**Proeftoets T3**

**Stabilisator voor PVC**

PVC wordt in de chemische industrie op grote schaal gemaakt door polymerisatie van chlooretheen. PVC wordt vervolgens in korrelvorm geleverd aan fabrieken waar men van PVC bijvoorbeeld kozijnen, deuren, waterleidingen en kabels maakt. Hierbij wordt gebruikgemaakt van het feit dat PVC een thermoplast is.

1 2pt Leg uit met behulp van begrippen op microniveau (deeltjesniveau) dat PVC een thermoplast is.

Voorafgaand aan de verwerking tot kozijn voegt men aan de PVC-korrels allerlei stoffen toe, zoals kleurstoffen en stabilisatoren. Als PVC wordt verwarmd zonder een stabilisator, ontleedt het bij verwarmen waarbij waterstofchloride ontstaat. Bij deze ontleding ontstaan in moleculen PVC zogenoemde geconjugeerde bindingen. Daarbij zijn om en om C–C en C=C bindingen aanwezig. De H atomen rondom de C=C bindingen nemen

hierbij de *trans*-configuratie aan.

2 4pt Geef met behulp van structuurformules deze reactie van PVC weer.

Geef hierbij een fragment uit het midden van een PVC keten weer, bestaande uit totaal 6 koolstofatomen.

Om deze ontleding te onderzoeken, verwarmt een groepje leerlingen een monster van 1,0 g PVC-korrels. Om te bewijzen dat het gas waterstofchloride is, voeren de leerlingen de proef uit in een opstelling zoals in figuur 1 schematisch is weergegeven. In de wasfles is uitsluitend water aanwezig.

****

Om aan te tonen dat bij het verwarmen van PVC waterstofchloride is ontstaan, voeren de leerlingen na de proef twee afzonderlijke experimenten uit met monsters van de inhoud van de wasfles.

3 4pt Leg uit welke chemicaliën de leerlingen bij deze twee experimenten kunnen gebruiken en geef aan welke waarnemingen ze zullen doen, indien waterstofchloride aanwezig is in het monster.

Uit onderzoek is gebleken dat het waterstofchloride dat bij de ontleding ontstaat, deze ontleding verder katalyseert. Aan PVC worden daarom stabilisatoren toegevoegd die als functie hebben waterstofchloride te

binden.

Vaak worden zogenoemde organo-tinverbindingen gebruikt. Dit zijn stoffen met de algemene formule RnSnY4─n, waarbij n= 1, 2, 3 of 4. R is een organische groep (methyl, ethyl, etc). Y is een karakteristieke groep, bijvoorbeeld een Cl atoom of een OH groep. De covalentie van het tinatoom is in deze verbindingen dus gelijk aan vier. Een voorbeeld van een organo-tinverbinding, trimethylhydroxytin, is hiernaast weergegeven.



Een veelgebruikte stabilisator is dibutyltinmaleaat. Het tinatoom is hierin door twee estergroepen gebonden aan één maleaatgroep. De naam maleaat is afgeleid van maleïnezuur (*cis*-buteendizuur). Esters van maleïnezuur worden maleaten genoemd. Tevens zijn twee butylgroepen gebonden aan het tinatoom. Bij de reactie van dibutyltinmaleaat met waterstofchloride ontstaan butaan en monobutyl-monochloortinmaleaat

4 3pt Geef met behulp van structuurformules de reactievergelijking voor de reactie van dibutyltinmaleaat met waterstofchloride.

Aan PVC wordt meestal 1,0 massa % stabilisator toegevoegd. Per jaar wordt wereldwijd 2,5·107 ton PVC geproduceerd. Dat betekent dat ook een grote hoeveelheid van het vrij schaarse metaal tin nodig is voor de synthese van organotin-stabilisatoren. De massa van een mol dibutyltinmaleaat bedraagt 347 g mol-1

5 2pt Bereken hoeveel ton tin per jaar nodig is om de hoeveelheid stabilisator te maken die nodig is om 2,5·107 ton PVC te stabiliseren. Ga er voor de berekening van uit dat uitsluitend dibutyltinmaleaat wordt gebruikt.

# **Synthese van ethers**

Men gebruikt oplossingen van natriumalkanolaten in een alkanol onder andere bij de zogenoemde Williamson-reactie. Een reactie waarbij een alkoxyalkaan ontstaat door een oplossing van een alkanolaat te laten reageren met een halogeenalkaan wordt een Williamson-reactie genoemd.

Een oplossing van natriummethanolaat in methanol bevat behalve CH3OH moleculen ook Na+ ionen en CH3O−. Bij de Williamson-reactie, die optreedt als men deze oplossing laat reageren met chloorethaan, reageren CH3O− ionen met CH3CH2Cl moleculen

Hierbij ontstaat methoxyethaan.

CH3O− + Cl ― CH2 ― CH3 → CH3 ― O ― CH2 ― CH3 + Cl−

Men kan methoxyethaan nog op een andere manier via een Williamson‑reactie bereiden.

Men moet dan andere deeltjes dan CH3O− en CH3CH2Cl met elkaar laten reageren.

6 4p Geef de formules van die andere deeltjes.

Als men een oplossing van natriummethanolaat in methanol laat reageren met chloorethaan, treedt behalve de Williamson-reactie nog een andere reactie op.

Bij die andere reactie ontstaat etheen:

CH3O− + Cl ― CH2 ― CH3 → CH3OH + CH2 ═ CH2 + Cl−

Alkeenvorming kan optreden als men een oplossing van natriummethanolaat in methanol laat reageren met een chlooralkaan met minstens twee C atomen per molecuul

Men kan zich voorstellen dat de vorming van een alkeen uit CH3O─ en zo’n chlooralkaan verloopt volgens de volgende twee deelreacties.

Deelreactie 1 : een CH3O− ion onttrekt aan een molecuul van het chlooralkaan een H+ ion. Voor de levering van het H+ ion komen alleen H atomen in aanmerking die gebonden zijn aan een C atoom naast het C atoom waaraan het Cl atoom gebonden is.

Deelreactie 2 : van het ion dat in deelreactie 1 gevormd is, wordt een Cl− ion afgesplitst. Hierbij ontstaat een molecuul van een alkeen.

Er zijn monochlooralkanen, met minstens twee C atomen per molecuul, waarmee geen alkeenvorming optreedt als men die laat reageren met een oplossing van natriummethanolaat in methanol.

7 3p Geef de structuurformule van zo’n monochlooralkaan.

Ook als men een oplossing van natriummethanolaat in methanol laat regeren met 2-chloorpentaan,  , treedt zowel de Williamson-reactie als alkeenvorming op

Het is gebleken dat hierbij drie alkenen gevormd worden.

8 3p Geef de namen van die drie alkenen.

De Williamson-reactie die optreedt als men een oplossing van natriummethanolaat in methanol laat reageren met 2-chloorpentaan, kan als volgt in een vergelijking worden weergegeven:



Van 2-chloorpentaan bestaan twee optische isomeren: een rechtsdraaien(+) en een linksdraaiend(−) isomeer. Als men (+) 2-chloorpentaan laat reageren met natriummethanolaat in methanol verkrijgt met een veel kleinere optische activiteit ( een veel geringere draaiing van gepolariseerd licht) dan je kunt verwachten als alleen zuiver (+) 2-methoxypentaan zou ontstaan.

Hiervoor zijn twee verklaringen te geven, die uit de gegevens van deze opgave kunnen worden afgeleid.

9 2p Geef deze twee verklaringen

3 **Slechte smaak**

****Eén van de angsten van bierbrouwers is dat hun product een slechte smaak heeft. Een slechte smaak kan worden veroorzaakt door diacetyl (zie de structuurformule hiernaast). Diacetyl geeft bier een botersmaak.

De concentratie diacetyl in bier kan met behulp van gaschromatografie worden bepaald. Daartoe moet tenminste twee keer een chromatogram worden opgenomen.

10 3p Geef aan wat je bij het opnemen van beide chromatogrammen moet injecteren en geef aan hoe je uit de verkregen chromatogrammen de concentratie diacetyl kunt bepalen.

Tijdens het brouwen van bier wordt in gistcellen glucose in een aantal stappen enzymatisch omgezet. Daarbij wordt onder andere pyrodruivenzuur gevormd, een stof met de molecuulformule C3H4O3. Een groot deel van het pyrodruivenzuur wordt door de gistcellen omgezet tot ethanol. De gistcellen zullen echter uit pyrodruivenzuur ook de stof α-acetomelkzuur vormen. Bij de vorming van α-acetomelkzuur uit pyrodruivenzuur ontstaat één andere stof. α-Acetomelkzuur heeft de molecuulformule C5H8O4

11 4p Geef de reactievergelijking voor het ontstaan van α-acetomelkzuur uit pyrodruivenzuur. Noteer daarin pyrodruivenzuur en α-acetomelkzuur in structuurformule; gebruik daarbij de volgende gegevens:

− de systematische naam van pyrodruivenzuur is: 2-oxo-propaanzuur;

− de systematische naam van α-acetomelkzuur is: 2-hydroxy-2-methyl-3-oxobutaanzuur;

− het voorvoegsel ‘oxo’ geeft aan dat in het molecuul de groep C = O aanwezig is (zie Binas-tabel 66D).

1 Als chlooretheen polymeriseert ontstaan lange ketens zonder dwarsverbindingen. De ketens kunnen langs elkaar bewegen (bij verwarmen).

2



3 proef 1 magnesiumpoeder toevoegen dan zal gasontwikkeling van H2 ontstaan

proef 2 zilvernitraat toevoegen dan zal een neerslag van zilverchloride ontstaan

4



5 1 % van 2,5·107 ton M = 347 g mol-1

• 2,5 • 107 = 2,5 • 105 ton ≙ 2,5 • 108 kg

|  |  |
| --- | --- |
| kmol | kg |
| 1 | 347 |
| ? | 2,5 • 108 |

? = = 7,2 • 105 mol dibutyltinmaleaat dus ook 7,2 • 105 mol Sn

|  |  |
| --- | --- |
| kmol | kg |
| 1 | 118,7 |
| 7,2 • 105 | ? |

? = = 8,6 • 107 kg ≙ 8,6 • 104 ton

**Synthese van ethers**

6 C2H5O– en CH3Cl

7 Zo'n alkeen mag geen H atoom bezitten aan het C atoom dat naast het C atoom ligt dat Cl kan afsplitsen. Een voorbeeld is (H3C)3 C ─CH2Cl

8 1 penteen, cis-2-penteen en trans-2-penteen

1-penteen ontstaat als 2-chloorpentaan HCl verliest afkomstig van C(1) en C(2)

De twee isomeren van 2-penteen ontstaan als HCl afkomstig is van C(2) en C(3).

9 Verklaring 1 : De Williamson-reactie ondervindt concurrentie van de reactie waarbij een alkeen gevormd wordt (zie opgave)

Verklaring 2 : De Williamson-reactie vindt plaats aan het optisch actieve C atoom. Daarbij ontstaat mogelijk niet evenveel van beide optische isomeren. Deze isomeren geven een even grote maar tegengestelde draaiing. Dus het reactie product zal optische activiteit vertonen als de hoeveelheden van de (+) en de (–) isomeer niet even groot zijn.

**Slechte smaak**

10 Je moet voor het ene chromatogram bier met een bekende hoeveelheid toegevoegde diacetyl injecteren en voor het andere chromatogram dezelfde hoeveelheid bier injecteren

In het chromatogram zul je dan een piek zien die een ander oppervlak heeft. Dit is de piek van diacetyl.

Uit de verhouding van de oppervlaktes kun je de hoeveelheid diacetyl in het bier bepalen.

of Je neemt een chromatogram op met diacetyl en een referentie stof waarbij beide dezelfde concentratie hebben. Nu voeg je aan het bier een bekende hoeveelheid van die referentie stof toe. Uit de verhouding van de pieken van diacetyl en de referentiestof kun je de hoeveelheid diacetyl in het bier bepalen.

11

