

## Acetylglycine 1978-II(I)

- 1  1.  $\text{H}_3\text{C}-\text{COOH} + \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$  (condensatiereactie).  
2.  $\text{SOCl}_2(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + 2 \text{HCl}(\text{g})$
- 2   $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$  (vergelijk met de reactie van  $\text{NH}_3$  en  $\text{HCl}$  tot  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ).
- 3  Bij de vorming van 1 mol acetylglycine (endotherme reactie) neemt het systeem 17 kJ aan warmte op. Bij de ontleding van 1 mol  $\text{SOCl}_2$  komt er 141 kJ aan warmte vrij.

*Conclusie:* er komt  $141 - 17 = 124$  kJ aan warmte per mol gevormd acetylglycine vrij:  
 $\Delta H = -124$  kJ/mol

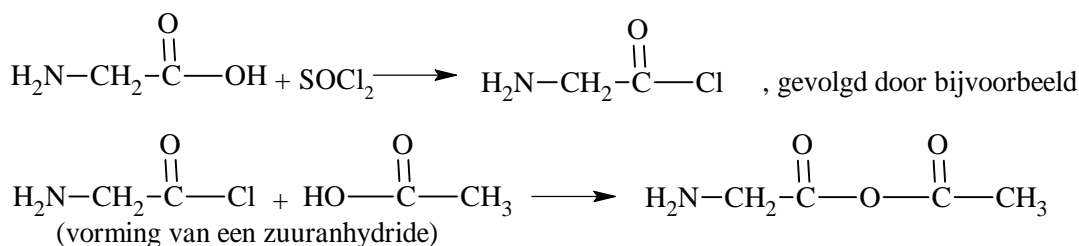
- 4   $\text{H}_3\text{C}-\text{COOH} + \text{SOCl}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{COCl} + \text{HCl}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g})$   
 $\text{H}_3\text{C}-\text{COCl} + \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{HCl}$   
 $\text{HCl} + \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} \rightarrow \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$

Er is 2 mol glycine nodig, omdat het vrijkomende  $\text{HCl}$  1 mol glycine 'blokkeert'.

- 5  De vorming van acetylchloride uit ethaanzuur is endotherm. Een deel van de bij de ontleding van thionylchloride vrijkomende energie wordt opgeslagen in het acetylchloride. Bij de reactie hiervan met het glycine kan deze energie weer vrijkomen.

*Opmerking:* Hier geldt de wet van Hess. Uit het systeem. azijnzuur, glycine en thionylchloride ontstaat tenslotte het systeem: acetylglycine, zwaveldioxide, waterstofchloride en water. De route waarlangs dit plaats vindt is niet van belang voor het totale warmte-effect

- 6  Omdat dan de volgende reacties kunnen verlopen:



*Opmerking:* Ook aminogroepen kunnen met  $\text{SOCl}_2$  of carbochloriden reageren.

## Blauwe gelei 1978-II(II)

- 7  Men ziet aan de pH-kromme dat aanvankelijk de toegevoegde  $\text{OH}^-$ -ionen voor het grootste deel worden gebonden. Pas na toevoeging van 16 mL 0,094 molair  $\text{NaOH}$  veroorzaken de dan toegevoegde  $\text{OH}^-$ -ionen een grote pH-verandering.

50 mL 0,020 molair  $\text{CuSO}_4$ -oplossing bevat  $50 \times 0,020 = 1$  millimol  $\text{Cu}^{2+}$ -ionen.

16 mL 0,094 molair  $\text{NaOH}$  bevat  $16 \times 0,094 = 1,504$  millimol  $\text{OH}^-$ -ionen. De gevraagde verhouding is dus: 2 mol  $\text{CuSO}_4$  reageert met 3 mol  $\text{NaOH}$ .

- 8  De toegevoegde  $\text{OH}^-$ -ionen neutraliseren onmiddellijk de aanwezige  $\text{H}_3\text{O}^+$ -ionen. Het aldus verstoorde evenwicht  $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_3^+(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  zal door naar rechts te verschuiven  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  weer doen toenemen. Dit vergt enige tijd.
- 9  Het neerslag (kristalrooster) is elektrisch ongeladen. Op elke 2  $\text{Cu}^{2+}$ -ionen komen 3  $\text{OH}^-$ -ionen voor. Dit zou een restlading van + 1 geven. Elk  $\text{SO}_4^{2-}$ -ion kan dus 4  $\text{Cu}^{2+}$ - en 6  $\text{OH}^-$ -ionen (elektrisch) neutraliseren. Daarom schrijft men als verhoudingsformule  $\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4$ .
- 10  In 100 gram van de groene stof bevindt zich: 56,19 gram koper, 21,24 gram sulfaat en 22,57 gram

hydroxide. In mol uitgedrukt is de verhouding dus:  $\text{Cu}^{2+} : \text{OH}^- : \text{SO}_4^{2-} = \frac{56,19}{63,5} : \frac{22,57}{17} : \frac{21,24}{96}$ .

Dit levert weer de molverhouding 4 : 6 : 1 op.

*Opmerking. Het betreft hier de stof  $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$  (het mineraal brochantiet).*

- 11  Tussen de 4 mL en 5 mL toegevoegd  $\text{CuSO}_4$ -oplossing is de pH-sprong het grootst. Dan zijn de aanwezige  $\text{OH}^-$ -ionen dus vrijwel verbruikt. In 4,5 mL  $\text{CuSO}_4$ -oplossing van 0,1 molair bevinden zich  $4,5 \times 0,1 = 0,45$  millimol  $\text{Cu}^{2+}$ -ionen. In 10,0 mL 0,094 molair NaOH-oplossing zijn  $10 \times 0,094 = 0,94$  millimol  $\text{OH}^-$ -ionen. Er reageert dus ongeveer 1 mol  $\text{Cu}^{2+}$ -ionen met 2 mol  $\text{OH}^-$ -ionen.  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  is de verhoudingsformule van het blauwe neerslag.
- 12  Bij de eerste proef is de concentratie van de  $\text{Cu}^{2+}$ -ionen groot t.o.v. de  $\text{OH}^-$ -ionen en bevat het neerslag dan ook relatief meer koper (op dezelfde hoeveelheid hydroxide) dan het blauwe neerslag van de tweede proef, waar het neerslag ontstaat in een overmaat aan  $\text{OH}^-$ -ionen.

### **Conformaties 1978-II(III)**

- 13  Breng een spiegelvlak aan tussen fig. 5 en 6. De twee molecuulmodellen zijn elkaars spiegelbeeld.
- 14  Bij het alternerende model van 1,2-dichlooretheen is het spiegelbeeld niet door het origineel te bedekken. Ze stellen dus twee soorten moleculen voor, welke alleen in de wisselwerking met gepolariseerd licht van elkaar verschillen.

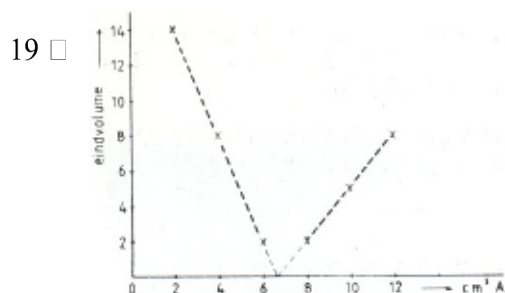
De in de opgave vermelde verschillen tussen de moleculen A en B kunnen niet voortkomen uit spiegelbeeldisomerie.

- 15  Het dipoolmoment van molecuul A zou in het alternerend model gelijk moeten zijn aan dat van molecuul B, op grond van de overeenkomstige bouw van A en B.
- 16  Het bedekkend model levert 3 conformaties op:
- 1°. De beide chlooratomen vormen met de twee C-atomen een plat vlak en liggen hierin zo dicht mogelijk bij elkaar (fig. 9).
- 2°. De beide andere conformaties ontstaan door het ene chlooratoom op z'n plaats te laten en de gechlorideerde methylgroep  $120^\circ$  respectievelijk  $240^\circ$  om de verbindinglijn der twee C-atomen te draaien (fig. 10 en het spiegelbeeld van fig. 10). Het alternerend model geeft ook 3 mogelijkheden:
- 1°. De beide chlooratomen vormen met de twee C-atomen een plat vlak en liggen hierin zo ver mogelijk uit elkaar (fig. 12).
- 2°. Draaiing van een der C-atomen over  $120^\circ$  respectievelijk  $240^\circ$  levert fig. 11 en het spiegelbeeld van fig. 11.
- 17  De laagste energie zal die conformatie bezitten, waarbij de Cl-atomen zo ver mogelijk van elkaar verwijderd staan: dit is het geval in het alternerend model van figuur 12. De hoogste energie treedt op als de Cl-atomen zo dicht mogelijk bij elkaar staan zoals in het bedekkend model van figuur 9.
- 18  Als men aanneemt dat de beide C-atomen draaibaar zijn om hun bindingsas, welke draaiing enige energie vergt dan is het duidelijk dat bij stijgende temperatuur de *vrije draaibaarheid* toeneemt. Bij lage temperatuur zal de conformatie met de laagste energie zich instellen en dit is juist degene waarbij de twee dipolen in het molecuul elkaar opheffen (in elkaars verlengde liggen).

Hoe dichter de Cl-atomen elkaar naderen, hoe groter het dipoolmoment wordt.

Bij verwarming neemt de vrije draaibaarheid toe; dit brengt de Cl-atomen (gemiddeld in de tijd) dichter bij elkaar en daarmee wordt het dipoolmoment groter.

## Kleurloze gassen 1978-II(IV)



20  Dat het gasvolume hier na de reactie kleiner wordt kan twee oorzaken hebben.

1°. Het aantal moleculen reactieproduct is kleiner dan het aantal moleculen van de uitgangsstoffen.

2°. Het reactieproduct is in water oplosbaar, terwijl de uitgangsstoffen dat niet waren.

Beide mogelijkheden kunnen zich gelijktijdig voordoen.

21  Extrapolatie van de grafiek naar een eindvolume van 0 cm<sup>3</sup> (zie onderdeel 19 ) leert dat  $6\frac{2}{3}$  cm<sup>3</sup> van gas A reageert met  $20 - 6\frac{2}{3} = 13\frac{1}{3}$  cm<sup>3</sup> van gas B. Het eindvolume 0 cm<sup>3</sup> wijst er op dat het reactieproduct volledig kan oplossen (en dat in dit geval geen overmaat A of B optreedt). De in de tabel voorkomende eindvolumes betreffen dus overmaat A of overmaat B. Trekt men (in cilinder 1) deze overmaat (14 cm<sup>3</sup>) af van het uitgangsvolume van B, dan vindt men de hoeveelheid B die gereageerd heeft. De volgende tabel is zodoende verkregen:

cilinder nr.	restgas	A (dat reageert met)	B
1	14 cm <sup>3</sup> B	2 cm <sup>3</sup>	18 - 14 = 4 cm <sup>3</sup>
2	8 cm <sup>3</sup> B	4 cm <sup>3</sup>	16 - 8 = 8 cm <sup>3</sup>
3	2 cm <sup>3</sup> B	6 cm <sup>3</sup>	14 - 2 = 12 cm <sup>3</sup>
4	2 cm <sup>3</sup>	dit moet wel overmaat A zijn omdat de gassen in de volumeverhouding 1 : 2 reageren	
4	2 cm <sup>3</sup> A	8 - 2 = 6 cm <sup>3</sup>	12 cm <sup>3</sup>
5	5 cm <sup>3</sup> A	10 - 5 = 5 cm <sup>3</sup>	10 cm <sup>3</sup>
6	8 cm <sup>3</sup> A	12 - 8 = 4 cm <sup>3</sup>	8 cm <sup>3</sup>

In cilinder 4 was dus 2 cm<sup>3</sup> A als restgas aanwezig.

22   $2 \text{ cm}^3 \text{ A} + 4 \text{ cm}^3 \text{ B} \rightarrow$  onbekend aantal cm<sup>3</sup> reactieproduct (A,B) waaruit, op grond van de wet van Avogadro, volgt: 2 moleculen A + 4 moleculen B  $\rightarrow$  onbekend aantal moleculen (A,B). 'Een' mogelijkheid zou zijn:  $2 \text{ A} + 4 \text{ B} \rightarrow 2 \text{ AB}_2$ , dus  $\text{A} + 2 \text{ B} \rightarrow \text{AB}_2$

23  Kennelijk lost het reactieproduct slecht op in paraffineolie.

24  In alle cilinders vinden we nu dat de volumeverhouding van de reagerende stoffen en het reactieproduct is: 2 : 4 : 1. Dit leidt tot:  $2 \text{ A} + 4 \text{ B} \rightarrow \text{A}_2\text{B}_4$ .