

Oefenopgaven KOOLSTOFCHEMIE II

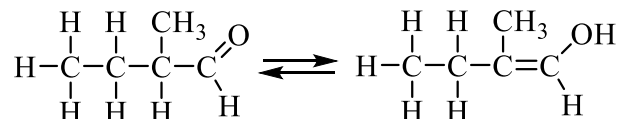
vwo

Inleiding

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

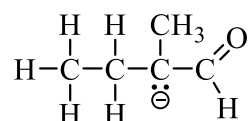
OPGAVE 1

Als men 2-methylbutanal in water oplost, stelt zich het volgende evenwicht in:



De alcohol in dit evenwicht is een zogenaamd enol. Dat wil zeggen een alcohol met C=C-OH als karakteristieke groep.

Enolvorming kan worden gekatalyseerd door OH⁻. Hierbij wordt een H⁺ van het 2^o C-atoom door OH⁻ gebonden. Er ontstaat een negatief ion:



- 01 Leg uit dat het 2^o C-atoom een formele lading heeft van -1.

Met behulp van grensstructuren kan de enolvorming aangetoond worden.

- 02 Teken beide grensstructuren en leg uit hoe de enolvorming tot stand komt. Gebruik Lewisstructuren (elektronenformules).

Enolvorming kan optreden bij alkanalen met meer dan één C-atoom per molecuul. Er zijn echter alkanalen met meer dan één C-atoom per molecuul waarbij geen enolvorming optreedt.

- 03 Geef de structuurformule van een alkanal met meer dan één C-atoom per molecuul, waarbij geen enolvorming optreedt en leg uit waarom de enolvorming niet optreedt.

Bij het enoliseren van 2-methylbutanal zullen twee soorten enolmoleculen ontstaan.

- 04 Leg uit of van het enol van 2-methylpropanal ook twee soorten moleculen zullen bestaan. Vergelijk in de uitleg de molecuulstructuren van de enolen van 2-methylbutanal en 2-methylpropanal.

OPGAVE 2

Er zijn verschillende stoffen met de molecuulformule C₄H₇Cl. Eén daarvan is crotylchloride: CH₃-CH=CH-CH₂Cl.

- 05 Geef de systematische naam van crotylchloride.

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

- 06 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 C₄H₇Cl.

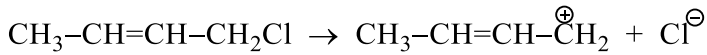
- 07 Geef de structuurformule van deze andere stof.

Bij de reactie tussen crotylchloride en kaliloog ontstaat een alkenol (een onverzadigd alcohol) met de structuurformule $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{OH}$.

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

Bij deze reactie ontstaat ook een ander alkenol. Men verklaart het ontstaan van twee alkenolen aan de hand van het volgende reactieverloop:

- eerst splitst een molecuul crotylchloride een chloride-ion af waarbij een carbokation (een ion met de positieve lading op het C-atoom) ontstaat:



- het ontstane carbokation gaat over in een andere grensstructuur
- op de plaats van de positieve lading hecht zich een OH^- ion.

- 09 Geef de beide grensstructuren van het carbokation.

- 10 Geef de structuurformule van de andere alkenol die ontstaat bij de reactie tussen crotylchloride en kaliloog.

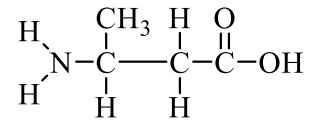
De verbinding $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ reageert op overeenkomstige wijze met kaliloog.

Hierbij ontstaat echter maar één alkenol.

- 11 Geef voor dit geval het reactieverloop in vergelijkingen weer en leg aan de hand hiervan uit dat hierbij slechts één alkenol ontstaat.

OPGAVE 3

In een laboratorium onderzoekt men de productie van een biologisch afbreekbaar plastic. Het gaat hier om een polymeer met het volgende aminozuur als monomere eenheid:



- 12 Geef de systematische naam van dit aminozuur.

- 13 Geef de structuurformule van een stukje van het polymeer dat is ontstaan uit drie moleculen van het hierboven weergegeven monomeer.

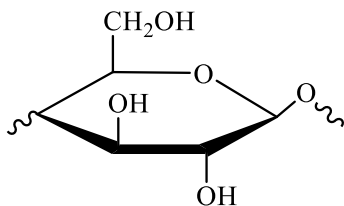
De afbraak van plastics door middel van verbranding verloopt pas snel bij hoge temperatuur. De biologische afbraak van plastics verloopt al redelijk snel bij lage temperatuur.

- 14 Leg uit hoe dit mogelijk is. Ga er van uit dat in beide gevallen voornamelijk CO_2 en H_2O als afbraakproducten ontstaan.

OPGAVE 4

Ethylcellulose is een polymeer dat ontstaat door een condensatiereactie van cellulose met ethanol. Hierbij reageren alle vrije OH-groepen van elke glucose-eenheid met ethanol tot ethergroepen, onder afsplitsing van water.

- 15 Schrijf de vergelijking in structuurformules op van de vorming van ethylcellulose. Geef cellulose hierin weer als



- 16 Bereken met hoeveel procent de massa van cellulose toeneemt bij deze omzetting in ethylcellulose.

Ethylcellulose wordt gebruikt in de textielindustrie. Ketens van ethylcellulose glijden veel gemakkelijker langs elkaar dan ketens van cellulose. Daardoor voelt ethylcellulose minder stug aan.

- 17 Geef hiervoor een verklaring die gebaseerd is op het verschil in de structuur van beide stoffen.

Ethylcellulose is een biologisch afbreekbaar polymeer. Micro-organismen breken ethylcellulose af door hydrolyse tot glucose en ethanol.

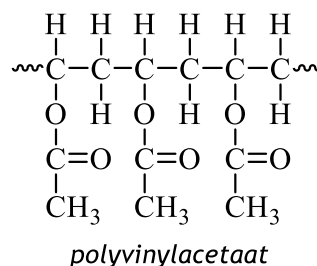
- 18 Leg uit hoeveel watermoleculen bij de hydrolyse van ethylcellulose tot glucose en ethanol nodig zijn per ethylcelluloseeenheid.

OPGAVE 5

Polyvinylalcohol (PVAL) wordt gebruikt in houtlijm. Polyvinylalcohol kan gemaakt worden uit polyvinylacetaat. Een stukje van een polyvinylacetaatmolecuul kan als volgt worden weergegeven:

Polyvinylacetaat kan gevormd worden uit het monomeer vinylacetaat. De polymerisatie is een additiereactie.

- 19 Leid de structuurformule van vinylacetaat af uit de structuurformule van polyvinylacetaat.



Vanwege de aanwezigheid van estergroepen kan polyvinylacetaat worden gehydrolyseerd. Bij deze hydrolyse ontstaan polyvinylalcohol en een andere stof.

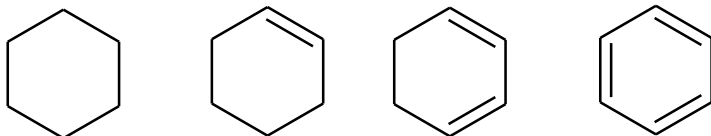
- 20 Geef de structuurformule van het stukje polyvinylalcoholmolecuul dat bij hydrolyse uit het hierboven weergegeven stukje van een polyvinylacetaatmolecuul gevormd wordt.
- 21 Geef de structuurformule en de naam van de andere stof die bij deze hydrolyse ontstaat.

OPGAVE 6

Zowel SO_3 als NH_3 zijn 4-atomige moleculen. In beide moleculen komen polaire atoombindingen voor. Toch kan SO_3 niet oplossen in water en NH_3 wel. Ter vergelijking: SO_2 kan wel oplossen in water.

- 22 Verklaar het verschil in oplosbaarheid tussen SO_3 en NH_3 .

Hieronder staan verschillende structuurformules van koolwaterstoffen die de overeenkomst hebben dat het steeds gaat om een 6-ring van koolstofatomen. In de structuurformules zijn uitsluitend de bindingen tussen de koolstofatomen getekend.



- 23 Neem de vier structuren over en vul ze aan met bindingsstreepjes voor de waterstofatomen. Je mag ze ook geheel uitschrijven met alle C- en H-atomen. Geef vervolgens in de vier overgenomen structuurformules aan welke groep van atomen (en die dus samen één geheel vormen) in hetzelfde vlak liggen.

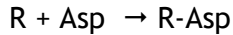
OPGAVE 7

Aspartaam is een kunstmatige zoetstof die wordt verkocht onder de merknaam Nutra Sweet. Aspartaam is een dipeptide van asparaginezuur (Asp) en fenylalanine (Phe), waarin de carbonzuurgroep van Phe is veresterd.

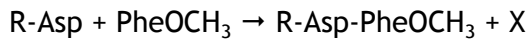
Aspartaam wordt gemaakt in vier stappen. In stap 1 wordt Phe veresterd met methanol.

- 24 Geef vergelijking van deze verestering in structuurformules.

In stap 2 wordt de NH_2 -groep van asparaginezuur van een beschermende groep R voorzien:

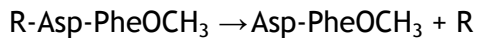


In stap 3 wordt de peptidebinding gevormd tussen R-Asp en de Phe-ester. Hierbij wordt een enzym gebruikt dat er voor zorgt dat van R-Asp alleen de zuurgroep van het 1° C atoom van de koolstofketen, die het dichtst bij de NHR groep zit, reageert. Er ontstaat hierbij ook een stof X:



- 25 Geef de formule van stof X die in stap 3 ontstaat.

In stap 4 wordt de beschermende groep R weer verwijderd waarbij een vrije aminogroep aan aspartaam ontstaat:



- 26 Teken de structuurformule van aspartaam.
27 Leg uit waarom bij de synthese van aspartaam de NH_2 -groep van asparaginezuur beschermd moet worden.

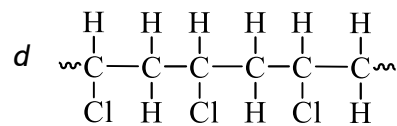
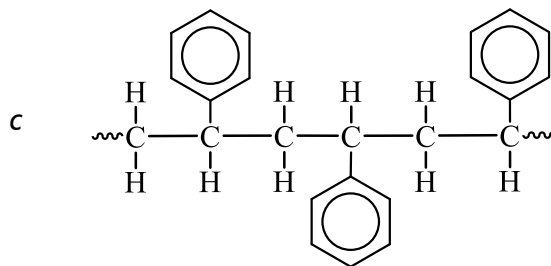
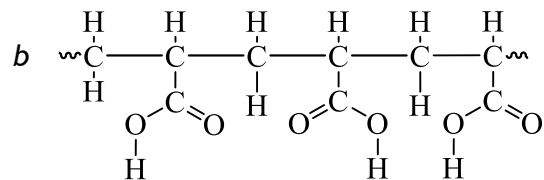
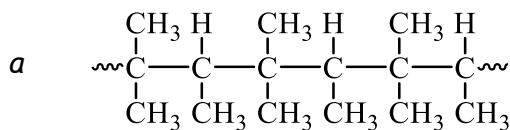
Aspartaam heeft een veel grotere zoetkracht dan sacharose. Uit het oogpunt van volksgezondheid mag je echter niet teveel aspartaam binnenkrijgen. De ADI waarde van aspartaam staat in BINAS.

Simon weegt 59 kg en drinkt graag frisdrank; hierin is 200 mg aspartaam per liter aanwezig.

- 28 Bereken hoeveel liter frisdrank Simon kan drinken zonder de ADI waarde te overschrijden.

OPGAVE 8

- 29 Geef de systematische naam van onderstaande polymeren



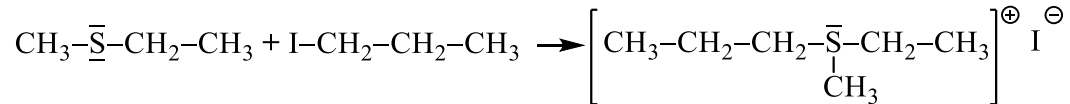
OPGAVE 9

Wanneer men broomethaan met een oplossing van kaliumwaterstofsulfide (K^+HS^-) laat reageren, ontstaat onder andere ethaanthiol, CH_3-CH_2-SH . Deze reactie verloopt volgens het zogenaamde S_N2 -mechanisme.

- 30 Beschrijf met behulp van structuurformules het mechanisme voor de vorming van ethaanthiol.

Ethaanthiol kan worden omgezet in methylthio-ethaan, $CH_3-S-CH_2-CH_3$. Dit is een thio-ether. Een eigenschap van de thio-ethers is, dat ze kunnen reageren met halogeenalkanen onder vorming van zoutachtige stoffen, sulfoniumverbindingen, die in water ioniseren.

Zo reageert methylthio-ethaan met 1-joodpropan als volgt



- 31 Leg uit op welk atoom zich de formele positieve lading bevindt in het hierboven afgebeelde sulfoniumjodide.

Van het hierboven afgebeelde sulfoniumjodide heeft men twee spiegelbeeldisomeren geïsoleerd die ook in oplossing stabiel zijn.

- 32 Verklaar, bijvoorbeeld met behulp van een tekening, het bestaan van twee vormen van het hierboven weergegeven sulfoniumion.

Thiofenol, C_6H_5SH , vormt gemakkelijk radicalen. Het radicaal $C_6H_5S\cdot$ wordt door mesomerie gestabiliseerd.

- 33 Geef van $C_6H_5S\cdot$ de vier grensstructuren.*

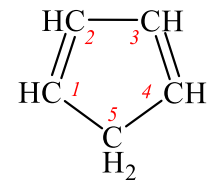
De radicalen $C_6H_5S\cdot$ kunnen geaddeerd worden aan onverzadigde verbindingen, bijvoorbeeld aan fenyletheen (styreen).

- 34 Leg uit hoe deze additie het begin zou kunnen zijn van een polymerisatieproces.

* *Eigenlijk zijn er vijf grensstructuren. Het verplaatsen van 6 π -elektronen in een gewone benzeenring wordt in deze opgave niet als extra grensstructuur gezien.*

OPGAVE 10

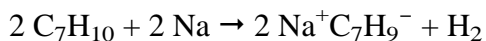
De stof waarvan hiernaast de structuurformule is gegeven, wordt cyclopent-1,3-dieen genoemd. De nummering van de koolstofketen is hieraan aangegeven. Als aan de koolstofketen twee methylgroepen vast zitten kan de verbinding 1,5-dimethylcyclopent-1,3-dieen gevormd worden. Van deze verbinding blijken twee spiegelbeeldisomeren te bestaan.



- 35 Leg uit dat 1,5-dimethylcyclopent-1,3-dieen twee spiegelbeeldisomeren heeft.

In deze opgave worden de zuivere spiegelbeeldisomeren aangeduid met *R*-1,5-dimethylcyclopent-1,3-dieen en *S*-1,5-dimethylcyclopent-1,3-dieen.

Brengt men stukjes natrium in een watervrije oplossing van *S*-1,5-dimethylcyclopent-1,3-dieen, dan vindt waterstofontwikkeling plaats, terwijl het natrium oplost. De volgende reactie treedt op:



Bij deze reactie verdwijnt het H-atoom van het C-atoom waaraan ook een methylgroep gebonden is. Het ion $C_7H_9^-$ wordt gestabiliseerd door mesomerie. Er zijn vijf grensstructuren.

- 36 Teken deze vijf grensstructuren.
- 37 Leg aan de hand van de grensstructuren uit of er van de verbinding $\text{Na}^+\text{C}_7\text{H}_9^-$ ook een spiegelbeeldisomeer in zuivere vorm is verkregen.

Bij de reactie van 2,3-dimethylcyclopent-1,3-dieen met natrium wordt eveneens een stof met formule $\text{Na}^+\text{C}_7\text{H}_9^-$ gevormd. Dit blijkt dezelfde stof te zijn die bij de reactie van 5-1,5-dimethylcyclopent-1,3-dieen met natrium werd gevormd.

- 38 Welke nadere conclusie omtrent de structuur van het ion C_7H_9^- kun je uit bovenstaande gegevens trekken? Licht je antwoord toe.

OPGAVE 11

But-1,3-dieen (C_4H_6 , kookpunt $-5\text{ }^\circ\text{C}$) is tamelijk reactief, zoals blijkt uit polymerisatiereacties en uit additiereacties met andere stoffen. Zo wordt per mol but-1,3-dieen een eerste mol broom snel geaddeerd, een tweede mol broom veel langzamer. De additie van het eerste mol broom kan, afhankelijk van de omstandigheden, op twee manieren verlopen.

Er kan 1,2-additie optreden waarbij 1,2-dibroombut-3-een ontstaat, maar er kan ook 1,4-additie optreden, waarbij 1,4-dibroombut-2-een ontstaat.

- 39 Geef de 1,2-additie en de 1,4-additie weer in reactievergelijkingen met structuurformules.

But-1,3-dieen kan ook onverzadigde verbindingen adderen. Zo ontstaat met etheen een additieproduct C_6H_{10} (kookpunt $83\text{ }^\circ\text{C}$). Men kan but-1,3-dieen ook met propenal (kookpunt $52\text{ }^\circ\text{C}$) laten reageren. Het reactieproduct van de laatstgenoemde reactie wordt nader onderzocht om de volgende problemen op te lossen:

I of but-1,3-dieen een 1,2- dan wel een 1,4-additiereactie aangaat met propenal;

II of bij de additiereactie de $\text{C}=\text{C}$ -binding dan wel de $\text{C}=\text{O}$ -binding van propenal is betrokken.

- 40 Geef de structuurformules van de stoffen die je kunt verwachten als but-1,3-dieen een 1,2-additiereactie aangaat met propenal.
- 41 Geef ook de structuurformules van de stoffen die je kunt verwachten als but-1,3-dieen een 1,4-additiereactie aangaat met propenal.

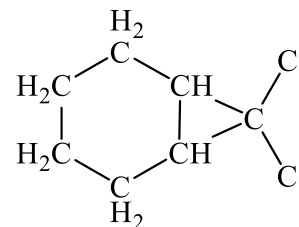
Het reactieproduct blijkt een vloeistof te zijn die bij $164\text{ }^\circ\text{C}$ vrijwel volledig overdestilleert. Dit destillaat heeft een smeltpunt van $-96\text{ }^\circ\text{C}$. Het heeft nog additievermogen voor broom en het reducerend vermogen dat men bij alkanalen aantreft (dat wil zeggen: het molecuul bevat nog een aldehydegroep).

- 42 Kun je op grond van het additievermogen van het destillaat probleem I en/of probleem II oplossen? Licht je antwoord toe.
- 43 Kun je op grond van het reducerend vermogen van het destillaat probleem I en/of probleem II oplossen? Lichtje antwoord toe.
- 44 Welke conclusie trek je nu uit de overige resultaten van het onderzoek? Licht je antwoord toe.

OPGAVE 12

Kalium reageert met 2-methylpropan-2-ol. Hierbij ontstaan waterstof en een witte vaste stof met formule $(\text{CH}_3)_3\text{CO}^-\text{K}^+$. Het deeltje $(\text{CH}_3)_3\text{CO}^-$ mag als een sterke base worden opgevat.

Laat men deze witte vaste stof reageren met een mengsel van trichloormethaan en cyclohexeen, dan ontstaat een mengsel waaruit men kaliumchloride, 2-methylpropan-2-ol, tetrachlooretheen en de stof waarvan hiernaast de structuurformule is gegeven, kan isoleren. Trichloormethaan en cyclohexeen reageren niet met elkaar. Men neemt aan dat bij het mechanisme van de reactie het deeltje dichloormethyleen ($:\text{CCl}_2$) betrokken is.



- 45 Beschrijf met behulp van reactievergelijkingen hoe men zich het verloop van de hier optredende reacties kan voorstellen.

OPGAVE 13

Aceton (propanon) kan door reactie met jood in water worden omgezet in joodpropanon. Deze reactie verloopt in drie stappen.

I. Een molecuul aceton isomeriseert naar propeen-2-ol

II. Jood addeert aan propeen-2-ol *

III. Het gevormde product valt uiteen in joodpropanon en waterstofjodide

* Deze additie verloopt ook in een aantal stappen, maar mag hier als één stap beschouwd worden.

- 46 Geef de drie stappen weer in reactievergelijkingen met structuurformules.

Experimenteel vindt men de volgende snelheidsvergelijking: $s = k [\text{aceton}]$

- 47 Leg uit welke stap van bovengenoemd mechanisme de langzaamste stap is.

Bij uiterst geringe concentraties van jood, gaat de snelheidsvergelijking over in:

$$s = k [\text{aceton}] [\text{I}_2]$$

- 48 Geef hiervoor een verklaring.

De bromering van aceton verloopt, onder overigens dezelfde omstandigheden, even snel als de jodering.

- 49 Geef hiervoor een verklaring.

De jodering van aceton wordt gekatalyseerd door H^+ -ionen.

- 50 Leg uit in welke van de drie stappen de H^+ -ionen meedoen.

- 51 Laat in een reactievergelijking met structuurformules zien hoe de H^+ -ionen mee-doen bij een van de reactiestappen.

- 52 Laat met een energiediagram zien waaruit blijkt dat de gekatalyseerde reactie sneller verloopt.

De jodering van aceton wordt ook gekatalyseerd door OH^- -ionen. De OH^- -ionen versnellen de 1^e reactiestap. Hierbij wordt onder andere een negatief ion gevormd waarvan twee grensstructuren getekend kunnen worden.

- 53 Geef in een reactievergelijking met structuurformules de katalyse door OH^- van de 1^e stap van het mechanisme weer. Vermeld daarin beide grensstructuren.

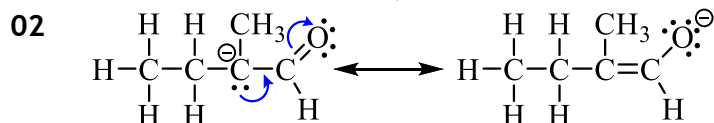
Voor de snelheidsvergelijking vindt men: $s = k [\text{aceton}] [\text{OH}^-]$

- 54 Leg uit waarom in een bufferoplossing met hoge pH toch een reactie van de eerste orde wordt gemeten.

UITWERKINGEN

OPGAVE 1

- 01 Tel het aantal valentie-elektronen om het 2° C-atoom als volgt:
 het aantal bindingen + het aantal niet gebonden ('vrije') elektronen = 3 + 2 = 5
 (van een bindend elektronenpaar hoort de helft bij het betreffende atoom).
 Vergelijk dit met de normale covalentie van C: 4 (groepsnummer – 10).
 Er is nu 1 elektron meer, dus heeft C een formele lading van -1.

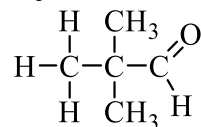


Toelichting bij de grensstructuren:

Alle atomen blijven op hun plaats. Alleen niet-bindende elektronenparen en een elektronen-paren van een dubbele bindingen kunnen verplaatst worden. Dat is hier met blauwe pijlen aangegeven.

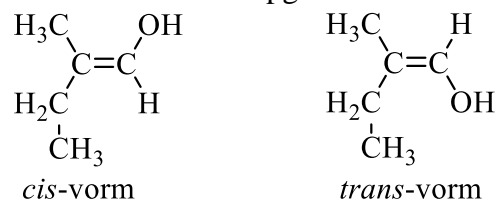
Enolvorming komt tot stand als het negatief geladen O-atoom en H⁺ pakt van water. Tevens ontstaat daarbij weer OH⁻ (de katalysator).

- 03 Bijvoorbeeld:

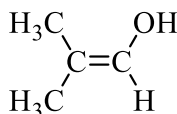


Het tweede C-atoom heeft geen H-atoom dat verplaatst kan worden naar het O-atoom. Als er een enol zou ontstaan, zou het tweede C-atoom 5 bindingstreepjes krijgen en dat kan niet.

- 04 Van het enol in de opgave bestaat een *cis*- en een *trans*-vorm:



Het enol dat uit 2-methylpropanal ontstaat is:

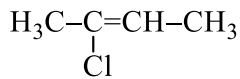


Zou je hier de OH en de H aan het eerste C-atoom verwisselen, dan blijft het molecuul hetzelfde. Van het enol van 2-methylpropanal zullen dus *niet* twee soorten enolmoleculen ontstaan.

OPGAVE 2

- 05 1-chloorbut-2-een.
 06 But-2-een = C₄H₈ en crotylchloride = C₄H₇Cl.
 Er is dus een H-atoom van but-2-een vervangen door een Cl-atoom → substitutie.

- 07 Er kan ook een H-atoom van het tweede C-atoom vervangen worden door een Cl-atoom. Je krijgt dan 2-chloorbut-2-een:

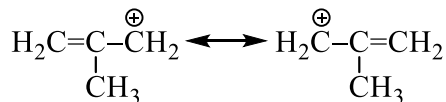


- 08 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH} + \text{Cl}^-$.
(kaliloog is een oplossing van kaliumhydroxide in water)

- 09 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\overset{\oplus}{\text{C}}\text{H}_2 \longleftrightarrow \text{CH}_3-\overset{\oplus}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}=\text{CH}_2$

- 10 $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$

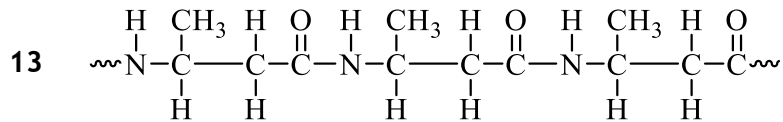
- 11 $\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_2\text{Cl} \longrightarrow \text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CH}_3}{\overset{\oplus}{\text{C}}}\text{CH}_2 + \text{Cl}^-$



Beide positieve ionen zijn hetzelfde, dus één product.

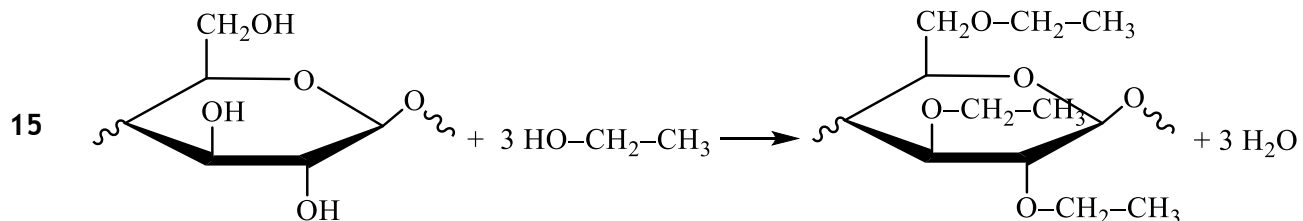
OPGAVE 3

- 12 3-aminobutaanzuur.



- 14 Bij de biologische afbraak wordt gebruik gemaakt van enzymen. Hierdoor verloopt de reactie voldoende snel bij lagere temperatuur.

OPGAVE 4



- 16
$$\text{Massatoename} = \frac{\text{massa ethylcellulose } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_5 - \text{massa cellulose } \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5}{\text{massa cellulose}} \times 100\% =$$

$$\frac{246,30 - 162,14}{162,14} \times 100\% = \frac{84,16}{162,14} \times 100\% = 51,90\%$$

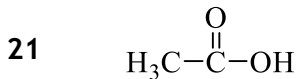
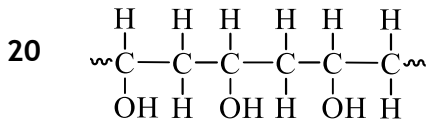
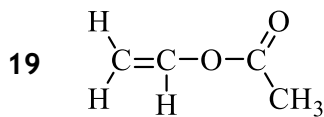
N.B. De berekening kan ook gebaseerd zijn op de massatoename door toevoeging van 3 ethanolmoleculen en de afsplitsing van 3 watermoleculen.

- 17 Ethylcellulose heeft geen OH-groepen en kan dus geen H-bruggen vormen. De ketens houden elkaar dus minder sterk vast dan in cellulose.

- 18 Voor elke ethergroep is een watermolecuul nodig, dus drie per glucose-eenheid. Voor het afbreken van cellulose tot glucose is één watermolecuul nodig per glucose-eenheid.

Totaal zijn dus $3+1 = 4$ watermoleculen nodig per ethylcellulose-eenheid.

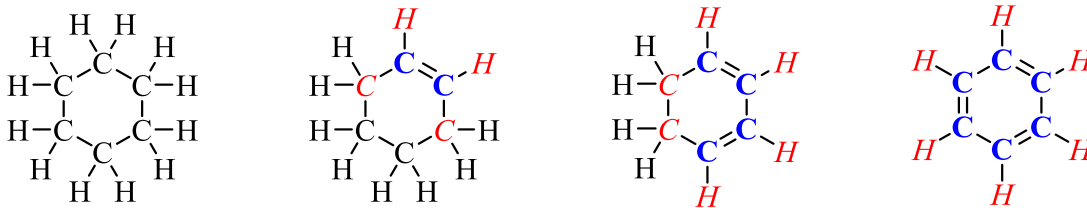
OPGAVE 5



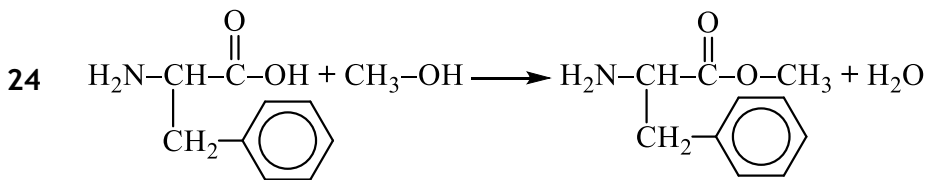
OPGAVE 6

22 Als SO_3 niet oplost in water is het kennelijk een apolair (hydrofoob) molecuul, ondanks het feit dat het polaire atoombindingen heeft. Dit kun je alleen verklaren door aan te nemen dat alle vier de atomen in een plat vlak liggen. Het effect van de polaire atoombindingen wordt dan opgegeven. NH_3 is daarentegen een ruimtelijk molecuul, waardoor in het molecuul als geheel een ladingsverschil is waar te nemen. Het is dan een polair (hydrofiel) molecuul, wat de oplosbaarheid in water verklaart.

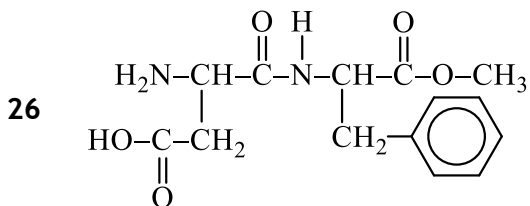
23 De C-atomen in de onderstaande structuurformules die in het blauw (en vet) zijn weergegeven hebben omringingsgetal 3. Dit zorgt ervoor dat alle atomen die aan deze C-atomen gebonden zijn in hetzelfde (platte) vlak liggen. Deze atomen zijn in rood (en cursief) weergegeven. Atomen die in zwart zijn weergegeven liggen boven of onder dit vlak.



OPGAVE 7



25 H_2O



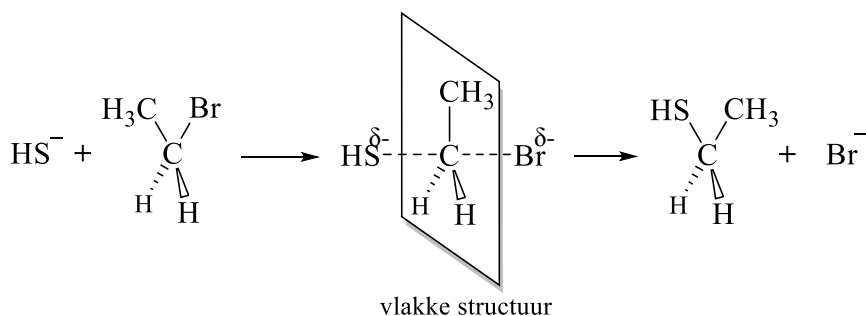
- 27 Als de NH_2 groep van Asp niet beschermd wordt, kunnen ook Asp-eenheden aan elkaar gekoppeld worden. Asp mag alleen aan de Phe-ester worden gekoppeld.
- 28 De ADI-waarde van aspartaam is 40 mg kg^{-1} . Simon mag dus $59 \times 40 = 2360 \text{ mg}$ aspartaam binnenkrijgen. Hij mag dus $\frac{2360}{200} = 12$ liter frisdrank drinken.

OPGAVE 8

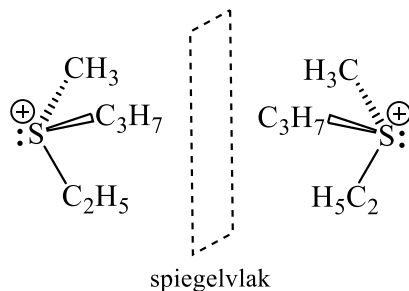
- 29 a polymethylbut-2-een b polypropeenzuur
 c polyfenyletheen d polychlooretheen

OPGAVE 9

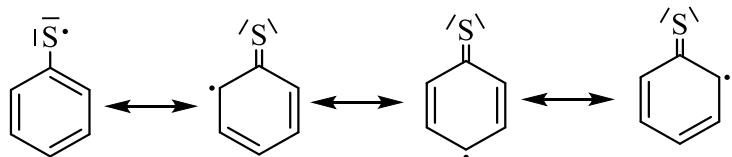
- 30 Bij het $\text{S}_{\text{N}}2$ -mechanisme reageren twee deeltjes tegelijkertijd (er wordt dus geen carbokation gevormd). Het nucleofiel HS^- valt aan op het C-atoom waar Br aan gebonden is. Via een platte structuur (het C-atoom heeft hierin omringingsgetal 3) klapt het molecuul om en wordt Br^- afgestoten.



- 31 Zwavel heeft hier 5 valentie-elektronen: 3 uit de bindende elektronenparen en 2 van het niet-bindende elektronenpaar. Normaal heeft zwavel 6 valentie-elektronen (groep 16), dus zit de formule positieve lading op het S-atoom.
- 32 Het zwavelatoom heeft vier verschillende groepen om zich heen. Hierbij wordt het vrije elektronenpaar ook als een groep gerekend. Het molecuul heeft geen inwendig spiegelvlak, dus is er sprake van spiegel-beeldisomerie. Beide isomeren zijn elkaars spiegelbeeld.

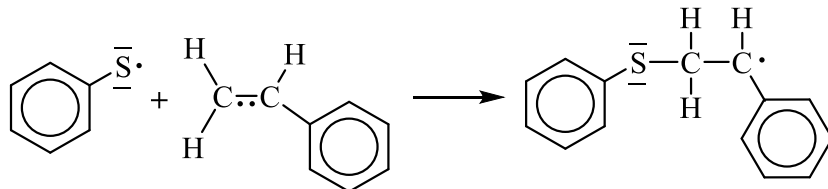


- 33 Bij het tekenen van grensstructuren moeten de atomen op hun plaats blijven en daartussen moet altijd minstens één atoombinding getekend zijn. De overige elektronen (van dubbele bindingen, vrije elektronenparen, enkele elektronen) kun je over de structuur verdelen. Voor $\text{C}_6\text{H}_5\text{S}\cdot$ krijg je dan:



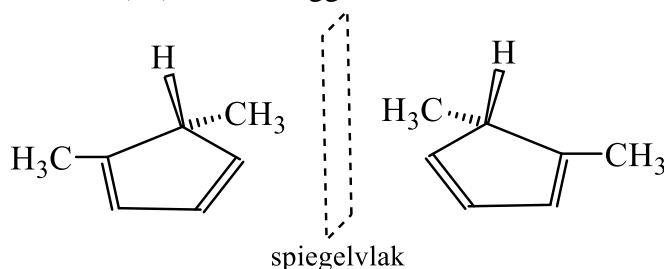
Opmerking: Eigenlijk zijn er 5 grensstructuren, want je kunt bij de eerste structuur de elektronen in de benzeenring anders verdelen. Die grensstructuur werd echter bij deze (oude) examenopgave niet bedoeld.

- 34 Bij de koppeling van het radicaal aan fenyletheen ontstaat een nieuw radicaal, dat weer met fenyletheen kan reageren. Enzovoort.

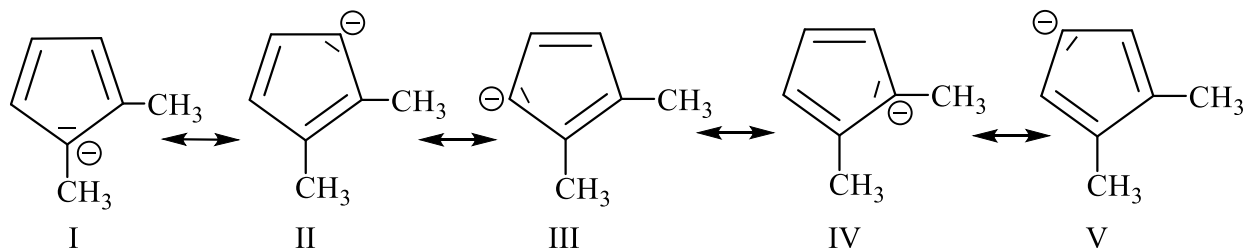


OPGAVE 10

- 35 Bij C-atoom nr 1 (= C1) is sprake van 3-omringing. Het C-atoom van de methylgroep ligt in hetzelfde vlak als de 5-ring. Bij C5 is sprake van 4-omringing. De methylgroep kan dan boven (\triangleright) of onder (\dashv) het vlak liggen.

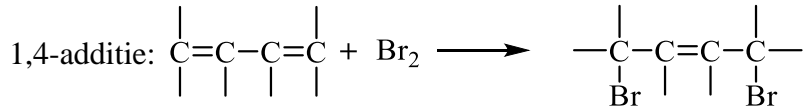
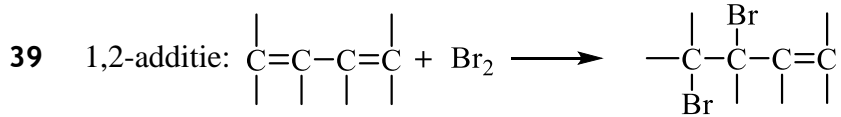


- 36 Bij het tekenen van grensstructuren moeten de atomen op hun plaats blijven en daartussen moet altijd minstens één atoombinding getekend zijn. De overige elektronen (van dubbele bindingen, vrije elektronenparen, enkele elektronen) kun je over de structuur verdelen. Voor $C_7H_9^-$ krijg je dan:



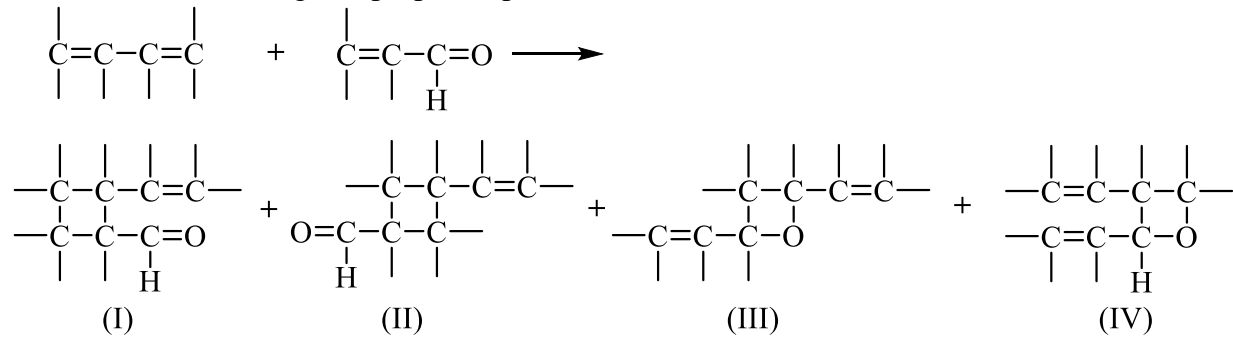
- 37 Het Na^+ -ion kan binden aan alle C-atomen waarbij in de hierboven weergegeven grensstructuren een negatieve lading is getekend. Er zullen verschillende isomeren van $Na^+C_7H_9^-$ ontstaan en dus geen spiegelbeeldisomeer in zuivere vorm.
- 38 Uitgaande van 2,3-dimethylcyclopent-1,3-dieen zal ook het ion $C_7H_9^-$ gevormd worden, waarvoor bovenstaande grensstructuren te tekenen zijn. De negatieve lading zal, door het optreden van mesomerie, gelijkmatig over de vijf ring verdeeld zijn. Het is dan een kwestie van toeval aan welk C-atoom het Na^+ -ion zal binden. Er zullen dus steeds steeds dezelfde isomeren gevormd worden.

OPGAVE 11



40 Bij 1,2-additie van but-1,3-dieen kan propenal als volgt reageren:

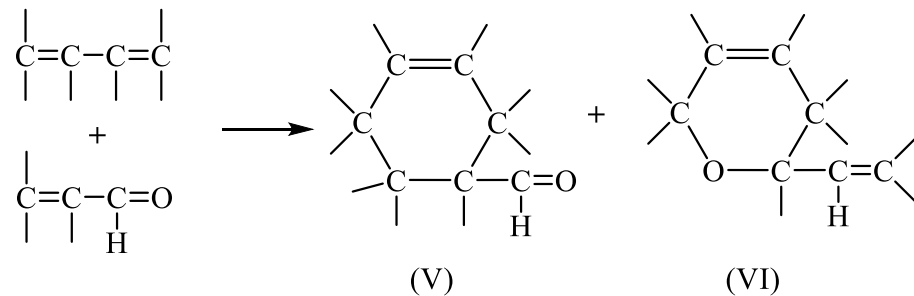
1. Met de C=C-binding van propenal (producten I en II).
2. Met de C=O-binding van propenal (producten III en IV).



N.B. In feite kan ook gebruikt gemaakt worden van de 3^e C van propenal en de O van de C=O-binding (dus de 1- en 4-positie van propenal). Deze manier van adderen behoort niet tot de examenstof.

41 Dit gaat op dezelfde manier als bij onderdeel 10. Nu ontstaat echter steeds één product, omdat het gevormde product symmetrisch is.

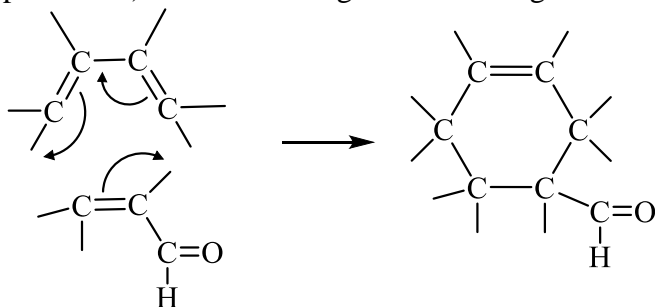
1. Met de C=C-binding van propenal (product V).
2. Met de C=O-binding van propenal (product VI).



N.B. Bij onderdeel 65 en 66 staan geen kloppende reactievergelijkingen. Er wordt mee aangegeven welke verschillende producten en kunnen ontstaan.

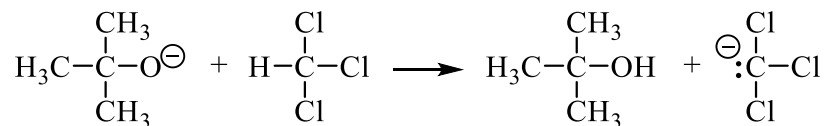
42 Het destillaat vertoont nog additievermogen voor broom → het bevat C=C-binding(en). Dit geeft géén uitsluitel over probleem I, want mogelijke producten met een C=C-binding komen voor bij alle additietypen (zie 65 en 66). Ook géén uitsluitel over probleem II, omdat additie van broom ook mogelijk blijft als de C=C-binding van propenal heeft gereageerd (zie producten I, II en V).

- 43 Het reducerend vermogen wijst op de aanwezigheid van een aldehydegroep. Daarvan is een voorbeeld te geven zowel bij onderdeel 10 (product I) als bij onderdeel 11 (product V), zodat geen uitsluitel over probleem I wordt verkregen. Over probleem II wordt wèl uitsluitel verkregen, omdat bij de reactie van de C=O-groep het reducerend vermogen van deze groep verloren zou gaan. Propenal moet dus reageren met zijn C=C-binding (in aanmerking komen de producten I, II en V).
- 44 Aanvullende informatie wordt verkregen uit de fysische eigenschappen van het destillaat: een kookpunt en een smeltpunt → zuivere stof.
Bij 1,2-additie is de vorming van I even waarschijnlijk als die van II. Er ontstaat dan een reactiemengsel (dit heeft een kook- en smeltraject). Er treedt dus blijkbaar 1,4-additie op (alleen product V) met de vorming van een 6-ring:



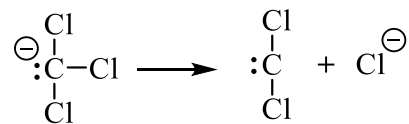
OPGAVE 12

- 45 Dichloormethyleen kan alleen uit trichloormethaan ontstaan. Het alcohol kan alleen uit de sterke base $(\text{CH}_3)_3\text{CO}^-$ gevormd zijn. Dit betekent dat er een reactie moet plaatsvinden tussen trichloormethaan en de sterke base $(\text{CH}_3)_3\text{CO}^-$.

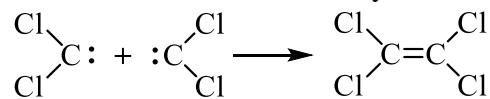


Opmerking: De chlooratomen maken het H-atoom van trichloormethaan ontvankelijk voor de sterke base $(\text{CH}_3)_3\text{CO}^-$. Zie bijv. tabel 49: hierin staat $\text{CCl}_3\text{-COOH}$ hoger dan $\text{CH}_3\text{-COOH}$ en is daarmee een sterker zuur.

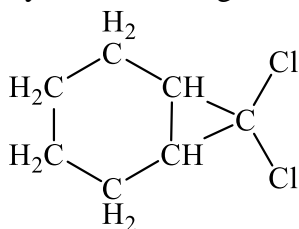
Uit het gevormd ion kan dichloormethyleen ontstaan:



De reactie van dichloormethyleen met zichzelf verklaart het ontstaan van tetrachloor-etheen:

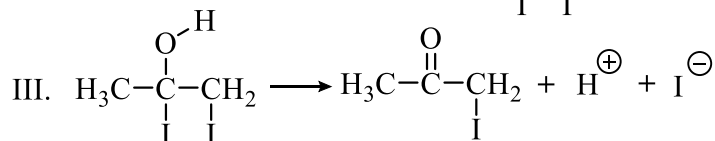
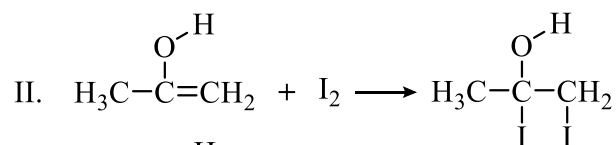
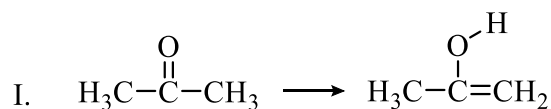


Cyclohexeen reageert volgens een additiereactie met dichloormethyleen:



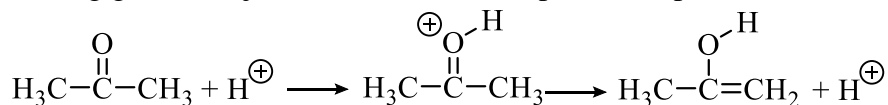
OPGAVE 13

46



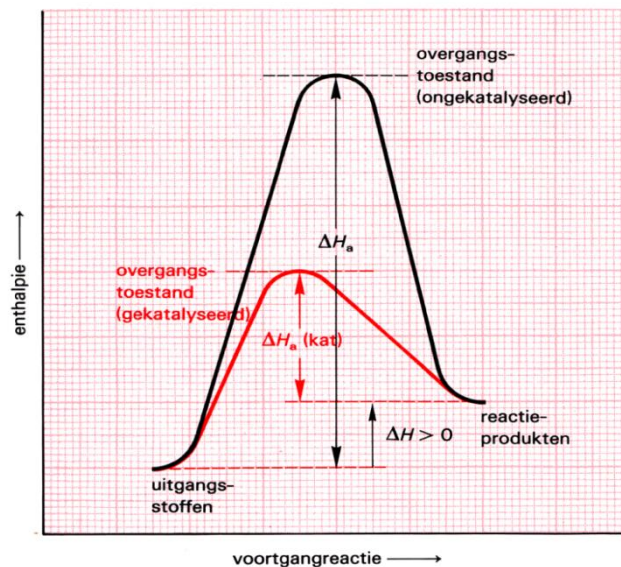
- 47 De snelheid van een reactie wordt bepaald door de langzaamste stap. Dit komt tot uiting in de snelheidsvergelijking. Hierin staat [aceton], dus moet de 1^e stap de langzaamste stap zijn.
- 48 Door de lage concentratie I₂ verloopt stap II zo langzaam, dat deze nog langzamer verloopt dan de 1^e stap.
- 49 Zodra propeen-2-ol gevormd is in de langzaamste stap, kunnen zowel I₂ als Br₂ vlot adderen. Die additie zal niet snelheidsbepalend zijn.
- 50 Het heeft alleen zin om de langzaamste stap te versnellen. De H⁺-ionen doen dus mee in stap I.
- 51 Het H⁺-ion zal aanvallen op een negatieve lading. Die vindt hij bij het O-atoom van de C=O-binding. Deze binding is een polaire atoombinding en het O-atoom is hierbij een beetje negatief geladen (δ⁻).

Door deze aanval komt er een positieve lading op het O-atoom. Dat maakt het voor de C=O-binding gemakkelijker om een elektronenpaar te verplaatsen.

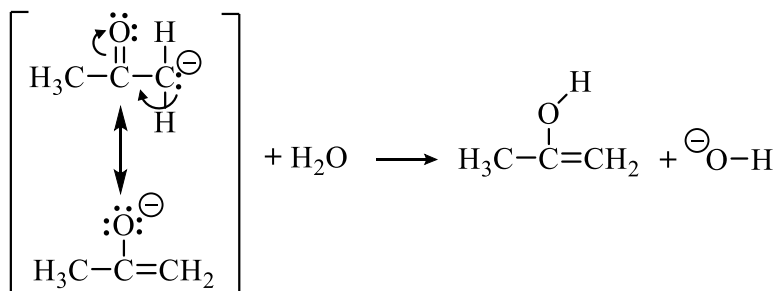
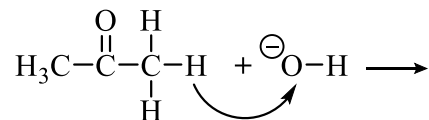


- 52 Een katalysator verlaagt de activerings-energie:

Opmerking: langs de verticale as staat enthalpie. Dat mag je lezen als energie.



- 53 Het negatieve ion kan alleen ontstaan als het OH^- -ion een H^+ van één van beide CH_3 -groepen bindt.



N.B. Bij het tekenen van grensstructuren moeten de atomen op hun plaats blijven en daartussen moet altijd minstens één atoombinding getekend zijn. De overige elektronen (van dubbele bindingen, vrije elektronenparen, enkele elektronen) kun je over de structuur verdelen.

- 54 In een bufferoplossing mag je $[\text{OH}^-]$ als constant beschouwen. Dan is $k'[\text{OH}^-]$ ook een constante, bijvoorbeeld weergeven als k' .
De snelheidsvergelijking wordt dan: $s = k'[\text{aceton}]$ en dit geeft een eerste orde aan.