

Oefenopgaven KOOLSTOFCHEMIE I

vwo

Inleiding

Maak eerst de opgaven over dit onderwerp die bij havo staan. In dit document vind je alleen aanvullende opgaven.

OPGAVE 1

Er zijn verschillende stoffen met de molecuulformule C_4H_7Cl ; één daarvan is crotylchloride, $CH_3-CH=CH-CH_2Cl$.

- 01 Geef de systematische naam van crotylchloride.

Crotylchloride kan worden gemaakt door but-2-een te laten reageren met chloor.

- 02 Leg uit of de vorming van crotylchloride uit but-2-een en chloor een additiereactie of een substitutiereactie is.

Bij deze reactie van but-2-een met chloor ontstaat ook een andere stof met de formule C_4H_7Cl .

- 03 Geef de structuurformule van deze andere stof.

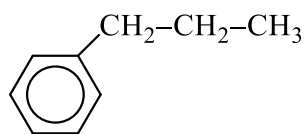
Bij de reactie tussen crotylchloride en kaliloog ontstaat een alkenol (onverzadigd alcohol) met de structuurformule $CH_3-CH=CH-CH_2OH$.

- 04 Geef de vergelijking van deze reactie. Schrijf hierin de koolstofverbindingen in structuurformules.

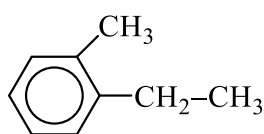
N.B. Deze opgave staat ook in Koolstofchemie II, maar dan uitgebreider.

OPGAVE 2

Hieronder staan de structuurformules van twee aromaten.



structuur 1



structuur 2

- 05 Geef van beide aromaten de systematische naam.
06 Leg uit of beide aromaten isomeren zijn.
07 Geef de structuurformule van een aromaat die isomeer is met structuur 1.

OPGAVE 3

De ontdekker van stikstoftrichloride, NCl_3 , verloor drie vingers en een oog bij zijn onderzoek. Vrijwel alle verbindingen van stikstof en een halogeen zijn agressieve chemicaliën.

- 08 Geef de structuurformule van stikstoftrichloride.

Stikstoftrichloride reageert vlot met water. Daarbij ontstaat ammoniak en hypochlorigzuur (HOCl), dat gebruikt wordt als bleekmiddel.

09 Geef de structuurformules van ammoniak en hypochlorigzuur.

10 Geef, in molecuulformules, de vergelijking voor de reactie van stikstoftrichloride met water.

Er zijn diverse verbindingen bekend van stikstof en fluor. Zo heeft men de stoffen N_2F_4 en N_2F_2 gemaakt.

11 Geef de systematische naam van beide stoffen.

12 Geef van beide stoffen de structuurformule.

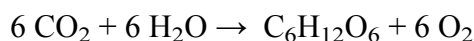
13 Geef alle mogelijke structuurformules van H_2CO_2 . Het gaat hier niet om cyclische verbindingen.

14 Geef alle mogelijke structuurformules van C_2H_4O . Het gaat hier niet om cyclische verbindingen.

OPGAVE 4

Veel afvalhout komt op stortplaatsen terecht. Door rotting gaat dit over in methaan, CH_4 , en koolstofdioxide. Vooral het vrijkomende methaan wordt gezien als een bedreiging van het milieu: het levert een grote bijdrage aan het broeikaseffect.

Hout bestaat voor een groot deel uit cellulose. Cellulose is een eindproduct van een reeks reacties die in bomen plaatsvindt. De eerste reactie van deze reeks vindt plaats in de bladeren en kan als volgt worden weergegeven:



Bij de rotting van nat hout worden cellulose en water omgezet in de gasen methaan en koolstofdioxide. De gasen methaan en koolstofdioxide ontstaan in de verhouding 1 : 1

15 Geef de reactievergelijking van deze omzetting. Noteer cellulose daarbij als $(C_6H_{10}O_5)_n$. Hierbij is n een (groot) getal.

Als men het hout, in plaats van het te laten verrotten, gebruikt als brandstof, is dat beter voor het milieu: er komt dan geen methaan vrij.

Bij het verbranden van hout kan onvolledige verbranding optreden. Hierbij ontstaan, behalve koolstofdioxide en verschillende onverbrande koolwaterstoffen, nog enige andere stoffen.

16 Geef de namen van twee stoffen die, naast koolwaterstoffen, *wel* kunnen ontstaan bij onvolledige verbranding van hout, maar die *niet* ontstaan bij volledige verbranding.

17 Geef de naam van een stof die, naast koolstofdioxide, zowel bij onvolledige als bij volledige verbranding van hout ontstaat.

Elektriciteitscentrales kunnen, bijvoorbeeld naast steenkool, gebruik maken van afvalhout als brandstof.

In een krantenartikel wordt de gunstige invloed op het broeikaseffect van het gebruik van afvalhout in plaats van steenkool beschreven. Men stelt dat het koolstofdioxide dat bij de verbranding van afvalhout ontstaat, niet bijdraagt aan de versterking van het broeikaseffect.

18 Geef een argument voor deze stelling. Maak hierbij gebruik van een gegeven uit deze opgave.

OPGAVE 5

In aanwezigheid van zwavelzuur kan ethanol met zichzelf reageren:

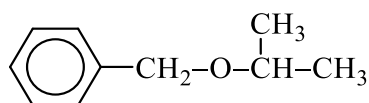


De stof die hierbij ontstaat is ether.

Van een bepaalde hoeveelheid ethanol in een reactievat wordt op bovenstaande wijze een gedeelte omgezet.

- 19 Geef de systematische naam van $\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5$.
20 Leg uit op grond van welke waarneming in het reactievat je kunt afleiden dat er ether is ontstaan.

Je kunt op bovenstaande wijze ook twee verschillende alcoholen met elkaar laten reageren. Men wil de onderstaande verbinding maken:



- 21 Geef de structuurformules en de namen van de twee alcoholen die nodig zijn om deze verbinding op bovenstaande wijze te maken.

Nader onderzoek leert dat in het reactievat na afloop *drie* organische producten aanwezig zijn.

- 22 Geef de structuurformules van de overige twee organische producten.

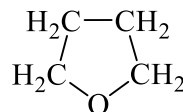
OPGAVE 6

Er bestaan diverse verbindingen met de molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, bijvoorbeeld alkanalen.

- 23 Geef de structuurformules van de alkanalen met de molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$.

Er zijn ook verbindingen met de molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ die op te vatten zijn als cyclische ethers. In een cyclische ether bevat de ring van een molecuul, behalve koolstofatomen, ook een zuurstofatoom.

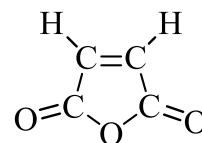
Een voorbeeld van een cyclische ether met de molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ is tetrahydrofuraan. Deze verbinding heeft de volgende structuurformule:
Een molecuul tetrahydrofuraan bevat een vijftring. Er bestaan drie cyclische ethers met de molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, waarvan de moleculen een vierring bevatten; twee van die verbindingen zijn spiegelbeeldisomeren van elkaar.



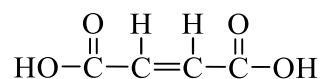
- 24 Leg met behulp van structuurformules uit welke drie cyclische ethers met de molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ dat zijn.

De verbinding tetrahydrofuraan wordt gemaakt uitgaande van buteendizuuranhydride, $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$.

De structuurformule van buteendizuuranhydride is staat hiernaast:



De omzetting van buteendizuuranhydride in tetrahydrofuraan vindt plaats via buteendizuur:

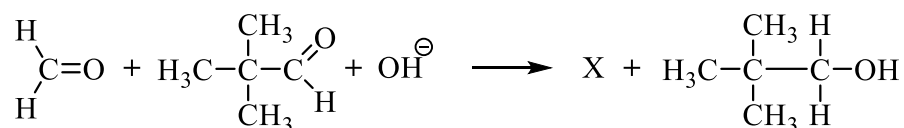


Deze verbinding wordt gevormd door de reactie van buteendizuuranhydride met water. Bij deze reactie wordt in een molecuul buteendizuuranhydride de C=C binding *niet* verbroken. Er zijn twee verbindingen buteendizuur bekend. Slechts één daarvan wordt bij de reactie van buteendizuuranhydride met water gevormd.

- 25 Met welke aanduiding in de naam wordt het buteendizuur, dat bij deze reactie wordt gevormd, onderscheiden van het andere buteendizuur?
- 26 Leg uitgaande van de structuur van een molecuul buteendizuuranhydride uit hoe verklaard moet worden dat het andere buteendizuur bij deze reactie niet gevormd wordt.

OPGAVE 7

Methanal kan in basisch milieu reageren met andere aldehyden. Hieronder staat een voorbeeld van een dergelijke reactie:



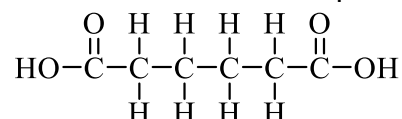
verbinding A

Verbinding X is een alkanoaat.

- 27 Geef de naam van verbinding A.
- 28 Geef de Lewisstructuur en de naam van verbinding X.

OPGAVE 8

Adipinezuur is een van de grondstoffen voor de bereiding van sommige soorten nylon. De structuurformule van adipinezuur is:



- 29 Geef de systematische naam van adipinezuur.
Voor de bereiding van adipinezuur zijn twee syntheseroutes ontwikkeld.

Synthese 1

- 1 Benzeen wordt met behulp van chloorgas omgezet in (mono)chloorbenzeen.
Dit is een substitutiereactie.
 - 2 Uit chloorbenzeen wordt fenol gemaakt door chloorbenzeen bij 300 °C met stoom te laten reageren. Ook dit is een substitutiereactie.
 - 3 Fenol wordt met behulp van waterstof omgezet in cyclohexanol, C₆H₁₂O.
Dit is een additiereactie.
 - 4 Cyclohexanol wordt vervolgens met een oxidator geoxideerd tot cyclohexanon.
 - 5 Tenslotte wordt cyclohexanon door middel van een krachtige oxidator omgezet in adipinezuur.
- 30 Geef de vergelijking van de reacties die behoren bij de reacties 1, 2 en 3.
Geef de koolstofverbindingen weer met structuurformules.

Reactie 4 is een redoxreactie.

- 31 Geef de halfreactie voor de omzetting van cyclohexanol tot cyclohexanon. Gebruik structuurformules.

Bij reactie 5 breekt de zesring.

- 32 Teken de structuurformule van cyclohexanon en geef hierin aan op welke plaats(en) deze zesring kan breken. Licht je antwoord toe.

Synthese 2

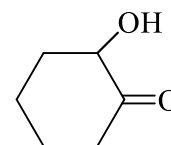
1 In een aantal stappen wordt cyclohexeen bereid.

2 Cyclohexeen wordt in zuur milieu met waterstofperoxide (H_2O_2) omgezet in adipinezuur en water.

- 33 Geef de structuurformule van cyclohexeen.
34 Leg uit dat cyclohexeen bereid kan worden uit cyclohexanol (dat ontstaat in stap 3 van synthese 1).
35 Geef de vergelijking, in *molecuulformules*, van de reactie tussen cyclohexeen en water-stof-peroxide (stap 2 van synthese 2).

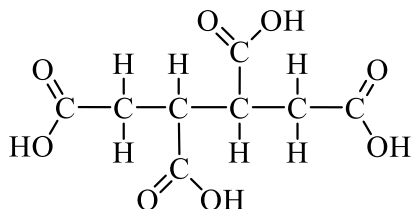
Tijdens de omzetting van cyclohexeen tot adipinezuur met waterstof-peroxide ontstaan verschillende tussenproducten, onder andere:

In deze structuurformule zijn de C-atomen en de daaraan gebonden H-atomen inclusief bindingsstreepjes weggelaten



- 36 Geef de naam van dit tussenproduct.

Gesubstitueerde cyclohexenen reageren in zuur milieu op dezelfde wijze met waterstofperoxide als cyclohexeen. Zo kan bijvoorbeeld ook butaan-1,2,3,4-tetracarbonzuur worden bereid:



- 37 Geef de structuurformule van een gesubstitueerd cyclohexeen dat als beginstof voor de bereiding van butaan-1,2,3,4-tetracarbonzuur kan worden gebruikt.

OPGAVE 9

Bij reactie van alkanonen (ketonen) met een krachtig oxidatiemiddel wordt de koolstofketen in het keton aan weerszijden van de ketongroep stuk gemaakt en ontstaan er daardoor koolstofdioxide en één of meer alkaanzuren. Zo ontstaan bij de krachtige oxidatie van hexaan-3-on koolstofdioxide, ethaanzuur en propaanzuur. Bij gebruik van zuurstof als oxidatiemiddel ontstaat bovendien water.

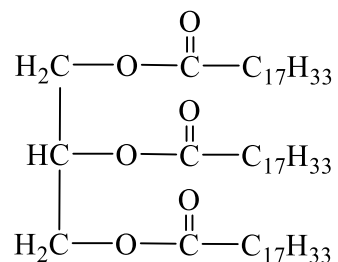
- 38 Geef de vergelijking voor deze reactie. Gebruik structuurformules voor de koolstof-verbindingen.
39 Geef de vergelijking voor de krachtige oxidatie van pentaan-3-on met behulp van zuurstof. Bij krachtige oxidatie van 1,90 gram van een onbekend keton ontstaat één alkaanzuur en 0,97 gram koolstofdioxide.
40 Bereken de molaire massa van het onbekende keton.
41 Beredeneer welke structuurformule en welke naam het onbekende keton heeft.

OPGAVE 10

Eetbare vetten bevatten esters van glycerol (propaan-1,2,3-triol) en diverse vetzuren. In bepaalde soorten margarine komt onder andere glyceryltriolaat voor. Dit is een onverzadigde verbinding.

- 42 Met welk reageerbuisproefje kan men aantonen dat glyceryltriolaat een onverzadigde verbinding is en wat neemt men daarbij waar?

Glyceryltriolaat heeft de volgende vereenvoudigde structuurformule:



Men kan glycerol en oliezuur uit glyceryltriolaat vrijmaken door een bepaald proces.

- 43 Geef de naam van dit proces.

Wanneer glyceryltriolaat reageert met methanol ontstaan glycerol en de ester van methanol en oliezuur (methyloleaat): $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOCH}_3$.

Men wil een bepaald soort margarine onderzoeken. Hiertoe voegt men aan de margarine een overmaat methanol toe. Alle glycerylesters worden omgezet in methylesters, zoals hierboven beschreven, en er ontstaat glycerol. Om de methylesters af te zonderen van onder andere glycerol voegt men aan het mengsel gelijke hoeveelheden water en hexaan toe. Nadat men goed geschud heeft, ontstaan na enige tijd twee vloeistoflagen.

- 44 Leg uit of glycerol zich bevindt in de waterlaag of in de hexaanlaag.

Vervolgens werkt men verder met de vloeistoflaag waarin zich de methylesters bevinden. Uit onderzoek blijkt dat deze vloeistoflaag, behalve het oplosmiddel, drie verschillende stoffen bevat.

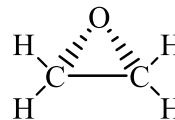
- 45 Geef de naam van een methode waarmee men dit heeft kunnen onderzoeken en beschrijf hoe men het verkregen resultaat heeft kunnen vaststellen.

OPGAVE 11

Onder bepaalde omstandigheden kan etheen omgezet worden in oxiraan (ook wel genoemd 1,2-epoxyethaan).

Hiernaast staat een ruimtelijke structuurformule van oxiraan:

In deze structuurformule wordt met de gestreepte lijn aangegeven dat het zuurstofatoom naar achteren is gericht.



Door een substitutiereactie met broom kunnen één of meer waterstofatomen worden vervangen door broomatomen.

- 46 Geef van alle mogelijke substitutieproducten de (ruimtelijke) structuurformule en geef hierbij aan in welke gevallen er sprake is van stereoisomerie. Geef bovendien aan welke vorm van stereoisomerie optreedt en geef eventuele chirale koolstofatomen weer met een *.

OPGAVE 12

Als je but-2-een maakt en vervolgens analyseert op kookpunt, vind je twee verschillende kookpunten.

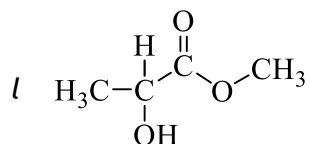
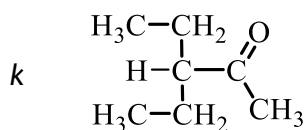
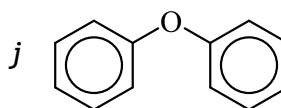
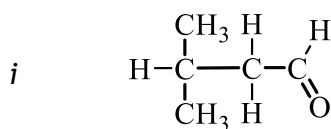
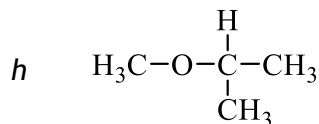
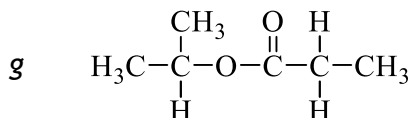
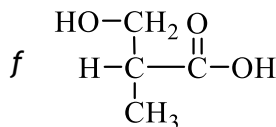
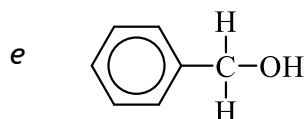
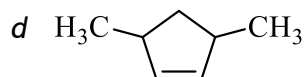
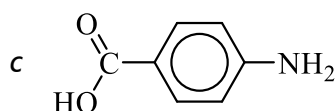
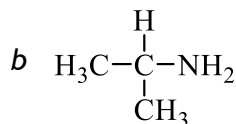
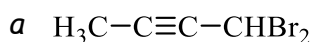
47 Geef hiervoor en verklaring.

Als je waterstofchloride addeert aan dit mengsel van but-2-een ontstaan eveneens een mengsel van koolstofverbindingen, maar deze verbindingen hebben exact hetzelfde kookpunt.

48 Geef hiervoor een verklaring.

OPGAVE 6

49 Geef de systematische naam van:



UITWERKINGEN

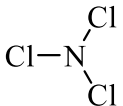
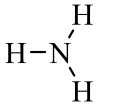
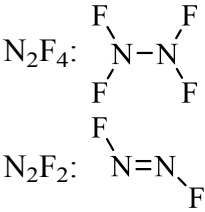
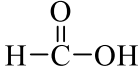
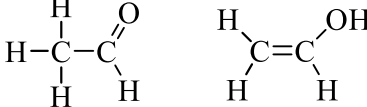
OPGAVE 1

- 01 1-chloorbut-2-een.
 02 Een substitutiereactie. De dubbele binding blijft behouden. Bij een additie aan een alkeen heeft het product geen dubbele binding meer.
 03 $\text{CH}_3\text{-CH=CCl-CH}_3$ (2-chloorbut-2-een).
 04 $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{Cl} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{OH} + \text{Cl}^-$.

OPGAVE 2

- 05 Structuur 1: propylbenzeen.
 Structuur 2: 1-ethyl-2-methylbenzeen.
Opmerking: De ethylgroep krijgt nummer 1, omdat deze 'zwaarder' is dan de methylgroep. Het kennen van deze regel behoort echter niet tot de examenstof.
 06 Voor beide structuren geldt de formule C_8H_{10} . Het zijn dus isomeren.
 07 Er zijn veel mogelijkheden: je kunt in structuur 2 de positie van de ethyl- en methylgroep wijzigen; je kunt 3 methylgroepen op verschillende mogelijkheden aan de benzeenring zetten; je kunt de propylgroep met het 2^e C-atoom aan de benzeenring zetten etc.

OPGAVE 3

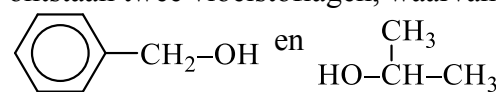
- 08 
- 09  H-O-Cl
- 10 $\text{NCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + 3 \text{HClO}$
- 11 N_2F_4 = distikstoftetrafluoride en N_2F_2 = distikstofdifluoride.
- 12 
- 13 
- 14 

Opmerking: het tekenen van een bindingsstreepje tussen O en H is uiteraard toegestaan.

OPGAVE 4

- 15 $(C_6H_{10}O_5)_n + n H_2O \rightarrow 3n CH_4 + 3n CO_2$
16 roet/koolstof (C) en koolstofmonoxide (CO)
17 water
18 Een juist antwoord bevat de notie dat de bomen, die het hout geleverd hebben, bij hun groei CO_2 hebben gebonden. Bij de verbranding komt die weer vrij. Netto ontstaat er dus geen extra koolstofdioxide.

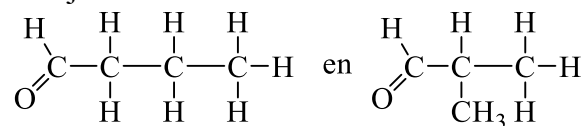
OPGAVE 5

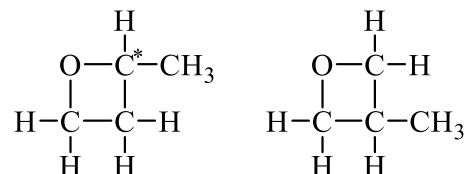
- 19 Ethoxyethaan.
20 Ether heeft geen OH-groepen meer en is daardoor hydrofoob. Het zal niet mengen met water. Er ontstaan twee vloeistofflagen, waarvan de bovenste de etherlaag is.
21 

- 22 fenylmethanol propaan-2-ol
De alcoholen kunnen ook met zichzelf reageren. Er ontstaat dus ook:


OPGAVE 6

- 23 Bij een alkanal zit de C=O altijd aan het uiteinde van de C-keten. Er zijn daarom maar twee isomeren:



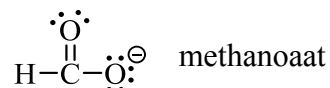
- 24 

Het C-atoom met * is chiraal (asymmetrisch).
Dus deze bevat twee spiegelbeeldisomeren.

- 25 De stand van de zuurgroepen is zodanig dat ze dezelfde kant op gericht zijn. Dit wordt aangegeven met de aanduiding *cis*.
26 In de opgave staat dat de C=C-binding *niet* verbroken wordt tijdens de reactie. Er kan geen *trans*-buteendizuur gevormd worden omdat de dubbele binding tussen de C-atomen niet draaibaar is. De positie van de zuurgroepen is daardoor vastgelegd.

OPGAVE 7

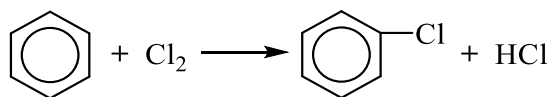
- 27 Dimethylpropanal (of 2,2-dimethylpropanal).
28 Tel het aantal C-, H- en O-atomen dat overblijft: CHO_2^-
X is een alkanoaat. Dat is het negatieve ion van een alkaanzuur.



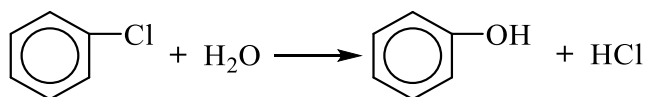
OPGAVE 8

29 Hexaandizuur.

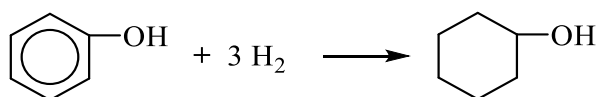
30 Reactie 1:



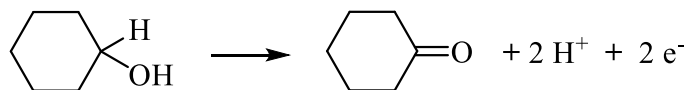
Reactie 2:



Reactie 3:



31



32 Op de plaats van de stippellijn kan de zesring breken:



Hierdoor komt de C=O aan het uiteinde van de keten. De groep wordt omgezet in een zuurgroep. Ook het andere uiteinde wordt omgezet in een zuurgroep.

33 Alleen de bindingen tussen de C-atomen zijn getekend:



34 Dat kan door water te onttrekken aan cyclohexanol. De OH -groep aan het 1° C-atoom en een H-atoom aan het 2° C-atomen vormen water. Tussen beide C-atomen verschijnt een dubbele binding. Zo'n reactie heet een *eliminatie* en is het omgekeerde van een additie.

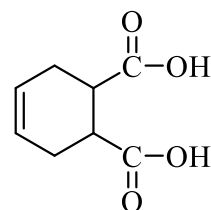
35 $\text{C}_6\text{H}_{10} + 4 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$.

36 2-hydroxycyclohexanon.

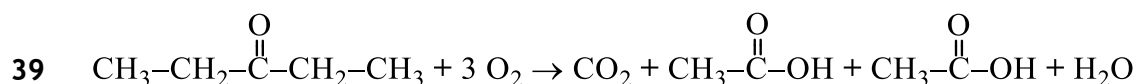
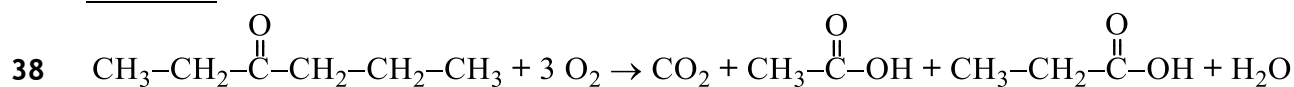
37 Waar de zuurgroepen aan het eind van de keten zitten, heeft in de cyclische beginstof de dubbele binding tussen de C-atomen gezeten.

De beginstof is dus:

(cyclohex-4-een-1,2-dicarbonzuur)



OPGAVE 9



40 Er ontstaat: $\frac{0,97 \text{ g}}{44,010 \text{ g mol}^{-1}} = 0,022 \text{ mol CO}_2$.

Dus was er ook 0,022 mol keton. Dit weegt 1,90 gram $\rightarrow M = \frac{1,90 \text{ g}}{0,022 \text{ mol}} = 86 \text{ g mol}^{-1}$.

41 De molecuulformule is $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$.

Bij de molecuulformule $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ hoort een molaire massa van 86 g mol^{-1} .

Mogelijke ketonen zijn pentaan-2-on, pentaan-3-on en 3-methylbutaan-2-on.

Gegeven is dat er één alkaanzuur ontstaat. Het keton is dan symmetrisch om de $\text{C}=\text{O}$ binding (zie 39). Dus pentaan-3-on is het onbekende keton. Zie 39 voor structuurformule.

OPGAVE 10

42 Laten reageren met broomwater (een oplossing van broom in water). Indien het broomwater ontkleurt is broom geaddeerd aan de onverzadigde verbinding.

43 Hydrolyse.

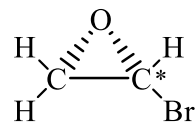
44 Glycerolmoleculen bevatten OH-groepen en kunnen dus H-bruggen vormen met watermoleculen. Daarom zal glycerol in de waterlaag aanwezig zijn.

45 Door middel van destillatie kan men de verschillende stoffen in het mengsel aantonen. Men identificeert de stof aan de hand van het kookpunt.

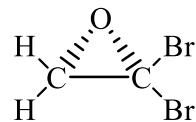
OPGAVE 11

46 In de onderstaande structuurformules wordt met $\text{H}_2\text{C}\overset{\text{O}}{\triangle}\text{CH}_2$ bedoeld dat het zuurstofatoom naar achteren is gericht.

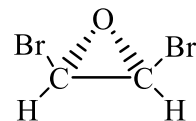
Chirale C-atomen worden met C* aangegeven.



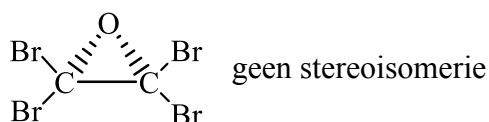
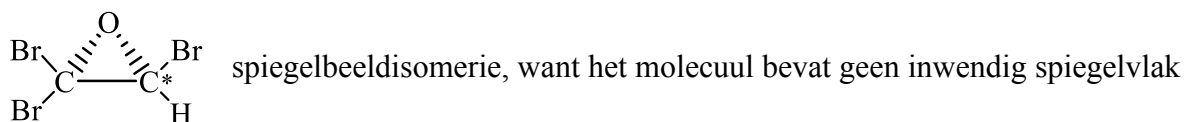
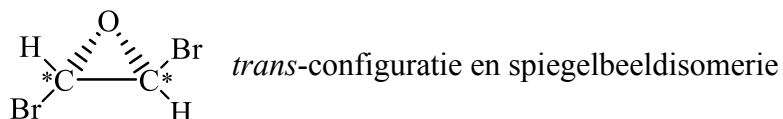
spiegelbeeldisomerie, want het molecuul bevat geen inwendig spiegelvlak



geen stereoisomerie

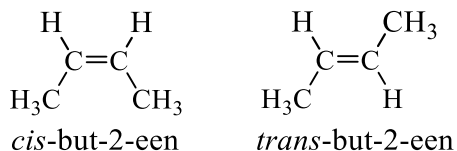


cis-configuratie



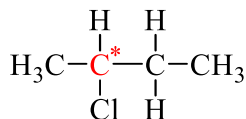
OPGAVE 13

- 47 Van but-2-een bestaan 2 stereoisomeren: *cis*-but-2-een en *trans*-but-2-een. Dit zijn hun structuur-formules:



Cis-trans isomeren verschillen in kookpunt, omdat dit mede wordt bepaald door de oriëntatie van de zijgroepen. En die is verschillend.

- 48 Ongeacht van welke but-2-een je uitgaat, er zal, na additie met HCl, altijd 2-chloorbutaan ontstaan. Dit is de structuurformule, waarin een chiraal C-atoom is aangegeven:



Er zijn dus twee spiegelbeeldisomeren van 2-chloorbutaan. En spiegelbeeldisomeren hebben exact hetzelfde kookpunt.

OPGAVE 6

- | | | |
|----|------------------------------------|-------------------------------------|
| 49 | <i>a</i> 1,1-dibroombut-2-yn. | <i>b</i> propaan-2-amine. |
| | <i>c</i> 4-aminobenzeencarbonzuur. | <i>d</i> 3,5-dimethylcyclopenteen |
| | <i>e</i> fenylmethanol | <i>f</i> 3-hydroxymethylpropaanzuur |
| | <i>g</i> methylethylpropanoaat | <i>h</i> 2-methoxypropaan |
| | <i>i</i> 3-methylbutanal | <i>j</i> fenoxibenzeen |
| | <i>k</i> 3-methylpentaan-2-on | <i>l</i> methyl-2-hydroxypropanoaat |