


- 
- - Wetenschapsoriëntatie
  - bij scheikunde in de tweede fase vwo

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling

slo



# **Wetenschapsoriëntatie bij scheikunde in de tweede fase vwo**

Juli 2015

**slo**

nationaal  
expertisecentrum  
leerplan-  
ontwikkeling

Verantwoording



### **2015 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede**

Mits de bron wordt vermeld, is het toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren en/of verspreiden en om afgeleid materiaal te maken dat op deze uitgave is gebaseerd.

SLO heeft geprobeerd alle rechthebbenden van de gebruikte afbeeldingen te achterhalen. Dit is niet in alle gevallen gelukt. Personen die auteursrechtelijke aanspraken menen te hebben verzoeken wij contact met ons op te nemen.

**Auteurs:** Frans Carelsen, Maarten Pieters

#### **Informatie**

SLO

Afdeling: tweede fase

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 666

Internet: [www.slo.nl](http://www.slo.nl)

E-mail: [tweedefase@slo.nl](mailto:tweedefase@slo.nl)

**AN:** 3.7403.654

# Inhoud

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Inleiding</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Wat kunnen scheikunde en wetenschapsoriëntatie voor elkaar betekenen?</b> | <b>7</b>  |
| <b>3.</b> | <b>Wetenschapsoriëntatie in scheikunde</b>                                   | <b>11</b> |
| <b>4.</b> | <b>Bronnen</b>   | <b>23</b> |
| 4.1       | Documenten   | 23        |
| 4.2       | Websites   | 23        |



# 1. Inleiding

Het wetenschappelijk gehalte van het vwo houdt menige school bezig. De aansluiting op het wetenschappelijk onderwijs is nog steeds voor verbetering vatbaar. Her en der slaan vwo-scholen en universiteiten daar de handen voor ineen. Het wo zet zich daarbij in voor intensievere en meer interactieve studievoorlichting; het vwo voor meer academische vorming, bijvoorbeeld via een leerlijn onderzoeksvaardigheden, of voor meer wetenschapsfilosofische voorbereiding. We vatten de opties die vwo-scholen hebben voor voorbereiding op het wo samen in de term *wetenschapsoriëntatie*.

Een aanbod wetenschapsoriëntatie op school hoeft zich niet in één vak te concentreren, er zijn juist veel vakken die er iets in te bieden hebben, en waaraan, omgekeerd, wetenschapsoriëntatie iets te bieden heeft. Het arrangeren van bijdragen uit verschillende vakken vraagt onderzoek en discussie op schoolniveau. SLO helpt scholen bij die discussie met documentatie, informatie en vragen op de site [www.wetenschapsorientatie.slo.nl](http://www.wetenschapsorientatie.slo.nl).

*Wetenschapsoriëntatie bij scheikunde in de tweede fase* benadert wetenschapsoriëntatie van één kant: de aansluiting met het vak scheikunde. De publicatie laat die aansluiting op twee niveaus zien: dat van eindtermen en sommige syllabuspecificaties, en dat van toetsopdrachten. Ze bevat geen uitgewerkte lesvoorbeelden, al is het een logische volgende stap om die te ontwikkelen. Binnen de begrensde tijd was daar tot nu toe geen mogelijkheid voor. Uiteraard kunt u de toetsopdrachten als lesmateriaal gebruiken, al dan niet in gewijzigde vorm. Ook voor andere vakken is op de website [www.wetenschapsorientatie.slo.nl](http://www.wetenschapsorientatie.slo.nl) materiaal te vinden.

Kan het vak scheikunde vwo-leerlingen mede voorzien van de academische vaardigheden, wetenschapsfilosofische inzichten en wetenschappelijke overzichtskennis die, ook vanuit hun toekomstperspectief, van hen verwacht mogen worden?

Zo ja, welke leerstof en (toets)opdrachten lenen zich daar dan het beste voor?

De navolgende hoofdstukken geven hierop een eerste antwoord.

Hoofdstuk 2 schetst de vakonderdelen waarmee het vak scheikunde kan bijdragen aan de wetenschappelijke toerusting van de vwo-leerling. Deze wetenschapsoriëntatie omvat de volgende drie domeinen.

**A Academische vaardigheden**, zoals:

- onderzoeksvaardigheden
- informatievaardigheden
- argumentatievaardigheden
- presenteren
- evalueren
- reflecteren

**B Wetenschapsfilosofie**, waarbij vijf kernvragen centraal staan:

- (1) Hoe komt wetenschappelijke kennis tot stand?
- (2) Hoe wordt wetenschappelijke kennis gebruikt?
- (3) Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis?
- (4) Hoe beïnvloeden samenleving en wetenschap elkaar?
- (5) Mag alles wat kan?

**C Overzichtskennis**:

- de grote verhalen van de (natuur)wetenschap die iedereen moet kennen, zoals ecologie, evolutie, materie en het beïnvloeden ervan, zonnestelsel en heelal;
- binnen de samenleving actuele (natuur)wetenschappelijke thema's als: duurzaamheid, globalisering, informatietechnologie, gezondheid en zorg.

Hoofdstuk 3 presenteert voorbeelden van (toets)opdrachten die aansluiten bij één of meer van deze domeinen.

## 2. Wat kunnen scheikunde en wetenschapsoriëntatie voor elkaar betekenen?

Naast en in combinatie met andere vwo-vakken kan ook scheikunde bijdragen tot de wetenschappelijke toerusting van de vwo-leerling. Hieronder worden de vakonderdelen geschetst waarmee het vak scheikunde kan bijdragen tot de wetenschappelijke toerusting die het vwo de leerling dient te bieden.

Met betrekking tot wetenschapsfilosofie en –historie biedt scheikunde aanknopingspunten voor de volgende kernvragen:

(1) *Hoe komt wetenschappelijke kennis tot stand?*

Voor sommige onderdelen van de scheikunde is een verhaallijn te tonen over de totstandkoming van modellen, theorieën, met een directe koppeling aan de praktijk. Het ontstaan van de Atoomtheorie, met moleculen en ionen als modellen voor de bouw van de materie, het Periodiek Systeem, de nanotechnologie: dit zijn voorbeelden waarmee we de stapsgewijze ontwikkeling van de kennis en haar toepassingen kunnen laten zien. Namen als Lavoisier, Dalton, Curie, Medelejev, Bohr, Planck en Van 't Hoff kunnen die ontwikkeling illustreren. Het vwo-domein G biedt bij uitstek de mogelijkheid om de historie van de scheikunde aandacht te geven.

Stapjes in zulke ontwikkelingen kunnen leerlingen zelf ervaren in activiteiten als onderzoek en modelleren.

(2) *Hoe wordt wetenschappelijke kennis gebruikt?*

Er zijn bijna geen gebieden van de scheikunde die niet tot technische toepassingen hebben geleid. Domeinen als farmacie, biochemie en polymeren zijn duidelijke voorbeelden. Een gebied als de nanotechnologie kent legio toepassingen, zoals de micro-elektronica en daaruit voortvloeiende ICT-toepassingen.

Stapjes in zulke ontwikkelingen kunnen leerlingen zelf ervaren in ontwerpactiviteiten.

(3) *Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis?*

Deze wetenschapsfilosofische vraag komt op een heel praktisch niveau aan de orde bij de eerste de beste meting die een leerling zelf doet. Hij kan ook bij complexere situaties terugkeren: hoe weet je dat iets waar is? Wat voor soorten fouten kunnen er in een experiment, observatie, omzetting in een formule, berekening gemaakt worden? Wat voor uitspraken kunnen we op waarnemingen baseren, welke zijn nog speculatief of ideologisch?

(4) *Hoe beïnvloeden samenleving en wetenschap elkaar?*

De maatschappelijke relevantie van de scheikunde is duidelijk zichtbaar in haar toepassingen, van grondstoffenexploitatie tot energievoorziening, van medische toepassingen tot wapensystemen. Veel ontwikkelingen in de samenleving zijn door de scheikunde beïnvloed, zoals in de genoemde toepassingsgebieden. Belangrijk is ook dat de informatietechnologie op haar beurt een heel nieuwe tak van de scheikunde mogelijk heeft gemaakt: de *computational chemistry*, een derde gebied naast de theoretische en de experimentele scheikunde.



(5) *Mag alles wat kan?*

De vraag of iets wat kan, een technologische toepassing, ook mag, kan niet door de scheikunde worden beantwoord. Maar hij kan wel gesteld worden bij toepassingen, en is ook met regelmaat gesteld in de loop van de geschiedenis. En bij het beantwoorden van morele of politieke vragen is scheikundige informatie vaak van essentieel belang, als onderdeel van de *risk assessment*. Zo kan er geen beleid gemaakt worden voor het klimaatvraagstuk als politici en bestuurders niet kunnen beschikken over betrouwbare resultaten van betrouwbare modellen, gevoed met betrouwbare gegevens gevoed door een goede kennis van de scheikunde

Het examenprogramma scheikunde draagt alleen al door subdomein A15, *Kennisontwikkeling en –toepassing* ("De kandidaat kan in contexten analyseren op welke wijze natuurwetenschappelijke, technologische en chemische kennis wordt ontwikkeld en toegepast") bij aan inzicht in deze kernvragen.

In deze vragen is scheikunde nauw verwant met de andere natuurwetenschappen. De kenmerken die deze disciplines (of schoolvakken) verbinden zijn ook uitgewerkt in de publicatie *Samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs voor havo en vwo* van de samenwerkende vernieuwingscommissies voor de bètavakken (Boersma e.a., 2011), en in de *Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo* (Ottevanger e.a., 2014).

De onderstaande tabel laat zien, aan welke domeinen van wetenschapsoriëntatie het vak scheikunde in de tweede fase van het vwo een bijdrage kan leveren (kolom I), welke van die bijdragen centraal wordt geëxamineerd (kolom II) en welke deel zouden kunnen uitmaken van het schoolexamen (kolom III).

| wetenschapsoriëntatie  | scheikunde                   |                      |                      |
|--|------------------------------|----------------------|----------------------|
|  | I                            | II                   | III                  |
|  | onderdeel van de vakleerstof | onderdeel van het CE | onderdeel van het SE |
| <b>A Academische vaardigheden:</b>   |                              |                      |                      |
| • onderzoeksvaardigheden   | X                            | X                    | X                    |
| • informatievaardigheden   | X                            | X                    | X                    |
| • argumentatievaardigheden   | X                            | X                    | X                    |
| • presenteren  | X                            |                      | X                    |
| • evalueren  | X                            | X                    | X                    |
| • reflecteren  | X                            |                      | X                    |
| <b>B Wetenschapsfilosofie</b><br>met betrekking tot vijf kernvragen:                   |                              |                      |                      |
| (1) Hoe komt wetenschappelijke kennis tot stand?                                       | X                            | X                    | X                    |
| (2) Hoe wordt wetenschappelijke kennis gebruikt?                                       | X                            | X                    | X                    |
| (3) Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis?                     | X                            | X                    | X                    |
| (4) Hoe beïnvloeden samenleving en wetenschap elkaar?                                  | X                            |                      | X                    |
| (5) Mag alles wat kan?   | X                            |                      | X                    |
| <b>C Overzichtskennis:</b>   |                              |                      |                      |
| • de grote verhalen en ontdekkingen van de (natuur)wetenschap die iedereen moet kennen | X                            | X                    | X                    |
| • binnen de samenleving actuele (natuur)wetenschappelijke thema's                      | X                            | X                    | X                    |

In het volgende hoofdstuk vindt u voorbeelden van opgaven voor het SE, bewerkingen van opgaven uit het CE scheikunde, *Chemie Actueel* en het Staatsexamen ANW.



### 3. Wetenschapsoriëntatie in scheikunde

Wetenschapsoriëntatie kan goed zichtbaar gemaakt worden aan de hand van toetsvragen. Hierna volgen voorbeelden van vragen die passen binnen domein A uit het examenprogramma scheikunde. De voorbeelden zijn geënt op vragen uit het centraal examen, en voorzien van opgaven om toe of in te voegen in lessen of in het schoolexamen.

We kijken naar de onderstaande vragen:

1. Hoe komt wetenschappelijke kennis tot stand?
2. Hoe wordt wetenschappelijke kennis gebruikt?
3. Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis?
4. Hoe beïnvloeden samenleving en wetenschap elkaar?
5. Mag alles wat kan?

En deze vragen in relatie met domein A5 t/m A9: ·

| kernvragen  | 1. Hoe komt wetenschappelijke kennis tot stand? | 2. Hoe wordt wetenschappelijke kennis gebruikt? | 3. Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis? | 4. Hoe beïnvloeden samenleving en wetenschap elkaar? | 5. Mag alles wat kan? |
|---|---|---|---|--|-----------------------|
| eindterm  |   |   |   |  |                       |
| <b>A5. Onderzoeken</b>                            | x   |   | x   |  |                       |
| <b>A6. Ontwerpen</b>                              | x   | x   |   | x  |                       |
| <b>A7. Modelvorming</b>                           | x   | x   | x   |  | x                     |
| <b>A8. Natuurwetenschappelijk instrumentarium</b> | x   | x   | x   |  | x                     |
| <b>A9. Waarderen en oordelen</b>                  | x   |   | x   | x  | x                     |

Er zijn een aantal bronnen gebruikt:

1. CE-opgaven scheikunde vwo, aangevuld met voorbeeldvragen;
2. voorbeeldopgaven Chemie Aktueel

Aan deze opgaven is steeds een aantal vragen toegevoegd die betrekking hebben op een of meer van de genoemde kernvragen. In de antwoorden op de toegevoegde vragen wordt verwezen naar de betreffende kernvraag.

## Voorbeeld: Zelfherstellende verf

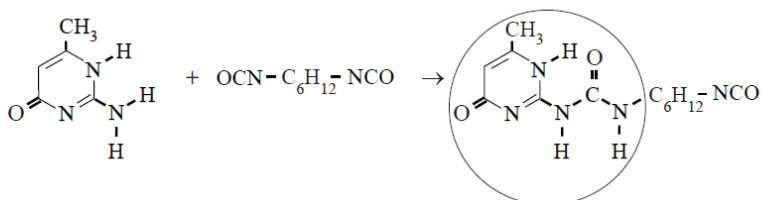
Zie [CE Scheikunde vwo CE 2010-2, pilot](#), vraag 1 t/m 6

### Zelfherstellende verf

Onderzoekers aan de TU Eindhoven ontwikkelden een nieuw type polymeer met bijzondere eigenschappen: het supramoleculaire polymeer. Dit polymeer kan worden toegepast in verf. Wanneer een verflaag die deze polymeersoort bevat, beschadigd is, kan dat eenvoudig worden hersteld door de verflaag te verwarmen.

De synthese van dit supramoleculaire polymeer verloopt in twee stappen. In de eerste stap (reactie 1) reageert methylisocytosine met 1,6-hexaandi-isocyaanaat waarvan de schematische structuurformule  $\text{OCN}-\text{C}_6\text{H}_{12}-\text{NCO}$  is. Deze reactie is hieronder weergegeven.

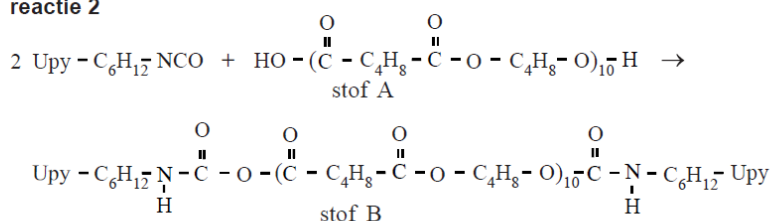
#### reactie 1



- 2p 1 Geef de volledige structuurformule van 1,6-hexaandi-isocyaanaat.  
2p 2 Geef de naam van het type reactie dat optreedt tussen methylisocytosine en 1,6-hexaandi-isocyaanaat. Licht je antwoord toe aan de hand van kenmerkende structurelementen.

De omcirkelde groep in het reactieproduct van reactie 1 wordt de 2-ureido-4[1H]-pyrimidoongroep genoemd. In het vervolg van deze opgave wordt hij weergegeven met Upy. Het product van reactie 1 reageert in de tweede reactiestap (reactie 2) met stof A. Stof A wordt van tevoren gevormd in een reactie van twee stoffen.

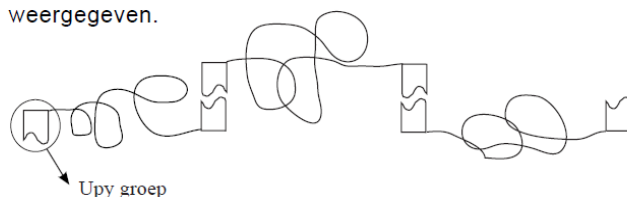
#### reactie 2



- 4p 3 Geef de reactievergelijking van de vorming van stof A. Gebruik voor de koolstofverbindingen structuurformules en tevens de notatie  $\text{C}_4\text{H}_8$ .

Het supramoleculaire polymeer ontstaat doordat moleculen van stof B zich via de Upy groepen aan elkaar binden.

Hieronder is een gedeelte van het supramoleculaire polymeer schematisch weergegeven.



Aan elk uiteinde van een molecuul van stof B bevindt zich een Ury groep. De Ury groepen van twee verschillende moleculen van stof B zijn met elkaar verbonden via vier waterstofbruggen. Op de uitwerkbijlage bij dit examen is een Ury groep in structuurformule weergegeven.

- 3p 4 Teken op de uitwerkbijlage een tweede Ury groep en geef met vier stippelijntjes aan hoe beide Ury groepen door middel van waterstofbruggen aan elkaar zijn gebonden. Houd er rekening mee dat met de O atomen van C=O bindingen ook waterstofbruggen kunnen worden gevormd.

Door het aantal repeterende eenheden, het gedeelte  $\text{O}=\text{C}-\text{C}_4\text{H}_8-\text{C}=\text{O}-\text{O}-\text{C}_4\text{H}_8-\text{O}$ , in moleculen van stof B relatief laag te houden, krijgt het supramoleculaire polymeer bijzondere eigenschappen. Eén van die eigenschappen is dat krassen in verf waarin dit polymeer is verwerkt, gemakkelijk kunnen worden verholpen. De beschadigde verflaag wordt met een föhn verwarmd tot ongeveer 140 °C. Bij 140 °C worden de H-bruggen tussen de Ury groepen verbroken en wordt de verf weer vloeibaar. Bij afkoelen tot kamertemperatuur wordt het oppervlak weer glad. Dit wordt het 'zelfherstellend vermogen' van de verf genoemd.

- 2p 5 Leg met behulp van begrippen op microniveau uit waarom het zelfherstellend vermogen wel optreedt als het aantal repeterende eenheden in de moleculen van stof B laag is en niet als dit aantal te hoog is.

Momenteel wordt behalve het hiervoor beschreven materiaal (materiaal 1) een andere soort zelfherstellend materiaal ontwikkeld. Dit materiaal (materiaal 2) bestaat onder andere uit een polymeer waardoorheen microcapsules en een katalysator zijn gemengd. De microcapsules bevatten monomeren. De katalysator bevindt zich buiten de microcapsules. Wanneer een scheurtje in het materiaal komt, worden ook microcapsules opengebroken. Hierdoor komen de monomeren vrij en kan, onder invloed van de katalysator, een reactie optreden waarbij nieuwe polymeren worden gevormd die de scheur opvullen. Om een keuze te maken tussen beide soorten zelfherstellend materiaal, zul je, afhankelijk van de toepassing, de voor- en nadelen van elk van die materialen tegen elkaar moeten afwegen. Stel, je moet een keuze maken voor een zelfherstellende autolak en voor een zelfherstellende lak op de bladen van een windmolen.

- 3p 6 Maak een beargumenteerde keuze uit materiaal 1 en materiaal 2 voor elk van de hiervoor genoemde toepassingen. Gebruik bij je argumentatie twee aspecten die je ontleent aan deze opgave.

Opgaven om toe of in te voegen:

2p **7** Het gebruik van zelfherstellende verf heeft maatschappelijke en economische voordelen. Geef van beide voordelen een voorbeeld.

Bij de goedkoopste manier van het produceren van zelfherstellende verf wordt gebruik gemaakt van een stof die aantoonbaar kankerverwekkend is. Denk daarbij bijv. aan verf die voor F16's werd gemaakt.

1p **8** Geef een ethische overweging die volgens jou een rol moet spelen bij de beslissing om deze verf toch te maken.

1p **9** Betekent deze manier van produceren dat ook het aanbrengen van de verf kankerverwekkend is? Geef een korte toelichting.

Voor vraag 1 t/m 6: [correctievoorschrift scheikunde vwo 2010-2 pilot](#)

Voor vraag 7 t/m 9: zie onderstaand

(kernvraag 4)

**7 maximumscore 2**

Voorbeeld van een maatschappelijk voordeel (1p):

- De duurzaamheid van de onderliggende materialen is beter gegarandeerd en dus meer verantwoord naar het gebruik van grondstoffen.

voorbeeld van een economisch voordeel (1p):

- Er hoeft geen extra verf te worden aangeschaft en aangebracht dus het is goedkoper.

(kernvraag 5)

**8 maximumscore 1**

Voorbeeld van een ethische overweging:

- Als er bij het produceren van de verf voldoende garanties zijn dat geen fysieke overdracht van stoffen plaats kan vinden dus voor de veiligheid van de producent dan is te overwegen de verf toch volgens dit procedé te produceren.

(kernvraag 2)

**9 maximumscore 1**

Voorbeelden van een antwoord met juiste toelichting:

- Nee, dat is niet direct te koppelen aan het gebruik omdat er immers stoffen zijn omgezet.

- Ja, er kunnen sporen van de oorspronkelijke stoffen aanwezig zijn.

## Voorbeeld: Biodiesel uit plantaardig afval

### Biodiesel uit plantaardig afval

---

In een recent proefschrift is beschreven hoe uit plantaardig afval biodiesel kan worden geproduceerd. In een bioreactor worden in het plantenafval aanwezige stoffen als cellulose, vetten en eiwitten door een mix van bacteriën omgezet tot ethanol en zuren waaronder voornamelijk ethaanzuur ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ). Het onderzoek richtte zich op een methode om ethanol en ethaanzuur om te zetten in stoffen die geschikt zijn om met diesel te mengen.

Ethanol wordt veel gebruikt als brandstof voor benzineauto's, maar ethaanzuur is niet geschikt als brandstof. Dit heeft onder andere te maken met de lage verbrandingswarmte van ethaanzuur.

Omdat brandstoffen per liter afgerekend worden, is een vergelijking van de verbrandingswarmte per liter brandstof gebruikelijk. De verbrandingswarmte wordt dan uitgedrukt in  $\text{MJ L}^{-1}$ . De verbrandingswarmte van 1,0 L ethanol bedraagt  $24 \text{ MJ L}^{-1}$ . De verbrandingswarmte van ethaanzuur is lager dan deze waarde.

2p **16** Laat met een berekening zien dat de verbrandingswarmte van 1,0 L ethaanzuur lager is dan de verbrandingswarmte van 1,0 L ethanol. De dichtheid van ethaanzuur bedraagt  $1,05 \text{ kg L}^{-1}$ .

1p **17** Geef nog een reden waarom ethaanzuur niet geschikt is als brandstof in auto's.

Zie [CE Scheikunde vwo pilot 2012-1](#) vraag 16 en 17

#### Opgaven om toe of in te voegen:

1p **18** Vanuit het milieuoogpunt is de productie van biodiesel uit plantaardig afval voordelig. Illustreer dit met een voorbeeld van milieuwinst.

1p **19** Vanuit economisch oogpunt is het gebruik van biodiesel uit plantaardig afval voordelig. Illustreer dit met een voorbeeld van economische winst.

1p **20** Biodiesel kan van mais gemaakt worden. Er zijn groeperingen die dit niet verantwoord vinden

Geef een argument dat zo'n groepering hiervoor kan gebruiken.

#### Correctievoorschrift

Voor vraag 16 en 17: [correctievoorschrift scheikunde vwo 2012-1 pilot](#)  
(daarvan heeft opgave 17 betrekking op kernvraag 4)

Voor vraag 18 t/m 20:

(kernvraag 2)

#### **18 maximumscore 1**

Voorbeelden van een illustratie:

- Gewone dieselolie moet worden geproduceerd uit aardolie met behulp van destillatie. Dat kost veel energie. Hier zorgen bacteriën voor de productie en dus is er minder milieubelasting.
- Er is zo minder gebruik van fossiele brandstoffen.
- Er is minder  $\text{CO}_2$  uitstoot.



(kernvraag 3)

**19 maximumscore 1**

Voorbeeld van een illustratie:

- Afval wordt normaal verwerkt door de natuur of er wordt compost van gemaakt. Het economisch belang om biodiesel te vermengen met gewone diesel levert direct geld (winst) op.

*Opmerking: Alleen 'goedkoper' of 'winst' niet goed rekenen.*

(kernvraag 5)

**20 maximumscore 1**

Voorbeeld van een argument:

- Mais kan gebruikt worden voor dierlijke of menselijke consumptie en het telen hiervan voor biodiesel vermindert de hoeveelheid grond om het voor voedsel te produceren.

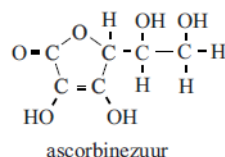
## Voorbeeld: In gevecht tegen bloedarmoede

Zie [CE Scheikunde vwo pilot 2014-2 vraag 14, 15 en 18](#)

### In gevecht tegen bloedarmoede

Circa 1,6 miljard mensen lijden aan bloedarmoede. Met name in ontwikkelingslanden is bloedarmoede een probleem, doordat voedsel vaak arm aan ijzer is. Daarom wordt gezocht naar manieren waarop voedsel verrijkt kan worden met goed opneembaar ijzer. Om ijzer te kunnen opnemen, moet  $\text{Fe}^{3+}$  eerst worden omgezet tot  $\text{Fe}^{2+}$ . Dit gebeurt in de twaalfvingerige darm. Bij deze omzetting is het enzym DcytB betrokken.

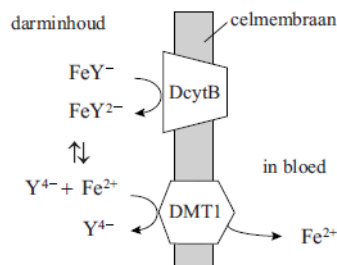
Vitamine C (ascorbinezuur) wordt hierbij omgezet tot dehydro-ascorbinezuur. De ring van ascorbinezuur blijft hierbij intact en alleen de beide OH groepen aan de ring worden omgezet tot ketongroepen.



- 3p 14 Geef de vergelijking in structuurformules van de halfreactie van ascorbinezuur tot dehydro-ascorbinezuur.

De Nederlandse firma AkzoNobel heeft een stof ontwikkeld om voedsel met goed opneembaar ijzer te verrijken: Ferrazone<sup>®</sup> ( $\text{NaFeY}$ ). Ferrazone<sup>®</sup> is een zout dat bestaat uit  $\text{Na}^+$  ionen en  $\text{FeY}^-$  ionen. Een  $\text{FeY}^-$  ion wordt gevormd als  $\text{Fe}^{3+}$  en het zwakke zuur EDTA ( $\text{H}_4\text{Y}$ ) worden samengevoegd. Als Ferrazone<sup>®</sup> via voeding het menselijk lichaam binnenkomt, lost het volledig op en valt het uiteen in  $\text{Na}^+$  en  $\text{FeY}^-$ . De  $\text{FeY}^-$  ionen nemen in het lichaam niet deel aan neerslagreacties.

Hiernaast is de opname van  $\text{Fe}^{2+}$  uit  $\text{FeY}^-$  in de darmen weergegeven. In de twaalfvingerige darm zet het enzym DcytB  $\text{FeY}^-$  om tot  $\text{FeY}^{2-}$ . Het eiwit DMT1 transporteert  $\text{Fe}^{2+}$  vervolgens door het celmembraan van de darmwand: het ijzer is nu opgenomen en kan door het lichaam worden gebruikt voor bijvoorbeeld zuurstoftransport.



De pH dicht bij de darmwand is laag. Dit draagt bij aan het vrijkomen van de ijzer(II)ionen uit  $\text{FeY}^{2-}$ .

- 2p 15 Leg uit dat de lage pH bijdraagt aan het vrijkomen van de ijzer(II)ionen uit  $\text{FeY}^{2-}$ .

De vrije  $\text{Fe}^{2+}$  ionen worden door het zogeheten ionkanaal van het eiwit DMT1 getransporteerd. Het ionkanaal wordt gevormd door enige  $\alpha$ -helices van het eiwit. In de eiwitketen bevindt zich een aminozuureenheid Asp. Men vermoedt dat deze aminozuureenheid een rol speelt in het binden en transporteren van  $\text{Fe}^{2+}$ .

In ontwikkelingslanden wordt de lokale markt minder goed gecontroleerd. Om te voorkomen dat meel zonder of met te weinig NaFeY toch van de naam Ferrazone<sup>®</sup> wordt voorzien, moet een testkit worden samengesteld waarmee een handelaar kan bepalen of het meel daadwerkelijk de gewenste hoeveelheid Ferrazone<sup>®</sup> bevat. Zo'n testkit moet goedkoop zijn en kan daarom wel glaswerk en chemicaliën bevatten maar geen spectrofotometer.

- 2p **18** Beschrijf wat een dergelijke testkit, behalve glaswerk en chemicaliën, moet bevatten en hoe hiermee bepaald kan worden of meel de gewenste hoeveelheid Ferrazone<sup>®</sup> bevat.

Opgaven om toe of in te voegen:

AKZO-Nobel heeft de stof Ferrazone ontwikkeld. Om de stof Ferrazone te ontwikkelen is veel onderzoek en dus veel (investerings)geld nodig.

2p **19** Geef twee verschillende redenen waarom AKZO-Nobel dat zou doen.

De oorzaak van bloedarmoede is dat het voedsel vaak arm aan ijzer is. Men zou ook het voedsel zelf van voldoende ijzer kunnen voorzien door bijv. gebruik te maken van ijzerhoudende kunstmest en/of ijzerhoudende tarwesoorten te kweken.

2p **20** Geef twee redenen waarom het voedsel voorzien van meer ijzer *niet* de voorkeur geniet.

Correctievoorschrift

Voor vraag 14, 15 en 18: [correctievoorschrift scheikunde 2014-2](#)

Vragen 15, 16 en 18 uit het examen 2014-2 dragen bij aan de kernvragen 1 en 2.

(Kernvraag 3)

**19 maximumscore 2** (1p per reden)

Voorbeelden van een mogelijke reden:

- Het bedrijf zou het uit idealisme kunnen doen om de bevolking zo gezond mogelijk te krijgen.
- Het bedrijf zou het kunnen doen om naamsbekendheid en/of imago te verwerven
- Het bedrijf zou het kunnen doen om de investeringen er weer uit te krijgen en er zelfs nog wat op te verdienen.

(Kernvragen 4 en 5)

**20 maximumscore 2** (1p per reden)

Voorbeelden van een mogelijke reden:

- Dat is veel te ingewikkeld / zou nog veel meer kosten
- Dat zou verlies van grond en/of productiestoffen kunnen betekenen.

Transgene populier beter geschikt voor bio-ethanol  
bron: Agrarisch Dagblad, 8 december 2007

## 'Transgene populier beter geschikt voor bio-ethanol'

**Brussel** – Het Vlaams Instituut voor Biotechnologie (VIB) wil een veldproef voor het testen van transgene populieren. Het instituut heeft daarvoor toestemming gevraagd bij het Belgische ministerie van milieu.

Laboratoriumproeven hebben aangetoond dat de gewijzigde houtsamenstelling deze bomen beter geschikt maakt voor de productie van bio-ethanol. Via een veldproef wil het VIB weten of dit ook in de praktijk het geval is.

De wetenschappers van het VIB bestuderen gewassen die efficiënter biobrandstof produceren en niet concurreren met voedingsgewassen. "Populier maakt een goede kans om te slagen als efficiënte biobrandstofproducent", zegt een woordvoerder. "Door de cellulose in hout af te breken tot glucose, ontstaat na fermentatie ethanol. Alleen wordt omzetting van cel-



**Populieren zijn mogelijke grondstof voor bio-ethanol.** Foto Flickr

lulose naar glucose erg bemoeilijkt door de aanwezige lignine. Onze onderzoekers hebben gewijzigde populieren met een verlaagd lignine-gehalte ontwikkeld."

De VIB noemt de laboratorium- en kasresultaten veelbelovend, maar erkent dat ze voorlopig een beperkte waarde hebben. "Echte buitenomstandigheden zijn de beslissende test." Corr

Het Vlaams Instituut voor Biotechnologie (VIB) wil een veldproef met transgene populieren.

1 Wat wil het VIB gaan onderzoeken?

2 Waarop moet deze veldproef aansluiten?

Bio-ethanol is hier het eindproduct in een proces dat begint bij het hout van een populier.

3 Welke stappen in het proces van hout van de boom naar bio-ethanol moeten doorlopen worden?

4 Waarom is het hout van de normale populier minder geschikt?

Het VIB heeft al wel proeven op kleine schaal gedaan die veelbelovend zijn.

5 Waarom wil het VIB toch een veldproef doen?

Lignine is de stof die in de boomstam de cellulosevezels 'met een kitlaagje' aan elkaar verbindt.

6 Wat moet er dus als eerste gedaan worden met de houtvezels?

De cellulose wordt daarna afgebroken tot glucose.

7 Geef de reactievergelijking van deze omzetting in molecuulformules weer.

Daarna vindt fermentatie van glucose plaats.

8 Geef de fermentatiereactie in molecuulformules weer.

De wetenschappers van het VIB bestuderen gewassen die efficiënter biobrandstof produceren en niet concurreren met voedingsgewassen.

Opgaven om toe of in te voegen:

1p **9** Geef een reden waarom er onderzoek plaatsvindt met betrekking tot biobrandstoffen.

1p **10** Geef een reden er onderzoek gedaan wordt naar gewassen die niet concurreren met voedingsgewassen.

De onderzoekers hebben "gewijzigde" populieren ontwikkeld, zgn. transgene populieren.

1p **11** Noem een maatschappelijk voordeel van het gebruik van transgene planten.

1p **12** Noem een nadeel van het gebruik van transgene planten.

1p **13** Ben jij tegen of voor het gebruik van transgene planten? Leg in twee zinnen uit waarom jij voor- of nadelen het zwaarst laat wegen.

Correctievoorschrift

**1** Het VIB wil in een veldproef gaan onderzoeken of transgene populieren geschikt zijn voor de productie van bio-ethanol.

**2** Op (eerdere) kas- en laboratoriumproeven.

**3** Allereerst moet de cellulose in hout afgebroken worden tot glucose. Daarna moet de glucose via fermentatie omgezet gaan worden in ethanol.

**4** Dat hout bevat teveel lignine waardoor de omzetting van cellulose in glucose bemoeilijkt wordt.

**5** Zij willen weten of transgene populieren uit kassen bij proeven dezelfde resultaten opleveren als bomen die groeien in de natuur.

**6** Allereerst moet de cellulose vrijgemaakt worden van de lignine.

**7**  $(C_6H_{10}O_5)_n + n H_2O \rightarrow n C_6H_{12}O_6$ .

**8**  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$ .

(kernvraag 2)

**9 maximumscore 1**

Voorbeeld van een reden:

- Olie, gas en steenkool kennen eindige voorraden dus moeten er alternatieve brandstoffen voor in de plaats komen.

(kernvraag 2)

**10 maximumscore 1**

Voorbeeld van een reden:

- Het mag niet zo zijn dat er minder voeding komt omdat er met voedingsgewassengewassen meer verdiend kan worden als ze voor de productie van brandstoffen gebruikt worden.

(kernvraag 4)

**11 maximumscore 1**

Voorbeeld van een voordeel:

- Transgene planten kunnen bijv. ongevoelig voor bepaalde ziekten of insecten worden gemaakt waardoor de productie hoger is.

(kernvraag 4)

**12 maximumscore 1**

Voorbeeld van een nadeel:

- Het gebruik van transgene planten is niet gegarandeerd qua veiligheid voor de consument, invloed op de natuurlijke populatie, etc.

(kernvraag 5)

**13 maximumscore 1**

Eigen argumentatie

## Pleidooi voor bio-etheen

bron: C2W Life Sciences, 4 juni 2011

# PLEIDOOI VOOR BIO-ETHEEN

**Z**odra Brussel de huidige importheffingen laat vervallen, is bio-ethanol concurrerend als chemische grondstof. De lobby om dit voor elkaar te krijgen is in volle gang, zo onthulde de Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie tijdens haar traditionele voorjaars-persconferentie.

VNCI-voorzitter Werner Fuhrmann wijst er op dat Europa geen invoerheffing op ruwe olie kent, terwijl die op alcohol kan oplopen tot 60 procent. Dat maakt het voor zijn achterban onaantrekkelijk om bio-ethanol te dehydrogeneren tot etheen als basis voor 'groene' kunststoffen; etheen produceren door aardolie te kraken is gewoon goedkoper. Technisch is de omschakeling niet zo moeilijk en volgens Fuhrmann produceert een land als

Brazilië ethanol genoeg. Er moet dus een business case zijn voor bio-etheen, al is hij de eerste om te stellen dat je voor elk product en elke ethanolbron apart moet nagaan of het echt een vooruitgang betekent qua duurzaamheid.

Volgens VNCI-directeur Colette Alma is het grote probleem dat de invoerrechtenkwesitie onderdeel uitmaakt van een veel groter onderhandelingscircus waar weinig schot in zit. Ze hoopt dat er iets valt te regelen wanneer de vrijstelling alleen geldt voor ethanol die daadwerkelijk als chemische grondstof wordt gebruikt, en niet voor de veel grotere hoeveelheid die wordt verbrand. "Als we hier niet aan beginnen doen ze het elders in de wereld, en dan verliezen we deze duurzaamheidsslag." (ADII) |

Bio-ethanol wordt gemaakt door fermentatie van suikers. Een land als Brazilië produceert op die manier grote hoeveelheden bio-ethanol uit suikerriet.

- 1 Geef de reactievergelijking van de omzetting rietsuiker in ethanol en koolstofdioxide.
- 2 Waarom is het voor Europese bedrijven minder interessant om bio-ethanol uit Brazilië als grondstof te gebruiken?

Etheen kan gevormd worden uit ethanol.

- 3 Geef de reactievergelijking die daarbij optreedt in structuurformules weer.

Het artikel noemt dit proces dehydrogeneren.

- 4 Leg uit waarom dit fout is en geef de juiste naam.

Bio-etheen kan gebruikt worden voor de productie van polyetheen.

- 5 Geef de reactievergelijking van de polymerisatie in structuurformules weer.

Opgaven om toe of in te voegen:

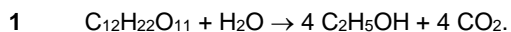
- 6 Licht toe waarom men spreekt van een 'groene' kunststof.

Momenteel gebruikt men bio-ethanol voornamelijk als brandstof bijvoorbeeld als toevoeging aan benzine.

- 7 Geef de reactievergelijking van de verbranding van bio-ethanol in molecuulformules weer.

- 8 Leg uit dat het gebruik van bio-ethanol niet bijdraagt aan de versterking van het broeikaseffect.

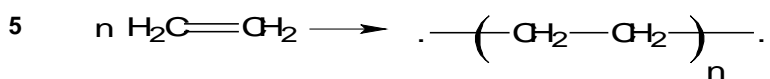
Correctievoorschrift



2 Er staat een invoerheffing op die kan oplopen tot 60%.



4 Dehydrogeneren betekent waterstof onttrekken. Hier wordt water onttrokken dus of water elimineren of dehydrateren



(kernvraag 4)

6 **maximumscore 1**

De notie dat de gevormde kunststof is gemaakt uit grondstoffen die in de natuur groeien, waardoor bij de productie de milieubelasting laag is.



(kernvraag 2 en 5)

8 **maximumscore 1**

De notie dat de hoeveelheid geproduceerde CO<sub>2</sub> is even groot als de opgenomen hoeveelheid CO<sub>2</sub>.

# 4. Bronnen

## 4.1 Documenten

Boersma, K., e.a. (2011). *Samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs voor havo en vwo*. Utrecht: Stichting Innovatie van Onderwijs in Bètawetenschappen en Technologie (IOBT) [www.betanova.nl/downloads/eindadviezen/Notitie\\_20Samenhang\\_20Natuurwetenschappelijke\\_20Vakken\\_20v14jan.pdf](http://www.betanova.nl/downloads/eindadviezen/Notitie_20Samenhang_20Natuurwetenschappelijke_20Vakken_20v14jan.pdf)

College voor Examens (2012). *Syllabus centraal examen 2016, scheikunde vwo*. Utrecht: College voor Examens. <http://www.betanova.nl/downloads/syllabi/Syllabus-scheikunde-vwo-2016-voor-hervaststelling.pdf/>

Stuurgroep Nieuwe Scheikunde (2010). *Scheikunde in de dynamiek van de toekomst*. Enschede: SLO. <http://www.slo.nl/downloads/2010/scheikunde-in-de-dynamiek-van-de-toekomst.pdf/>

Ottevanger, Wout, e.a. (2014) *Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo: Een richtinggevend leerplankader*. Enschede: SLO. <http://downloads.slo.nl/Repository/kennisbasis-natuurwetenschappen-en-technologie-voor-de-onderbouw-vo.pdf>

Carelsen, F. en Seller, F. (2013). *Handreiking schoolexamen scheikunde havo/vwo: Bij het examenprogramma geldig vanaf schooljaar 2013-2014*. Enschede: SLO. <http://downloads.slo.nl/Repository/handreiking-schoolexamen-scheikunde-versie-september-2013.pdf>

## 4.2 Websites

- [www.betanova.nl](http://www.betanova.nl)
- [www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale\\_examens/schriftelijke\\_examens\\_havovwo](http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale_examens/schriftelijke_examens_havovwo)
- [www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl)
- <http://www.chemieaktueel.nl/>



SLO heeft als nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling een publieke taakstelling in de driehoek beleid, praktijk en wetenschap. SLO heeft een onafhankelijke, niet-commerciële positie als landelijke kennisinstelling en is dienstbaar aan vele partijen in beleid en praktijk.

Het werk van SLO kenmerkt zich door een wisselwerking tussen diverse niveaus van leerplanontwikkeling (stelsel, school, klas, leerling). SLO streeft naar (zowel longitudinale als horizontale) inhoudelijke samenhang in het onderwijs en richt zich daarbij op de sectoren primair onderwijs, speciaal onderwijs en voortgezet onderwijs. De activiteiten van SLO bestrijken in principe alle vakgebieden.

Piet Heinstraat 12  
7511 JE Enschede

Postbus 2041  
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40  
E [info@slo.nl](mailto:info@slo.nl)  
[www.slo.nl](http://www.slo.nl)

 [company/slo](https://www.linkedin.com/company/slo)

 [@slocommunicatie](https://twitter.com/slocommunicatie)

slo