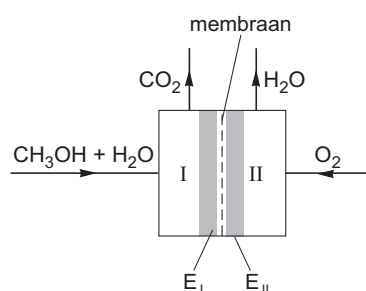


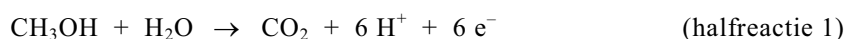
Ky-auto

Personenauto's die op benzine rijden, produceren koolstofdioxide. In december 1997 is in Kyoto (Japan) afgesproken dat in 2012 de hoeveelheid koolstofdioxide per gereden km gemiddeld met minstens 40% moet zijn teruggebracht. Daarom doet de auto-industrie uitgebreide research om de uitstoot van koolstofdioxide te verlagen. Eén van de onderzoeken richt zich op een auto uitgerust met een elektromotor. De elektrische stroom voor de elektromotor wordt geleverd door een zogenoemde directe methanol-brandstofcel. In figuur 1 is de directe methanol-brandstofcel schematisch weergegeven. In het vervolg van deze opgave duiden we zo'n cel kortheidshalve aan met brandstofcel.

figuur 1



In compartiment I van de brandstofcel wordt een mengsel van methanol en water geleid. In compartiment II wordt zuurstof (lucht) geleid. Aan de poreuze platina-elektroden (E_I en E_{II}) treden de volgende halfreacties op:

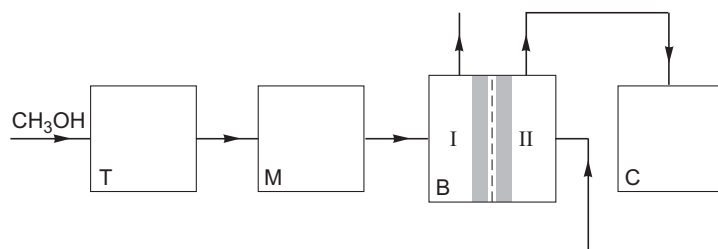


Tussen de poreuze elektroden bevindt zich een membraan dat alleen H^+ ionen doorlaat. Koolstofdioxide en waterdamp worden uit de brandstofcel afgevoerd.

- 2p 1 Leg uit of de elektrode waaraan zuurstof reageert de positieve of de negatieve elektrode van de brandstofcel is.

Een auto die is uitgerust met deze brandstofcel hoeft alleen methanol te tanken. Het water dat voor halfreactie 1 nodig is, wordt geleverd door halfreactie 2. In figuur 2 is de werking van de brandstofcel in een auto schematisch weergegeven. Het grootste deel van de stofstromen ontbreekt.

figuur 2



Tijdens het rijden wordt voortdurend uit de tank (T) methanol naar een mixtank (M) gepompt. Naar deze mixtank wordt ook een deel van het water geleid dat bij halfreactie 2 ontstaat. Uit de mixtank gaat het water-methanol mengsel naar compartiment I van de brandstofcel (B). Een deel van de methanol en een deel van het water worden hier omgezet (halfreactie 1). De ontstane koolstofdioxide verdwijnt uit de brandstofcel. De niet omgezette methanol en het niet omgezette water worden teruggeleid naar de mixtank.

Eindexamen scheikunde 1-2 vwo 2004-II

In compartiment II wordt lucht geleid. Zuurstof uit deze lucht reageert met H^+ ionen tot waterdamp (halfreactie 2). De waterdamp wordt samen met de overgebleven lucht (omdat daar minder zuurstof in zit wordt de overgebleven lucht in de verdere opgave restlucht genoemd) door een condensor (C) geleid. In de condensor condenseert de waterdamp. De restlucht verdwijnt uit de condensor. Omdat in de condensor meer water condenseert dan voor halfreactie 1 nodig is, wordt niet al het water naar de mixtank geleid. Een deel wordt afgevoerd.

- 3p **2** Leid aan de hand van de gegeven halfreacties af hoeveel procent van het in compartiment II gevormde water naar de mixtank moet worden geleid.

Op de bijlage is het schema met de vier blokken T, M, B en C (figuur 2) nogmaals weergegeven. De nummers 3 en 5 die staan bij de stofstromen tussen de tank T en de mixtank M en tussen de mixtank M en de brandstofcel B staan voor respectievelijk methanol en water. Bij de overige getekende stofstromen staat geen nummer, en er ontbreekt een aantal stofstromen.

- 5p **3** Maak het schema op de bijlage af door het plaatsen van lijnen met pijlen. Zet bij de reeds getekende lijnen én bij de zelf getekende lijnen, de bijbehorende stof of het bijbehorende mengsel. Doe dit met behulp van de nummers 1 t/m 6:

1 = *koolstofdioxide*;

2 = *lucht*;

3 = *methanol*;

4 = *restlucht*;

5 = *water*;

6 = *waterdamp*.

Houd rekening met het feit dat er meerdere nummers bij één lijn kunnen staan en dat nummers meerdere malen kunnen worden gebruikt.

Een personenauto, uitgerust met een brandstofcel en een elektromotor, gaat waarschijnlijk evenveel kilometers op 1,0 L methanol rijden, als een vergelijkbare benzineauto op 1,0 L benzine.

Op pagina 2 van het informatieboekje dat bij dit examen hoort, staat het zogenoemde brandstofetiket afgebeeld van een Nissan Primera, bouwjaar 2003. Een dergelijk etiket zit sinds 2001 op elke nieuwe auto. Volgens de dealer zijn de prestaties van deze auto wat betreft benzineverbruik en koolstofdioxide-uitstoot sinds 1997 vrijwel niet veranderd. Mede met behulp van gegevens uit het informatieboekje kan worden nagegaan of de uitstoot van koolstofdioxide per gereden kilometer gemiddeld minstens 40% minder is wanneer zo'n personenauto wordt uitgerust met deze brandstofcel en een elektromotor.

- 3p **4** Bereken hoeveel gram koolstofdioxide ontstaat wanneer 1,0 L vloeibare methanol volledig wordt verbrand (293 K).

- 4p **5** Ga na of de Nissan Primera van het brandstofetiket de in Kyoto gemaakte afspraak haalt (gemiddeld minstens 40% minder uitstoot van koolstofdioxide per gereden kilometer) wanneer hij wordt uitgerust met een directe methanol-brandstofcel en elektromotor.

Op een internetsite over de mogelijkheden van dit nieuwe type auto staat de volgende uitspraak: „Als de methanol waarop deze auto rijdt, uit biomassa (suikerriet, gft-afval, houtsoorten, enz.) wordt bereid, dan rijdt de auto CO_2 neutraal.”

- 2p **6** Leg uit wat met deze uitspraak wordt bedoeld.

Eindexamen scheikunde 1-2 vwo 2004-II

havovwo.nl

Uitwerkbijlage bij vraag 3

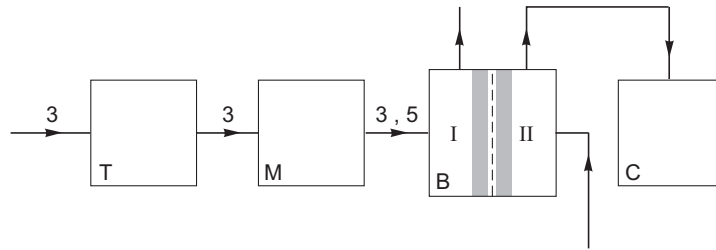
scheikunde 1,2 (nieuwe stijl)

- Examen VWO 2004
- Tijdvak 2
- Woensdag 23 juni
- 13.30 – 16.30 uur

- Vraag 3

Examnummer

Naam

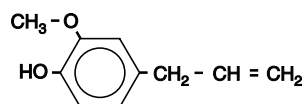


■ Ky-auto

<h2>Energie</h2> <p>Fabrikant</p> <p>Model</p> <p>Brandstof</p>	<h2>Personenauto</h2>  <p>Primera III Sedan 2.0</p> <p>Benzine</p>
<h2>Brandstofverbruik</h2> <p>gemeten volgens de test van de typegoedkeuring.</p>	<h1>8,7</h1> liter / 100 km = 1 liter op 11,5 km
<h2>Zuinig</h2>  <h2>Onzuinig</h2>	
<h2>CO₂-uitstoot</h2> <p>CO₂ is het broeikasgas dat bij de wereldwijde klimaatverandering de belangrijkste rol speelt.</p> <p>Jaar van toepassing</p> <p>Een gids betreffende het brandstofverbruik en de CO₂-uitstoot met gegevens voor alle nieuwe modellen personenauto's is gratis te verkrijgen in elk verkooppunt.</p> <p>Naast de brandstofefficiëntie van een auto zijn ook het rijgedrag en andere, niet-technische factoren bepalend voor het brandstofverbruik en de CO₂-uitstoot van een auto.</p> <p><small>Richtlijn 1999/94/EG: Etikettering personenauto's RDC-deelnemer 4175 Volgnummer 128</small></p>	<h1>208</h1> gram / km 2003
VIN SJNBCAP12U0049493	

Eugenol

Kruidnagel heeft een kenmerkende geur die wordt veroorzaakt door de stof eugenol. De structuurformule van eugenol is:

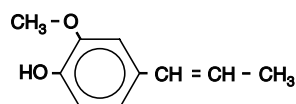


eugenol

- 3p 7 Geef de systematische naam van eugenol. Gebruik de systematische naam (2-propenyl) voor de zijtak $-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$.

Eén van de isomeren van eugenol is iso-eugenol. De structuurformules van eugenol en van iso-eugenol lijken sterk op elkaar. Niettemin verschillen deze stoffen in een aantal eigenschappen. Eén van die eigenschappen is de geur: iso-eugenol is verantwoordelijk voor de geur van nootmuskaat.

De structuurformule van iso-eugenol kan als volgt worden weergegeven:

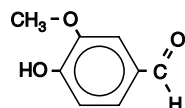


iso-eugenol

De gegeven structuurformule van eugenol heeft betrekking op één stof. De structuurformule die voor iso-eugenol is gegeven, heeft betrekking op twee stoffen.

- 3p 8 Leg uit dat de gegeven structuurformule van eugenol betrekking heeft op één stof en dat de gegeven structuurformule van iso-eugenol betrekking heeft op twee stoffen.

Eugenol en iso-eugenol kunnen als grondstof worden gebruikt voor de bereiding van een andere geurstof: vanilline. De structuurformule van vanilline is:



vanilline

Omdat eugenol in grote hoeveelheden voorhanden is, wordt deze stof het meest gebruikt voor de bereiding van vanilline. Daarvoor moet de eugenol eerst uit kruidnagelolie worden gewonnen. Daartoe schudt men de kruidnagelolie met natronloog. In de reactie die daarbij optreedt, reageert eugenol als zuur. Dit is mogelijk doordat de OH groep die in een eugenolmolecuul aan de benzeenring is gebonden zure eigenschappen heeft. Na de reactie zijn twee vloeistofflagen ontstaan: een waterige laag waarin onder andere de zuurrest van eugenol aanwezig is en een olielaag. Na het scheiden van de twee lagen wordt in de waterige laag door aanzuren de zuurrest van eugenol weer omgezet tot eugenol.

- 2p 9 Geef de reactievergelijking van de reactie van eugenol met natronloog. Gebruik voor de organische deeltjes structuurformules.

De omzetting van eugenol tot vanilline is op te vatten als een redoxreactie. Behalve vanilline ontstaat onder andere ook ethaanzuur. De omzetting van eugenol tot vanilline en ethaanzuur kan worden weergegeven met de vergelijking van één halfreactie.

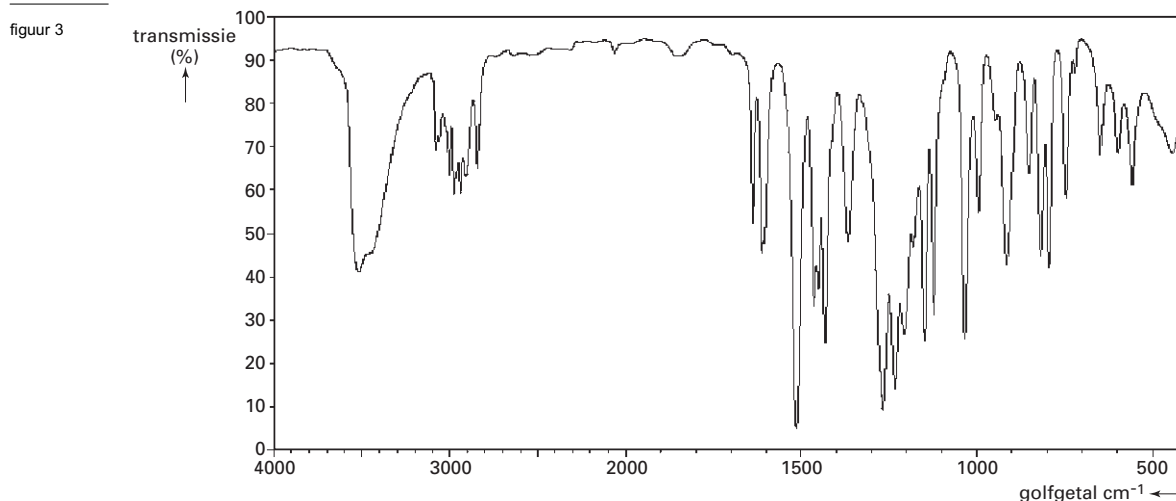
Eindexamen scheikunde 1-2 vwo 2004-II

havovwo.nl

- 5p **10** □ Geef de vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van eugenol tot vanilline en ethaanzuur. Gebruik voor de organische deeltjes molecuulformules. In deze vergelijking komen behalve deze molecuulformules onder andere ook H^+ en H_2O voor.

Om na te gaan of eugenol inderdaad tot vanilline is omgezet, wordt van het reactieproduct een infrarood-spectrum (IR-spectrum) opgenomen. Dit spectrum kan worden vergeleken met het IR-spectrum van de beginstof eugenol.

In figuur 3 is het IR-spectrum van eugenol (dunne vloeistoflaag) afgebeeld.



ontleend aan:

SDBSWeb: www.aist.go.jp/RIODB/SDBS/sdbs/owa/sdbs_sea.cre_frame_disp?sdbno=91

Het IR-spectrum van vanilline zal tenminste één piek bevatten die niet in het IR-spectrum van eugenol voorkomt. Bovendien zal tenminste één piek in het IR-spectrum van eugenol voorkomen die niet in het IR-spectrum van vanilline te zien is.

- 2p **11** □ Noem een vibratie die in eugenolmoleculen een piek in het IR-spectrum van eugenol veroorzaakt die niet voorkomt in het IR-spectrum van vanilline. Geef ook het absorptiegebied (in cm^{-1}) van die piek.
- 2p **12** □ Noem een vibratie die in vanillinemoleculen een piek in het IR-spectrum van vanilline veroorzaakt die niet voorkomt in het IR-spectrum van eugenol. Geef ook het absorptiegebied (in cm^{-1}) van die piek.

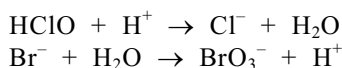
■ Broom in het bad

Deze opgave gaat over het artikel 'Bromaat in kuurbad bedreigt heilzaam imago' dat gedeeltelijk is afgedrukt op pagina 3 van het informatieboekje dat bij dit examen is verstrekt. Lees dit artikel en maak vervolgens de vragen van deze opgave.

Het werkzame bestanddeel van het desinfectiemiddel chloorbleekloog is onderchlorigzuur, een zwak zuur met de formule HClO. Om de vorming van bromaat te verklaren, veronderstelt een leerlinge, Jos, dat het bromaat ontstaat doordat onderchlorigzuur in een evenwichtsreactie reageert met bromide. De vergelijking voor deze evenwichtsreactie is:



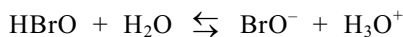
In de reactie naar rechts van dit evenwicht treedt HClO als oxidator op. De vergelijkingen van de halfreacties voor de reactie naar rechts zijn hieronder gedeeltelijk weergegeven:



- 3p **13** □ Maak de vergelijkingen van beide halfreacties af door op de juiste plaats coëfficiënten en aantallen elektronen te zetten.

Behalve het artikel gebruikt Jos de brochure 'Broom in het bad', waarnaar in de literatuurlijst bij het artikel wordt verwezen. Een deel van de tekst uit deze brochure is afgedrukt op pagina 4 van het informatieboekje dat bij dit examen is verstrekt.

Onderbromigzuur is een zwak zuur:



Met behulp van gegevens uit het tekstfragment uit de brochure kan een waarde voor de K_z van onderbromigzuur worden berekend.

- 4p **14** □ Geef die berekening.

Als de veronderstelling van Jos juist is dat de vorming van het bromaat via reactie 1 verloopt, komt zij tot een andere conclusie met betrekking tot de invloed van de pH op de vorming van bromaat dan de conclusie die in de brochure staat over de invloed van de pH.

- 3p **15** □ Leg dit uit aan de hand van een evenwichtsbeschouwing aan reactie 1.

Na het lezen van de brochure weet Jos nog steeds niet hoe de vorming van het bromaat verloopt. Daarom besluit zij een onderzoek uit te voeren om meer inzicht te verkrijgen over de invloed van de pH op de vorming van bromaat.

- 3p **16** □ Beschrijf hoe zij zo'n onderzoek kan uitvoeren.

De normen voor bromaat die in het artikel 'Bromaat in kuurbad bedreigt heilzaam imago' voor drinkwater en voor zwemwater zijn genoemd, mogen worden opgevat als MAC-waarden. Het lijkt alsof de norm voor zwemwater veel soepeler is dan de norm voor drinkwater. Toch is de hoeveelheid bromaat die een gebruiker van het kuurbad jaarlijks binnen mag krijgen aanzienlijk minder dan de hoeveelheid bromaat die men jaarlijks via het drinkwater binnen mag krijgen.

■ Broom in het bad

Bromaat in kuurbad bedreigt heilzaam imago

Het zoutwaterbad van een kuurcentrum in de provincie Groningen bleek vrij hoge concentraties bromaat (760 µg/L) te bevatten. Het zoute bronwater bevatte relatief veel - onschadelijk - bromide (28 mg/L) vergeleken met zoet oppervlaktewater of grondwater (0,1 - 1 mg/L). Bromaat komt echter van nature niet voor in het bronwater. Het bromaat komt dus in het water terecht, nadat het is opgepompt. Zoals in veel (zwem)baden vindt desinfectie plaats door toevoeging van chloorbleekloog. Dit reageert met het bromide, waarbij onder meer bromaat ontstaat. Factoren als zonlicht, zuurgraad en de concentratie chloorbleekloog spelen hierbij een belangrijke rol. Daarnaast blijkt chloorbleekloog zelf al een aanzienlijke hoeveelheid bromaat te bevatten.

In het zwembad kan opname van bromaat via de mond plaatsvinden. Opname via de huid of door inademing is te verwaarlozen. De huidige (tijdelijke) drinkwaternorm voor bromaat - uitgaande van een kankerrisiconorm van 1 op 100.000 - bedraagt 5 µg/L. Op grond van de verwachte maximale opname door zwemmers heeft het RIVM de zwembadnorm vastgesteld op 120 µg/L.

De concentratie bromaat kan worden verlaagd door de vorming hiervan te voorkomen of door het gevormde bromaat te verwijderen. Verlaging van de concentratie chloorbleekloog of het gebruik van chloorbleekloog met minder bromaat is een mogelijkheid. Inmiddels wordt al minder chloorbleekloog toegevoegd.

Desinfectie zonder chloorbleekloog lijkt een veel betere manier. Ozonisering - soms toegepast voor zuivering van water in zwembaden - is voor desinfectie van bronwater geen goede methode. Veel perspectief biedt de desinfectie door middel van ultraviolet licht. Testen op laboratoriumschaal moeten aantonen of deze methode kan worden toegepast om het water in het kuurbad te desinfecteren. Een zegsman van de Dienst Zuiveringsbeheer benadrukt dat het probleem zich voordoet bij alle kuurbaden met bromidehoudend water. Er is geen reden om ongerust te zijn. „Bij het vaststellen van de norm is uitgegaan van het feit dat je 30 keer per jaar van het bad gebruik maakt en daarbij gemiddeld vier slokken water naar binnen krijgt. In de praktijk zal dat waarschijnlijk veel minder zijn. Bovendien is de gehanteerde risiconorm (1 op 1.000.000) een factor tien lager dan de huidige drinkwaternorm.”

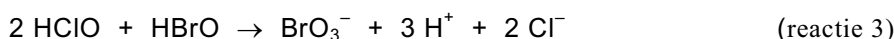
naar: Chemisch Weekblad

Broom in het bad

Voor de vorming van bromaat (BrO_3^-) bij de chlorering van zeewater is een aantal reacties voorgesteld. De primaire stap is de vorming van onderbromigzuur (HBrO) volgens:



Bij hoge doses chloorbleekloog treedt de vorming van bromaat op volgens:



Bij chlorering verloopt de vorming van bromaat vanuit onderbromigzuur, dus bij lage pH. Hier zou een verhoging van de pH deze vormingsreactie onderdrukken. Of vermindering van de vorming van bromaat in de praktijk inderdaad optreedt, dient experimenteel te worden vastgesteld: de literatuur wijst niet uit of de voorgestelde reactie 3 inderdaad de juiste en enige route is voor de vorming van bromaat bij chlorering.

Hypobromiet (BrO^-) is echter pas bij pH groter dan 9 de overheersende vorm. Dit is hoger dan de maximaal toegestane pH van het badwater. Wettelijk ligt de pH van zwembadwater tussen 6,8 en 7,8. Ook bij pH = 7,8 is circa 90% van het broom in de vorm van onderbromigzuur aanwezig; de rest komt voor in de vorm van hypobromiet. De mogelijkheden om bij de behandeling van zwembadwater de pH te variëren zijn dus beperkt.

naar: 'Broom in het bad', Chemiewinkel RU Groningen

- 4p 17 Bereken:
- hoeveel μg bromaat men jaarlijks maximaal via het drinkwater volgens de norm binnen mag krijgen;
 - hoeveel μg bromaat een gebruiker van het kuurbad via het zwembadwater jaarlijks maximaal volgens de norm binnen mag krijgen.
- Gebruik gegevens uit het artikel 'Bromaat in kuurbad bedreigt heilzaam imago'. Neem daarnaast aan dat men gemiddeld 2,0 L water per dag consumeert en dat het volume van een slok 25 mL is.
- 2p 18 Leg uit waarom de bromaatnorm voor zwembadwater zo is gesteld dat de hoeveelheid bromaat die een gebruiker van het kuurbad via het zwembadwater jaarlijks binnen mag krijgen aanzienlijk kleiner is dan de hoeveelheid bromaat die men jaarlijks via het drinkwater binnen mag krijgen.

Waterbepaling

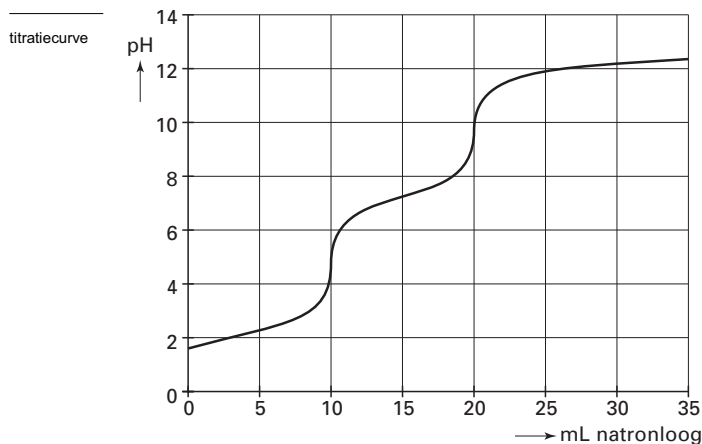
Geconcentreerd fosforzuur is in de handel verkrijgbaar in de vorm van een oplossing die circa 85 massaprocent H_3PO_4 (15 M) bevat. De rest is water. Een groepje leerlingen kreeg als opdracht het fosforzuurgehalte van geconcentreerd fosforzuur door middel van een zuur-base titratie te controleren. Ze moesten daarbij gebruik maken van een 0,1000 M oplossing van natriumhydroxide. De leerlingen stelden een werkplan op. In hun werkplan stond het volgende:

- we brengen 10,00 mL van het geconcentreerde fosforzuur in een erlenmeyer;
- we voegen een paar druppels indicator toe;
- we vullen een 50 mL buret met de natriumhydroxide-oplossing;
- we titreren tot de kleur van de indicator verandert.

Toen de docent dit werkplan had bekeken, was zijn eerste reactie: „Dat redden jullie nooit met één buret!”

- 2p 19 Laat met behulp van gegevens uit deze opgave zien dat de inhoud van één buret niet voldoende is om deze titratie uit te voeren.

De docent wilde ook weten welke indicator de leerlingen van plan waren te gebruiken. Om hen wat op weg te helpen, vertelde hij dat de leerlingen de titratiecurve moesten gebruiken om een goede keus te kunnen maken. Ze vonden op het internet de volgende titratiecurve voor een titratie van fosforzuur met een 0,1 M natriumhydroxide-oplossing.



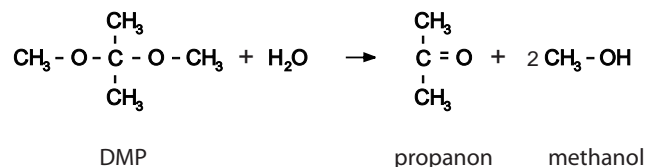
- 2p 20 Leg aan de hand van bovenstaande titratiecurve uit welke indicator je kunt gebruiken voor de titratie van een oplossing van fosforzuur met een oplossing van natriumhydroxide.

Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

Eindexamen scheikunde 1-2 vwo 2004-II

havovwo.nl

Je kunt het fosforzuurgehalte van geconcentreerd fosforzuur ook bepalen door het watergehalte ervan te bepalen. Dan weet je ook het gehalte aan fosforzuur. Het Australische bedrijf Multitrotor heeft een methode ontwikkeld om watergehaltes van mengsels te bepalen door middel van titratie met een oplossing van 2,2-dimethoxypropanon (DMP) in cyclohexaan. DMP reageert met water onder vorming van propanon en methanol:



Vanwege het warmte-effect van deze reactie treedt tijdens de titratie een temperatuurverandering op. Wanneer alle water heeft gereageerd, houdt deze temperatuurverandering op. Door tijdens de titratie de temperatuur van de oplossing te volgen, kan men dus het eindpunt van de titratie bepalen.

- 5p **21** Ga aan de hand van een berekening van de reactiewarmte na of, zolang de reactie optreedt, de temperatuur van de oplossing in het titratievat stijgt of daalt. Gebruik bij je berekening behalve gegevens uit Binas ook de volgende gegevens:
- de vormingswarmte van 2,2-dimethoxypropanon bedraagt $-4,61 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$;
 - de vormingswarmte van propanon bedraagt $-2,49 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$;
 - zowel het reagerende water als het ontstane methanol zijn vloeibaar;
 - warmte-effecten tengevolge van mengen van vloeistoffen zijn verwaarloosbaar.

Om de reactie die tijdens de titratie optreedt met voldoende snelheid te laten optreden, wordt het oplosmiddel acetonitril gebruikt. Alle stoffen die bij de titratie zijn betrokken, lossen in acetonitril goed op.

De gehele bepaling bestaat uit drie afzonderlijke titraties. De resultaten van zo'n bepaling staan hieronder vermeld.

- 1 Titratie van acetonitril met de oplossing van DMP in cyclohexaan.
Deze titratie is nodig omdat het acetonitril een (geringe) hoeveelheid water kan bevatten. Hiervoor werd 25,00 mL acetonitril getitreerd met de oplossing van DMP in cyclohexaan. Voor deze titratie was 0,300 mL DMP-oplossing nodig.
- 2 IJking van de oplossing van DMP in cyclohexaan.
Hiervoor werd aan 25,00 mL acetonitril 3,000 mL van een 2,015 M oplossing van water in 2-propanol toegevoegd. Het aldus verkregen mengsel werd getitreerd met de DMP-oplossing. Voor deze titratie was 3,216 mL van de DMP-oplossing nodig.
- 3 Titratie van het geconcentreerde fosforzuur.
Hiervoor werd 1,023 g van het geconcentreerde fosforzuur opgelost in 25,00 mL acetonitril. Deze oplossing werd getitreerd met de oplossing van DMP in cyclohexaan. Hiervan was 4,352 mL nodig.

Bij alle drie de titraties werd acetonitril gebruikt uit dezelfde voorraadfles. Ook de oplossing van DMP in cyclohexaan die bij de drie titraties werd gebruikt, kwam uit één fles.

- 5p **22** Bereken het massapercentage water in het onderzochte geconcentreerde fosforzuur.