

Docentenhandleiding

Over de inhoud

Het boekje bij voorkeur als 'boekje' laten afdrukken op A3 papier. De meeste repro afdelingen op school beschikken over geavanceerde apparatuur waar dit 'een koud kunstje' is.

Voorin het boekje is een studiewijzer afgedrukt. Na het uitdelen van de boekjes laat de docent de leerlingen de data bij de lesnummers noteren. De lessen zijn gebaseerd op een rooster van 50 minuten. De leerlingen maken op deze manier kennis met het fenomeen studiewijzer.

De tekst en opdrachten bevinden zich op het linker deel van het boekje. De aantekeningen en uitwerkingen kunnen aan het einde van het project onderdeel gaan uitmaken van een beoordeling door de boekjes te laten in te leveren en voor een cijfer te laten meetellen.

De leerlingen werken de eerste vijf hoofdstukken in 2-tallen. In hoofdstuk 6 en 7 wordt gewerkt met onderzoeksteams die bestaan uit 4-tallen.

De onderzoeken hebben een enigszins open karakter. De leerlingen moeten zelf beslissen hoe ze hun onderzoek gaan opzetten. De docent stuurt daar waar nodig bij. Denk bij de practica aan veiligheid (jas, bril). Als voorbereiding op het open onderzoek van hoofdstuk 7 moet van te voren een suikeroplossing worden vergist. Dit proces moet zo'n drie weken van te voren worden ingezet. Houd daar rekening mee bij de uitvoering van het project.

Hoofdstuk 1 – Inleiding

De leerlingen oriënteren zich eerst op het onderwerp door de tekst door te lezen en de bijbehorende vragen te maken. De vragen voor de havo zijn iets makkelijker gemaakt dan de vragen voor het vwo. Vereiste voorkennis zijn de begrippen formules, reactievergelijking, ontleding, verbranding, katalysator, destillatie en kookpunt.

Hoofdstuk 2 – Bioethanol en het milieu

In dit hoofdstuk aandacht voor het milieu en de koolstofkringloop. Vereiste voorkennis zijn de begrippen formules, reactievergelijking, verbranding, aantonen van verbrandingsproducten (reagens) en kringlopen van elementen.

De koolstofdioxide in onderzoek 1 kan eenvoudig opgevangen worden in een grote omgekeerde erlenmeyer en daarna aangetoond met kalkwater. Verder zal de ontstane waterdamp condenseren op het koude glas van de erlenmeyer. Dit zal echter te weinig zijn om aan te tonen met een reagens.

Hoofdstuk 3 – Dichtheid van een brandstof

Onderzoek 2 is geen eenvoudig experiment. Er zal heel nauwkeurig gewerkt moeten worden. Gebruik droge maatcilinders en begin met een instructie over het vullen en aflezen van een maatcilinder (met behulp van een pasteur pipet de meniscus op de maatstreep brengen). Gebruik verder een nauwkeurige elektronische balans met 2 decimalen.

De theoretische waarden zijn (bij 293 K):

Stofnaam	ρ in g ml ⁻¹
Ethanol	0,80
Water	0,998
Benzine	0,72
Diesel	0,84
Zonnebloemolie	0,92

De waarden die door leerlingen worden gemeten zullen ongetwijfeld enigszins afwijken van deze theoretische waarden. Deze afwijkingen zijn vaak terug te voeren op de nauwkeurigheid waarmee het onderzoek uitgevoerd wordt. Leuk voor de discussie in hoofdstuk 6 – de betrouwbaarheid van het onderzoek.

Maakt het bijvoorbeeld uit of je een maatcilinder gebruikt van 10, 25, 50 of 100 mL?

Leerlingen uit 5 vwo van het Oscar Romero te Hoorn hebben dit uitgezocht en kwamen tot de volgende resultaten op basis waarvan het lijkt dat een maatcilinder van 10 of 25 mL redelijk betrouwbare resultaten oplevert.

Stofnaam	Volume maatcilinder	Massa vol (g)	Massa leeg (g)	Massa vloeistof (g)	Dichtheid in g ml ⁻¹
Ethanol	10	19,20	11,18	8,02	0,802
	25	37,98	17,96	20,02	0,801
	100	117,18	36,82	80,36	0,804
Water	10	21,12	11,18	9,94	0,994
	25	42,44	17,96	24,48	0,979
	100	144,36	45,18	99,18	0,992
Benzine	10	18,68	11,18	7,50	0,750
	25	36,64	17,96	18,68	0,747
	100	111,68	36,82	77,86	0,779
Diesel	10	19,32	11,18	8,14	0,814
	25	38,32	17,96	20,36	0,814
	100	126,6	36,82	89,78	0,898
Zonnebloemolie	10	20,24	11,18	9,06	0,906
	25	40,56	17,96	22,6	0,904
	100	135,16	36,82	98,30	0,983

Als er netjes gewerkt wordt kan na de meting de vloeistof worden teruggeschonken in de voorraadflles. Maatcilinders na afloop ontvetten met aceton of in de vaatwasser. Zie ook de rubriek "Voor de TOA: de benodigdheden".

Hoofdstuk 4 – Viscositeit van een brandstof

De snelheid (in mL s⁻¹) waarmee een vloeistof uit een volumetrische pipet van 25,00 mL loopt, wordt als maat genomen voor de viscositeit. De verschillen in uitloopsnelheid voor water, ethanol, benzine en diesel zijn niet erg groot. Alleen zonnebloemolie heeft een stuk grotere uitloopsnelheid. Nauwkeurig werken is dus weer een vereiste.

De theoretische waarden zijn (bij 293 K):

Stofnaam	Kinematische viscositeit (cSt)*
Ethanol	1,5
Water	1,0
Benzine	0,4 – 0,8
Diesel	> 3
Zonnebloemolie	55

*CentiStokes (cSt) = 0.01 St = 1 mm²/s

Gebruik steeds dezelfde pipet (niet elke pipet is hetzelfde) en een pipetteer ballon. Spoel eerst 3x voor (met kleine beetjes vloeistof). Spoel vloeistof van benzine, diesel en zonnebloemolie niet door de gootsteen, maar in het vat "organisch afval". De beste volgorde van werken (gezien het voorspoelen) is:

water → ethanol → benzine → diesel → zonnebloemolie → 3x naspoelen met aceton

Bij nauwkeurig werken is er een zekere trend zichtbaar, maar suggesties voor verbetering zijn welkom. Leerlingen uit 5 VWO van Oscar Romero kwamen tot de volgende resultaten.

Stofnaam	Uitstroomsnelheid in ml s ⁻¹
Ethanol	0,98
Water	1,09
Benzine	0,92
Diesel	1,03
Zonnebloemolie	2,53

Als er netjes gewerkt wordt kan na de meting de vloeistof worden teruggeschonken in de voorraadfles. Pipetten na afloop ontvetten met aceton. Zie ook de rubriek "Voor de TOA: de benodigdheden".

Hoofdstuk 5 – Vlampunt van een brandstof

Onderzoek 4 is een leuk onderzoek naar het vlampunt van een brandstof.

Het *vlampunt* van een chemische stof is de laagste temperatuur waarbij de stof nog genoeg damp afgeeft om tot ontbranding te kunnen komen, wanneer hij in contact komt met een ontstekingsbron. Het vlampunt moet niet worden verward met de *ontbrandingstemperatuur*. Dat is de temperatuur waarbij een damp/lucht mengsel spontaan tot ontbranding komt.

Het vlampunt is kenmerkend voor de kans dat er door een vonk of een gloeiend voorwerp brand ontstaat.

Verder kunnen de leerlingen een duidelijk verschil zien in vlamkleur bij de verbranding van benzine en ethanol. Daar waar ethanol verbrandt met een 'schone' blauwe vlam verbrandt benzine met een oranje roetende vlam. Aardig om de leerlingen hier op te attenderen!

De theoretische waarden zijn:

Stofnaam	Vlampunt (°C)
Ethanol	12
Ethanol – Water (70% - 30%)	29
Benzine	> -43
Diesel	> 62
Zonnebloemolie	> 250

In praktijk nemen de leerlingen dus het volgende waar:

Stofnaam	Vlampunt beneden of boven kamptemp.
Ethanol	beneden
Ethanol – Water (70% - 30%)	boven
Benzine	beneden
Diesel	boven
Zonnebloemolie	boven

In vergelijking met voorgaande twee onderzoeken gaat het hier om een kwalitatief onderzoek. In de nabespreking kan de docent de leerlingen confronteren met theoretische waarden.

Hoofdstuk 6 – Betrouwbaarheid van het onderzoek

Leerlingen reflecteren eerst in tweetallen op de resultaten van onderzoek 2, 3 en 4 en maken daarbij gebruik van de bijlage op blz. 14 (H)/15(V). Daarna vergelijken ze hun eigen resultaten met een ander tweetal. De docent rondt af met een klassikale discussie over de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van een onderzoek.

Hoofdstuk 7 – Open onderzoeksopdracht

Het open onderzoek wordt uitgevoerd in 4-tallen. Een werkplan wordt gemaakt en taken worden verdeeld. Om voldoende destillaat op te vangen voor een dichtheid en viscositeit bepaling moet er meerdere keren gedestilleerd worden of samengewerkt met andere groepen. Om een hoger alcoholpercentage te bewerkstelligen kan een destillatie-opzet of een vigreux. Destilleer zo langzaam mogelijk met een kleine blauwe (niet ruisende) vlam.

Na de isolatie van de ethanol kan er getest worden op dichtheid, viscositeit en vlampunt om een antwoord te geven op de onderzoeksvraag en deelvragen.

Leerlingen leveren per viertal een verslag in dat beoordeeld kan worden met een cijfer.

Voor suggesties en reacties mailto:

henkubbels@wanadoo.nl

Voor de TOA: de benodigdheden

Onderzoek 1

Ethanol

Kalkwater

Porseleinen schaalpje

Erlenmeyer (300 of 500 ml) om verbrandingsgassen op te vangen

Onderzoek 2

Diesel

Ethanol (alcohol)

Benzine (Euro 95)

Zonnebloemolie

Maatcilinder 10 – 25 – 50 of 100 mL

Pasteur pipet

Elektronische balans

Onderzoek 3

Diesel

Ethanol (alcohol)

Benzine (Euro 95)

Zonnebloemolie

Pipet (25,00 mL)

Pipetteer ballon

Stopwatch

Onderzoek 4

Ethanol (alcohol)

70% ethanol—30% water mengsel

Benzine (Euro 95)

Diesel

Porseleinen schaalpje

Thermometer

Statief + mannetje + klem

Doekje

Lange lucifers of aansteker

Open onderzoek

Vergiste suikeroplossing

Destillatie opstelling + alle materialen van onderzoek 1 – 4

Veiligheid

Ethanol en benzine zijn licht ontvlambaar. Diesel in mindere mate.

In BINAS staan geen MAC waarden voor benzine en diesel vermeld, wel van petroleumether (90 mg m^{-3}).

Zorg in elk geval voor een goede ventilatie tijdens het gebruik van deze stoffen. Verzamel afval en resten in het vat voor "Organische resten" en laat deze niet in de gootsteen terecht komen. Sluit voorraadflessen gelijk af na gebruik.

Antwoorden 3HAVO

Hoofdstuk 1 – Inleiding

- 1 $C_6H_{12}O_6$
- 2 Bij ontleden heb je één beginstof, die uiteenvalt in twee of meer stoffen.
- 3 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_6O + 2 CO_2$
- 4 Katalysator
- 5 Deze suikermoleculen bestaan uit twee ‘ringen’.
- 6 $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2 C_6H_{12}O_6$
- 7 Hydro = water, hydrolyse is een reactie waar water voor nodig is.
- 8 Dat alle suiker door de gistcellen wordt omgezet in koolstofdioxide en ethanol.
- 9 Kookpunt water = 100°C
Kookpunt ethanol = 78°C
- 10 Het verschil is 22°C. Dit is in de praktijk niet voldoende voor een goede scheiding.
- 11 In de praktijk wordt het destillaat door een membraan heen gezogen doordat aan de andere kant van het membraan een vacuüm is. Omdat het membraan maar 1 stof doorlaat kan op deze manier een scheiding plaats vinden. Uiteindelijk houd je dan een mengsel over dat 99% alcohol bevat. Zo zuiver moet de bio-ethanol dus zijn!
- 12 Meer ruimte om gewassen te kweken en goedkopere arbeidskrachten.

Hoofdstuk 2 – Bioethanol en het milieu

- 13 Bioethanol wordt gemaakt uit plantaardig materiaal. Om te kunnen groeien nemen planten het broeikasgas CO_2 op uit de lucht. Dit is gunstig voor het milieu.
- 14 Bij het ontstaan van suikers in planten wordt CO_2 opgenomen uit de lucht. Dit noemen we de fotosynthese reactie (zie ook vraag 14 en onderstaande reactie).
$$6 CO_2 + 6 H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$$
- 15 Destilleren kost energie, want je moet het destillaat verwarmen.
- 16 Extra belastingheffing op bijvoorbeeld autobrandstoffen.
- 17 Sigaretten en alcoholische dranken.
- 18 Bij volledige verbranding ontstaat koolstofdioxide en water(damp).
Bij onvolledige verbranding kan koolstofmonoxide en koolstof (roet) ontstaan.

Hoofdstuk 3 – Dichtheid van een vloeistof

- 19 Benzine 0,72 g/ml
Ethanol 0,80 g/ml
Diesel 0,82 - 0,84 g/ml
Zonnebloemolie 0,92 g/ml
Water 1,00 g/ml
Ethanol komt dus het meest in de buurt.
- 20/ De kleppen en de klepzittingen van de motor zijn gemaakt van speciaal verhard materiaal, omdat ze
21 anders oplossen in de ethanol.

Hoofdstuk 4 – Viscositeit van een brandstof

- 22 Ook hier komt ethanol het meest in de buurt, de andere vloeistoffen zijn te stroperig.

Hoofdstuk 5 – Vlampunt van een brandstof

- 23 Ja, ethanol heeft net als benzine een vlampunt beneden kamertemperatuur. Diesel en zonnebloemolie zitten daar boven.
- 24 Nee, dan wordt het vlampunt hoger.
- 25 De *ontbrandingstemperatuur* is de temperatuur waarbij de brandstof tot *zelfontbranding* komt (zonder een vlammetje er bij te houden).
Bij het *vlampunt* geeft de brandstof net voldoende damp af om met een vlammetje er boven tot ontbranding te komen.

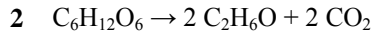
Hoofdstuk 6 – Betrouwbaarheid van het onderzoek

- 26/ Onderzoek 2: zelfde temperatuur, pipet, balans, etc.
28 Onderzoek 3: zelfde temperatuur, pipet/buret, goede stopwatch, etc.
Onderzoek 4: zelfde afstand vlammetje, opstelling, etc.

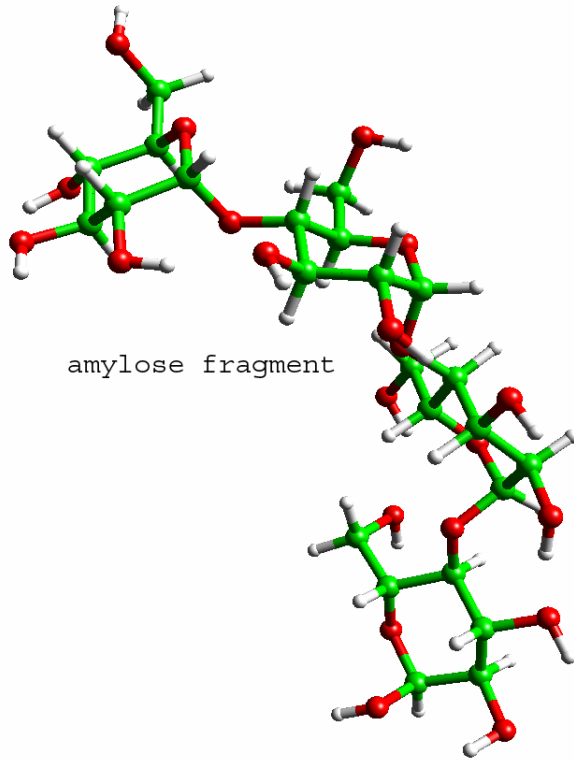
Antwoorden 3VWO

Hoofdstuk 1 – Inleiding

1 Bij ontleden heb je één beginstof, die uiteenvalt in twee of meer stoffen.



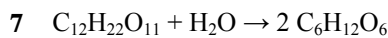
3



4 Katalysator

5 Op de plaats waar de ringen losgekoppeld worden komen op de betrokken koolstofstomen één H-atoom en één OH groep. Hiervoor is steeds één molecuul H_2O nodig.

6 Deze suikermoleculen bestaan uit twee ‘ringen’.



8 Hydro = water, hydrolyse is een reactie waar water voor nodig is.

9 Dat alle suiker door de gistcellen wordt omgezet in koolstofdioxide en ethanol.

10 Kookpunt water = $100^\circ C$
Kookpunt ethanol = $78^\circ C$

11 Het is $22^\circ C$. Dit is de praktijk niet voldoende voor een goede scheiding.

12 In de praktijk wordt het destillaat door een membraan heen gezogen doordat aan de andere kant van het membraan een vacuüm is. Omdat het membraan maar 1 stof doorlaat kan op deze manier een scheiding plaats vinden. Uiteindelijk houd je dan een mengsel over dat 99% alcohol bevat. Zo zuiver moet de bio-ethanol dus zijn!

13 Meer ruimte om gewassen te kweken en goedkopere arbeidskrachten.

Hoofdstuk 2 – Bioethanol en het milieu

- 14 Bioethanol wordt gemaakt uit plantaardig materiaal. Om te kunnen groeien nemen planten het broeikasgas CO₂ op uit de lucht. Dit is gunstig voor het milieu.
- 15 Bij het ontstaan van suikers in planten wordt CO₂ opgenomen uit de lucht. Dit noemen we de fotosynthese reactie (zie ook vraag 14 en onderstaande reactie).
- $$6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$$
- 16 Destilleren kost energie, want je moet het destillaat verwarmen.
- 17 Extra belastingheffing op bijvoorbeeld autobrandstoffen.
- 18 Sigaretten en alcoholische dranken.
- 19 Bij volledige verbranding ontstaat koolstofdioxide en water(damp).
Bij onvolledige verbranding kan koolstofmonoxide en koolstof (roet) ontstaan.

Hoofdstuk 3 – Dichtheid van een vloeistof

- 20 Benzine 0,72 g/ml
Ethanol 0,80 g/ml
Diesel 0,82 - 0,84 g/ml
Zonnebloemolie 0,92 g/ml
Water 1,00 g/ml
Ethanol komt dus het meest in de buurt.
- 21/ De kleppen en de klepzittingen van de motor zijn gemaakt van speciaal verhard materiaal, omdat ze
22 anders oplossen in de ethanol.

Hoofdstuk 4 – Viscositeit van een brandstof

- 23 Ook hier komt ethanol het meest in de buurt, de andere vloeistoffen zijn te stroperig.

Hoofdstuk 5 – Vlampunt van een brandstof

- 24 Ja, ethanol heeft net als benzine een vlampunt beneden kamertemperatuur. Diesel en zonnebloemolie zitten daar boven.
- 25 Nee, dan wordt het vlampunt hoger.
- 26 De *ontbrandingstemperatuur* is de temperatuur waarbij de brandstof tot *zelfontbranding* komt (zonder een vlammetje er bij te houden).
Bij het *vlampunt* geeft de brandstof net voldoende damp af om met een vlammetje er boven tot ontbranding te komen.

Hoofdstuk 6 – Betrouwbaarheid van het onderzoek

- 27/ Onderzoek 2: zelfde temperatuur, pipet, balans, etc.
29 Onderzoek 3: zelfde temperatuur, pipet/buret, goede stopwatch, etc.
Onderzoek 4: zelfde afstand vlammetje, opstelling, etc.