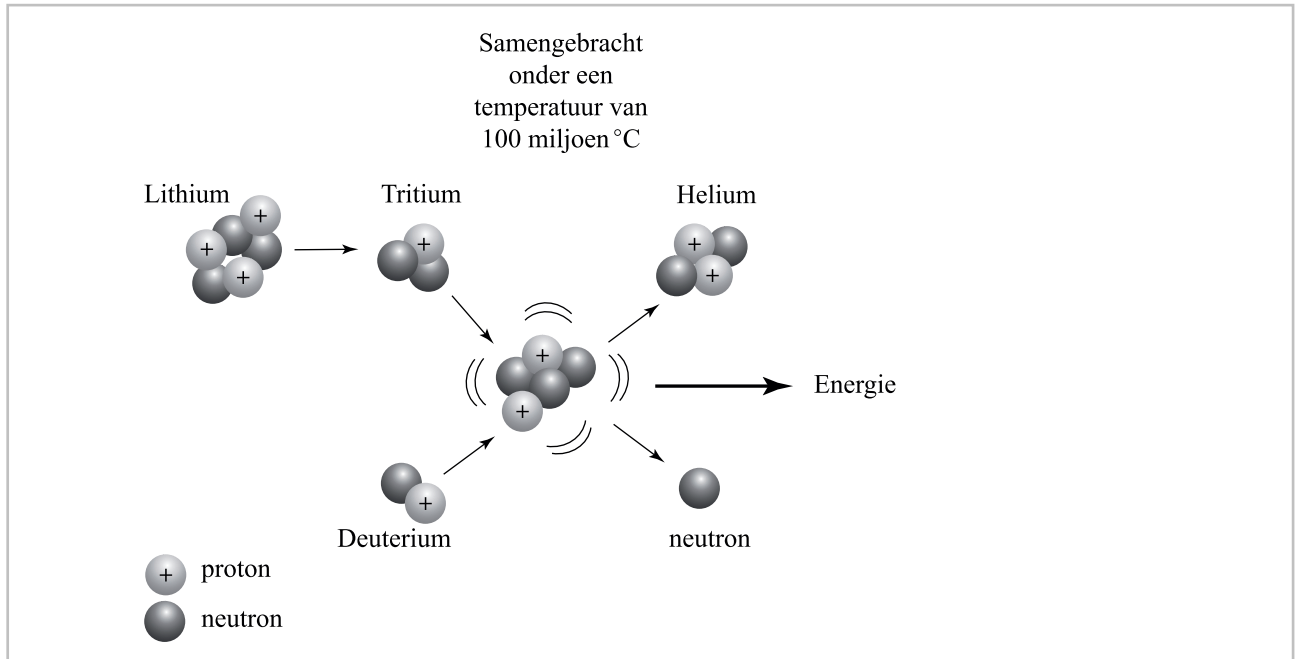


Kernfusie

In een krantenartikel over een experimentele kernfusiereactor in Frankrijk wordt het kernfusieproces schematisch weergegeven (zie figuur 1). Alle protonen en neutronen in de getekende kernen zijn zichtbaar. Het weergegeven proces wordt in het krantenartikel ook beschreven (zie tekstfragment 1). In de toekomst moeten kernfusiereactoren energie leveren aan het elektriciteitsnet.

figuur 1



tekstfragment 1

Een zon op aarde

De grondstoffen voor de kernfusie zijn lithium en deuterium. Het lithium wordt eerst bestraald met neutronen, waardoor elke kern uiteenvalt in drie tritiumkernen. Het tritium wordt vervolgens met deuterium gemengd en in de reactor gespoten. Die is zo heet dat atoomkernen en elektronen van elkaar worden gescheiden. De tritiumkernen smelten samen met

deuteriumkernen, waarbij heliumkernen en neutronen ontstaan. De heliumkernen worden afgezogen. De energie die ontstaat, wordt omgezet in elektriciteit. De neutronen worden opgevangen en weer gebruikt om lithium te bestralen. Per saldo ontstaan er geen neutronen.

naar: de Volkskrant

Eindexamen scheikunde havo 2009 - II

havovwo.nl

Tritiumkernen en deuteriumkernen zijn kernen van atomen die tot hetzelfde element behoren.

- 2p **1** Wat is de naam van dat element? Geef een verklaring voor je antwoord met behulp van informatie uit figuur 1 en het periodiek systeem.

In de natuur komen lithiumatomen met massagetal 6 (Li-6) en massagetal 7 (Li-7) voor. Uit figuur 1 kan worden afgeleid of in het beschreven proces Li-6 dan wel Li-7 wordt gebruikt.

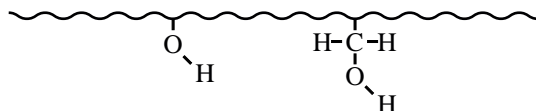
- 2p **2** Leg aan de hand van figuur 1 uit of in het beschreven proces Li-6 dan wel Li-7 wordt gebruikt.

- 2p **3** Hoeveel neutronen zijn nodig om één lithiumkern om te zetten tot tritiumkernen? Geef een verklaring voor je antwoord met behulp van gegevens uit figuur 1 en/of tekstfragment 1.

- 1p **4** Is kernfusie een endotherm of een exotherm proces? Geef een verklaring voor je antwoord.

Papier en (afval)water

Papier bestaat grotendeels uit vezels (cellulose). De binding tussen de papiervezels wordt verkregen door waterstofbruggen tussen de hydroxylgroepen die in cellulose aanwezig zijn. Hieronder staat zo'n cellulosemolecuul schematisch weergegeven:



- 2p 5 Op de uitwerkbijlage staan twee cellulosemoleculen schematisch weergegeven. Teken tussen deze moleculen twee waterstofbruggen. Teken de waterstofbruggen als •••.

Om de kwaliteit van het papier te verbeteren, worden doorgaans vulstoffen en hulpstoffen toegevoegd. Zo kan titaanwit (titaan(IV)oxide) worden toegevoegd om het papier minder doorzichtig te maken. Voor het verhogen van de beschrijfbaarheid van het papier wordt vaak calciumcarbonaat toegevoegd.

- 1p 6 Geef de formule van titaanwit.

Ongeveer vijfenzeventig procent van het papier dat in Nederland wordt geproduceerd, wordt gemaakt uit oud papier. Oud papier wordt in draaiende trommels gemengd met water en vermalen tot pulp. Het gebruikte water wordt tijdens het proces verontreinigd. De verontreiniging wordt voor een groot deel veroorzaakt door het vrijkomen van zetmeel, dat als bindmiddel aan het papier werd toegevoegd. In het water wordt zetmeel gehydrolyseerd tot glucose.

- 3p 7 Geef de reactievergelijking van de volledige hydrolyse van zetmeel tot glucose in molecuulformules. Gebruik als formule voor een molecuul zetmeel $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Glucose wordt onder invloed van bacteriën omgezet tot organische zuren. Een van deze zuren is butaanzuur, een stof met een onaangename geur. De in het proceswater gevormde zuren reageren langzaam met calciumcarbonaat, dat in de pulp aanwezig is.

- 2p 8 Geef de structuurformule van butaanzuur.

- 3p 9 Geef de reactievergelijking van de reactie van calciumcarbonaat met een zuur. Gebruik voor het zuur de notatie H^+ . Neem aan dat het zuur in overmaat aanwezig is.

Het verontreinigde afvalwater wordt gereinigd en opnieuw in het productieproces gebruikt.

In een papierfabriek is men gestart met een nieuw, verbeterd proces om het afvalwater te reinigen. In tabel 1 staat weergegeven hoe de gemiddelde samenstelling van het gereinigde afvalwater door het verbeterde reinigingsproces is veranderd.

tabel 1
Gemiddelde samenstelling van het gereinigde afvalwater

aanwezige deeltjes	concentratie bij het oude proces (g L ⁻¹)	concentratie bij het nieuwe proces (g L ⁻¹)
Ca ²⁺	3,7	0,54
Cl ⁻	0,55	0,45
ethaanzuur	5,0	1,0
propaanzuur	0,40	0,02
butaanzuur	0,70	0,25
melkzuur	5,8	0,80
overige verontreinigingen	35	7,5

Om de kwaliteit van het gereinigde afvalwater te bepalen, wordt onder andere het elektrisch geleidingsvermogen gemeten. Dit geleidingsvermogen blijkt door de invoering van het nieuwe reinigingsproces sterk te zijn afgenomen.

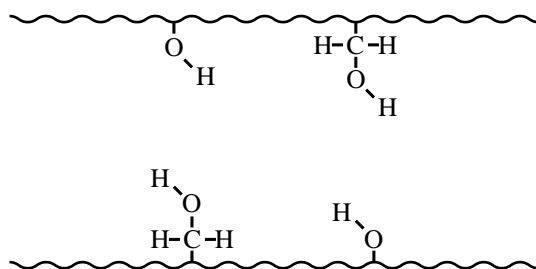
- 1p **10** Leg uit, aan de hand van tabel 1, dat het elektrisch geleidingsvermogen van het gereinigde afvalwater is afgenomen door het in gebruik nemen van het nieuwe proces. Neem hierbij aan dat de ‘overige verontreinigingen’ geen bijdrage leveren aan het elektrisch geleidingsvermogen.

Bij het nieuwe proces wordt meer butaanzuur verwijderd dan bij het oude proces. Bij beide processen wordt 50 m³ water per uur gereinigd.

- 2p **11** Bereken hoeveel gram butaanzuur, per uur, extra wordt verwijderd bij het nieuwe proces.

uitwerkbijlage

5



Zwavelzuur uit zinkerts

Het bedrijf Nyrstar Budel in Noord-Brabant is een belangrijke producent van het metaal zink. De grondstof voor zink is zinkerts, dat vooral uit zinksulfide (ZnS) bestaat. Eén van de eerste stappen in de productie van zink is het verhitten van zinkerts met zuurstof. Hierbij ontstaan zinkoxide en zwaveldioxide.

- 2p **12** Geef de vergelijking van deze reactie van zinksulfide met zuurstof.

Het ontstane zwaveldioxide mag niet in de lucht terecht komen, omdat het zure regen veroorzaakt. Daarom zet het bedrijf het zwaveldioxide om tot zwavelzuur. De omzetting van zwaveldioxide tot zwavelzuur verloopt in een aantal stappen. De eerste stap is de reactie van zwaveldioxide met zuurstof. Hierbij ontstaat het gas zwaveltrioxide (SO_3). Deze reactie is een evenwichtsreactie, waarbij het evenwicht zich normaal gesproken erg langzaam instelt.

- 2p **13** Geef de vergelijking van het evenwicht tussen zwaveldioxide, zuurstof en zwaveltrioxide.

- 1p **14** Leg uit of dit een homogeen evenwicht, een heterogeen evenwicht of een verdelingsevenwicht is.

In de buitenlucht wordt de reactie van zwaveldioxide met zuurstof gekatalyseerd door metaalionen die in de muren van gebouwen aanwezig zijn. In de reactor van de zwavelzuurfabriek wordt een vaste katalysator gebruikt. Over deze katalysator wordt, bij $280\text{ }^\circ\text{C}$, een mengsel van zwaveldioxide en zuurstof geleid.

- 2p **15** Noem twee oorzaken waardoor het evenwicht zich in de reactor sneller instelt dan in de buitenlucht.

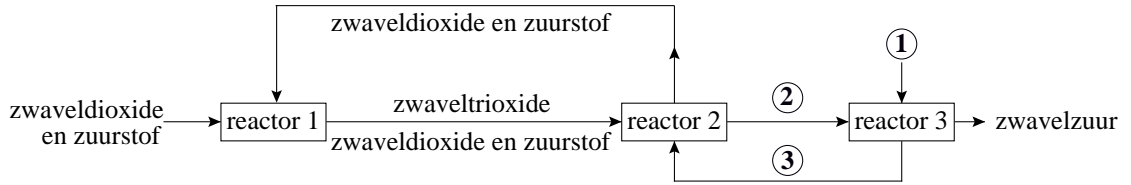
Doordat er een evenwicht ontstaat, wordt niet al het zwaveldioxide en alle zuurstof in de reactor omgezet. Hierdoor ontstaat een mengsel van zwaveldioxide, zuurstof en zwaveltrioxide. Dit mengsel wordt gekoeld tot $100\text{ }^\circ\text{C}$. Daarna komt het in een tweede reactor. In deze tweede reactor wordt voortdurend zwavelzuur geleid. Het zwaveltrioxide reageert dan met het zwavelzuur tot oleum ($H_2S_2O_7$). De vergelijking van deze reactie is:



Behalve deze reactie vindt ook een scheiding plaats: het zwaveldioxide en de zuurstof worden vanuit de tweede reactor teruggeleid naar de eerste reactor, het oleum gaat naar een derde reactor. In de derde reactor reageert het oleum met water, waarbij zwavelzuur ontstaat.

Een vereenvoudigd blokschema voor de productie van zwavelzuur staat hieronder weergegeven.

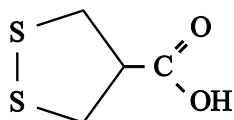
blokschema



- 2p **16** Geef de vergelijking van de reactie in de derde reactor.
- 3p **17** Geef de namen of formules van de stoffen die bij de nummers 1, 2 en 3 in het blokschema moeten worden vermeld.
Noteer je antwoord als volgt:
stof 1 is ...
stof 2 is ...
stof 3 is ...

Aspergegeur

In een aspergeplant komen asparagusinezuur en de ethylester van asparagusinezuur voor. Van deze stoffen is maar weinig in de plant aanwezig. Toch zorgen ze voor de speciale smaak van asperges. De structuurformule van asparagusinezuur ($C_4H_6O_2S_2$) wordt vaak als volgt schematisch weergegeven:



In deze structuurformule is een aantal van de symbolen C en H weggelaten.

- 2p **18** Geef de complete structuurformule van asparagusinezuur.

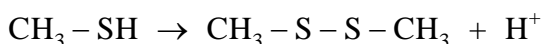
De ethylester van asparagusinezuur is de ester die ontstaat bij de reactie van asparagusinezuur met ethanol.

- 2p **19** Geef de structuurformule van de ethylester van asparagusinezuur. Gebruik hiervoor bovenstaande schematische structuurformule.

Asparagusinezuur wordt in het lichaam door enzymen afgebroken. Hierbij ontstaat methaanthiol (CH_3SH). Methaanthiol kan vervolgens worden omgezet tot andere zwavelhoudende verbindingen, zoals dimethyldisulfide. Zowel methaanthiol als dimethyldisulfide dragen bij tot de karakteristieke 'aspergegeur' van urine. Reeds een half uur na het eten van een portie asperges, waarin ongeveer 1 mg asparagusinezuur zit, kan deze geur worden waargenomen.

- 3p **20** Bereken hoeveel mg methaanthiol maximaal kan ontstaan met de hoeveelheid zwavel die aanwezig is in 1,0 mg asparagusinezuur. Gebruik hierbij onder andere het gegeven dat de massa van een mol asparagusinezuur 150,2 g is.

De omzetting van methaanthiol tot dimethyldisulfide is een redoxreactie. De vergelijking van de halfreactie waarin het dimethyldisulfide ontstaat, is hieronder onvolledig weergegeven. De elektronen (e^-) en de coëfficiënten zijn weggelaten.



- 3p **21** Neem deze vergelijking over. Zet aan de juiste kant van de pijl e^- en maak de vergelijking kloppend.
- 2p **22** Is voor de omzetting van methaanthiol tot dimethyldisulfide een oxidator of een reductor nodig? Geef een verklaring voor je antwoord.

Het blijkt dat niet bij iedereen, na het eten van asperges, de urine de ‘aspergegeur’ heeft, terwijl het asparagusinezuur wel is afgebroken. Over de oorzaak daarvan bestaan verschillende hypothesen. Eén daarvan is dat een aantal mensen een enzym mist dat bij de beschreven afbraak van asparagusinezuur is betrokken.

- 1p **23** Leg uit hoe het missen van een enzym kan leiden tot het ontbreken van de ‘aspergegeur’ van de urine.

Jozo

In de winkel is het zogenoemde ‘Jozo’-zout verkrijgbaar. Hieronder staat de samenstelling van Jozo, zoals weergegeven op de verpakking, vermeld.

Ingrediënten: - Zout (NaCl) min. 99,7%
- Jodium (KI) 50 mg/kg
- Antiklontermiddel

Joeri onderzoekt het Jozo. Hij brengt 25 g Jozo in 100 mL water (van 298 K). De ontstane ‘oplossing’ is enigszins troebel. Hij vraagt zich af of dit komt doordat hij teveel Jozo heeft gebruikt.

- 1p **24** Bereken hoeveel gram NaCl kan oplossen in 100 mL water van 298 K. Gebruik Binas-tabel 45B. Neem aan dat de dichtheid van water $1,00 \text{ kg L}^{-1}$ is.
- 3p **25** Leg voor elk van de gegeven ingrediënten uit of deze de troebeling kan veroorzaken.
- 3p **26** Bereken de $[I^-]$ in de oplossing. Neem hierbij aan dat het totale volume, na het oplossen van het Jozo, 109 mL is.

Joeri wil aantonen dat een Jozo-oplossing jodide-ionen bevat. Om jodide-ionen in een oplossing aan te tonen kan men een scheutje zetmeeloplossing en een aangezuurde waterstofperoxide-oplossing toevoegen. Als jodide-ionen aanwezig zijn, vindt een redoxreactie plaats waarbij jood ontstaat. Wanneer zetmeel in contact komt met jood, kleurt de oplossing blauw.

- 3p **27** Geef de vergelijking van de reactie die plaatsvindt wanneer een aangezuurde waterstofperoxide-oplossing wordt toegevoegd aan een oplossing die jodide-ionen bevat. Noteer beide halfreacties en de vergelijking van de totale redoxreactie.

Joeri schenkt een scheutje zetmeeloplossing bij de Jozo-oplossing en voegt vervolgens een overmaat van een aangezuurde waterstofperoxide-oplossing toe. De oplossing kleurt blauw. Er is dus jood ontstaan.

Tot verbazing van Joeri verdwijnt de blauwe kleur na enige tijd.

Hij bedenkt twee hypothesen voor het verdwijnen van de blauwe kleur:

1 Het ontstane jood reageert met een stof in de Jozo-oplossing.

2 Het zetmeel reageert met een stof in de Jozo-oplossing.

Joeri besluit deze hypothesen te onderzoeken. Hij voert de proef opnieuw uit en zodra de blauwe kleur verdwijnt, voegt hij direct wat extra Jozo toe. De oplossing krijgt opnieuw een blauwe kleur, die daarna weer verdwijnt.

- 3p **28** Leg uit, met behulp van Joeri's waarnemingen, welke van de genoemde hypothesen, 1 of 2, in ieder geval onjuist is voor het verdwijnen van de blauwe kleur.
- 2p **29** Beschrijf hoe Joeri kan onderzoeken of het antiklontermiddel een rol speelt bij het verdwijnen van de blauwe kleur.

Bacteriële batterijen

tekstfragment 1

1 In het slib op de oceaانبodem bestaat een alternatieve wereld van micro-
2 organismen. Sommige van deze micro-organismen zijn bacteriën die kunnen
3 leven in slib of grondwater waarin geen zuurstof aanwezig of beschikbaar is.
4 Deze bacteriën, geobacters genaamd, 'ademen' ijzer en halen hun energie uit
5 koolstofverbindingen. De geobacters gaan bijvoorbeeld groeien wanneer ze een
6 0,0010 molair azijnzuuroplossing toegediend krijgen.
7 „De geobacters gebruiken ijzer (dat in slib voorkomt) zoals wij zuurstof
8 gebruiken”, zegt professor Lovley. „Zij leven van roest en azijn. Want azijnzuur
9 is een bruikbare energiebron. Azijn is vergelijkbaar met het voedsel dat wij eten
10 en ijzer is vergelijkbaar met zuurstof.”
11 Onderzoek heeft aangetoond dat met geobacters elektriciteit geproduceerd kan
12 worden. Lovley's medewerkers zetten experimenten op waarbij grafietelektroden
13 en vervuild slib uit de haven van Boston gebruikt werden.
14 In het slib, dat zij op de bodem van een aquariumbak hadden aangebracht,
15 staken zij een grafietelektrode; de andere grafietelektrode werd in het water
16 erboven gehouden. Zij slaagden erin een klein lampje te laten branden. Volgens
17 Lovley zetten de geobacters zich af op het oppervlak van de grafietelektrode in
18 het slib. Daar breken de bacteriën de organische verbindingen in het slib af tot
19 azijnzuur. Vervolgens verzorgen de geobacters een elektronentransport van het
20 azijnzuur naar de elektrode. De stroomkring wordt gesloten door een draad naar
21 de tweede grafietelektrode in het water.

naar: Nature

- 2p **30** Bereken hoeveel gram azijnzuur nodig is om 5,0 L van de azijnzuuroplossing (regel 6) te maken.

De omzetting van azijnzuur (regels 7 tot en met 10), is een redoxreactie. Azijnzuur is daarbij de reductor. De deeltjes die daarbij als oxidator optreden, benoemt professor Lovley als "ijzer" en als "roest" (Fe_2O_3) (regels 7 en 8).

- 1p **31** Geef de chemische naam van Fe_2O_3 . Maak hierbij gebruik van een Romeins cijfer.

- 2p **32** Welke oxidator bedoelt professor Lovley: de ijzerdeeltjes uit roest of de ijzerdeeltjes uit ijzer? Geef een verklaring voor je antwoord.

De geobacters zelf kunnen niet tegen zuurstof. In het slib komt geen zuurstof voor. In de proefopstelling die wordt beschreven in de regels 14 tot en met 21 bevindt de 'tweede elektrode' zich wel in zuurstofhoudend water. Dit zuurstof kan ook als oxidator reageren. De geobacters in het slib hebben geen last hiervan.

- 3p **33** Geef een schematische tekening van de proefopstelling die wordt beschreven in de regels 14 tot en met 21. Benoem de onderdelen van de cel en geef aan wat tijdens de stroomlevering de positieve elektrode en wat de negatieve elektrode is.

- 2p **34** Welk soort deeltjes verzorgen het ladingstransport door de verbindingsdraad tussen de elektroden, en welk soort deeltjes verzorgen het ladingstransport door de vloeistof tussen de elektroden?

Noteer je antwoord als volgt:

ladingstransport door verbindingsdraad: ...

ladingstransport door de vloeistof: ...

Hortensia

tekstfragment 1

- 1 De kleuren van hortensia's zijn over het algemeen rood, roze en wit. De kleur
2 van de bloemen hangt echter af van de bodem: de meeste roze soorten kunnen
3 onder invloed van een aantal factoren verkleuren.
4 In (zure) aluminiumhoudende grond zullen de bloemen van de hortensia blauw
5 kleuren. De pH van de grond moet hiervoor lager zijn dan 5,1. In zure grond
6 kan de hortensia wel aluminium opnemen, in basische grond lukt dat niet.
7 Men kan eventueel aluminium toevoegen aan de grond. Er is bijvoorbeeld
8 speciale 'Hortensia mest voor blauwe hortensia's' in de handel. Dit is een
9 meststof met aluminiumsulfaat of met aluin. Echter, wanneer hortensia's in
10 kalkrijke grond staan, zullen zij ook met deze 'speciale' meststoffen niet of
11 nauwelijks blauw worden.

naar: www.hovaria.com

- 2p **35** Geef de formules van twee deeltjes die, naast water, in elk geval moeten
voorkomen in (zure) aluminiumhoudende grond (regels 4 tot en met 6).
- 1p **36** Bereken de $[H^+]$ die hoort bij een pH van 5,1.
De formule van aluin is $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$.
- 2p **37** Geef de vergelijking voor het oplossen van aluin in water.
- 3p **38** Bereken het massapercentage aluminium in aluin. Geef je antwoord in vier
significante cijfers.
Kalkrijke grond bevat $CaCO_3$.
- 2p **39** Leg uit waarom hortensia's in kalkrijke grond niet blauw zullen kleuren
(regels 9 tot en met 11).