



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.

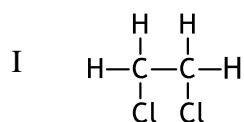
- 2p 1. Geef de reactievergelijking voor het kraken van butaan. Neem aan dat daarbij naast etheen slechts één andere stof ontstaat.
Noteer de koolstofverbindingen met structuurformules.

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

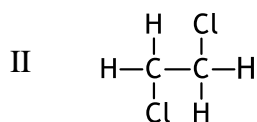
- 3p 2. Teken van dit polymeer een stukje van het koolstofskelet waarin minstens 8 koolstofatomen voorkomen. Omlijn in dit koolstofskelet de gedeelten die afkomstig zijn van etheen.

Bij onverzadigde verbindingen komt een bepaalde vorm van isomerie voor die het gevolg is van de aanwezigheid van de dubbele binding. De vrije draaibaarheid, zoals die bestaat bij de enkelvoudige binding C-C, bestaat namelijk niet bij de dubbele binding C=C.

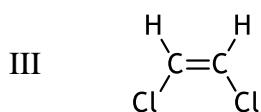
De formules I en II stellen dan ook dezelfde stof voor, terwijl de formules III en IV twee isomeren voorstellen. Deze vorm van isomerie noemt men cis-trans-isomerie.



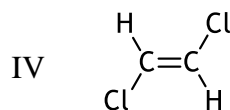
1,2-dichloorethaan



1,2-dichloorethaan



cis-1,2-dichlooretheen



trans-1,2-dichlooretheen

Op overeenkomstige wijze bestaan er ook twee isomeren van but-2-een.

- 2p 3. Geef de structuurformules van deze twee isomeren van but-2-een.

Condensatie

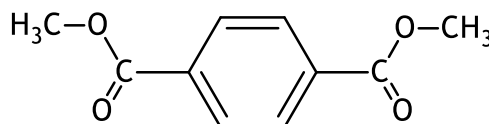
Condensatie is de algemene naam voor reacties waarbij moleculen worden gekoppeld onder gelijktijdige afsplitsing van een klein molecuul, bijvoorbeeld een molecuul H_2O .

- 3p 4. Laat met behulp van een vergelijking zien dat de reactie tussen ethanol en propaanzuur een condensatiereactie is. Schrijf hierbij de koolstofverbindingen in structuurformules.
- 3p 5. Beschrijf op welke wijze kan worden aangetoond dat er reactie tussen ethanol en propaanzuur heeft plaatsgevonden en leg uit dat de beschreven methode daartoe geschikt is.

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

- 2p 6. 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 7. Geef de structuurformule van een stukje macromolecuul dat is ontstaan uit 2 moleculen ethaan-1,2-diol en 2 moleculen van verbinding A.

Broomalkanen

Bij reactie tussen broom en een mengsel van alkanen met molecuulformule C_4H_{10} ontstaan broomalkanen met molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$.

- 3p 8. Geef de structuurformules van alle isomeren met molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$.

Als men 2-broom-2-methylpropan laat reageren met kaliloog ontstaat 2-methylpropeen. Gebruik eventueel tabel 66A van BINAS.

- 2p 9. Geef de vergelijking van deze vorming van 2-methylpropeen. Schrijf hierin de koolstofverbindingen in structuurformules.

Bij de reactie tussen 2-broompentaan en kaliloog ontstaan pent-1-een en pent-2-een in de molverhouding 1 : 4.

- 3p 10. Bereken met behulp van dit gegeven hoeveel gram pent-1-een maximaal kan ontstaan als men 32,0 gram 2-broompentaan laat reageren met kaliloog.

Naast alkenen ontstaan er bij de reactie tussen broomalkanen en kaliloog ook alkanolen. Het broomatoom wordt daarbij vervangen door een OH groep.

- 3p 11. Geef de structuurformules van de drie koolstofverbindingen die kunnen ontstaan wanneer men 2-broom-2-methylbutaan laat reageren met kaliloog.

Additie

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

- 2p 12. Geef de structuurformules van de twee producten die ontstaan bij de additie van waterstofbromide aan propene.

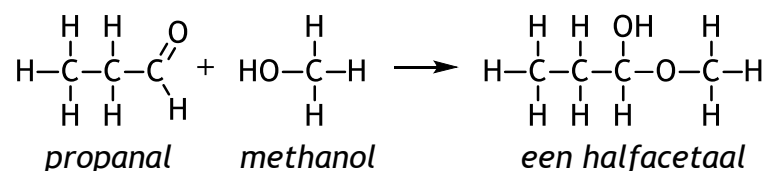
Alkanalen zijn stoffen waarbij in de moleculen de groep $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ voorkomt.

Een voorbeeld van een alkanal is propanal: $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & & \text{O} \\ | & | & & // \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & - & \text{C} \\ | & | & & | \\ \text{H} & \text{H} & & \text{H} \end{array}$

Alkanalen kunnen waterstof adderen.

- 2p 13. Geef de vergelijking van de reactie tussen propanal en waterstof. Schrijf hierin de koolstofverbindingen in structuurformules.
- 2p 14. Geef de systematische naam van de gevormde koolstofverbinding.

Er is ook een additiereactie mogelijk tussen een alkanal en een alkanol. Bij deze additiereactie ontstaat een koolstofverbinding die „halfacetaal” wordt genoemd. Zo verloopt de reactie tussen propanal en methanol als volgt:



- 3p 15. Geef de vergelijking van de halfacetaalvorming uit propanal en propaan-2-ol. Schrijf hierin de koolstofverbindingen in structuurformules.

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 16. Geef de structuurformule van melkzuur.

De structuurformule van appelzuur is:
$$\begin{array}{ccccccc} & \text{O} & \text{H} & & \text{H} & & \text{O} \\ & || & | & & | & & || \\ \text{HO} & -\text{C} & -\text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & -\text{OH} \\ & & | & & | & & & \\ & & \text{OH} & & \text{H} & & & \end{array}$$

- 2p 17. Geef de systematische naam van appelzuur.

Appelzuur kan ook synthetisch bereid worden door een additiereactie van een stof aan de volgende verbinding:
$$\begin{array}{ccccccc} & \text{O} & \text{H} & & & & \text{O} \\ & || & | & & & & || \\ \text{HO} & -\text{C} & -\text{C} & = & \text{C} & - & \text{C} & -\text{OH} \\ & & & & | & & & \\ & & & & \text{H} & & & \end{array}$$

- 1p 18. Geef de naam van de stof die nodig is bij deze additiereactie.

In wijn worden esters gevormd doordat de aanwezige zuren reageren met alcohol (ethanol). Appelzuur kan met ethanol verschillende esters geven.

- 3p 19. Geef de structuurformules van de esters die kunnen ontstaan bij reactie van appelzuur met ethanol.

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 20. Geef de structuurformule van een stukje van een polyester waarin je drie moleculen melkzuur verwerkt.

- 2p 21. 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 22. Leg uit of de polyester die gevormd is uit appelzuur tot de thermoplasten of de thermoharders behoort.

Post-it

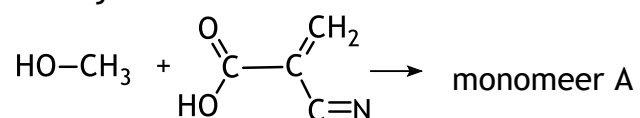
Post-it Notes, de overbekende gele, zelfklevende papiertjes, zijn in 1968 bedacht door de Amerikanen Art Fry en Spencer Silver. Bij experimenten met lijmstoffen die kunnen dienen als krachtig plakmiddel op plakband ontdekten zij per ongeluk een lijm met heel weinig kleefkracht. De lijm droogt maar heel langzaam uit en is vele keren te gebruiken.

Post-it heeft zijn kleefkracht te danken aan het feit dat de lijm zich verdeelt in microscopische kleine bolletjes ter grootte van een papiervezel. Elke keer als het papiertje wordt opgeplakt, barst een aantal bolletjes open. Pas als alle druppeltjes op zijn, heeft de Post-it zijn plakkracht verloren.

De speciale 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.

3p 23. Geef de structuurformule van monomeer A.

3p 24. Geef van het gevormde polymeermolecuul in stap 2 een gedeelte uit het midden in structuurformule weer. 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 maagdarm-kanaal wordt zetmeel gehydrolyseerd tot een glucose-oplossing. In onze spieren vormt glucose dan een belangrijke energiebron.

3p 25. Geef de reactievergelijking van de hydrolyse van zetmeel. Schrijf de koolstofverbindingen in molecuulformules.

3p 26. Schrijf de vergelijking op voor de volledige verbranding van glucose.

1p 27. 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 67 F 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 **28.** Noteer welke getallen je kunt invullen voor a, b, c en d. Doe dat op de volgende manier:

a = ...

b = ...

c = ...

d = ...

Uit chitine wordt onder andere chitosan gemaakt, dat een bestanddeel is van de Chinese keuken. Deze reactie is een hydrolyse reactie. Daarbij ontstaan ethaanzuur en chitosan.

3p **29.** Teken de structuurformule van chitosan. Doe dit op dezelfde manier als de structuurformule van het chitine in BINAS. Het is voldoende als je twee ringen tekent.

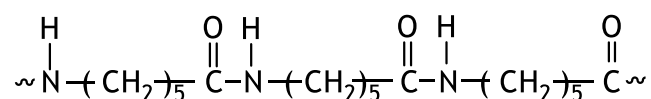
Een andere belangrijke groep voedingsstoffen bestaat uit eiwitten. Van een eiwit wordt het linkse uiteinde weergegeven als: Ala - Leu - Val

3p **30.** 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 **31.** 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 **32.** Geef de structuurformule van het monomeer voor nylon-6.

3p **33.** 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 **34.** Welke scheidingsmethode moet ruwe olie ondergaan zodat hieruit grondstoffen voor benzine kunnen worden verkregen?

Benzine bestaat voornamelijk uit koolwaterstoffen met formule C_8H_{18} . Door middel

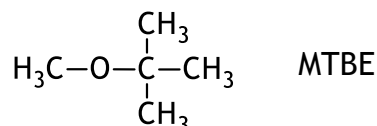
van het kraakproces kan men lange alkanen omzetten in kleinere alkanen. Een alkaan met 20 koolstofatomen wordt gekraakt tot C_8H_{18} en nog één ander koolwaterstof.

2p 35. 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 36. Geef de structuurformule van 2,2,4-trimethylpentaaan.

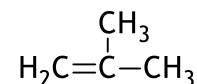
Het octaangetal kan ook verhoogd worden door het toevoegen van bepaalde stoffen zoals TEL (tetraethyllood) en MTBE (methyltertiairebutylether). Deze laatste stof verdient uit milieuoverwegingen de voorkeur. Hieronder staat de structuurformule van MTBE:



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 37. Geef de vergelijkingen van de reacties 1 en 2. Schrijf hierbij de koolstofverbindingen in structuurformules.

2p 38. Geef de systematische naam van isobuteen.

2p 39. 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 40. Noem een manier waarmee men bij een auto de uitstoot van deze schadelijke gassen kan beperken.

