



Module 3

Organische chemie

OPGAVEN

## Alkenen

Etheen is een belangrijke grondstof in de chemische industrie. Deze verbinding kan worden gemaakt door het kraken van koolwaterstoffen.

- 2p **1.** Geef de reactievergelijking voor het kraken van butaan. Neem aan dat daarbij naast etheen slechts één andere stof ontstaat.  
Noteer de koolstofverbindingen met structuurformules.

Etheen en andere onverzadigde verbindingen kunnen polymeriseren. Bij polymerisatie van een mengsel van etheen en propheen kan een polymeer ontstaan waarin etheen en propheen om en om aan elkaar gekoppeld zijn.

- 3p **2.** Teken van dit polymeer een stukje van het koolstofskelet waarin minstens 8 koolstofatomen voorkomen. Omlijn in dit koolstofskelet de gedeelten die afkomstig zijn van etheen.

## Condensatie

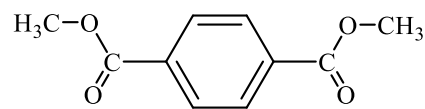
Condensatie is de algemene naam voor reacties waarbij moleculen worden gekoppeld onder gelijktijdige afsplitsing van een klein molecuul, bijvoorbeeld een molecuul  $H_2O$ .

- 3p **3.** Laat met behulp van een vergelijking zien dat de reactie tussen ethanol en propaanzuur een condensatiereactie is. Schrijf hierbij de koolstofverbindingen in structuurformules.

Bij hoge temperatuur en in aanwezigheid van geconcentreerd zwavelzuur ontstaat uit ethanol onder andere etheen.

- 2p **4.** Leg uit of hier sprake is van een condensatiereactie.

Hiernaast staat de structuurformule van verbinding A. Het is een dimethylester. In deze structuurformule stelt de 6-hoek een ring van 6 koolstofatomen voor met daartussen om en om enkele en dubbele bindingen.



*verbinding A*

De macromoleculaire stof dacron kan worden gevormd uit ethaan-1,2-diol en verbinding A. Bij deze condensatiereactie wordt uitsluitend methanol afgesplitst.

- 3p **5.** Geef de structuurformule van een stukje macromolecuul dat is ontstaan uit 2 moleculen ethaan-1,2-diol en 2 moleculen van verbinding A.

## Additie

In de koolstofchemie komen veelvuldig additiereacties voor. Een voorbeeld van zo'n reactie is de additie van waterstofbromide (HBr) aan propeen. Hierbij ontstaan twee producten.

- 2p **6.** Geef de structuurformules van de twee producten die ontstaan bij de additie van waterstofbromide aan propeen.

Alkanalen zijn stoffen waarbij in de moleculen de groep  $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$  voorkomt.

Een voorbeeld van een alkanal is propanal:  $\text{H}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$   
Alkanalen kunnen waterstof adderen.

- 2p **7.** Geef de vergelijking van de reactie tussen propanal en waterstof. Schrijf hierin de koolstofverbindingen in structuurformules.  
2p **8.** Geef de systematische naam van de gevormde koolstofverbinding.

## Wijn

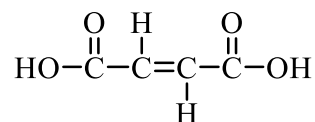
De Keuringsdienst van Waren heeft de samenstelling van een bepaalde wijn onderzocht. In de wijn is onder andere melkzuur en appelzuur aangetoond.

De systematische naam van melkzuur is 2-hydroxypropaanzuur.

- 2p **9.** Geef de structuurformule van melkzuur. Gebruik eventueel tabel 66D.

De structuurformule van appelzuur is:  $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

Appelzuur kan synthetisch bereid worden door een additiereactie van een stof aan de volgende verbinding:



- 1p **10.** Geef de naam van de stof die nodig is bij deze additiereactie.

Onder bepaalde omstandigheden kunnen moleculen melkzuur met zichzelf reageren waarbij steeds de OH-groep en de zuurgroep betrokken zijn. Er ontstaat dan een zogenoemd polyester.

- 3p **11.** Geef de structuurformule van een stukje van een polyester waarin je drie moleculen melkzuur verwerkt.  
2p **12.** Leg uit of polymelkzuur tot de thermoplasten of thermoharders behoort.

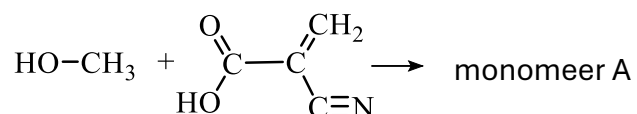
Op vergelijkbare wijze als bij melkzuur kan ook appelzuur met zichzelf reageren waarbij een polyester ontstaat.

- 2p **13.** Leg uit of de polyester die gevormd is uit appelzuur tot de thermoplasten of de thermoharders behoort.

### Post-it

Post-it Notes, de overbekende gele, zelfklevende papiertjes, bevatten een speciale lijm. Deze lijm wordt in de fabriek in twee stappen gemaakt:

- In stap 1 vindt een estervorming plaats tussen methanol en een zuur. Hierbij ontstaat monomeer A.



- In stap 2 vindt de vorming van de eigenlijke lijm plaats door een additiepolymerisatie van monomeren A.

- 2p **14.** Geef de structuurformule van monomeer A.

- 3p **15.** Geef van het gevormde polymeermolecuul in stap 2 een gedeelte uit het midden weer in een structuurformule. Dit gedeelte dient te zijn opgebouwd uit drie monomeer-eenheden.

### Koolhydraten en eiwitten

Aardappels en graanproducten zijn belangrijke leveranciers van koolhydraten. Tot de koolhydraten behoort onder andere zetmeel:  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ . In ons maagdkanaal wordt zetmeel gehydrolyseerd tot een glucose-oplossing. In onze spieren vormt glucose dan een belangrijke energiebron.

- 3p **16.** Geef de reactievergelijking van de hydrolyse van zetmeel. Schrijf de koolstofverbindingen in molecuulformules.
- 3p **17.** Geef de vergelijking van de volledige verbranding van glucose.
- 1p **18.** Leg uit of deze verbranding endotherm of exotherm is.

Chitine komt veel voor in de schilden van insecten. Een deel van de vereenvoudigde structuurformule van chitine kun je in tabel 67F3 vinden. Chitine is een polymeer. Dat betekent dat je de stof chitine kunt weergeven met de formule  $(\text{C}_a\text{H}_b\text{O}_c\text{N}_d)_n$ . De letters a, b, c, en d stellen de aantallen atomen van de betreffende atoomsoort voor in de repeterende eenheid.

- 2p **19.** Noteer welke getallen je kunt invullen voor a, b, c en d. Doe dat op de volgende manier:  
 a = ...  
 b = ...  
 c = ...  
 d = ...

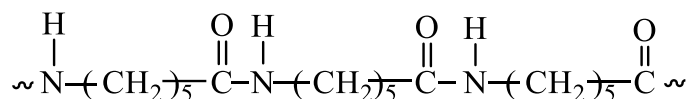
Een andere belangrijke groep voedingsstoffen bestaat uit eiwitten. Van een eiwit wordt het linkse uiteinde weergegeven als: Ala – Leu – Val ..... .

- 3p **20.** Geef dit uiteinde in structuurformule weer. Van alanine is de zuurgroep gebruikt om te reageren met leucine.

Een eiwit kan hydrofoob zijn of hydrofiel, afhankelijk van de zijgroepen die gebonden zijn aan de keten met de peptidebindingen.

- 2p **21.** Leg uit of je getekende uiteinde een hydrofoob of een hydrofiel karakter heeft.

Eiwitten die bestaan uit één soort aminozuur zijn niet bekend. Wel is men erin geslaagd om de reactie van aminozuur tot polymeren na te doen met andere aminozuren. Een voorbeeld daarvan is het maken van nylon-6. Van nylon-6 is hieronder een fragment in structuurformule weergegeven:



- 2p **22.** Geef de structuurformule van het monomeer voor nylon-6.  
 3p **23.** Bereken hoeveel monomeren nodig zijn om een molecuul nylon-6 te maken dat een massa heeft van  $3,0 \cdot 10^5$  u.

## Benzine

Benzine wordt gemaakt uit koolwaterstoffen die zich in ruwe olie bevinden. Om die stoffen uit ruwe olie te krijgen, moet de olie een bepaalde bewerking ondergaan.

- 1p **24.** Welke scheidingsmethode moet ruwe olie ondergaan zodat hieruit grondstoffen voor benzine kunnen worden verkregen?

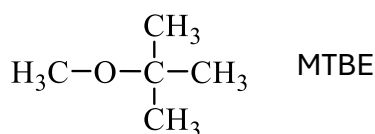
Benzine bestaat voornamelijk uit koolwaterstoffen met formule  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ . Door middel van het kraakproces kan men lange alkanen omzetten in kleinere alkanen. Een alkaan met 20 koolstofatomen wordt gekraakt tot  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  en nog één ander koolwaterstof.

- 2p **25.** Geef hiervan de reactievergelijking in molecuulformules.

Benzine moet voldoende 'klopvast' zijn. Hiermee wordt bedoeld dat de benzine in de cilinders van de verbrandingsmotor niet door de hoge druk en temperatuur tot zelfontbranding overgaat. Verbranding van de benzine mag alleen plaatsvinden na een vonk van de bougie. Benzine kan klopvaster gemaakt worden door het aantal vertakkingen in de moleculen te vergroten. De mate van klopvastheid wordt aangegeven met het octaangetal. Per definitie wordt aan 2,2,4-trimethyl-pentaaan (iso-octaan) een octaangetal van 100 toegekend.

2p **26.** Geef de structuurformule van 2,2,4-trimethylpentaan.

Het octaangetal kan ook verhoogd worden door het toevoegen van bepaalde stoffen zoals TEL (tetraethyllood) en MTBE (methyltertiairebutylether). Deze laatste stof verdient uit milieuoverwegingen de voorkeur. Hieronder staat de structuurformule van MTBE:

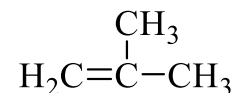


MTBE kan in drie achtereenvolgende reacties worden gemaakt uit butaan:

reactie 1: omzetting van butaan in een isomeer van butaan;

reactie 2: afsplitsing van waterstof van het product van reactie 1;  
hierbij ontstaat isobuteen (zie hiernaast).

reactie 3: additie van stof X aan isobuteen; hierbij ontstaat MTBE.



2p **27.** Geef de vergelijkingen van de reacties 1 en 2. Schrijf hierbij de koolstofverbindingen in structuurformules.

2p **28.** Geef de systematische naam van isobuteen.

2p **29.** Geef de structuurformule van stof X.

Bij de verbranding van benzine ontstaan ook koolstofmonoxide, etheen en stikstofdioxide. Deze stoffen zijn slecht voor het milieu.

1p **30.** Noem een manier waarmee men bij een auto de uitstoot van deze schadelijke gassen kan beperken.



**Examentraining HAVO**

**scheikunde**

**EXAMENTRAINING**

Module 3

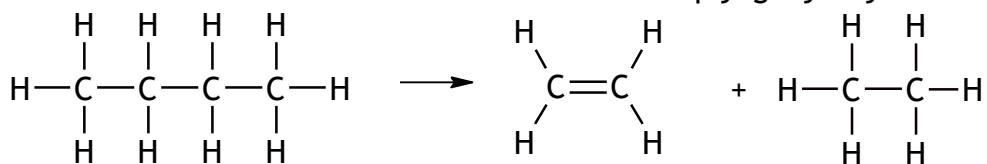
Organische chemie

**UITWERKINGEN**

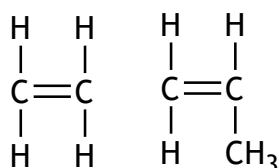
## Alkenen

- 01 Basiskennis: butaan =  $C_4H_{10}$  en etheen =  $C_2H_4$ .

Het aantal C- en H-atomen moet voor en na de pijl gelijk zijn.



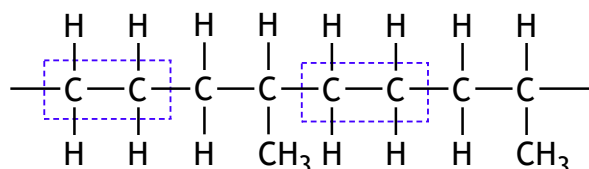
- 02 Gebruik de C=C als basis voor het koolstofskelet. Noteer hierbij etheen en propen als volgt:



Dit zet je om en om naast elkaar totdat je in totaal 4 structuren hebt (dus 8 C-atomen die het koolstofskelet gaan vormen).

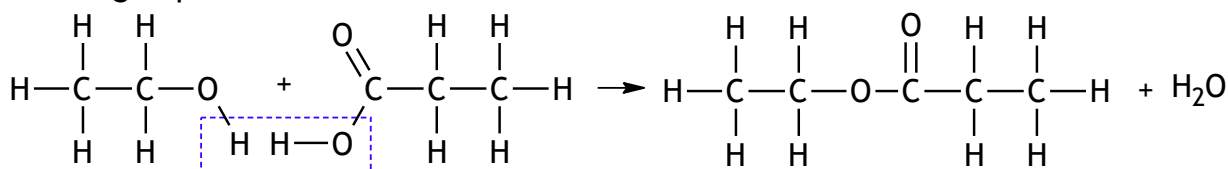
Maak van alle dubbele bindingen een enkele binding, verbind de structuren met elkaar en zorgt voor twee open uiteinden:  $\cdot$  of  $-$  of  $\sim$ .

Je krijgt dan de volgende structuur waarin de gedeelten van het koolstofskelet die afkomstig zijn van etheen omlijnd zijn:

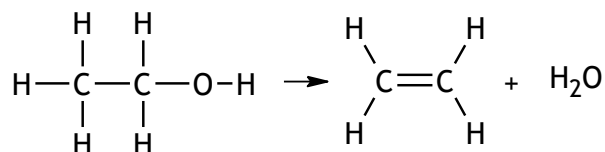


## Condensatie

- 03 Bij het afsplitsen van water wordt de OH van de zuurgroep gebruikt en de H van de alcoholgroep. Er ontstaat een ester:

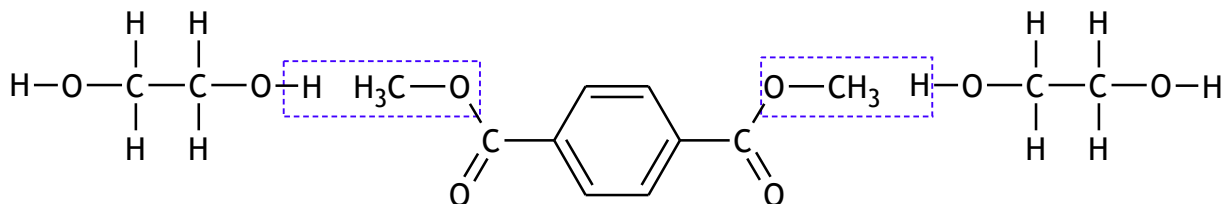


- 04 Er wordt de volgende reactie beschreven (hierbij is geconcentreerd zwavelzuur een katalysator):

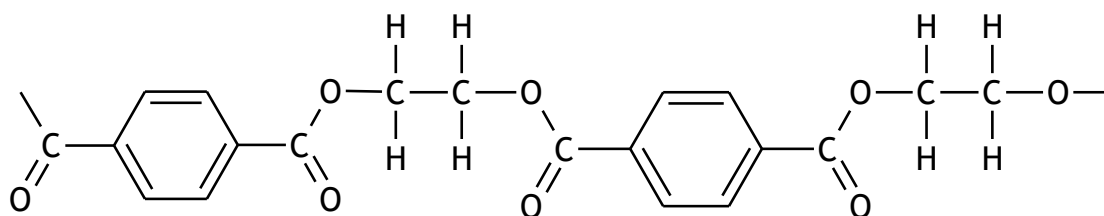


Er wordt inderdaad  $\text{H}_2\text{O}$  gevormd, maar toch is het geen condensatiereactie. In de opgave staat namelijk over de condensaties: “reacties waarbij moleculen worden gekoppeld”. Hier is geen sprake van een koppeling van moleculen.

- 05 Er moet methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) worden afgesplitst. Dat gaat op dezelfde manier als bij het afsplitsen van  $\text{H}_2\text{O}$ . Zie omliggende gebied hieronder.



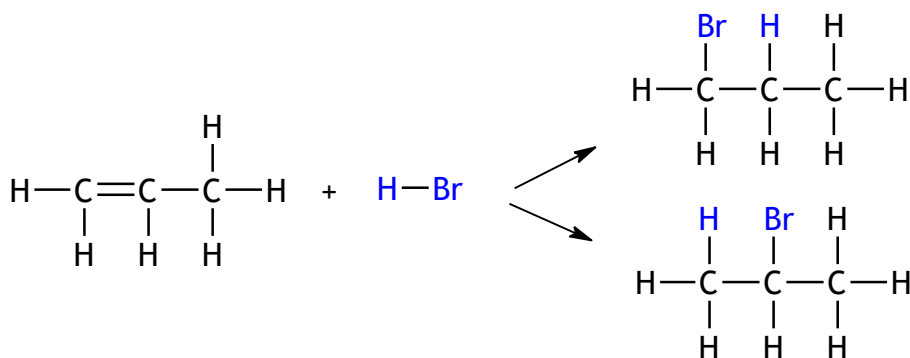
Daarna koppel je de O van ethaan-1,2-diol aan de  $\text{C}=\text{O}$  van verbinding A en krijg je:



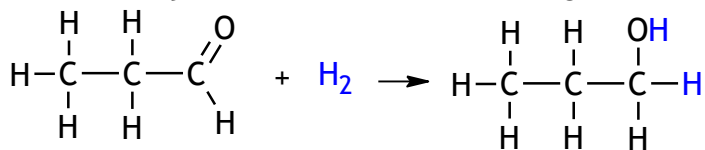
Omdat het om een stukje van het macromolecuul gaat, moet je zorgen voor twee open uiteinden:  $\cdot$  of  $-$  of  $\sim$ .

### Additie

- 06 Bij een additie verdwijnt de dubbele binding. Er komen dan twee bindingsplaatsen vrij. Bij additie van  $\text{HBr}$  kan het broomatoom op het eerste of twee koolstofatoom terecht komen.



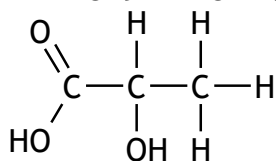
- 07 Steeds is bij additie de dubbele binding betrokken. In dit geval de  $\text{C}=\text{O}$  binding.



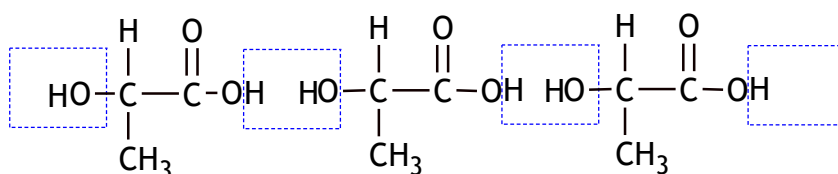
- 08 Propan-1-ol.

## Wijn

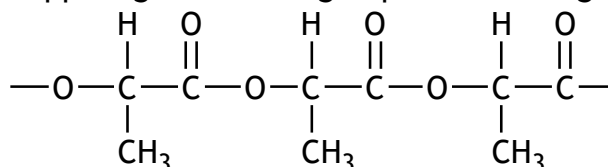
- 09 De aanduiding “hydroxy” betekent dat er een OH-groep aanwezig is naast een belangrijkere groep die als uitgang wordt genoemd. Hier is dat de zuurgroep.



- 10 Water (Alle C-, H- en O-atomen tellen en het verschil ertussen bepalen).  
 11 Teken de monomeren met beide OH-groepen op één regel. Daarna maak je de koppeling tussen de monomeren. Zie onderdeel 03, maar dan aan beide kanten van het monomeer:



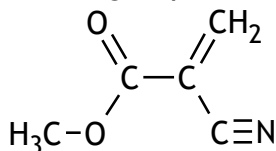
Koppeling van de OH-groep aan de zuurgroep van het volgende molecuul levert op:



- 12 Het is een ketenpolymeer, dus een thermoplast.  
 13 Appelzuur heeft 3 plaatsen waar estergroepen gevormd kunnen worden: de OH-groep en beide zuurgroepen. Er kan nu een netwerk ontstaan. Dus behoort de polyester tot de thermoharders.

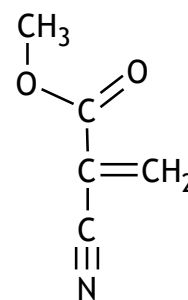
## Post-it

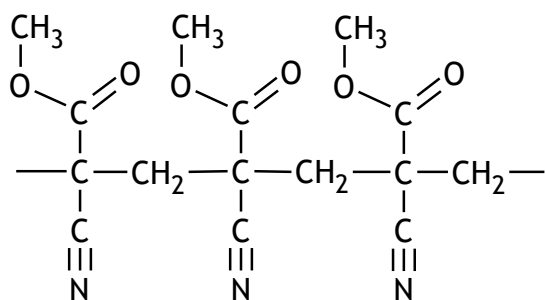
- 14 De OH groep van methanol en het zuur zijn betrokken bij de vorming van de ester:



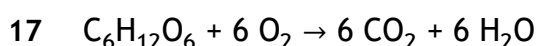
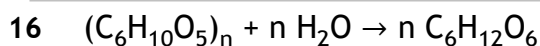
- 15 Noteer monomeer A anders, namelijk de C=C binding centraal en de overige groepen daar recht boven en onder:

Deze structuur zet je drie keer achter elkaar, waarbij je een enkele binding tekent op de plaats van de dubbele binding. Daarna verbind je de drie structuren met elkaar en zorg je voor open uiteinden.





## Koolhydraten en eiwitten



18 ledere verbranding is exotherm.

19 Neem van de structuurformule van chitine in tabel 67F3 het linker gedeelte tot en met het O-atoom waarmee twee ringsystemen met elkaar verbonden zijn:

Dit gedeelte is één monomere eenheid.

Op de hoekpunten van de 6-ring bevinden zich C-atomen met daaraan niet getekende H-atomen. Denk aan de covalentie 4 van koolstof. Als je de C- en H-atomen er bij tekent krijg je:

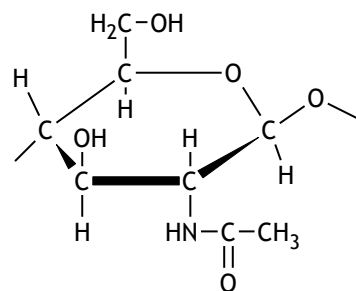
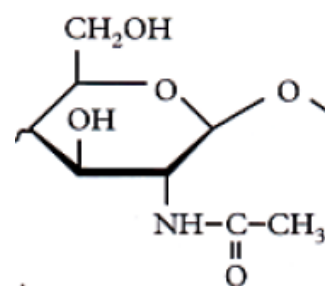
Als je hiervan alle atomen telt, krijg je  $\text{C}_8\text{H}_{13}\text{O}_5\text{N}$ , dus

a = 8

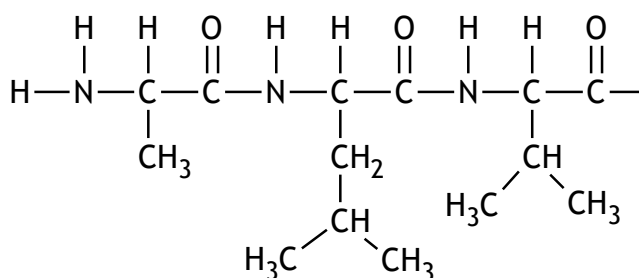
b = 13

c = 5

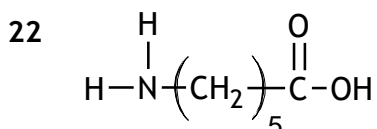
d = 1



20 Zie tabel 67H1 voor de structuurformules van de aminozuren.



21 De zijgroepen zijn koolwaterstofketens (geen OH of NH-groepen)  
Het uiteinde heeft dus een hydrofoob karakter.



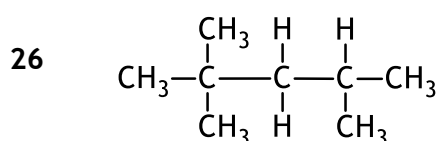
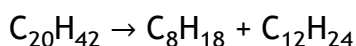
23 Molecuulformule van een eenheid is:  $C_6H_{11}NO$ .

Massa van de eenheid is: 113,158 u, dus voor een molecuul van  $3,0 \cdot 10^5$  u zijn nodig  $\frac{3,0 \cdot 10^5}{113,158} = 2,7 \cdot 10^3$  eenheden.

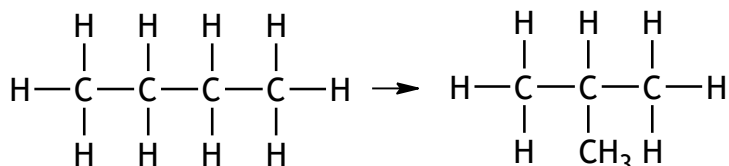
## Benzine

24 Destillatie

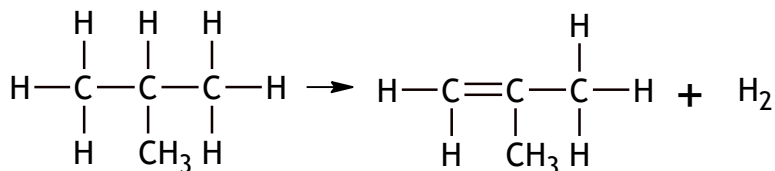
25 Alkanen hebben de algemene formule  $C_nH_{2n+2}$ . Dus een alkaan met 20 C-atomen heeft 42 H-atomen.



27 reactie 1:



reactie 2:



28 Methylpropeen

29 Molecuulformule MTBE =  $C_5H_{12}O$ ; molecuulformule methylpropeen =  $C_4H_8$ .

Het verschil tussen beide molecuulformules is  $CH_4O$ .

Dit komt overeen met methanol:  $CH_3-OH$ .

30 Gebruik maken van een katalytische naverbrander (katalysator).