

## Opgave 1 Complexe verbindingen

De complexen A en B hebben dezelfde kwantitatieve samenstelling:  
massa-% Ca: 17,27 H: 3,84 Br: 46,83 N: 12,31 Cl: 10,39

- 1 Bepaal m.b.v. de gegeven massa-% de verhoudingsformule van deze complexen.

Als men 5,2 g stof A droogt in een exsiccator (een droogtoestel), treedt een massaverlies op van 0,27 g. Stof B behoudt onder dezelfde omstandigheden dezelfde massa. Meting van het geleidingsvermogen in een waterige oplossing laat zien dat stof A in twee ionen splitst en stof B in drie ionen.

Beide complexen leveren bij titratie met een zilvernitraatoplossing een zilverbromide neerslag. Stof B verbruikt echter onder dezelfde omstandigheden de dubbele hoeveelheid titreervloeistof.

- 2 Geef de structuurformules en de namen van stof A en B.  
□3 Geef van A minstens 3 stereoisomeren (waaronder verschillende typen van stereo-isomeren)

## Opgave 2 Bloedbuffer

Het is erg belangrijk dat de pH van bloed op een bepaalde constante waarde blijft. In ziekenhuizen wordt bij patiënten tijdens o.a. hartoperaties de pH van bloed op peil gehouden door de partiële CO<sub>2</sub>-druk in de longen te regelen en soms door een injectie van een berekende hoeveelheid natriumwaterstofcarbonaatoplossing.

- 4 Leg uit dat een mengsel van kooldioxide en natriumwaterstofcarbonaat geschikt is om de pH constant te houden.  
□5 Geef het verband van de zuurconstante van CO<sub>2</sub>(aq) en de concentraties van de betrokken deeltjes.

NB. In deze opgave mag het tweede evenwicht (de protolyse van het waterstofcarbonaat) worden verwaarloosd; dus  $K_2(\text{HCO}_3^-) = 0$ .

In de medische wereld maakt men gebruik van de Henderson-Hasselbach vergelijking:

$$\text{pH} = 6,10 - \log \frac{b \cdot p_{\text{CO}_2}}{[\text{HCO}_3^-]}$$

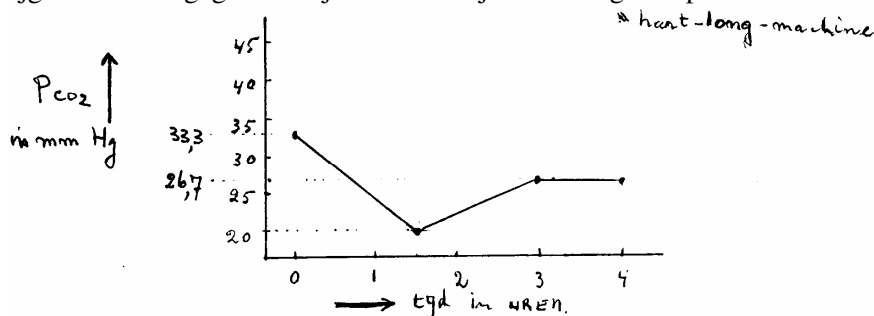
is de partiële druk van CO<sub>2</sub> in de longen in mm Hg-druk. (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> is in mol per liter en *b* is de oplosbaarheid in bloed van CO<sub>2</sub> in mol per liter per mm Hg partiële CO<sub>2</sub> druk. *b* hangt af van de temperatuur en is bij 37 °C, de normale lichaamstemperatuur, 3,00·10<sup>-5</sup> mol per liter·per mm Hg. De waarde 6,10 in de vergelijking geldt ook bij 37 °C in bloed; bij kamertemperatuur bijv. zou deze waarde 6,40 zijn.

De oplosbaarheid van CO<sub>2</sub> in het bloed is recht evenredig met de partiële druk van CO<sub>2</sub> in de longen.

- 6 Leid de vergelijking van Henderson-Hasselbach af uit de uitdrukking van de zuurconstante in vraag □5.  
□7 Bereken m.b.v. de tabellen 13, 44 en 6 uit Binas de factor *b* uit de Henderson-Hasselbach-vergelijking bij 37°C in water.

(Bedenk dat de som van de partiële spanningen = 1,0 atm. en dat de partiële spanning van waterdamp gelijk is aan de verzadigingsdruk van water).

Voor het verkrijgen van meetgegevens bij 37 °C moet je evenredig interpoleren.



Bovenstaande figuur toont de variatie van  $p_{\text{CO}_2}$  van een patiënt die een hartoperatie ondergaat. De  $\text{HCO}_3^-$  concentratie in het bloed is  $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ . De patiënt wordt kunstmatig beademd. Na 1½ en na 3 uur verandert de anesthesist de beademingssnelheid en de samenstelling van het gasmengsel.

- 8 Bereken de pH van het bloed op enkele tijdstippen, namelijk op tijdstippen 0, 1½ en 3 uur en maak een grafiek van de pH tegen de tijd.

Na 4 uur wordt de patiënt op een hart-longmachine aangesloten. In de hart-longmachine wordt  $\text{O}_2$  in het bloed van de patiënt opgelost en  $\text{CO}_2$  uit het bloed verwijderd.

De machine wordt eerst gevuld met 10,0 liter bloed uit een transfusie-eenheid. De analyse van dit bloed geeft:  $\text{pH} = 7,26$  en  $p_{\text{CO}_2} = 46,7 \text{ mm Hg}$ . Volgens de Henderson-Hasselbach vergelijking geldt dan dat de  $\text{HCO}_3^-$  concentratie is  $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ . Dit bloed moet echter zoveel mogelijk passen bij het bloed van de patiënt.

- 9 Welke maatregelen moet de anesthesist nemen om ervoor te zorgen dat het transfusiebloed zoveel mogelijk past bij dat van de patiënt? Licht je antwoord toe.

### **Opgave 3 Ruimte door afstoting**

De ruimtelijke structuur van moleculen van een groot aantal stoffen kan men begrijpen en voorspellen met het VSEPR-model (Valence Shell Electron Pair Repulsion). Het gaat hierbij steeds om moleculen, waar aan één centraal atoom via atoombindingen een aantal andere atomen is gebonden. Op het centrale atoom kan bovendien nog een aantal niet-bindende elektronenparen aanwezig zijn. In het VSEPR-model gaat men ervan uit dat elektronenparen (zowel bindend als niet-bindend) elkaar afstoten. Daarnaast speelt het begrip omringingsgetal een belangrijke rol. Het *omringingsgetal* van een atoom is gelijk aan de som van het aantal bindingen plus het aantal niet-bindende elektronenparen rond het centrale atoom. Dubbele en drievoudige bindingen worden bij deze telling als één binding (elektronenpaar) gerekend. In het VSEPR-model gelden de volgende regels.

Regel 1. Het omringingsgetal bepaalt de *grondvorm* van het molecuul: de elektronenparen zijn zodanig rond het centrale atoom gerangschikt, dat de onderlinge afstoting van de elektronenparen (e.p.) steeds minimaal is.

Ter verduidelijking is op de bijlage bij deze opgave een aantal van deze grondvormen getekend. De bijbehorende naam, alsmede de grootte van de bindingshoeken in de verschillende grondvormen is vermeld.

- 10 Leg uit hoe groot het omringingsgetal voor boor is in  $\text{BF}_3$  en geef de ruimtelijke structuur van  $\text{BF}_3$ .

Regel 2. De niet-bindende e.p. hebben een andere ruimtelijke uitgebreidheid dan de bindende e.p. Hierdoor ontstaat een grotere afstoting tussen niet-bindende en bindende e.p.

- 11 1. Leg uit wat de grondvorm is van een watermolecuul.  
2. Leg uit of de H–O–H bindingshoek in water groter of kleiner zal zijn dan die in de grondvorm.

Regel 3. Aan dubbele (en ook drievoudige) bindingen wordt in het VSEPR-model eenzelfde ruimtelijke uitgebreidheid toegekend als aan de niet-bindende e.p. Hun invloed is dus hetzelfde als van de niet-bindende e.p.

De grootte van de H–C–H-hoek  $116^\circ$  in methanal ( $\text{HCHO}$ ) bedraagt  $116^\circ$ .

- 12 1. Hoe groot zou deze hoek op grond van het omringingsgetal moeten zijn?  
2. Geef een verklaring voor de gevonden afwijking.

In de stof  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  heeft zwavel een covalentie van 6 (covalentie is het aantal gemeenschappelijke elektronenparen).

- 13 Leg duidelijk uit of de Cl–S–Cl bindingshoek groter of kleiner zal zijn dan de O=S=O bindingshoek.

In moleculen van de stof  $\text{SF}_4$  is op het zwavelatoom een niet-bindend e.p. aanwezig.

- 14 Teken op de bijlage welke structuren er in principe mogelijk zijn voor moleculen van deze stof. Geef ook een korte toelichting.

Regel 4. Niet-bindende e.p. zullen in de moleculen ruimtelijk zodanig ten opzichte van elkaar en van de bindende e.p. gaan zitten, dat de onderlinge afstoting minimaal is.

Voor de trigonale bipyramide houdt dit in dat de niet-bindende e.p. in het vlak van de driehoek gaan zitten (equatoriaal), ook als er meer niet-bindende e.p. zijn.

Sinds een aantal jaren zijn er verbindingen bekend van het edelgas xenon Xe met fluor. Eén van deze stoffen heeft de formule  $\text{XeF}_4$ . Hierin heeft fluor een covalentie van 1.

- 15 1 Geef de elektronenformule van  $\text{XeF}_4$ .  
 2. Teken de ruimtelijke structuur van  $\text{XeF}_4$  op de bijlage. Licht je antwoord toe.  
 Er zijn veel 'interhalogeen' verbindingen bekend. Een heel bekende is  $\text{ICl}_3$ .
- 16 Bepaal aan de hand van de elektronenformule de ruimtelijke structuur van  $\text{ICl}_3$ . Licht je antwoord toe door deze structuur op de bijlage te tekenen.

Grondvormen bij verschillende omringingsgetallen

grondvorm					
omringing	2: lineair	3: trigonaal (driehoek, vlak)	4: tetraëder	5: trigonale bipyramide	6: octaëder
bindingshoek	$180^\circ$	$120^\circ$	$109,5^\circ$	$120^\circ/90^\circ$	$90^\circ$

## Opgave 4 Veerkracht

Neopreenrubber is de eerste Amerikaanse synthetische rubbersoort, goed bestand tegen organische oplosmiddelen, maar niet geschikt voor autobanden. Het wordt gemaakt uit het monomeer chloropreen (2-chloor-1,3-butadien,  $\text{H}_2\text{C}=\text{CCl}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ). Dit monomeer wordt gemaakt door in een eerste stap ethyn te dimeriseren tot vinylethyn, waarna in een tweede stap door additie van waterstofchloride, chloropreen ontstaat.

- 17 Geef de vergelijking van de dimerisatie van ethyn.
- 18 Geef de vergelijking van de reactie tussen vinylethyn en waterstofchloride (organische stoffen in structuurformule).

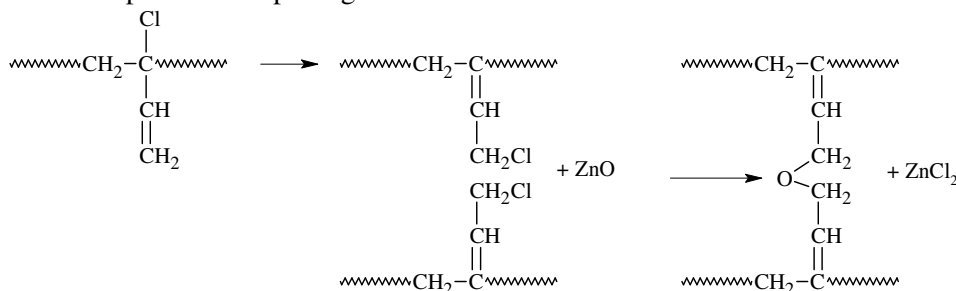
Vinylethyn is veel stabielere dan je op grond van bindingsenthalpieën (Binas, 58) zou verwachten. men verklaart dit met behulp van mesomerie: van vinylethyn kun je verschillende correcte elektronenformules (grensstructuren) tekenen.

- 19 Geef twee mogelijke grensstructuren.
- 20 De dimerisatie van ethyn is exotherm. Zal deze dimerisatie nu ten gevolge van deze mesomerie meer of minder warmte opleveren dan verwacht op grond van de bindingsenthalpieën? Licht toe.

De vorming van neopreenrubber uit chloropreen verloopt hoofdzakelijk via een 1,4-additiepolymerisatie.

- 21 Teken een stukje van neopreenrubber, bestaande uit drie schakels.

In neopreen zijn de dubbele bindingen echter veel stabielere dan in bijvoorbeeld natuurrubber (poly-2-methyl-1,3-butadien), waardoor men niet kan vulcaniseren met zwavel, wèl met zinkoxide. Vulcanisatie van neopreen verloopt volgens onderstaand reactieschema.



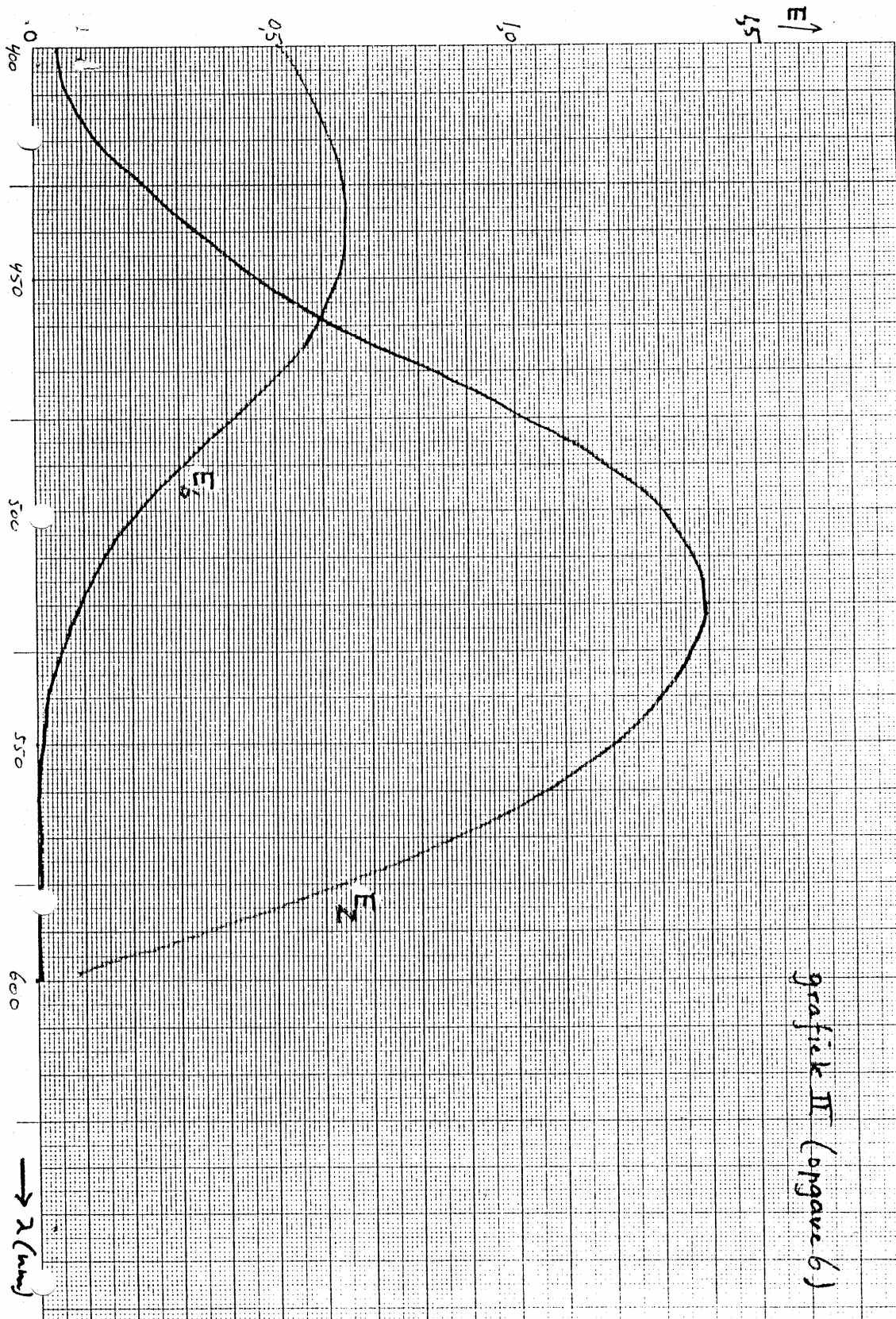
In dit reactieschema tref je een dubbele binding in een *zijgroep* aan.



Hieronder staan de resultaten van absorptiemetingen bij  $\lambda = 476 \text{ nm}$ .

nr.	1	2	3	4	5	6	7
pH	2,00	4,77	4,96	5,16	5,37	5,54	9,00
$E$	0,950	0,757	0,699	0,638	0,589	0,530	0,456

□29 Bepaal nu  $pK_z$  met behulp van de formules 1 en 3.



## Opgave 6 Waterverontreiniging

Als gevolg van overbemesting stijgt de concentratie nitraat in het grondwater in de gebieden met veel bio-industrie onrustbarend snel. De grondwaterwinning voor drinkwater komt daardoor in moeilijkheden. Op verschillende locaties is de maximaal toelaatbare concentratie ( $50 \text{ mg NO}_3^- \text{ L}^{-1}$ ) nagenoeg bereikt. Gelukkig is het niet overal zo ernstig.

Het nitraatgehalte van drinkwater kan onder meer colorimetrisch bepaald worden. Daarvoor is het nodig nitraat kwantitatief om te zetten in een gekleurde verbinding. Hier volgen twee methodes.

**I.** Nitraationen vormen in geconcentreerd zwavelzuur nitroniumionen,  $\text{NO}_2^+$ . Een nitroniumion kan als elektrofiel deeltje een substitutiereactie geven met 2-hydroxybenzeencarbonzuur (salicylzuur). Hierbij wordt een nitroverbinding gevormd met de molecuulformule  $\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_5$ , die in sterk basisch milieu ( $\text{pH} > 10$ ) intensief geel gekleurd is.

**II.** Nitraat kan gereduceerd worden tot ammoniak d.m.v. aluminium (meestal als Devarda's legering) in sterk alkalisch milieu. Ammoniak vormt met Nessler's reagens (een zwak alkalische oplossing van tetrajodomercuraat(II),  $\text{HgI}_4^{2-}$ ) een bruin gekleurde verbinding  $\text{Hg}_2\text{I}_3\text{NH}_2$ , die, fijn verdeeld, in de vloeistof blijft zweven

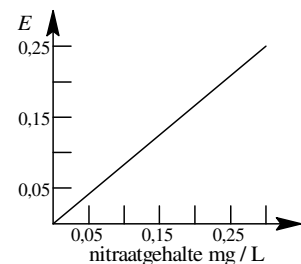
ad methode I: 5,00 mL monster drinkwater mengt men met kleine overmaat salicylzuur. Daarna voegt men 2,0 mL 18 M zwavelzuuroplossing toe. Na 10 minuten wordt 15 mL 10 M natronloog toegevoegd.

Het mengsel wordt gekoeld en tot 100,00 mL aangevuld met gedemineraliseerd water (demiwater). Deze oplossing geeft in een colorimeter een extinctie 0,18. Met dezelfde colorimeter en op dezelfde wijze is onderstaande ijklijn bepaald.

- 30 Bereken het nitraatgehalte in het monster drinkwater in  $\text{mg L}^{-1}$ .

Om na te gaan aan welk C-atoom van bovengenoemde nitroverbinding de nitrogroep gesubstitueerd is, is het verhelderend enkele grensstructuren te tekenen van benzeencarbonzuur en van fenol; verbindingen, waarin mesomerie een belangrijke rol speelt.

- 31 Teken drie grensstructuren van fenol waarin ladingen voorkomen. Geef daarin ook duidelijk de formele ladingen aan.
- 32 Teken drie grensstructuren van benzeencarbonzuur met eveneens lading op de benzeenkern. Geef daarin ook duidelijk de ladingen aan.
- 33 Geef nu aan op welke plaats(en) in de benzeenkern van salicylzuur, substitutie van het elektrofiële nitronium plaats zal vinden.
- 34 Geef nu de structuurformule(s) van het geel gekleurde deeltje in het sterk alkalische milieu ( $\text{pH} > 10$ )
- 35 Toon aan dat in de gegeven omstandigheden aan de voorwaarde  $\text{pH} > 10$  voldaan is.



ad methode II: Nitraat reageert in sterk basisch milieu met aluminium. Hierbij ontstaat ammoniak en tetrahydroxoaluminaat,  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ .

- 36 Stel van deze reactie de halfreacties op en geef de reactievergelijking.

Voor het maken van een ijklijn gaat men als volgt te werk.

Van een standaardoplossing van kaliumnitraat ( $1,634 \text{ g L}^{-1}$ ) pipetteert men 10 mL in een erlenmeyer. Na reductie van het nitraat met Devarda's legering, brengt men de oplossing kwantitatief over in een maatkolf van 1 L en vult met demiwater aan tot de ijkstreep. Deze nieuwe oplossing noemen we oplossing A. Men maakt een verdunningsreeks met behulp van een maatpipet in 5 cuvetten en meet de extinctie:

cuvetnummer	oplossing A (mL)	demiwater (mL)	Nessler's reagens (mL)	extinctie
1	1	8	1	0,22
2	2	7	1	0,42
3	3	6	1	0,58
4	4	5	1	0,76
5	5	4	1	0,97

Van weer een ander monster drinkwater pipetteert men 10 mL in een erlenmeyer. Na reductie van het nitraat met Devarda's legering, brengt men de oplossing kwantitatief over in een maatkolf van 100 mL en vult aan met demiwater tot de ijkstreep. Men brengt met een maatpipet 9 mL van deze oplossing in een cuvet en 1 mL Nessler's reagens. Men meet een extinctie van 0,50.

- 37 Construeer de ijklijn op bijgaand millimeterpapier en bereken dan het nitraatgehalte in het monster drinkwater in  $\text{mg L}^{-1}$ .

## Opgave 7 Te weinig gegevens?

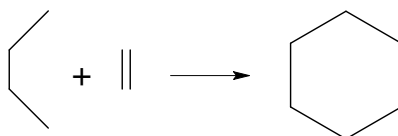
De verbindingen X, Y en Z zijn alle drie alleen opgebouwd uit de atomen van het element waterstof en een element A. Hieronder staan enkele gegevens van deze drie verbindingen.

verbinding	massa% A	theoretische dichtheid van het gas bij 0 °C en 1 atm.
X	90,28	2,78
Y	91,27	4,12
Z	91,77	5,46

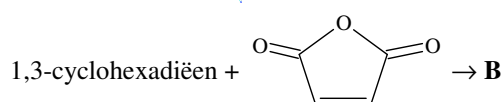
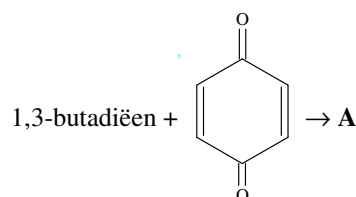
- 38 Bereken de molaire massa van elke verbinding.  
 □39 Ga voor elke verbinding na hoe groot n is in de formule  $A_nH_n$ .  
 □40 Geef de juiste molecuulformules van X, Y en Z. Ga dus ook na welk atoom A is.

## Opgave 8 Ringsluiting

Een 'Diels-Alderreactie' is een reactie tussen een  $-C=C-C=C-$ groep en een  $-C=C-$ groep. Bij die reactie ontstaat een ringstructuur. De Diels-Alderreactie van 1,3-butadiëen met etheen is hieronder weergegeven:

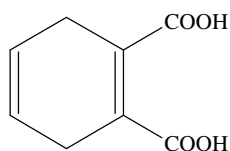


Hieronder staan twee schematisch weergegeven Diels-Alderreacties:

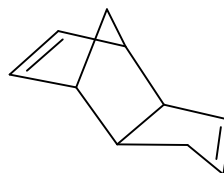


- 41 Teken de structuurformules van A en B.

De volgende moleculen kunnen via een Diels-Alderreactie worden gevormd:



I

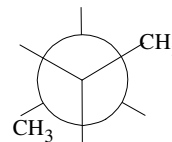
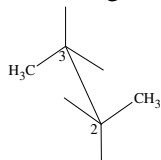


II

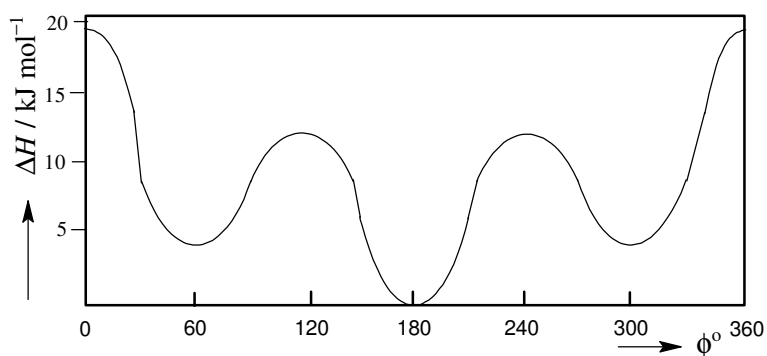
- 42 Teken voor elk van bovenstaande moleculen de structuurformules van de twee moleculen, waaruit het via een Diels-Alderreactie kan worden gevormd.

## Opgave 9 Conformeren

Door de vrije draaibaarheid van de enkele binding tussen het tweede en derde koolstofatoom ( $C_2$  en  $C_3$ ) in butaan, zijn er van dit molecuul vele conformatie-isomeren (conformeren) mogelijk. Van een van deze conformeren is de ruimtelijke structuurformule links weergegeven. Als men van  $C_2$  naar  $C_3$  kijkt langs de bindingsas ziet men de rechts weergegeven situatie (Newmanprojectie).



Door rotatie rond de  $C_2-C_3$ -as gaan conformeren in elkaar over. Hieronder vind je het bijbehorend enthalpiediagram.



Hierin is  $\Delta H = H_w - H_s$ .  $H_w$  is de enthalpie-inhoud (warmte-inhoud) van een willekeurig conformeer en  $H_s$  is de enthalpie-inhoud van het meest stabiele conformeer.  $\phi$  is de hoek waarover gedraaid is ten opzichte van de begintoestand.

- 43 Neem de x-as (diagram) over en geef daarin op de juiste plaats, in Newmanprojectie, de conformeren die corresponderen met de toppen en dalen en de bijbehorende draaiingshoek  $\phi$  in  $^\circ$
- 44 Geef een verklaring voor de symmetrie van het diagram.
- 45 Schets het overeenkomstige enthalpiediagram voor ethaan.



## Opgave 1 Complexe verbindingen

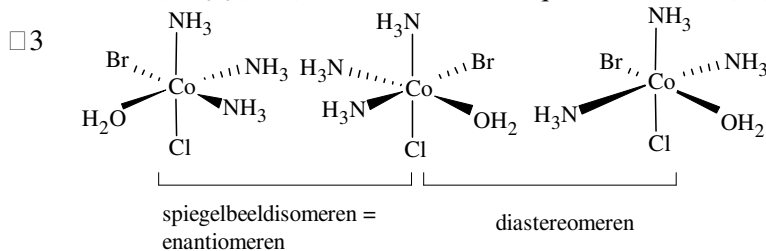
□1  $100 \text{ g stof} \hat{=} 17,27 \text{ g Co} \hat{=} 12,31 \text{ g N} \hat{=} 3,84 \text{ g H} \hat{=} 10,39 \text{ g Cl} \hat{=} 46,83 \text{ g Br} \hat{=} 9,36 \text{ g O}$

$$\frac{17,27 \text{ g Co}}{58,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \propto \frac{12,31 \text{ g N}}{14,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \propto \frac{3,84 \text{ g H}}{1,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \propto \frac{10,39 \text{ g Cl}}{35,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \propto \frac{146,83 \text{ g Br}}{79,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \propto \frac{9,36 \text{ g O}}{16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

molverhouding: Co : N : H : Cl : Br : O = 0,2932 : 0,8793 : 3,84 : 0,2927 : 0,5861 : 0,585 =  
1 : 3 : 13 : 1 : 2 : 2  $\Rightarrow$   $\text{CoN}_3\text{H}_{13}\text{ClBr}_2\text{O}_2$

□2  $M(\text{CoN}_3\text{H}_{13}\text{ClBr}_2\text{O}_2) = 341,2; \frac{\text{massa water}}{\text{massa stof}} = \frac{0,27}{5,2} = \frac{x}{341,2} \Rightarrow x = 17,7$

Stof **A** bevat 1 mol kristalwater, splitst in 3 ionen, bevat 2 mol niet complex-gebonden  $\text{Br}^- \Rightarrow [\text{CoBrCl}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})]\text{Br} \cdot \text{H}_2\text{O}$ , triammineaquobromochlorokobalt(III)bromide monohydraat.  
Stof **B** bevat geen kristalwater, splitst in 3 ionen, bevat 2 mol niet complex-gebonden  $\text{Br}^- \Rightarrow [\text{CoCl}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Br}_2$ , triamminediaquochlorokobalt(III)bromide.



## Opgave 2 Bloedbuffer

□4  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$  zwak zuur + gec. base  $\Rightarrow$  bufferende oplossing.

□5  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-; K_z = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$

□6  $[\text{H}^+] = K_z = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{HCO}_3^-]} \Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_z - \log \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{HCO}_3^-]}$

$[\text{CO}_2] = b \cdot p_{\text{CO}_2}; \text{pH} = \text{p}K_z - \log \frac{b \cdot p_{\text{CO}_2}}{[\text{HCO}_3^-]}$

□7 Verzendingsdruk  $\text{H}_2\text{O}$  (37 °C) =  $(5,62 + \frac{2}{5} \cdot 1,76) \cdot 10^3 = 6,32 \cdot 10^3 \text{ Pa} \Rightarrow$

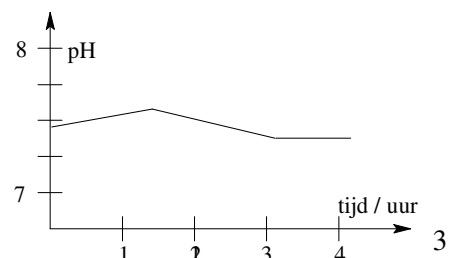
partiële druk  $p_{\text{CO}_2} = 95 \cdot 10^3 \text{ Pa} \hat{=} 713 \text{ mm Hg}$

max. oplosbaarheid van  $\text{CO}_2$  (37 °) =  $(29,5 - \frac{7}{10} \cdot 6,3) \cdot 10^{-3} = 25,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$

$b = \frac{25,1 \cdot 10^{-3}}{713} = 3,52 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{mm Hg}}$

□8  $\text{pH} = 8,92 - \log p_{\text{CO}_2}$

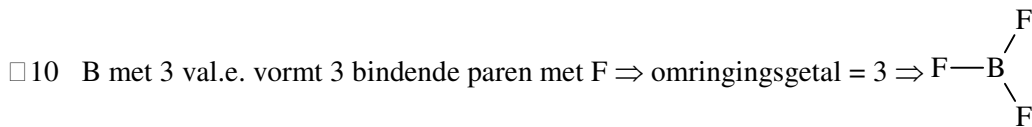
tijd	pH
0	7,40
1½	7,62
3	7,50



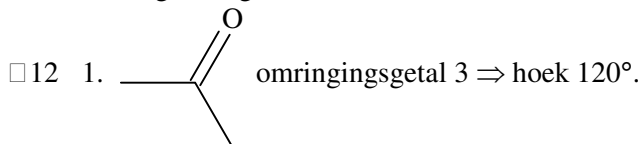
□9 ① De partiële druk van koolstofdioxide  $p_{\text{CO}_2}$  moet verminderd worden van 46,7 naar 26,7 mm Hg.

Ten gevolge daarvan verschuift het evenwicht  $\text{CO}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$  en dus ook het evenwicht  $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$  naar rechts.  $[\text{HCO}_3^-]$  wordt te klein en het bloed heeft niet de gewenste pH  $\Rightarrow$  ② injectie natriumwaterstofcarbonaatoplossing.

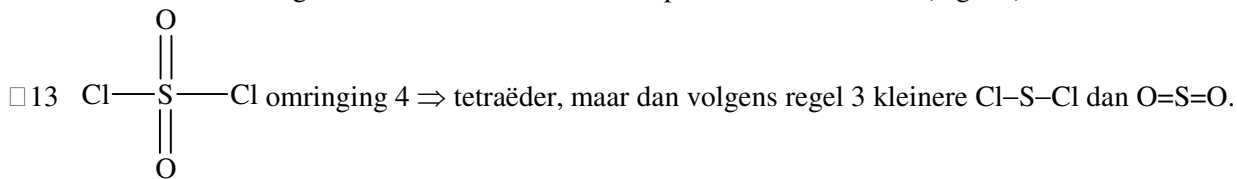
### Opgave 3 Ruimte door afstoting



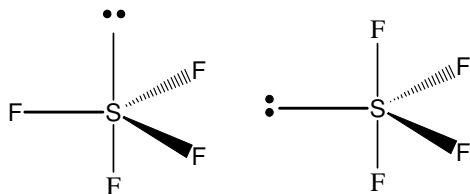
- 11 1. O heeft 2 bindende en 2 niet-bindende paren  $\Rightarrow$  omringing 4  $\Rightarrow$  tetraëder.  
2. Volgens regel 2 is H–O–H hoek kleiner.



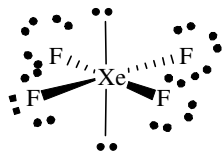
2. Dubbele binding zelfde effect als niet-bindend paar  $\Rightarrow$  kleinere hoek (regel 3)



- 14 S: 6 val.e. waarvan 4 voor binding met F  $\Rightarrow$  1 N.B. paar  $\Rightarrow$  omringing 5; F 7 val.e.

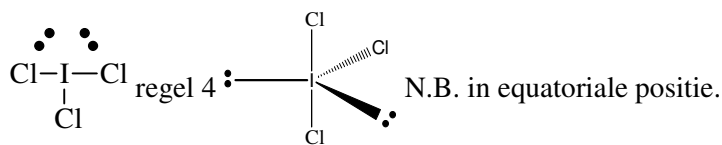


- 15 1. Xe 8, waarvan 4 voor binding met F  $\Rightarrow$  2 N.B. paren  $\Rightarrow$  omringing 6; F 7

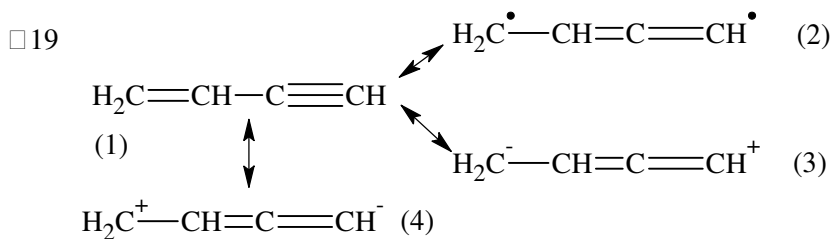
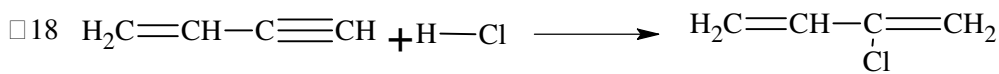
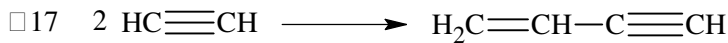


2. Omringing 6  $\Rightarrow$  octaëder; alle posities equivalent, maar N.B. paren *trans* t.o.v. elkaar  $\Rightarrow$  geringere afstoting.

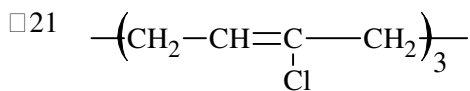
- 16 I 7, waarvan 3 voor Cl  $\Rightarrow$  2 N.B. paren  $\Rightarrow$  omringing 5



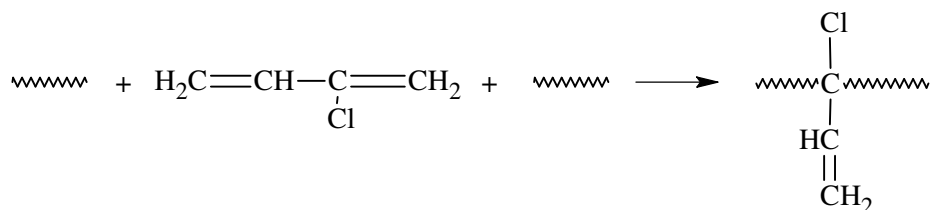
## Opgave 4 Veerkracht



□20 Het reactieproduct van de dimerisatie is stabielier dan verwacht op grond van bindingsenthalpieën (meer negatieve enthalpie-inhoud). Bij deze dimerisatie komt dus méér warmte vrij.



□22 Door 1,2-additie.



□23 Doordat polymerisatie *hoofdzakelijk* volgens 1,4-additie verloopt zijn er te *weinig* zijgroepen met dubbele binding die dwarsbruggen kunnen vormen  $\Rightarrow$  géén thermoharder.

## Opgave 5 Constante uit kleur

□24  $\text{pH} = \text{p}K_z$  als  $[\text{Hind}] = [\text{Ind}^-]$  (zie ook □25);  $\text{pH} = 4,2$  dan  $[\text{Hind}] \gg [\text{Ind}^-]$ ;  $6,3$  dan  $[\text{Hind}] \ll [\text{Ind}^-]$ .

$$\text{p}K_z \approx \frac{4,2 + 6,3}{2} = 5,3$$

□25 Voor evenwicht  $\text{Hind} \rightleftharpoons \text{H}^+ \text{Ind}^-$  geldt

$$K_z = \frac{[\text{H}^+][\text{Ind}^-]}{[\text{HInd}]} \Rightarrow K_z = [\text{H}^+] \cdot \frac{[\text{Ind}^-]}{[\text{HInd}]} \Rightarrow \text{p}K_z = \text{pH} - \log \frac{[\text{Ind}^-]}{[\text{HInd}]} \Rightarrow \text{p}K_z = \text{pH} + \log \frac{[\text{HInd}]}{[\text{Ind}^-]}$$

$[\text{Ind}]_0$  is de totale concentratie indicator.

□26  $E = \epsilon_z \cdot [\text{Hind}] \cdot l + \epsilon_b \cdot [\text{Ind}^-] \cdot l$

$$E_z = \epsilon_z[\text{Ind}]_0 \cdot l; E_b = \epsilon_b[\text{Ind}]_0 \cdot l$$

Stel  $[\text{Hind}] = x \cdot [\text{Ind}]_0 \Rightarrow [\text{Ind}^-] = (1-x)[\text{Ind}]_0$

$$\frac{E - E_b}{E_z - E} = \frac{\epsilon_z \cdot x[\text{Ind}]_0 + \epsilon_b \cdot (1-x)[\text{Ind}]_0 - \epsilon_b \cdot [\text{Ind}]_0}{\epsilon_z \cdot [\text{Ind}]_0 - \epsilon_z \cdot x[\text{Ind}]_0 - \epsilon_b \cdot (1-x)[\text{Ind}]_0} = \frac{\epsilon_z[\text{HInd}] - \epsilon_b[\text{HInd}]}{\epsilon_z[\text{Ind}^-] - \epsilon_b[\text{Ind}^-]}$$

□27 In omslagpunt is  $[\text{Hind}] = [\text{Ind}^-]$  dus  $\frac{E - E_b}{E_z - E} = 1 \Rightarrow E = \frac{1}{2}(E_z - E_b)$ . In het omslagtraject is dat

ongeveer zo. Deze ligt tussen  $E_z$  en  $E_b$  en gaat uiteraard door het isobestische punt bij  $\lambda = 458 \text{ nm}$  (hier geldt:  $\epsilon_z = \epsilon_b$ ).

□28 Als  $\epsilon_z \approx \epsilon_b$  dan leiden alle verhoudingen  $\frac{[\text{HInd}]}{[\text{Ind}^-]}$  tot ongeveer dezelfde extinctie  $\Rightarrow$  grote spreiding in het resultaat van de meting.

□29 nr. 2 als voorbeeld:  $\frac{[\text{HInd}]}{[\text{Ind}^-]} = \frac{0,757 - 0,456}{0,950 - 0,757} = 1,56$

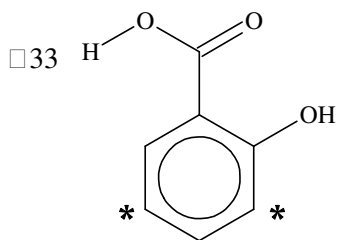
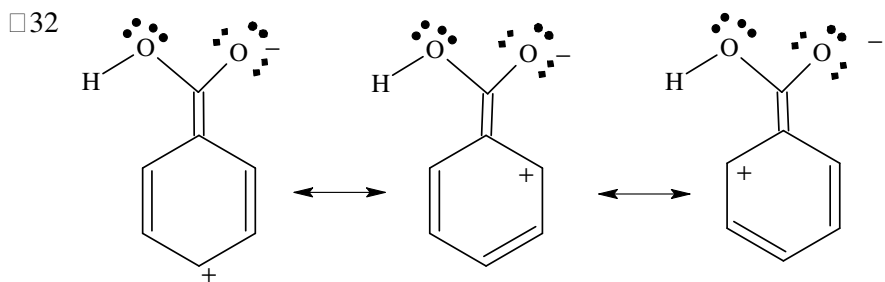
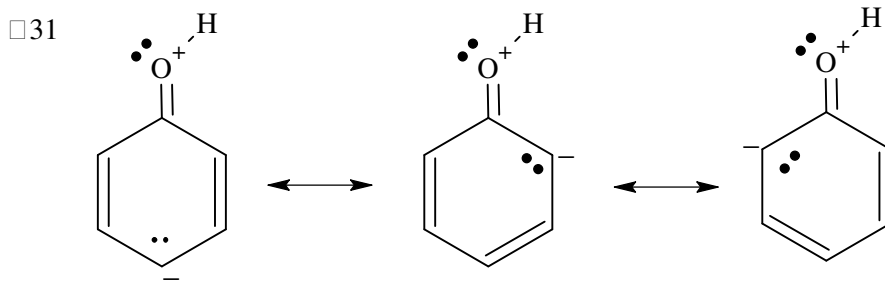
$$pK_z = 4,77 + \log 1,56 = 4,96$$

Zo ook de andere.  $E_z$  en  $E_b$  zijn evt. ook af te lezen in de grafiek.

nr	2	3	4	5	6	gem.
$pK_z$	4,96	4,95	4,93	4,94	4,91	4,94

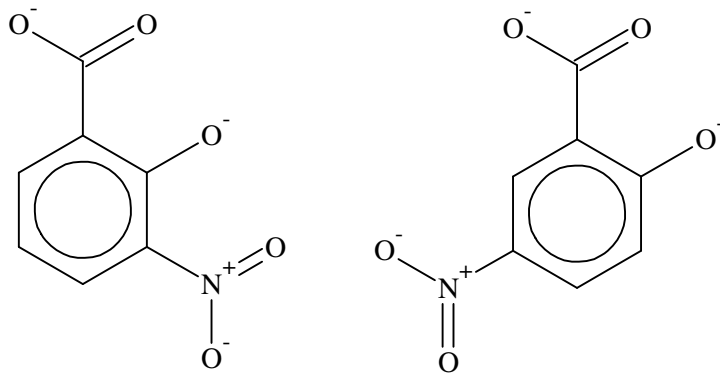
## ■ Opgave 6 Waterverontreiniging

□30  $(100 / 5) \cdot 0,22 = 4,4 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$



elektrofiel  $\text{NO}_2^+$  valt op meest negatieve plaats in de ring aan, hier aangegeven met \*.

- 34 Bij pH > 10 is zowel de fenolische groep (pK<sub>z</sub> = 9,89) als de carboxylgroep (pK<sub>z</sub> = 4,20) geïoniseerd:



- 35 2,0 mL 18 M zwavelzuur  $\therefore 36 \cdot 2 = 72$  mmol H  
 15 mL 10 M natronloog  $\therefore 150$  mmol OH<sup>-</sup>  
 over: 78 mmol OH<sup>-</sup>

De hoeveelheid OH<sup>-</sup> die nodig is voor reactie met nitrosalicylzuur is verwaarloosbaar klein.  
 78 mmol OH<sup>-</sup>/100 mL  $\Rightarrow$  [OH<sup>-</sup>] = 0,78 mol L<sup>-1</sup>  $\Rightarrow$  pOH = 0,11  $\Rightarrow$  pH = 13,89

- 36
- $$\begin{array}{r} \text{NO}_3^- + 9 \text{H}^+ + 8 \text{e}^- \rightarrow \text{NH}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \quad |3| \\ 4 \text{H}_2\text{O} + \text{Al} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_4^- + 4 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \quad |8| \\ \hline 3 \text{NO}_3^- + 8 \text{Al} + 23 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{NH}_3 + 8 \text{Al}(\text{OH})_4^- + 5 \text{H}^+ \text{ (en } + 5 \text{OH}^-) \\ 3 \text{NO}_3^- + 8 \text{Al} + 18 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{OH}^- \rightarrow 3 \text{NH}_3 + 8 \text{Al}(\text{OH})_4^- \end{array}$$

- 37 Standaardoplossing:  $1,634 \cdot 62 / 101,1 = 1,002$  g L<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
 Oplossing A: 1 mL bevat  $1,002 \cdot 10^{-2}$  mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
 $E = 0,50 \therefore 2,50 \cdot 10^{-2}$  mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/9 mL  
 monster drinkwater:  $10/9 \cdot 10 \cdot 10^2 \cdot 2,50 \cdot 10^{-2} = 27,8$  mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L

## ■ Opgave 7 Te weinig gegevens?

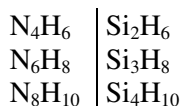
- 38  $pV = nRT$ .  $V_m = \frac{1 \cdot 8,314 \cdot 273,15}{1,01325 \cdot 10^5} = 2,2414 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 = 22,4 \text{ L}$  (berekening hoeft niet)

(Dit geldt dus voor 1 mol bij  $p = p_0$  en  $T = 273,15$ )

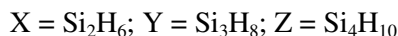
Dus 22,4 L X betekent een molaire massa van  $22,4 \cdot 2,78 = 62,3 \text{ g mol}^{-1}$ .  
 Y  $92,3 \text{ g mol}^{-1}$ .  
 Z  $122,3 \text{ g mol}^{-1}$ .

stof	massa-%	g H/mol	n	g A/mol
X	9,72	6,06	6	56,3
Y	8,73	8,06	8	84,2
Z	8,23	10,07	10	112,2

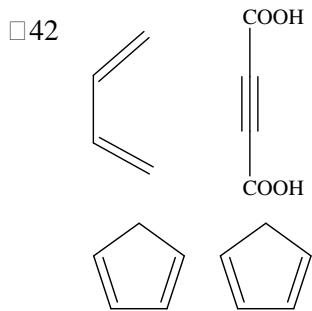
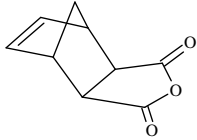
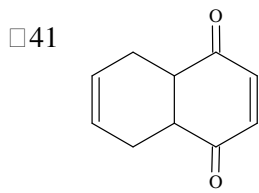
- 39 Zie de laatste kolom in de tabel. De atoommassa van A is een veelvoud van 14 of 28. A moet dus N of Si zijn.



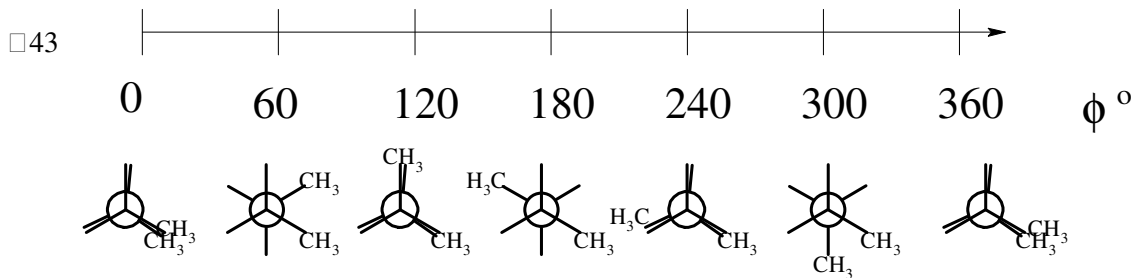
- 40 De formules met N vervallen vanwege het aantal bindingsmogelijkheden voor N. (De formules voor deze stikstofverbindingen hoeven dus ook niet in het antwoord opgenomen te zijn)



## Opgave 8 Ringsluiting



## Opgave 9 Conformeren



□44 De conformeren die horen bij  $(180 - x)^\circ$  zijn gespiegeld t.o.v. die bij  $(180 + x)^\circ$ ; de grafiek heeft dus ook een spiegelas bij  $180^\circ$ .

