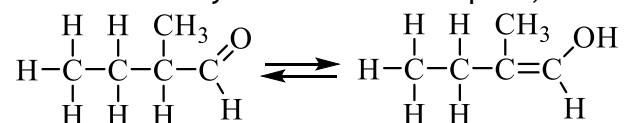


Oefenopgaven Hoofdstuk 12

vwo

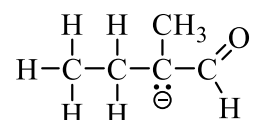
OPGAVE 1

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



De alcohol in dit evenwicht is een zogenoemd 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^e C-atoom door OH⁻ gebonden. Er ontstaat een negatief ion:



- 01 Leg uit dat het 2^e 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 Lewis-structuren (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.

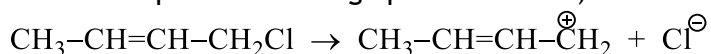
- 07 Geef de structuurformule van deze andere stof.

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.

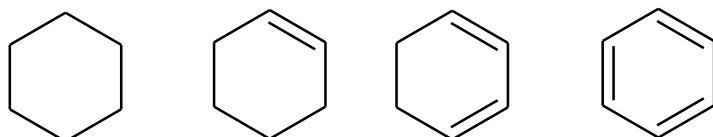
- 11 Geef voor dit geval het reactieverloop in vergelijkingen weer en leg aan de hand hiervan uit dat hierbij slechts één alkenol ontstaat.

OPGAVE 3

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.

- 12 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.



- 13 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.

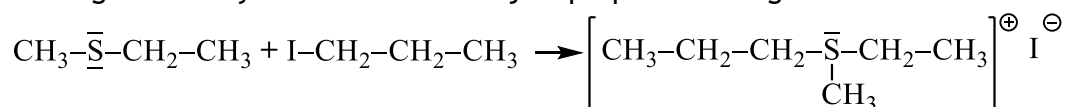
OPGAVE 4

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. Zie tabel 54A van BINAS.

- 14 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



- 15 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.

- 16 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.

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

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

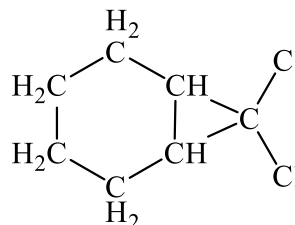
- 18 Leg uit hoe deze additie het begin zou kunnen zijn van een polymerisatieproces.

* 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 5

Kalium reageert met 2-methylpropan-2-ol. Hierbij ontstaan waterstof en een witte vaste stof met formule $(CH_3)_3CO^-K^+$. Het deeltje $(CH_3)_3CO^-$ 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 ($:CCl_2$) betrokken is.

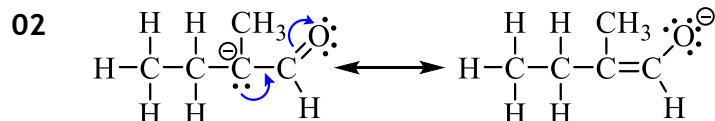


- 19 Beschrijf met behulp van reactievergelijkingen hoe men zich het verloop van de hier optredende reacties kan voorstellen.

UITWERKINGEN

OPGAVE 1

- 01 Tel het aantal valentie-elektronen om het 2^e 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.

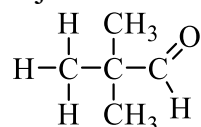


Toelichting bij de grensstructuren:

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

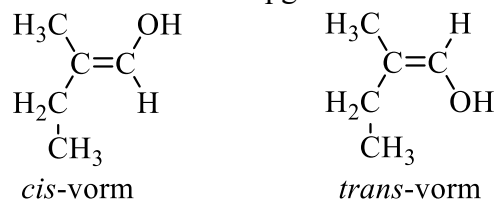
Enolvorming komt tot stand als het negatief geladen O-atoom en H⁺ pakt van water. Tevens ontstaat daarbij weer OH⁻ (de katalysator).

- 03 Bijvoorbeeld:

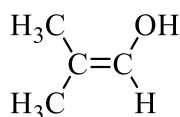


Het tweede C-atoom heeft geen H-atoom dat verplaatst kan worden naar het O-atoom. Als er een enol zou ontstaan, zou het tweede C-atoom 5 bindingstreepjes krijgen en dat kan niet.

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



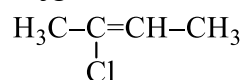
Het enol dat uit 2-methylpropanal ontstaat is:

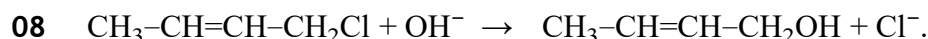


Zou je hier de OH en de H aan het eerste C-atoom verwisselen, dan blijft het molecuul hetzelfde. Van het enol van 2-methylpropanal zullen dus *niet* twee soorten enolmoleculen ontstaan.

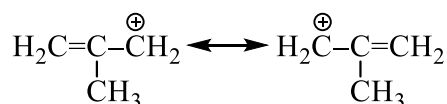
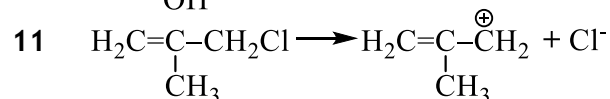
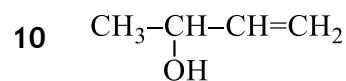
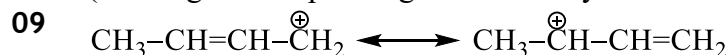
OPGAVE 2

- 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:





(kaliloog is een oplossing van kaliumhydroxide in water)



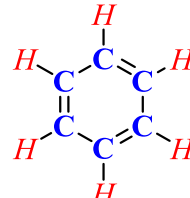
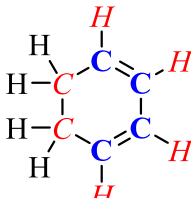
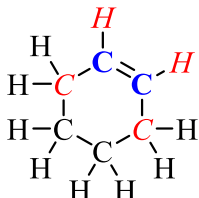
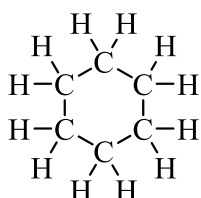
Beide positieve ionen zijn hetzelfde, dus één product.

OPGAVE 3

- 12 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.

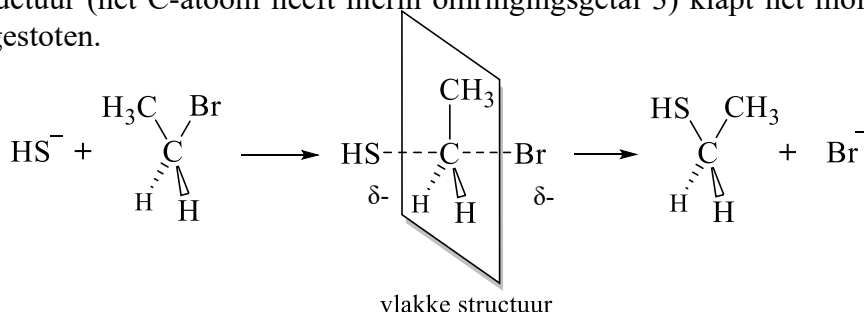
NH_3 is daarentegen een ruimtelijk molecuul, waardoor in het molecuul als geheel een ladingsverschil is waar te nemen. Het is dan een polair (hydrofiel) molecuul, wat de oplosbaarheid in water verklaart.

- 13 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 4

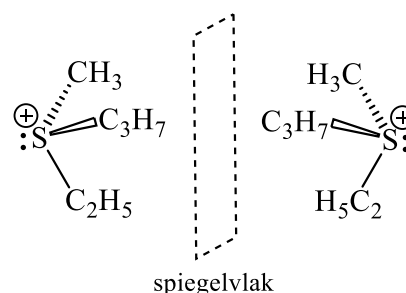
- 14 Bij het $\text{S}_{\text{N}}2$ -mechanisme reageren twee deeltjes tegelijkertijd (er wordt dus geen carbokation gevormd). Het nucleofiel HS^- valt aan op het C-atoom waar Br aan gebonden is. Via een platte structuur (het C-atoom heeft hierin omringingsgetal 3) klapt het molecuul om en wordt Br^-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



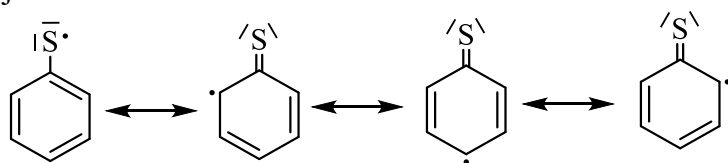
- 15 Zwavel heeft hier 5 valentie-elektronen: 3 uit de bindende elektronenparen en 2 van het niet-bindende elektronenpaar. Normaal heeft zwavel 6 valentie-elektronen (groep 16), dus zit de formule positieve lading op het S-atoom.

- 16 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 spiegelbeeldisomerie.

Beide isomeren zijn elkaars spiegelbeeld.

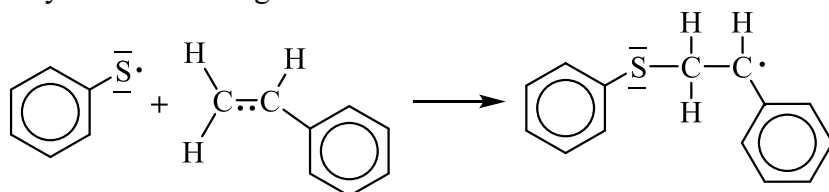


- 17 Bij het tekenen van grensstructuren moeten de atomen op hun plaats blijven en daartussen moet altijd minstens één atoombinding getekend zijn. De overige elektronen (van dubbele bindingen, vrije elektronenparen, enkele elektronen) kun je over de structuur verdelen. Voor $C_6H_5S\cdot$ krijg je dan:



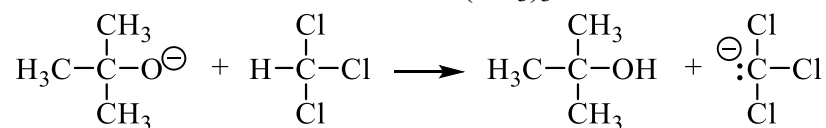
Opmerking: Eigenlijk zijn er 5 grensstructuren, want je kunt bij de eerste structuur de elektronen in de benzeenring anders verdelen. Die grensstructuur werd echter bij deze (oude) examenopgave niet bedoeld.

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



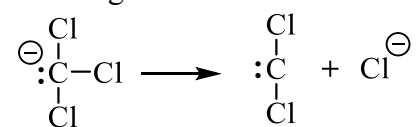
OPGAVE 5

- 19 Dichloormethyleen kan alleen uit trichloormethaan ontstaan. Het alcohol kan alleen uit de sterke base $(CH_3)_3CO^-$ gevormd zijn. Dit betekent dat er een reactie moet plaatsvinden tussen trichloormethaan en de sterke base $(CH_3)_3CO^-$.

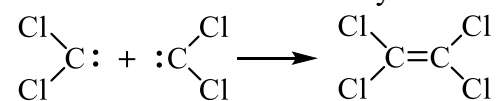


Opmerking: De chlooratomen maken het H-atoom van trichloormethaan ontvankelijk voor de sterke base $(CH_3)_3CO^-$. Zie bijv. tabel 49: hierin staat CCl_3-COOH hoger dan CH_3-COOH en is daarmee een sterker zuur.

Uit het gevormd ion kan dichloormethyleen ontstaan:



De reactie van dichloormethyleen met zichzelf verklaart het ontstaan van tetrachlooretheen:



Cyclohexeen reageert volgens een additiereactie met dichloormethyleen:

