2) bestaat uit perovskiet-zonnecellen, en kobaltfosfide als kathode en NiFe *layered double hydroxide* (LDH) als anode – beide niet-schaarse katalysatoren. Het bipolair membraan scheidt de kathode en anode van elkaar en daarmee ook de compartimenten gevuld met respectievelijk 0.5 M H₂SO₄ en 1 M KOH (zie figuur 2). Daarmee loopt de pH in dit systeem uiteen tussen 0,4 en 13,9 respectievelijk. De stroomdichtheid van deze combinatie haalde 10.35 mA cm⁻², wat overeenkomt met

12,7 % STH omzettingsrendement (STH: Sun to Hydrogen ofwel zon naar waterstof). Na 16 uur was dit afgenomen tot 7.35 mA cm⁻², of te wel 9 % STH omzettingsrendement.

Uiteindelijk moet de inzet van niet-schaarse materialen, in dit geval met name de katalysatoren, er toe bijdragen dat zonnebrandstofsysteemen in de toekomst niet alleen goed opschaalbaar zijn, maar ook betaalbaar.

Bron: TU Delft, *Journal of Materials Chemistry A, Advanced Energy Materials*.

Wil je zonne-energie toepassen, dan moet deze kunnen concurreren met andere energiebronnen.

1 Op welke manier wordt zonne-energie ingezet in figuur 2 van het artikel?

In de elektrolysecel speelt een bipolair membraan een belangrijke rol.

2 Beschrijf hoe een bipolair membraan functioneert.

3 Bereken de pH in beide compartimenten van de elektrolysecel.

4 Leg uit waardoor de pH-waarden in het artikel afwijken van de berekende waarden.

Tijdens de elektrolyse vindt er een halfreactie plaats aan elk van de twee elektroden.

5 Noteer beide halfreacties en leid hieruit de totaalreactie voor de elektrolysecel af.

In figuur 1B in het artikel staat bij de kathode 0 V en bij de anode 1,23 V.

6 Leg uit waar deze getallen vandaan komen.

De potentialen voor van de halfcellen kun je berekenen met de formule $0 - 0,0059 \cdot \text{pH}$ voor de halfcel met de kathode en $1,23 - 0,059 \cdot \text{pH}$ voor halfcel met de anode.

7 Bereken de beide potentialen met behulp van de pH-waarden uit het artikel.

8 Wat geeft het verschil van beide potentialen aan?

9 Welk groot voordeel brengt de scheiding van de compartimenten, en dus het grote verschil in pH, met zich mee?

De kathode bestaat uit kobaltfosfide, de anode uit een NiFe-verbinding.

10 Leg aan de hand van Binas tabel 40A en 99 uit dat de naam kobaltfosfide niet volledig is.

11 Geef aan de hand van de tekening de juiste naam aan kobaltfosfide.

Het materiaal van beide elektroden functioneert als katalysator voor de halfreactie die daar plaats vindt.

- 12 Wat is de functie van beide katalysatoren?
- 13 Welke belangrijke 'winst' levert het nieuwe systeem?

Waterstofproductie krijgt boost

- 1 De zonnecellen (links in de tekening) leveren elektrische stroom aan de elektrolysecel (rechts). Hierin worden waterstof en zuurstof gevormd.
- 2 Het totale elektrolytsysteem bestaat uit twee delen (met verschillende oplossingen) die gescheiden zijn door een selectief membraan. Hierdoor heb je in beide compartimenten de optimale pH.
- 3 0,5 M H₂SO₄-oplossing levert: [H⁺] = 1 M, dus pH = -log[H⁺] = 0.
1 M KOH-oplossing levert [OH⁻] = 1 M, dus pOH = -log[OH⁻] = 0, dus pH = 14.
- 4 Zwavelzuur: de eerste stap in de ionisatie verloopt volledig maar niet de tweede stap: HSO₄⁻ is een zwak zuur, dus zal de pH niet zo laag zijn.
KOH-oplossing: de pH is temperatuurafhankelijk, alleen bij 298K geldt pH + pOH=14,00.
- 5
$$\begin{array}{l} 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 \quad \quad \quad \times 2 \\ 4 \text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \end{array}$$

$$4 \text{H}^+ + 4 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \text{ wordt vereenvoudigd tot: } 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2.$$
- 6 In Binas tabel 48 zijn dit de potentiaalwaarden onder standaardomstandigheden.
- 7 Kathode: potentiaal is 0 - 0,059pH = 0 - 0,059x0,4 = -0,02 V.
Anode: potentiaal is 1,23 - 0,059pH = 1,23 - 0,059x13,9 = 0,41 V
- 8 Het minimaal te overbruggen potentiaalverschil (spanning) om de gedwongen ontleding van water te laten plaatsvinden.
- 9 Je hebt een veel lagere spanning nodig om de elektrolyse te laten verlopen.
- 10 Kobalt heeft als ion de mogelijkheid om 2+ of 3+ geladen te zijn. Je moet dus een Romeins cijfer II of III toevoegen.
- 11 In de figuur staat de formule CoP. Fosfide-ion is 3- geladen dus kobaltion 3+. Juiste naam is dus kobalt(III)fosfide.
- 12 Om de betreffende halfreactie met voldoende snelheid te laten verlopen.
- 13 Dat je gebruik maakt van niet-schaarse en dus betaalbare katalysatoren waardoor het proces op grotere schaal kan worden toegepast.

Zie ook opgave 1609 05: Bipolair membraan

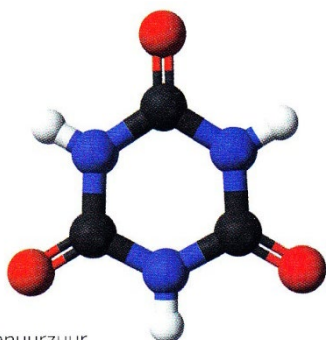
CREATIEF MET DNA

Klas	5hv
Subdomein	Chemie van het leven
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Structuur
Trefwoorden	DNA, cyaanuurzuur, adenine, nanovezel, waterstofbruggen
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C2W, 1 april 2016

Creatief met DNA

In combinatie met cyaanuurzuur vormt de DNA-base adenine nanovezels van een micrometer lang, schrijven Hanadi Sleiman en collega's van McGill University in *Nature Chemistry*. Adeninemoleculen kunnen namelijk op twee plekken de complementaire base thymine binden, een daarvan is in de gebruikelijke dubbele DNA-helix buiten



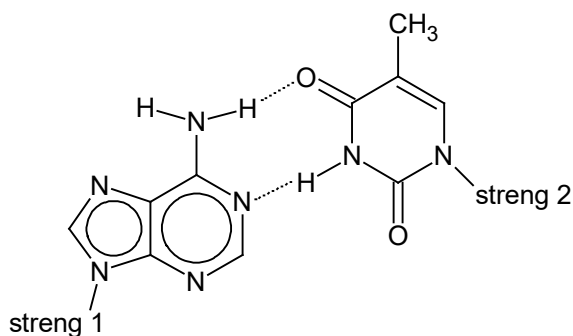
gebruik. Cyaanuurzuur.

Thymine heeft maar één bindingsplek, maar hetzelfde structuurelement zit ook in cyaanuurzuur, en wel in drievoud. Drie cyaanuurzuurmoleculen en drie adeninemoleculen kunnen daardoor samen een zeshoek vormen, en als elk adenine tevens deel uitmaakt van een polyadenineketen krijg je vezels. Houdt één van de ketens op dan breien de andere twee er een volgende aan vast, zodat je verrassend lange nanovezels kunt krijgen. Volgens de auteurs is dit nog maar het begin, want wie weet wat je krijgt met iets anders dan cyaanuurzuur. Ze vragen zich zelfs hardop af of in de natuur ook zo iets gebeurt: voorafgaand aan de vertaling naar een eiwit wordt boodschapper-RNA immers verlengd met, jawel, polyadenine. (AD)

In DNA zijn adenine en thymine complementaire basen.

1 Wat wordt bedoeld met “complementair”?

In DNA vormen adenine en thymine een binding tussen beide strengen door middel van twee waterstofbruggen, zie onderstaande tekening en tabel 71B Binas.



De DNA-base adenine vormt in combinatie met cyaanurzuur nanovezels van een paar μm lang. Adenine kan, als het niet gebonden is aan een DNA-streng, op twee plekken binden via waterstofbruggen.

2 Neem de structuurformule van adenine over en geef aan welke twee plekken dat zijn.

Cyaanurzuur en adenine kunnen samen een zeshoek vormen.

3 Geef de structuurformule van deze zeshoek.

4 Leg uit hoe, uitgaande van die zeshoekstructuur, een vezel kan ontstaan.

5 Leg uit dat als één van de ketens van adenine ophoudt er weer een nieuwe keten aan de zeshoek gevormd kan worden.

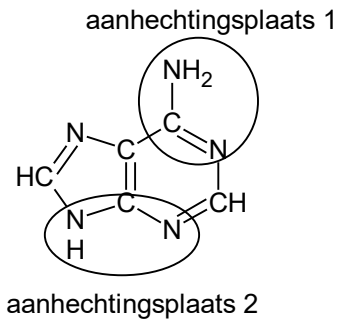
De afstand tussen twee adenine-eenheden is te vergelijken met de afstand in het base-koppel in Binas tabel 71B.

6 Bereken het aantal adenine-eenheden in een vezel met een lengte van 1 μm .

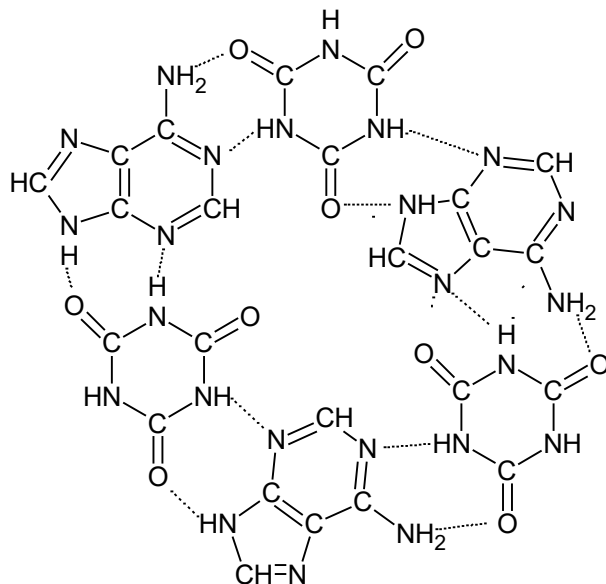
Creatief met DNA

- 1 Complementair: de basen in DNA komen alleen in bepaalde paren voor. De twee ketens in DNA zijn op een speciale manier met elkaar verbonden. Tegenover base A in de ene keten ligt altijd een base T in de andere keten; tegenover base C ligt altijd een base G. Daarom noem je A en T evenals G en C complementaire basen. De basen worden onderling met elkaar verbonden door waterstofbruggen.

2



3



- 4 Als elk adeninemolecuul in de zeshoek deel uitmaakt van een polyadenineketen.
- 5 “Dan breien de andere twee er een volgende (keten) aan vast zodat je verrassend lange nanovezels kunt krijgen” zegt het artikel. De cyaanurzuureenheden kunnen op meerdere plaatsen een adenineketen binden en zo een zeer lange keten vormen.
- 5 De lengte van twee adenine-eenheden die via H-bruggen gekoppeld zijn, is circa 1,1 nm terwijl de lengte van de vezel circa 1 μm is. Dus er zullen $1000/1,1 = 910$ eenheden van twee adeninemoleculen zijn. Dus in totaal dan 1800 adeninemoleculen.

MOSSELLIJM LAPT WONDEN PIJLSNEL OP

Klas	5,6 v
Subdomein	Chemie van het leven, chemische processen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Structuur van eiwitten, mesomerie
Trefwoorden	Tyrosine, dityrosine, grensstructuren
Vaardigheidsvraag	Informatieverwerkingsvraag

<http://wibnet.nl/>, 23 mei 2016

Mossellijm lapt wonden pijlsnel op

MEDISCHE TECHNOLOGIE: De supersterke bindingen van een eiwit van de mossel hebben de wetenschap geïnspireerd tot een biologische wondlijm, die bloedingen in een minuutje stelt zonder littekens achter te laten.



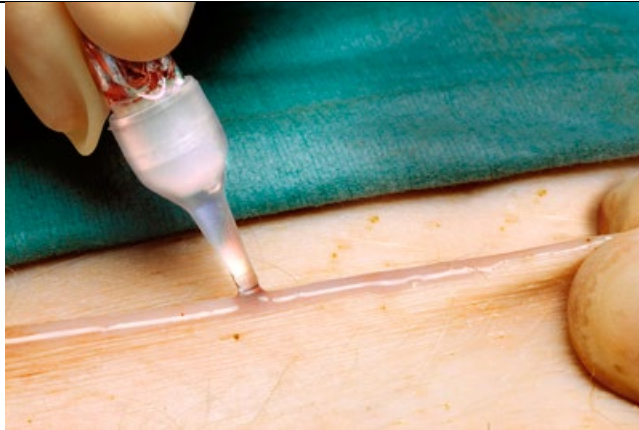
Mosselen plakken aan het oppervlak met een eiwit dat ze afscheiden. Dit eiwit kan nu worden gebruikt in een verbeterde wondlijm voor mensen.

Als je wel eens geprobeerd hebt om een mossel los te wrikken, weet je hoe vast het weekdier aan stenen kan zitten. Via zijn voet, waarop hij rondkruipt, scheidt de mossel een eiwit uit dat als een stevige, watervaste lijm fungeert.

Zuid-Koreaanse onderzoekers lieten zich erdoor inspireren tot een chirurgische lijm die een alternatief kan worden voor naald en draad, krammen en wondlijm van synthetisch materiaal.

Mossellijm laat geen littekens achter

De lijm, LAMBA (light-activated, mussel protein-based bioadhesive) genoemd, kan in nog geen 60 seconden wonden dichten en bloedingen stelpen zonder zichtbare littekens achter te laten. Zoals de naam al aangeeft, brengt licht een fotochemische reactie in de lijm teweeg, die de bindingen van de eiwitten en dus de kracht en het hechtingsvermogen van de lijm verhoogt.



Wondlijm dicht een wond zonder hechtingen of krammen. Met de nieuwe mossellijm kunnen artsen ook inwendige organen oplappen.

De lijm hardt uit dankzij het aminozuur tyrosine, dat tijdens de belichting sterkere verbindingen – dityrosinen – tussen de eiwitten smeedt.

Naast wonden op de huid kan de mossellijm bijvoorbeeld verwondingen aan inwendige organen oplappen, waar het bezwaarlijk kan zijn om naald en draad of synthetische lijm te gebruiken.

Zuid-Koreaanse onderzoekers hebben een biologische wondlijm ontwikkeld geïnspireerd op mosselen.

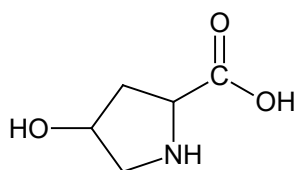
- 1 Welke toepassingen zien de Zuid-Koreaanse onderzoekers voor hun wondlijm?
- 2 Leg uit welk voordeel het gebruik van de wondlijm heeft ten opzichte van het gebruik van “naald en draad” of krammen bij het hechten van een wond.
- 3 Aan welke voorwaarde moet de lijm dan wel voldoen?

De lijm is geïnspireerd door een mosseleiwit. Een stukje uit de keten van dat eiwit heeft de volgende een-letter-codering: AKPSYPPTYK.

- 4 Geef met behulp van Binas tabel 67H aan wat de volgorde van de aminozuren is (van links naar rechts) in dit stukje eiwitketen.

Bij de wondlijm gebruikt men een gel van een eiwit dat onder andere het aminozuur tyrosine bevat: Ala-Lys-Pro-Ser-Tyr-Hyp-Hyp-Tyr-Dopa-Lys.

Hyp en Dopa zijn ook aminozuren. De structuurformule van het aminozuur Hyp (hydroxyproline) staat in figuur 1 gegeven.

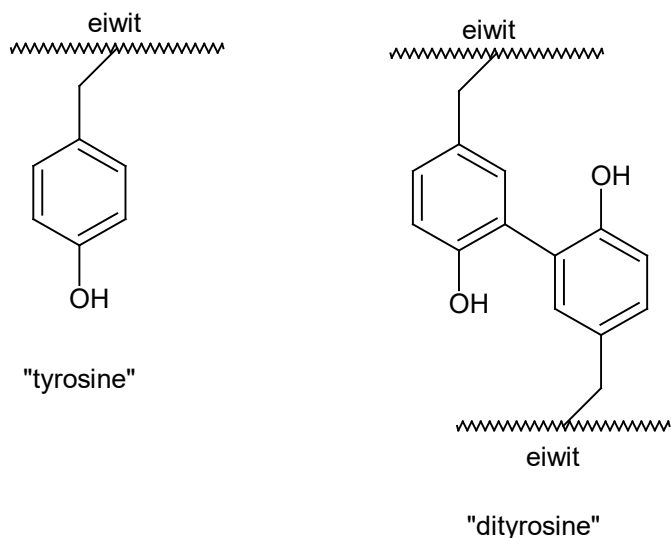


Figuur 1: structuurformule Hyp

- 5 Teken de structuurformule van het stukje eiwitketen Ser-Tyr-Hyp. Begin links met de NH_2 groep van Ser.

Dityrosine

Als tyrosine in een eiwitketen aanwezig is kunnen de eiwitketens gekoppeld worden door de vorming van dityrosine (figuur 2).



Figuur 2: Structuurformule tyrosine en dityrosine, beide in een eiwitstructuur

In het artikel staat “De lijm hardt uit dankzij het aminozuur tyrosine, dat tijdens de belichting sterkere verbindingen – dityrosinen – tussen de eiwitten smeedt.”.

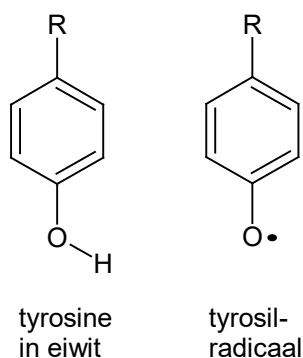
- 6 Leg uit dat de term “verbinding” in deze zin chemisch gezien niet het juiste woord is om te gebruiken. Geef tevens aan welk woord in plaats hiervan je kunt gebruiken.
- 7 Leg aan de hand van de halfreactie tyrosine/dityrosine uit dat je de omzetting van tyrosine in dityrosine kunt opvatten als een redoxreactie.
- 8 Treedt tyrosine in de redoxreactie op als oxidator of als reductor? Licht je antwoord toe.

In het artikel staat: “een fotochemische reactie in de lijm die de bindingen van de eiwitten en dus de kracht en het hechtingsvermogen van de lijm verhoogt”.

- 9 Leg uit waarom je mag verwachten dat de kracht van de lijm verhoogd wordt door de gevormde bindingen.

Mechanisme dityrosinevorming

De vorming van dityrosine vindt plaats onder invloed van licht in aanwezigheid van een katalysator. Het mechanisme van de vorming van dityrosine bestaat uit meerdere stappen. In een van de stappen staat tyrosine een H atoom af en vormt zo het tyrosilradicaal zoals weergegeven in figuur 3.

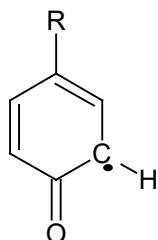


Figuur 3 Vorming tyrosilradicaal, R geeft CH₂ groep en eiwitketen weer

In figuur 3 staan de elektronenverplaatsingen niet weergegeven.

- 10 Geef in figuur 3 (op je antwoordblad) met elektronenverplaatsingen aan hoe het tyrosylradicaal wordt gevormd uit tyrosine.

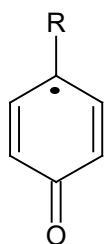
Met het tyrosylradicaal in figuur 3 kun je niet de vorming van dityrosine verklaren. Van het tyrosylradicaal bestaan meerdere mesomere grensstructuren. Eén ervan is weergegeven in figuur 4



Figuur 4

- 11 Laat op je antwoordblad met behulp van elektronenverplaatsingen zien hoe uit het tyrosylradicaal de mesomere grensstructuur uit figuur 4 te verklaren is.
12 Leg uit dat deze grensstructuur de vorming van dityrosine wel kan verklaren.
13 Laat op je antwoordblad met behulp van onder andere elektronenverplaatsingen zien hoe uit het tyrosylradicaal uit figuur 4 dityrosine gevormd wordt

In figuur 5 staat nóg een mogelijkheid voor een mesomere grensstructuur afgebeeld.

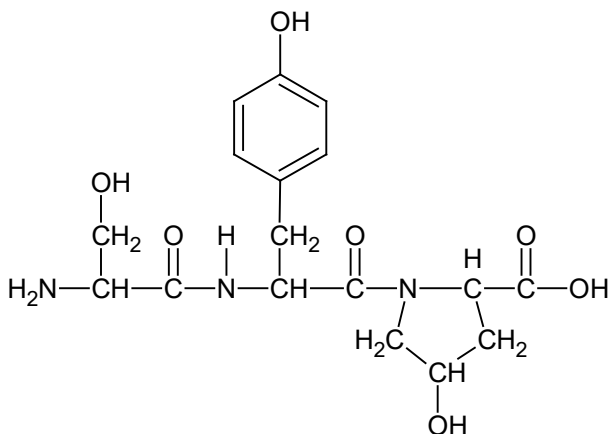


Figuur 5

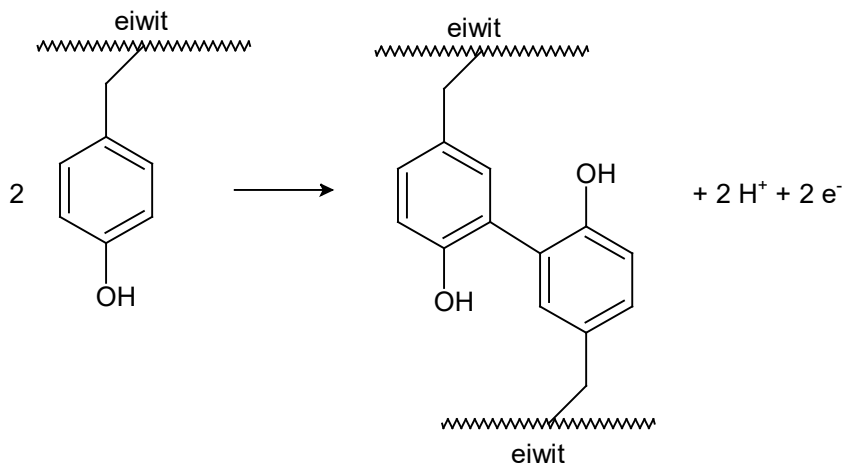
- 14 Leg uit dat vanuit deze mesomere grensstructuur niet makkelijk bruggen tussen de eiwitketens gevormd zullen worden.

Mossellijm lapt wonden pijlsnel op

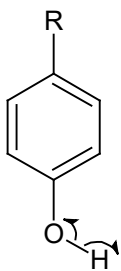
- 1 Met de wondlijm kun je een wond snel dicht en bloedingen stelpen.
2 Hechtdraadjes of krammen moeten na verloop van tijd verwijderd worden. Met deze
wondlijm blijven geen littekens over.
3 De lijm zal afbreekbaar moeten zijn (op niet te korte termijn).
4 AKPSYPPTYK staat voor alanine-lysine-proline-serine-tyrosine-proline-proline-
threonine-tyrosine-lysine
5



- 6 Een verbinding is een stof waarvan de deeltjes uit atomen/ionen van twee of meer elementen in een vaste verhouding bestaan. Een chemische binding is een aantrekkende kracht tussen twee of meer atomen, ionen of moleculen.

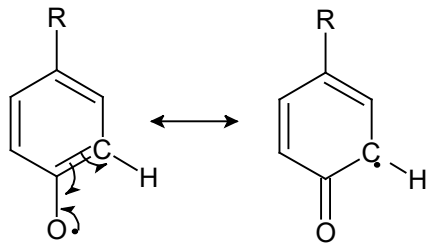


- 8 Tyrosine staat elektronen af, dus tyrosine is de reductor.
9 In de lijm wordt een driedimensionaal netwerk van eiwitketens gevormd.
10



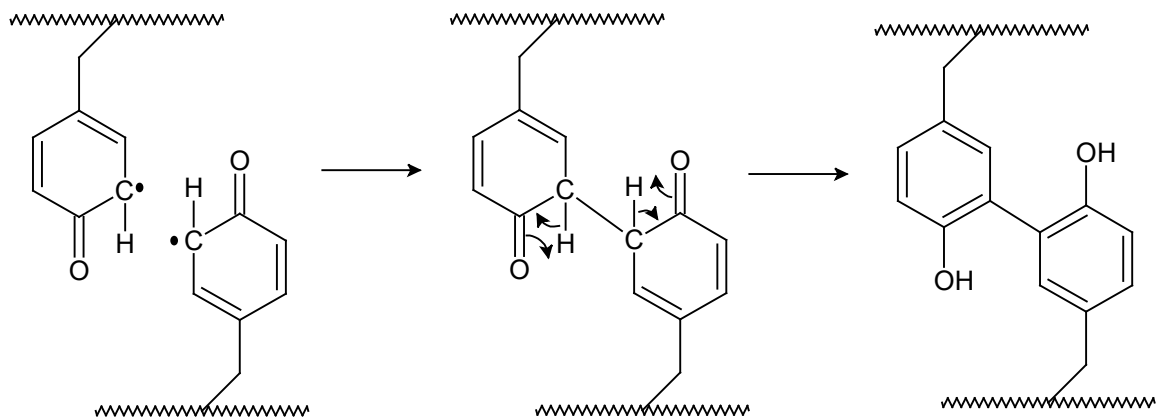
(n.b. het $\text{H}\bullet$ radicaal geeft vermoedelijk $\text{H}^+ + \text{e}^-$)

11



12 Als twee van de getekende radicalen uit figuur 4 met elkaar reageren kan de binding tussen de twee ringstructuren ontstaan.

13

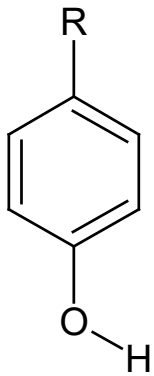


14 Door de aanwezige eiwitketen (de R groep) zal een te grote ruimtelijke hindering optreden om een binding te vormen tussen de radicalen.

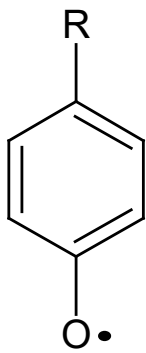
http://wibnet.nl/geneeskunde/medische-technologie/mossellijm-lapt-wonden-pijlsnel-op?utm_source=nb&utm_medium=email&utm_campaign=ill_nl_2016_5_24&utm_content=artikel

Antwoordblad

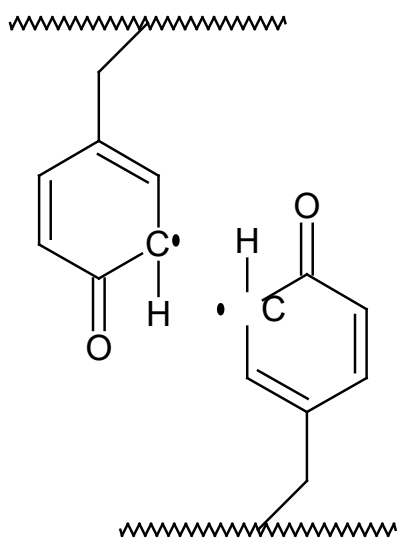
Vraag 10



Vraag 11



Vraag 13



STAALPRODUCTIE ZONDER CO₂-UITSTOOT

Klas	3 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Beginstoffen en reactieproducten, reactievergelijkingen
Trefwoorden	Staalproductie, endotherm, blokschema, waterstof, CO ₂ uitstoot
Vaardigheidsvraag	Informatiebewerkingsvraag

www.deingenieur.nl, 11 mei 2016

STAALPRODUCTIE ZONDER CO₂-UITSTOOT

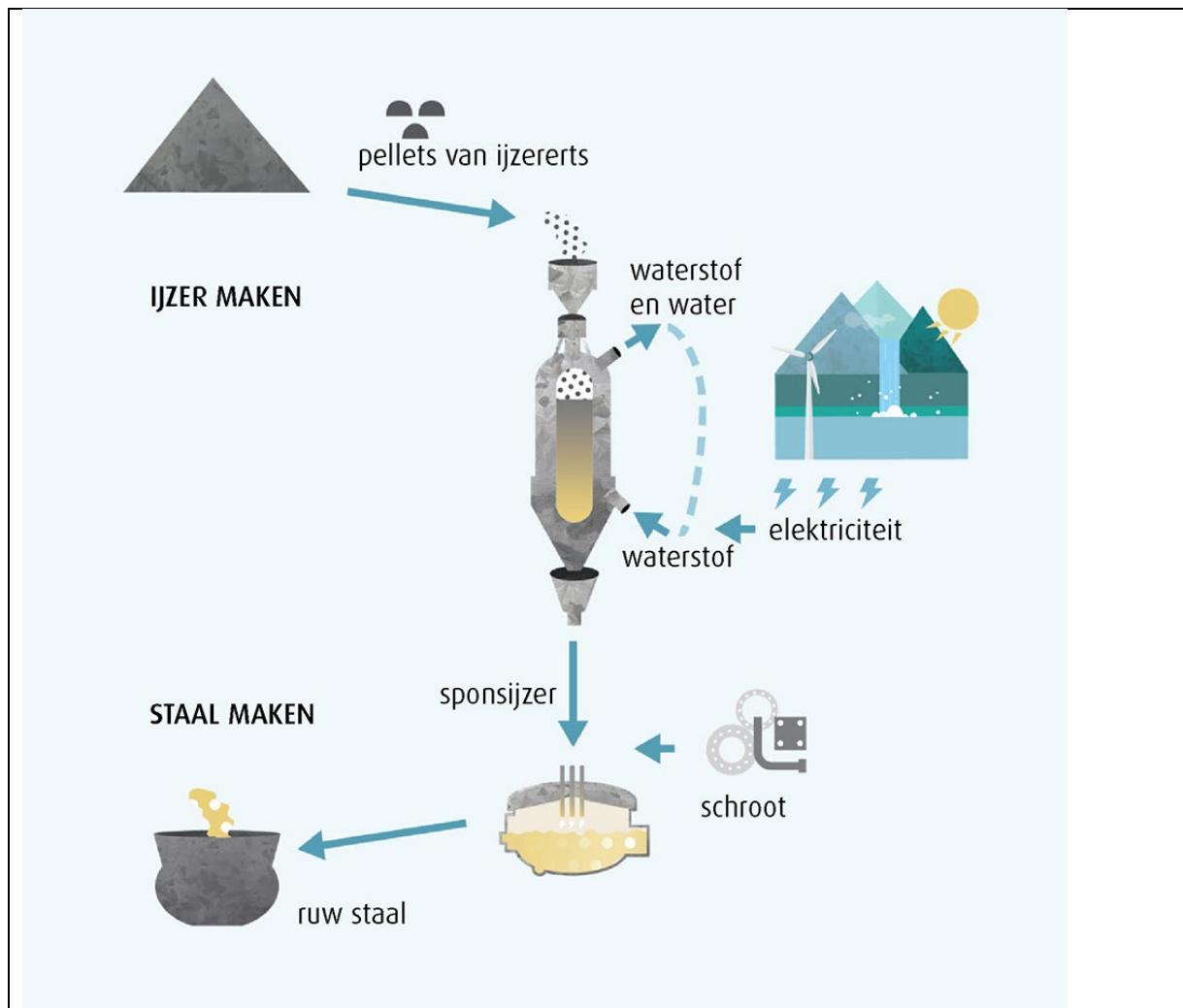


De Zweedse staalindustrie begint een langjarig onderzoeksproject om staal in de toekomst zonder CO₂-uitstoot te kunnen produceren. Dat kan door het ijzererts met waterstof te reduceren. Het enige restproduct dat dan vrijkomt, is water. Rond 2030 moet er een eerste demonstratiefabriek staan.

Het plan werd onlangs gelanceerd tijdens een gezamenlijke persconferentie van de Zweedse staalproducent SSAB, het energiebedrijf Vattenfal en het ijzerertsbedrijf LKAB.

Het idee van het vrijmaken van ijzer uit ijzererts met waterstof is niet nieuw; onder meer in het kader van het Europese ULCOS-project (Ultra-Low Carbon dioxide Steelmaking) zijn er al studies naar gedaan. Het proces vereist hoge temperaturen rond de 1000 °C om te zorgen dat het reductieproces, het losmaken van het zuurstofatoom uit het ijzeroxide, voldoende snel verloopt en om te voorkomen dat ijzerertsdeeltjes aan elkaar vastkoeken.

Uit het proces komt zogeheten sponsijzer – de naam verwijst naar de structuur – dat ontzettend snel roest. Daarom wordt het met schroot omgezet in ruw staal, dat dan vervolgens de verdere gebruikelijke bewerkingen ondergaat.



Ruw staal uit ijzererts maken met waterstof.

DUURZAME WATERSTOF

Cruciaal in dit nieuwe proces is de wijze waarop de waterstof wordt gemaakt. Zweden heeft het voordeel dat het met zijn kerncentrales en waterkracht nu al vrijwel CO₂-arm elektriciteit kan produceren. Volgens Vattenfall zijn er genoeg mogelijkheden om op een duurzame wijze de elektriciteit te produceren die nodig is voor de grote hoeveelheden waterstof die de staalproductie behoeft. (...)

Bij de huidige staalproductie komt veel CO₂ vrij. De Zweedse staalindustrie begint een onderzoeksproject om staal in de toekomst zonder CO₂ -uitstoot te produceren.

- 1 Leg uit waarom het belangrijk is dat de staalproductie zonder CO₂ -uitstoot gaat verlopen.

In de figuur "Ruw staal uit ijzererts maken met waterstof" wordt de productie van ruw staal zeer schematisch weer gegeven.

- 2 Zet deze figuur om in een blokschema voor het proces.

De benodigde waterstof wordt uit water gemaakt met behulp van elektriciteit.

- 3 Geef de naam van het proces waarmee men waterstof maakt uit water met behulp van elektriciteit.
- 4 Welk *type* reactie verloopt bij dit proces?
- 5 Noteer de vergelijking van de reactie die bij dit proces verloopt.
- 6 Leg uit waarom de benodigde waterstof met duurzame elektriciteit moet worden geproduceerd.
- 7 Noem twee manieren om duurzame elektriciteit te produceren.

Voor ijzererts gebruikt de tekenaar van de eerste figuur in het artikel de formule Fe_2O_3 .

- 8 Noteer de reactievergelijking voor het omzetten van ijzeroxide met waterstof in onder andere ijzer.
- 9 Leg met behulp van een gegeven uit het artikel uit of deze reactie een exotherm of een endotherm proces is.
- 10 Leg uit waardoor het gevormde sponsijzer heel snel roest.
- 11 Wat wordt gedaan om dit te vermijden?

Het gebruikte ijzererts is geen zuiver Fe_2O_3 maar bevat allerlei verontreinigingen.

- 12 Geef in het blokschema van vraag 2 aan waar de resten van deze verontreinigingen het proces verlaten.

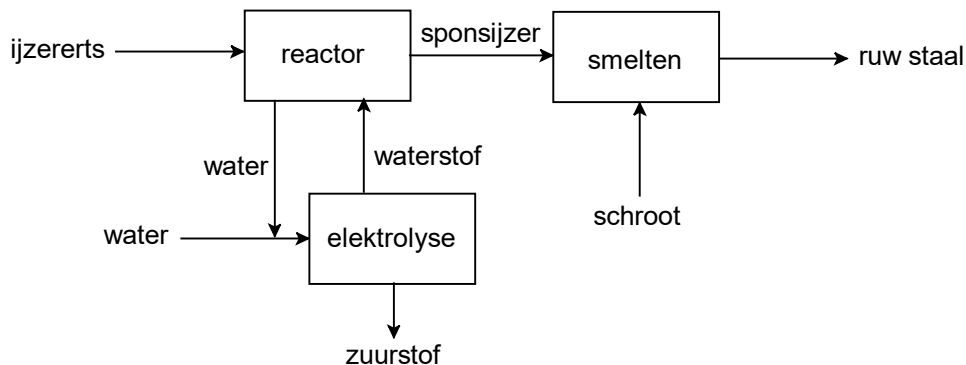
In staal is de aanwezigheid van koolstof (minder dan 2 %) essentieel.

- 13 Leg uit of je, door waterstof als vervanger voor koolstof te gebruiken, staal krijgt in het proces zoals beschreven is in het artikel.

Staalproductie zonder CO₂

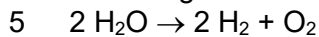
- 1 CO₂ is een belangrijk broeikasgas dat bijdraagt aan het versterkt broeikaseffect. Door de uitstoot van CO₂ te verminderen lever je een bijdrage aan het verkleinen van het versterkt broeikaseffect.

2



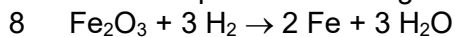
3 Elektrolyse

4 Ontledingsreactie.



6 Als men de elektriciteit niet duurzaam produceert komt er toch nog veel CO₂ vrij. Denk aan productie van elektriciteit in een kolencentrale.

7 Met behulp van windenergie of zonne-energie of waterkracht.

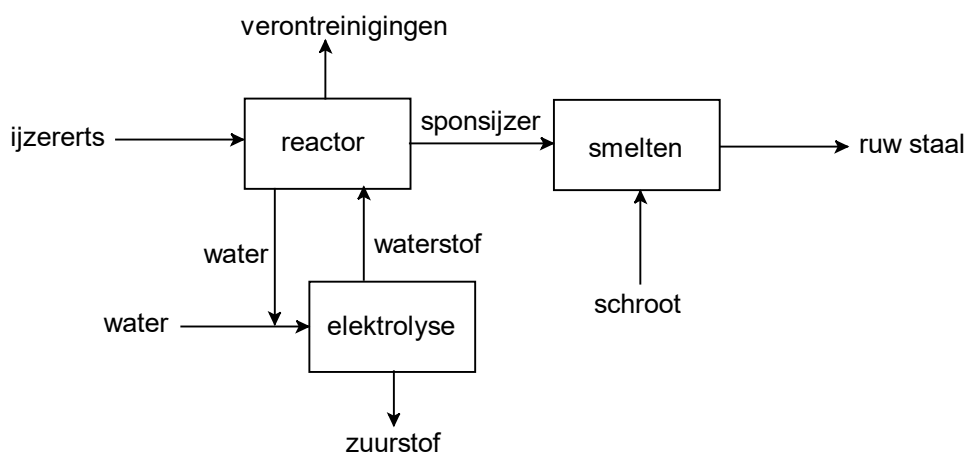


9 In het artikel staat dat de reactie plaats vindt bij 1000 °C. Dat betekent dat er energie moet worden toegevoerd: een endotherme reactie.

10 Een sponsachtige structuur heeft door alle “kanaaltjes” een heel groot oppervlak. Bij een groot oppervlak kan een reactie sneller verlopen.

11 Het sponsijzer wordt met (ijzer)schroot omgezet in ruw staal.

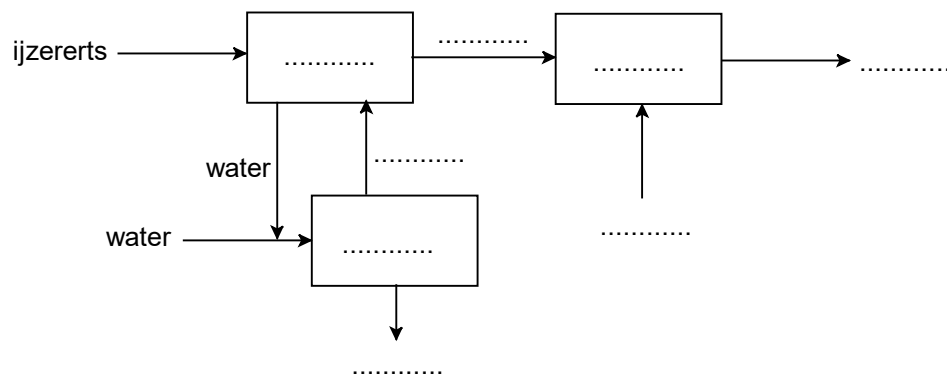
12



13 Als het schroot niet voldoende koolstof bevat is er geen sprake van de productie van staal.

Leeg blokschema:

U kunt eventueel ook bij vraag 2 het onderstaande lege blokschema geven:



Artikel: <https://www.deingenieur.nl/artikel/staalproductie-zonder-co2-uitstoot>

MEER STAAL, MINDER CO₂

Klas	5hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Redox, rekenen aan reacties
Trefwoorden	IJzerproductie, staal, hoogoven, CO ₂ , reductie, berekening
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C2W, 3 juni 2016

Meer staal, minder CO₂

Bij elke ton staal die een hoogoven produceert, komt meer dan anderhalve ton CO₂ vrij. Hoe kan de staalindustrie haar immense uitstoot inperken?

ArcelorMittal werkt op zijn site in het Gentse havengebied momenteel druk aan een nieuwe gaspijpleiding. Die zal geen brandstof transporteren, maar hoogovengas - een mengsel van stikstof, koolstof, en zwaveloxides dat vrijkomt bij de productie van ruw ijzer. Dat gas gaat nu nog via een bestaande pijpleiding naar een elektriciteitscentrale, die het verbrandt. Daarbij komt veel CO₂ vrij.

Energievreter

De cijfers liegen er niet om: de staalindustrie is een van de meest energie-intensieve en daardoor ook een van de meest klimaat-onvriendelijke sectoren. Per ton geproduceerd staal komt in de Gentse hoogovens 1,74 ton CO₂ vrij - dat is jaarlijks 9 miljoen ton. En dan behoort Gent nog tot de betere leerlingen van de klas. Volgens een McKinsey-studie uit 2013 bedraagt de uitstoot wereldwijd gemiddeld 2,6 ton per ton staal - voor sommige Chinese bedrijven zelfs tot 4 ton. Overigens doet concurrent Tata Steel, die de enige staalfabriek in Nederland uitbaat, het met 1,70 ton CO₂ per ton een tikkeltje beter dan Gent. De site in Gent is goed voor 8 % van de totale Belgische uitstoot. De Tata-site in IJmuiden is met zijn 11,9 miljoen ton per jaar de grootste CO₂ producent van Nederland met 6,5 % van het totaal. Kortom, de staalsector zit met een serieus probleem. Zeker als de Europese Commissie de sector straks emissienormen wil gaan opleggen.

Bio-ethanol

De nieuwe gaspijpleiding past in het 'groenere' plaatje dat ArcelorMittal zich wil aanmeten. Het bedrijf zal een deel van het hoogovengas transporten naar een nieuwe pilootinstallatie waar bacteriën het omzetten in biobrandstof. Het doel van dit project, genaamd Steelanol, is een volwaardige demo-installatie te bouwen. 'De kern van de installatie is een fermentatietank', zegt projectcoördinator Wim Van der Stricht van ArcelorMittal. 'Daarin zitten bacteriën die koolstofmonoxide en waterstofgas, die we beide eerst uit het hoogovengas afscheiden, omzetten naar bio-ethanol. Dat eindproduct willen we vervolgens gaan verkopen.'

De fermentatie van CO tot ethanol is een kolfje naar de hand van de bacterie *Clostridium autoethanogenum*, een anaerobe microbe die van nature voorkomt in de buurt van hydrothermale bronnen op de oceaانبodem. De Nieuw-Zeelandse firma Lanzatech 'pimpde' de bacterie tot een microscopische snelkookpan die ook nog eens bestand is tegen het giftige hoogovengas. Lanzatech bezit trouwens het octrooi op de unieke fermentatietechnologie. De streefcijfers van Steelanol zijn best indrukwekkend. De installatie moet vanaf 2018 elk jaar 60 miljoen liter aan biobrandstof opleveren.

Bij elke ton staal die een hoogoven produceert, komt meer dan anderhalve ton koolstofdioxide vrij. De grondstof is ijzererts met ijzer(III)oxide als de voornaamste ijzerhoudende verbinding. Dit reageert in een hoogoven met koolstofmono-oxide tot ijzer en koolstofdioxide.

- 1 Geef de reactievergelijking van deze omzetting.
- 2 Laat via een berekening zien hoeveel ton koolstofdioxide zo ontstaat per ton gevormd ijzer.

In het hoogovenproces wordt ook kalksteen toegevoegd om gesteente te binden tot 'slak'.

- 3 Leg uit waardoor de totale uitstoot van koolstofdioxide hoger is dan de berekende hoeveelheid bij vraag 2.

De uitstoot van koolstofdioxide verschilt nogal per hoogoven.

- 4 Geef een mogelijke verklaring voor dit verschil.

Een initiatief om de CO₂ - uitstoot te verminderen en daardoor het proces duurzamer maken is de verwerking van hoogovengas tot bio-ethanol. Uit het hoogovengas worden daarvoor eerst koolstofmono-oxide en waterstofgas afgescheiden.

- 5 Geef de reactievergelijking van de omzetting van de afgescheiden gassen in ethanol.

De installatie moet vanaf 2018 elk jaar 60 miljoen liter bio-ethanol opleveren.

- 6 Bereken hoeveel kg koolstofmono-oxide hiervoor nodig is.

Volgens Wim Van der Stricht van ArcelorMittal moet er een daling van 120.000 ton aan koolstofdioxide-uitstoot jaarlijks mogelijk zijn.

- 7 Laat zien of de hoeveelheid koolstofmono-oxide die je berekend hebt in vraag 6 hiermee overeenkomt.

Meer staal, minder CO₂

- 1 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{CO} \rightarrow 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$.
- 2 1 ton ijzer = 1000 kg ijzer = $1000/55,85 = 17,9$ kmol ijzer. Uit de reactievergelijking volgt dat daarbij dan $3/2 \times 17,9 = 26,9$ kmol CO₂ ontstaat. $26,9 \text{ kmol} = 26,9 \times 44,01 = 1180 \text{ kg CO}_2 = 1,18 \text{ ton}$.
- 3 Bij de reactie van kalksteen (CaCO₃) komt ook CO₂ vrij.
- 4 Niet alle fabrieken werken even efficiënt.
- 5 $2 \text{CO} + 4 \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$.
- 6 60 miljoen liter ethanol $\equiv 60 \cdot 10^6 \times 0,80 = 4,8 \cdot 10^7 \text{ kg ethanol} \equiv 4,8 \cdot 10^7 / 46,069 = 1,0 \cdot 10^6 \text{ kmol}$. Dit is gevormd uit $2 \times 1,0 \cdot 10^6 = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kmol CO} \equiv 2,1 \cdot 10^6 \times 28,010 = 5,8 \cdot 10^7 \text{ kg CO}$, ofwel 58 miljoen kg CO.
- 7 $2,1 \cdot 10^6 \text{ kmol CO}$ reductie, dan ook $2,1 \cdot 10^6 \text{ kmol CO}_2$ reductie $\equiv 2,1 \cdot 10^6 \times 44,01 = 9,2 \cdot 10^7 \text{ kg} = 9,2 \cdot 10^4 \text{ ton}$. Ofwel 92000 ton. Dit is een lagere waarde dan de genoemde 120 000 ton = $1,2 \cdot 10^5 \text{ ton}$.
Of: Daling 120.000 ton CO₂ uitstoot $\equiv 120000 \cdot 10^3 / 44,01 = 2,73 \cdot 10^6 \text{ kmol CO}_2$. Berekend in vraag 6: $2,1 \cdot 10^6 \text{ kmol CO}_2 \equiv 2,1 \cdot 10^6 \text{ kmol CO}_2$. Er wordt dus een grotere daling geclaimd dan in werkelijkheid kan worden omgezet.

RECYCLING PREPARATIVE HPLC

Klas	5,6 v
Subdomein	Chemische vakmethodes
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Chromatografie
Trefwoorden	Vloeistofchromatografie, HPLC, recycling vloeistofstroom
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

HPLC-MS advertentie, maart 2016

Recycling Preparative HPLC is ...

It provides a fast and elegant approach to purify mg-gram quantities of starting materials, intermediates, and final products. The basic concept is to direct samples post-column back to the beginning of the column in a closed loop system. The effective column length and resolution increased accordingly with each cycle. No additional solvents are used during recycling. When the baseline resolution is achieved, samples are collected.

With use of a long column

With recycling technique

The sample flows through the same columns repeatedly for better separation.

[Disadvantages]

- 1 Leads to expenses of purchasing longer columns.
- 2 Rises solvent consumption.
- 3 Causes high column pressure. = It is not realistic.

[Advantages]

- 1 Reduces expenses of purchasing columns.
- 2 Stops consuming solvent - high cost performance and good for environmental.
- 3 Achieves the same separation as if using a longer column.

208 Musashi, Mizuho, Nishitama, Tokyo 190-1213 URL <http://www.jai.co.jp/english> Email to jai-overseas@jai.co.jp

Chromatografie is een scheidingsmethode die op verschillende manieren kan worden uitgevoerd. De afkorting HPLC betekent High Pressure Liquid Chromatography ofwel hogedruk vloeistof chromatografie. Bij HPLC is de mobiele fase een vloeistof, die onder hoge druk door de kolom met dragermateriaal wordt geperst.

In de tekeningen van de advertentie staat het proces van HPLC weergegeven.

1 Op welk principe berust de werking van HPLC?

Bij HPLC wordt gewerkt met hoge druk om de vloeistof door de kolom te persen. Voor een goede scheiding is een lange kolom nodig.

2 Welk bezwaar brengt dit met zich mee (zie de 'Disadvantages')?

Om aan dit bezwaar tegemoet te komen, hebben de Japanse onderzoekers een slim idee bedacht. In de advertentie zijn twee tekeningen boven elkaar gezet. In de onderste tekening staat het Japanse idee weergegeven.

- 3 Wat is het verschil in procesgang van beide tekeningen?
- 4 Leg uit dat bij beide werkwijzen toch uiteindelijk hetzelfde beeld van de pieken te zien is.
- 5 Wat geven de piekoppervlakken aan?

In de onderste tekening wordt gesproken over 1st cycle, 2nd cycle en 3rd cycle..

- 6 Wat wordt hiermee bedoeld?
- 7 Leg uit dat door de drie cycli de scheiding van de pieken steeds duidelijker wordt.
- 8 Leg uit welk bestanddeel zich beter hecht aan de stof in de kolom.

Er worden diverse voordelen opgesomd als er gewerkt wordt volgens de methode van de onderste tekening.

- 9 Licht de eerste twee genoemde voordelen toe.

In het voorbeeld in de advertentie worden drie 'cycles' gebruikt.

- 10 Wat bepaalt er hoeveel 'cycles' nodig zijn? Geef de Engelse tekst en een Nederlandse toelichting daarop.

Recycling preparative HPLC

- 1 HPLC berust op verschil in aanhechtingsvermogen van de opgeloste stoffen aan het dragermateriaal van de kolom.
- 2 Causes high column pressure. Te hoge druk in de kolom.
- 3 In de bovenste tekening doorloopt het te onderzoeken mengsel slechts eenmaal een lange kolom, bij de onderste tekening driemaal een kortere kolom.
- 4 Uiteindelijk is bij beide processen de verblijftijd in de kolom hetzelfde dus krijg je ook hetzelfde chromatogram.
- 5 Het piekoppervlak geeft aan hoeveel er van een bepaalde stof verhoudingsgewijs in het mengsel aanwezig is.
- 6 Hiermee wordt bedoeld dat het te onderzoeken mengsel driemaal dezelfde kolom passeert.
- 7 De kolom blijft hetzelfde dus het verschil in aanhechtingsvermogen ook. Omdat je driemaal de kolom passeert wordt driemaal het verschil in de verblijftijd toegepast.
- 8 De stof die er het langst over doet om de kolom te verlaten, dus de linker piek.
- 9 Voordeel 1: je hebt een minder lange kolom nodig, dus is goedkoper.
Voordeel 2: Je hebt ook minder vloeistof nodig. De (zeer zuivere) vloeistoffen zijn duur en vaak milieubelastend.
- 10 'When the baseline resolution is achieved, samples are collected.' Zodra de scheiding van de pieken volledig is worden de gescheiden stoffen afgetapt.