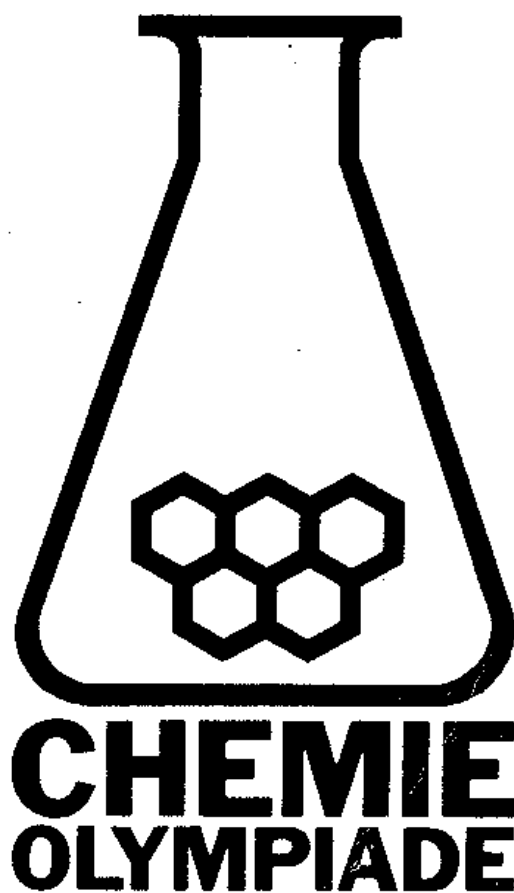
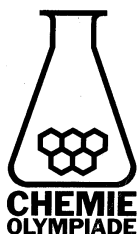




OEFENSET 1996
OPGAVEN



werk: Instituut voor Leerplanontwikkeling
Postbus 2041/7500 CA Enschede
Telefoon: (053)4840339/48440366
privé: W. Davids
Vossenbrinkweg 62A/7491 DE Delden
Telefoon: (074)3763539
P.A.M. de Groot
Kamperzand 1/1274 HK Huizen
Telefoon: (035)5250961

© Instituut voor Leerplanontwikkeling, Enschede 1996

Uitsluitend voor intern gebruik is het scholen toegestaan teksten/materiaal uit deze publicatie te kopiëren

Samenstelling

Comité Chemie Olympiade
Drs. P.A.M. de Groot
Gemeentelijk Gymnasium Hilversum

Druk

Instituut voor Leerplanontwikkeling (SLO)

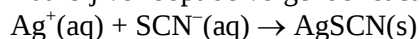
Datum: Enschede, oktober 1996
Kenmerk: VO/.../B/98-...
Oplaat: 125 exemplaren



OPGAVE 1

Als zilverionen worden toegevoegd aan een oplossing met cyanide ontstaan complexe ionen $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$. Als alle cyanide in het complex gebonden is, vormt zich bij verdere toevoeging van zilverionen een neerslag van $\text{AgCN}(\text{s})$.

Thiocyanaat kan gebruikt worden om de concentratie zilverionen in een oplossing te bepalen. Daarbij verloopt de volgende reactie:



Een oplossing met kaliumcyanide en kaliumchloride wordt getitreerd met $5,000 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ oplossing van zilvernitraat totdat een blijvende, zwakke troebeling ontstaat van AgCN . Deze troebeling ontstaat na toevoeging van $20,00 \text{ cm}^3$ oplossing van zilvernitraat.

- ☐ 1 Bereken de massa van kaliumcyanide in de oplossing.

Hierna voegt men nog $37,50 \text{ cm}^3$ van dezelfde oplossing van zilvernitraat toe en het gevormde neerslag wordt afgefiltreerd. Het filtraat wordt getitreerd met een $1,200 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ oplossing van kaliumthiocyanaat. Hiervoor gebruikt men $12,10 \text{ cm}^3$ titreeroplossing.

- ☐ 2 Bereken de massa kaliumchloride in de oplossing.



OPGAVE 2

Een organische verbinding heeft de volgende samenstelling in massa%:

koolstof: 66,6 waterstof: 11,2 zuurstof: 22,2

$1,000 \text{ g}$ van deze verbinding heeft in dampvorm een volume van 444 cm^3 bij 101 kPa en 112°C .

- ☐ 3 Bepaal de molecuulformule van deze verbinding.
- ☐ 4 Teken 10 structuurisomeren (dus geen stereo-isomeren) met deze molecuulformule. (Geén

verbindingen met de groep , want die zijn niet stabiel).



OPGAVE 3

Een meer in West-Zweden krijgt jaarlijks ongeveer $1,0 \cdot 10^7 \text{ m}^3$ regenwater. De pH van het regenwater is 3,00 vanwege daarin opgelost ammoniumwaterstofsulfaat, NH_4HSO_4 .

- ☐ 5 Bereken hoeveel ton ammoniumwaterstofsulfaat jaarlijks via het regenwater in het meer terecht komt. $\text{p}K_z(\text{NH}_4^+) = 9,24$; $\text{p}K_z(\text{HSO}_4^-) = 1,92$

Het meer werd in 1985 met kalk behandeld. Een jaar later leverde een wateranalyse het volgende resultaat:

deeltje	concentratie (mg dm^{-3})	deeltje	concentratie (mg dm^{-3})
$\text{Ca}^{2+}\text{SO}_4^{2-}$	4077	$\text{HCO}_3^-\text{H}_2\text{CO}_3$	2514

- ☐ 6 Bereken de pH van het water in het meer op het tijdstip van de analyse.

Het volume van het meer is $8,0 \cdot 10^7 \text{ m}^3$. Neem aan dat dit volume constant blijft ten gevolge van verdamping. Verwaarloos afname van de concentratie opgeloste stoffen als gevolg van uitstroom en afgifte van koolstofdioxide aan de lucht. Een harde wind zorgt voor een goede menging van regenwater met het water in het meer.

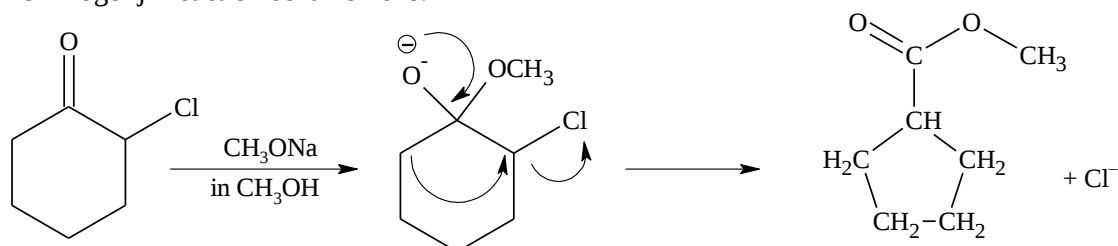
- ☐ 7 Hoe lang duurt het voordat de verzuring van het meer zijn kritieke waarde, $\text{pH} = 4,50$ bereikt heeft?



OPGAVE 4

2-chloorcyclohexanon (**A**) ondergaat bij behandeling met natriummethanolaat in methanol een reactie waarbij methyl cyclopentylmethanoaat (**B**) wordt gevormd.

Een mogelijk reactiemechanisme is:

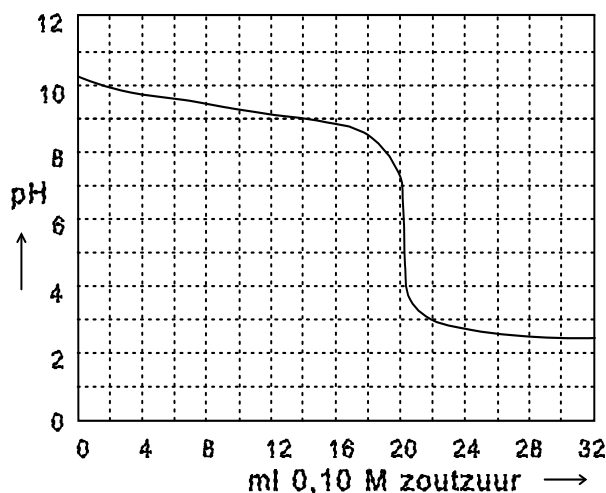


Wanneer in **A** koolstofatoom nr 2 wordt gemerkt met ^{14}C , wordt, na reactie, het C-atoom in **B** teruggevonden op de 1-positie (50 %) en op de 2- (of 5-)positie (50%).

- ☐ 8 Geef aan waarom het gegeven mechanisme niet in overeenstemming is met de resultaten van het ^{14}C -experiment.
- ☐ 9 Geef de structuurformule van een intermediair dat wel een verklaring biedt voor het ^{14}C -experiment.



OPGAVE 5



Met behulp van een pH-meter vindt men bijgaande titratiecurve (grafiek 1).

- ☐ 10 Bereken met behulp van de titratiecurve de beginconcentratie van base **B**.
- ☐ 11 Hoe kun je aan de grafiek zien dat **B** een zwakke base is?

Om een titratiecurve te beschrijven maakt men wel gebruik van de titratiegraad ϕ die gedefinieerd wordt als:

$$\phi = \frac{\text{toegevoegd volume titreervloeistof } v}{\text{bij het equivalentiepunt verbruikt volume titreervloeistof } v_e}$$

- ☐ 12 Bereken ϕ bij $\text{pH} = 9,0$.

Theoretisch voldoet een titratie van een zwakke base met een sterk zuur voor $0,01 < \phi < 0,99$ aan de formule:

$$\text{pH} = \text{constante} - \log \frac{\phi}{1 - \phi}$$

In grafiek 2 is de pH uitgezet tegen $\log \frac{\phi}{1 - \phi}$.

- ☐ 13 Leid af dat deze formule geldt voor een titratie van een zwakke base met een sterk zuur.
- ☐ 14 Leg uit wat de betekenis is van de 'constante' in de gegeven formule en bepaal de waarde ervan met behulp van grafiek 2.



OPGAVE 6

o-Xyleen (1,2-dimethylbenzeen) kan met behulp van een aangezuurde permanganaatoplossing omgezet worden in ftaalzuur (1,2-benzeendicarbonzuur).

- 15 Geef de vergelijking van deze reactie in molecuulformules.

	K_{z1}	K_{z2}
ftaalzuur	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$3,9 \cdot 10^{-6}$
tereftaalzuur	$3,1 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$

In de literatuur vindt men de volgende waarden voor de zuurconstanten van ftaalzuur en tereftaalzuur (1,4-benzeendicarbonzuur).

De eerste zuurconstante van ftaalzuur is dus groter dan die van tereftaalzuur, terwijl de tweede zuurconstante juist kleiner is. Men verklaart dit door aan te nemen dat er in ftaalzuur een inwendige (intramoleculaire) waterstofbrug kan optreden en bij tereftaalzuur niet.

- 16 Laat met behulp van ruimtelijke structuurformules van beide zuren zien dat bij ftaalzuur zo'n inwendige waterstofbrug mogelijk is en bij tereftaalzuur niet. Geef de waterstofbrug met een stippellijn aan.
- 17 Verklaar nu kwalitatief de gemeten verschillen in de zuurconstanten.

Als men een sterk wateronttrekkende stof aan ethanol toevoegt ontstaat bij niet te hoge temperatuur ethoxyethaan.

- 18 Geef de vergelijking van deze reactie in structuurformules.

Een dergelijke reactie treedt ook op bij toevoegen van een sterk wateronttrekkende stof aan een organisch zuur; hierbij wordt een zuuranhydride gevormd. Zo ontstaat uit azijnzuur azijnzuuranhydride, $C_4H_6O_3$ en uit ftaalzuur ftaalzuuranhydride, $C_8H_4O_3$.

- 19 Geef de vergelijkingen van beide reacties in structuurformules.



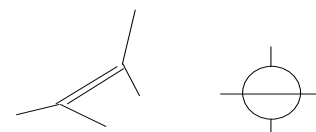
OPGAVE 7

Twee mogelijkheden om een molecuul etheen af te beelden vind je in figuur 1.

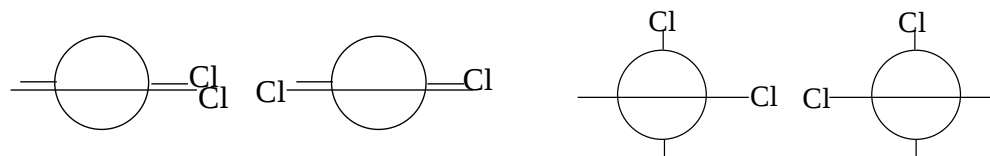
Als je langs de centrale C–C as van het linkermodel kijkt, krijg je het rechter model (de cirkel stelt het voorste C-atoom voor).



In deze modellen valt de projectie van de waterstofatomen aan het voorste koolstofatoom samen met de waterstofatomen aan het achterste koolstofatoom. Men noemt deze modellen bedekkend. In figuur 2 staan de bijbehorende alternerende modellen.



Er zijn twee stoffen bekend, waaraan men de naam 1,2-dichlooretheen kan toekennen. Men kan het bestaan van twee stoffen 1,2-dichlooretheen niet alleen verklaren met behulp van het bedekkende model (figuur 3), maar ook met behulp van het alternerende model (fig. 4)



- 20 Leg uit dat de modellen in figuur 4 van elkaar verschillen.

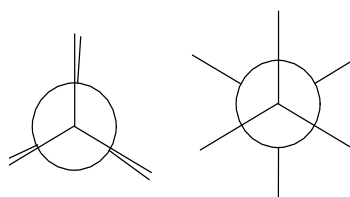
Enkele eigenschappen van de twee stoffen 1,2-dichlooretheen (A en B) zijn:

stof	smeltpunt	kookpunt	dichtheid
A	-50,0 °C	47,5 °C	1,26 g cm ⁻³
B	-80,5 °C	60,3 °C	1,28 g cm ⁻³

- 21 Leg uit dat het alternerende model geen verklaring geeft voor het bestaan van stoffen **A** en **B**.

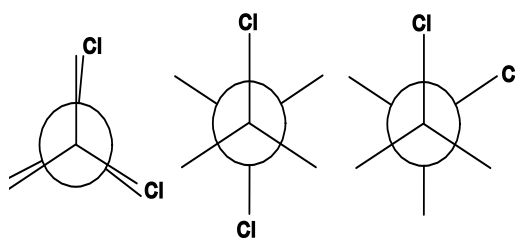
Een belangrijke eigenschap van moleculen is het dipoolmoment. Dit is het product van de hoeveelheid positieve lading en de afstand tussen de zwaartepunten van de positieve lading enerzijds en de negatieve lading anderzijds. In onderstaande tabel staan gegevens over dipoolmomenten van dichlooretheenmoleculen:

stof	formule	dipoolmoment in 10 ⁻³⁰ C m
1,1-dichlooretheen	C ₂ H ₂ Cl ₂	4,5
1,2-dichlooretheen (A)	C ₂ H ₂ Cl ₂	0,0
1,2-dichlooretheen (B)	C ₂ H ₂ Cl ₂	6,3



- 22 Leg uit dat ook op grond van de dipoolmomenten van **A** en **B** het alternerend model moet worden verworpen.

Van een molecuul *ethaan* kan men met modellen oneindig veel verschillende afbeeldingen maken. We zullen ons hierbij beperken tot het bedekkend en een alternerend model. Dit alternerend model kan men afleiden uit het bedekkend model door een methylgroep 60° te draaien om de C–C-as.



Er is maar één stof bekend waaraan men de naam 1,2-dichloorethaan mag toekennen. Het is een kleurloze stof met smeltpunt -35 °C en kookpunt 83 °C. Toch levert zowel het bedekkend als het alternerend model verschillende structuren op; men noemt deze structuren *conformaties* van 1,2-dichloorethaan. Zie als voorbeelden figuur 6.

- 23 Hoeveel conformaties van 1,2-dichloorethaan levert het bedekkend model op en hoeveel conformaties het alternerend model? Licht je antwoord toe.

Men neemt aan dat beide chlooratomen in een molecuul 1,2-dichloorethaan enigszins negatief geladen zijn. Als gevolg hiervan bestaan er energiever verschillen tussen de conformaties.

- 24 Welke conformatie van 1,2-dichloorethaan zal, als gevolg van de negatieve ladingen van de chlooratomen, de laagste energie en welke de hoogste bezitten? Licht je antwoord toe.



OPGAVE 8

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

- ☐ 25 Bereken de molaire massa van elke verbinding.
- ☐ 26 Ga voor elke verbinding na hoe groot n is in de formule A_nH_n .
- ☐ 27 Geef de juiste molecuulformules van **X**, **Y** en **Z**. Ga dus ook na welk atoom **A** is.



OPGAVE 9

Het afvalwater van een chemische fabriek bevat per dm^3 de volgende hoeveelheden organische stoffen:

stof	molecuulformule	concentratie (mg dm^{-3})
fenol	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$	16
citroenzuur	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	10
salicylzuur	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$	9,0

Bij de biochemische afbraak van deze stoffen wordt zuurstof verbruikt en koolstofdioxide en water gevormd.

- ☐ 28 Geef de reactievergelijkingen van de biochemische afbraak van deze drie stoffen.

Het BZV (biochemisch zuurstofverbruik) is een veel gebruikte maat voor de hoeveelheid organische stof in afvalwater. Het BZV is de massa (mg) verbruikt zuurstof per volume-eenheid (dm^3) afvalwater bij volledige oxidatie van de organische stoffen in het water.

- ☐ 29 Bereken het BZV van 1 dm^3 afvalwater met bovenvermelde hoeveelheden organische stof.

Als afvalwater in het laboratorium geanalyseerd wordt, oxideert men de organische stoffen met een oplossing van kaliumpermanganaat. Zo'n oplossing reageert sneller dan zuurstof. In een aangezuurde oplossing wordt koolstofdioxide en water gevormd en de permanganaationen MnO_4^- worden gereduceerd tot Mn^{2+} .

- ☐ 30 Hoeveel mol MnO_4^- heeft hetzelfde oxiderende vermogen als 1 mol O_2 ?

In werkelijkheid verloopt de oxidatie met permanganaat niet volledig. Slechts 90% van het fenol, 66% van het citroenzuur en 85% van het salicylzuur wordt geoxideerd.

- ☐ 31 Bereken hoeveel cm^3 $0,050 \text{ M}$ kaliumpermanganaatoplossing in dat geval reageert met 250 cm^3 van het in de tabel gespecificeerde afvalwater.



OPGAVE 10

Eén tablet van een geneesmiddel tegen brandend maagzuur bevat $0,700 \text{ g}$ van een mengsel van magnesiumcarbonaat, $\text{MgCO}_3(\text{s})$ en aluminiumhydroxide, $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$. Een tablet kan $20,0 \text{ mmol}$ waterstofchloride neutraliseren. Een van de neutralisatieproducten is koolstofdioxide.

- ☐ 32 Geef de vergelijkingen van de reacties die optreden wanneer een tablet met zoutzuur reageert.
- ☐ 33 Bereken hoeveel mg magnesiumcarbonaat en hoeveel mg aluminiumhydroxide één tablet bevat.



OPGAVE 11

Binaire verbindingen zijn opgebouwd uit twee elementen. **A**, **B**, **C** en **D** zijn binaire verbindingen die het element **X** bevatten. Het massa percentage van **X** in elk van deze verbindingen wordt bepaald. Bij een druk van $101,3 \text{ kPa}$ en een temperatuur van 150°C zijn **A**, **B**, **C** en **D** gasvormig. Bij deze druk en temperatuur bepaalt men in een kolf met een constant volume de massa van deze gassen en die van stikstof. In bijgaande tabel staan de resultaten van deze experimenten.

stof	N_2	A	B	C	D
massa (g)	0,652	0,466	2,376	2,422	3,399
massa% X	-----	95,0	37,2	73,0	78,1

- ☐ 34 Bereken de molecuulmassa van de verbindingen **A**, **B**, **C** en **D**.
- ☐ 35 Leid molecuulformules af voor **A**, **B**, **C** en **D**. Ga dus ook na welk element **X** voorstelt.



OPGAVE 12

Een molecuul witte fosfor (P_4) heeft de vorm van een tetraeder (regelmatig viervlak) met de fosforatomen op de vier hoekpunten. De covalentie van alle fosforatomen is drie.

De bindingsenthalpie $\Delta_b H(\text{PBP})$ in dit molecuul is $-2,2 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.

- ☐ 36 Geef de ruimtelijke elektronenformule van een molecuul witte fosfor.

- ☐ 37 Bereken de reactie-enthalpie van: $P_4(s) + 6 H_2(g) \rightarrow 4 PH_3(g)$.

Gebruik hiervoor alleen de bindings- en sublimatie-enthalpieën.

Uit het antwoord bij vraag b volgt dat fosfine (PH_3) een weinig stabiele verbinding is die gemakkelijk ontleedt volgens: $4 PH_3(g) \rightarrow P_4(s) + 6 H_2(g)$.

- ☐ 38 Leg uit dat het onwaarschijnlijk is dat deze reactie in één stap verloopt.

Je kunt de snelheid van een chemische reactie uitdrukken in de concentraties van de reagerende stoffen. Deze uitdrukking noemt men de snelheidsvergelijking. Stel bijvoorbeeld dat twee stoffen A en B met elkaar reageren, dan is de snelheidsvergelijking gelijk aan $s = k[A]^a[B]^b$ waarin a en b gehele of gebroken getallen zijn. De som van de exponenten in de snelheidsvergelijking (a+b) noemt men de orde van de reactie. Deze som zegt iets over het mechanisme van de reactie.

Om de orde van bovenstaande reactie te bepalen werd bij een constante temperatuur van 440°C 2,00 mol $PH_3(g)$ in een vat van 40,0 L gebracht. Bij de gegeven temperatuur ontleedt fosfine langzaam in fosfor en waterstof. Tijdens de ontleding neemt de druk in het vat toe.

- ☐ 39 Toon door berekening aan dat $p_t = 2,96 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ op tijdstip $t = t_0$.

- ☐ 40 Hoe groot is de druk (in Pa) als alle PH_3 is omgezet?

Er bestaat een lineair verband tussen $[PH_3]_t$ en p_t :

$[PH_3]_t = 0,150 - 3,38 \cdot 10^{-7} p_t$ (in Pa).

- ☐ 41 Leid af dat voor deze reactie deze betrekking geldt.

- ☐ 42 Bereken met behulp van de tabel en de gegeven betrekking

de waarde van $\ln \frac{[PH_3]_0}{[PH_3]_t}$ voor elk tijdstip t en zet de

gevonden waarden uit tegen de tijd in minuten.

tijd t in 10^3 minuten	druk p_t in 10^5 Pascal
0,00	2,96
0,50	3,01
1,00	3,08
2,00	3,20
3,50	3,36
5,50	3,54
8,00	3,72

- ☐ 43 Leg, eventueel met behulp van BINAS, tabel 36 A uit, dat de ontleding van fosfine een eerste-orde reactie is.

- ☐ 44 Bereken de reactiesnelheidsconstante k en, op $t = 1,00 \cdot 10^3$ minuten, de reactiesnelheid s. Vermeld de juiste eenheden.



OPGAVE 13

Bij een onderzoek naar de reactie tussen koper en zwavel liet men koper met zwavel reageren in telkens andere hoeveelheden. De hoeveelheid mengsel die werd gebruikt was steeds 5,00 gram. Na afloop van de reactie bepaalde men hoeveel gram kopersulfide (Cu_2S) was gevormd. De resultaten staan in onderstaande tabel:

g koper	4,75	4,50	4,25	4,00	3,75	3,50	3,25	3,00	2,75
g zwavel	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25
g Cu_2S	1,20	2,40	3,60	4,82	4,70	4,41	4,08	3,80	3,47

- ☐ 45 Maak op millimeterpapier een diagram, waarin de massa van het gevormde kopersulfide uit is gezet tegen de massa van de gebruikte hoeveelheid zwavel.

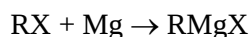
Het verkregen diagram kan worden gebruikt om af te lezen hoeveel zwavel nodig is voor het maken van een bepaalde hoeveelheid kopersulfide.

- ☐ 46 Hoeveel gram zwavel is nodig voor de vorming van 2,75 g kopersulfide? Geef in het diagram met hulplijnen aan hoe je dit hebt afgeleid.
- Uit het diagram is af te leiden hoeveel gram zwavel aanwezig is in 5,00 gram van een mengsel, dat noch zwavel noch koper in overmaat bevat.
- ☐ 47 Hoeveel gram zwavel is dat? Geef in het diagram met een hulplijn aan hoe je dit hebt afgeleid.
- ☐ 48 Bereken met behulp van de in vraag c afgeleide hoeveelheid zwavel de massaverhouding van zwavel en koper in kopersulfide.
- ☐ 49 Bereken de verhoudingsformule van Cu en S in kopersulfide, zoals die uit het experiment blijkt. Stel daarbij de index van S op 1.



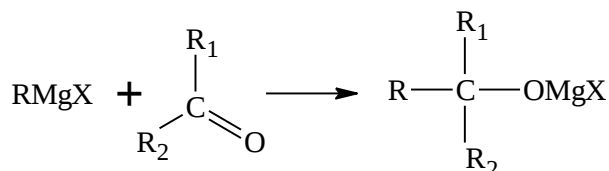
OPGAVE 14

Grignardverbindingen worden bereid door reactie tussen organische halogeenverbindingen en magnesium in ethoxyethaan (diethylether):



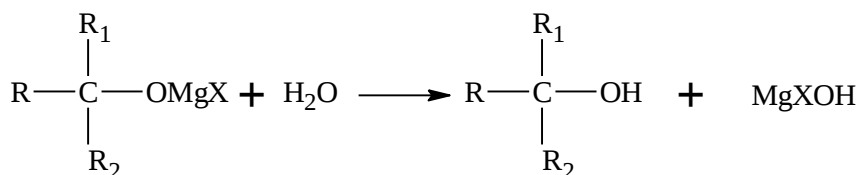
Hierbij stelt R een alkylgroep voor en X een halogeen.

Grignardverbindingen reageren als volgt met carbonylverbindingen:



R' en R'' stellen een waterstofatoom of alkylgroep voor.

Hydrolyse (reactie met water) van de grignardverbinding levert een alcohol:



De eindproducten van een drietal Grignardreacties met ethylmagnesiumbromide zijn:

1-propanol 2-butanol 2-methyl-2-butanol

- ☐ 50 Geef de structuurformules van de drie carbonylverbindingen die via een reactie met ethylmagnesiumbromide deze drie eindproducten leveren.

Uit grignardverbindingen kunnen carbonzuren worden bereid door ze te laten reageren met koolstofdioxide en het reactieproduct te hydrolyseren. Op deze wijze bereidt men een carbonzuur, uitgaande van 2-broompropaan.

- ☐ 51 Geef de vergelijkingen van de reacties die optreden bij deze synthese. Schrijf de koolstofverbindingen in structuurformules.



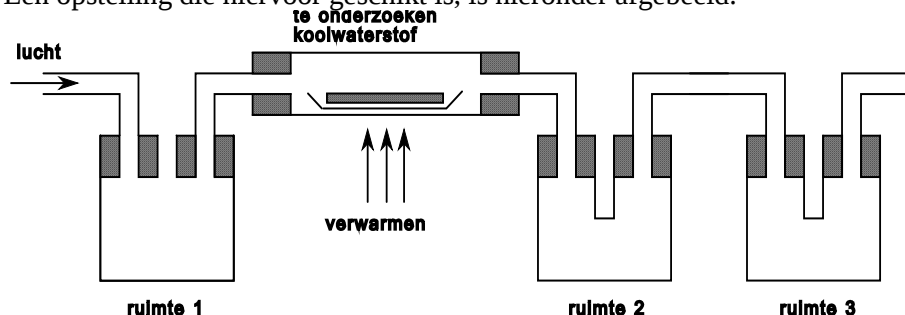
OPGAVE 15

Koolwaterstoffen kunnen worden weergegeven met formules in de vorm van CH_x . Deze formule geeft aan hoeveel H atomen per C atoom aanwezig zijn; hierbij hoeft x geen geheel getal te zijn. Een bepaalde koolwaterstof kan worden weergegeven met de formule $CH_{2,17}$.

- ☐ 52 Kan deze koolwaterstof een cycloalkaan zijn? Licht je antwoord toe.

Om van onbekende koolwaterstoffen de waarde van x in de formule CH_x vast te stellen wordt wat van de koolwaterstof verbrand, gevolgd door meting van de massa's van het ontstane koolstofdioxide en het ontstane water.

Een opstelling die hiervoor geschikt is, is hieronder afgebeeld.



Lucht, waaruit in ruimte 1 bepaalde bestanddelen zijn verwijderd, wordt geleid over de verhitte koolwaterstof. De omstandigheden zijn zodanig, dat volledige verbranding plaatsvindt. De verbrandingsgassen komen allereerst door ruimte 2 waarin zich een stof met de formule P_4O_{10} bevindt. Al het water in de verbrandingsgassen reageert met het P_4O_{10} . Het reactieproduct blijft achter in ruimte 2. Koolstofdioxide reageert niet met P_4O_{10} .

- 53 Geef de vergelijking van de reactie in ruimte 2.

Vervolgens passeert het overgebleven gasmengsel ruimte 3.

Hier reageert al het koolstofdioxide. Bij deze reactie ontstaan stoffen, die in ruimte 3 achterblijven. Het gas dat de opstelling verlaat, bevat geen water en koolstofdioxide meer.

- 54 Geef de formule van een stof, die ruimte 3 zou kunnen bevatten en geef de formules van de stoffen die in ruimte 3 ontstaan.

Door de massatoename van ruimte 2 en van ruimte 3 te meten, verkrijgt men gegevens waaruit het getal x in de formule CH_x van de koolwaterstof kan worden berekend.

Bij een bepaald experiment wordt een hoeveelheid koolwaterstof volledig verbrand. De massatoename van ruimte 2 blijkt na afloop 0,396 gram te zijn, terwijl van ruimte 3 de massatoename 0,880 g is.

- 55 Bereken de waarde van x in de formule CH_x van deze koolwaterstof.

Dit experiment geeft alleen een juist resultaat als twee bestanddelen van de lucht die wordt gebruikt, in ruimte 1 worden verwijderd.

- 56 Geef de namen van de twee bestanddelen van de lucht die in ruimte 1 moeten worden verwijderd.



OPGAVE 16

Krantenartikel

GEEN ONTHARDING NOORD-HOLLANDS DRINKWATER

Het drinkwater in Noord-Holland zal in de jaren negentig niet worden onthard. De plannen daarvoor zijn door het Provinciaal Waterleidingsbedrijf van Noord-Holland (PWN) in de ijskast gezet. Het PWN betreurt dit besluit zelf. Maar het zegt ertoe te zijn gedwongen omdat minister Smit-Kroes van Verkeer en Waterstaat niet verder wil meewerken aan het Rijnzout-verdrag.

Het drinkwater in het PWN-verzorgingsgebied heeft een hardheidsgraad die het bedrijf graag had willen terugbrengen tot de helft. Dit uit het oogpunt van volksgezondheid en milieubeheer. De economische voordelen voor landbouw, industrie en particuliere consumenten zijn volgens het PWN groot. Door het ontharden van het water zou echter de grens van 120 milligram natrium per liter, vastgelegd in het drinkwaterbesluit, zeker worden overschreden.

Volkskrant, februari 1989

Iemand wil nagaan hoe de vork precies in de steel zit en vraagt het PWN om nadere gegevens. Het PWN reageert als volgt op dit verzoek:

Bij onze waterfabriek Andijk in West-Friesland wordt oppervlaktewater uit het IJsselmeer rechtstreeks gezuiverd tot drinkwater. Het IJsselmeerwater is voor een groot deel, via de IJssel, afkomstig uit de Rijn.

Gegevens van het water dat bij Andijk wordt gebruikt:

hardheid: 16 DH (1 DH = 7,1 mg calciumionen per liter)

HCO_3^- gehalte: 120 mg per liter

Na^+ gehalte: 91 mg per liter

Bij uitvoering van het Rijnzout-verdrag zou de hoeveelheid natriumionen in het IJsselmeerwater afnemen met 25 mg per liter.

Ontzouting (verwijdering van natrium- en chloride-ionen) van het IJsselmeerwater door het PWN is duur en is daardoor niet economisch verantwoord.

Drinkwater moet onder andere voldoen aan de volgende wettelijke normen:

HCO_3^- gehalte: minimaal 30 mg, gewenst 120 mg per liter

Na^+ gehalte: maximaal 120 mg per liter

Ontharding "in het groot" kan op verschillende manieren:

1. door toevoegen van natronloog

Calciumionen worden vervangen door natriumionen, de hoeveelheid waterstofcarbonaationen neemt af.

2. door toevoegen van "kalkmelk", een mengsel van calciumhydroxide en water

De calciumionen verdwijnen uit het water, de hoeveelheid waterstofcarbonaationen neemt tweemaal zoveel af als bij de natronloogmethode.

3. door toevoegen van soda (natriumcarbonaat)

De hoeveelheid toegevoegde natriumionen is tweemaal zo groot als bij de natronloog-methode, de hoeveelheid waterstofcarbonaationen neemt niet af.

In alle gevallen ontstaat een neerslag van calciumcarbonaat, dat eenvoudig uit het water verwijderd kan worden.

- 57 Leg uit dat met geen van de drie genoemde methodes uit het huidige IJsselmeerwater drinkwater met $\text{DH} = 8$ te verkrijgen is dat voldoet aan de wettelijke normen voor het HCO_3^- en het Na^+ gehalte.

Ga er van uit dat bij het toevoegen van de chemicaliën geen verdunning van het water optreedt.

Als het Rijnzout-verdrag wel wordt uitgevoerd kan door twee onthardingsmethodes te combineren drinkwater worden verkregen dat voldoet aan de wettelijke normen. Deze combinatie kan worden beschreven door aan te geven welk percentage van het water met de ene methode onthard zou moeten worden, en welk percentage met de andere methode.

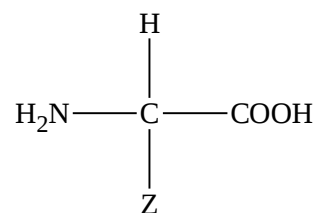
- 58 Welke combinatie van welke twee methoden leidt, wanneer het Rijnzout-verdrag wordt uitgevoerd, tot water met $\text{DH} = 8$, een zo hoog mogelijk HCO_3^- gehalte en een Na^+ gehalte van 120 mg per liter? Geef een verklaring voor je antwoord met behulp van een berekening.



OPGAVE 17

Van 20 α -aminozuren die bij de synthese van eiwitten een rol spelen staan in BINAS-tabel 67 C1 de structuurformules met bijbehorend drielettersymbool. Deze α -aminozuren hebben allemaal dezelfde grondvorm. Hierin stelt Z de zijketen voor, die in elk aminozuur anders is. α -Amino-zuren kunnen onderling reageren tot peptiden onder afsplitsing van watermoleculen.

- 59 Geef de structuurformule van het dipeptide $\text{H}_2\text{N-Ala-Val-COOH}$.



Lange aminozuurskettingen noemt men wel eiwitten. Vele eiwitten hebben een katalytische werking. Zulke eiwitten noemt men enzymen. Omdat bij het aan elkaar rijgen van de aminozuurskettingen tot een eiwitketting nog veel zure en basische groepen overblijven, is de pH een belangrijke factor, zowel voor de structuur van eiwitten, als voor de enzymwerking ervan. Hieronder volgen daarvan enkele voorbeelden.

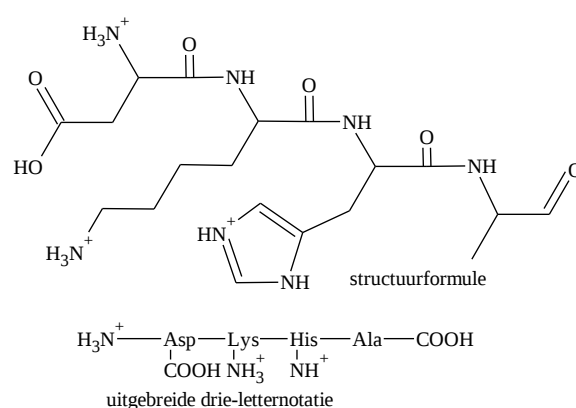
Voor zuur/basekoppels (HB/B^-) geldt dat als $\text{pH} = \text{pK}_z$ dan $[\text{HB}] = [\text{B}^-]$

□ 60 Toon dit aan.

Uit bovenstaande relatie volgt dat bij $\text{pH} < \text{pK}_z$ het zuur/basekoppel overwegend in de zure vorm zit. Hieronder staat een tabel met pK_z -waarden van enkele aminozuren bij 25 °C. Je mag aannemen dat de pK_z -waarden van de zure en basische groepen in een eiwit dezelfde waarde hebben als in de afzonderlijke α -aminozuren.

Ernaast staat een structuurformule van een tetrapeptide met bijbehorende uitgebreide drie-letternotatie. Daarin is elke vrije zure en basische groep aangegeven. Dit tetrapeptide gebruiken we als model voor een eiwit.

aminozuur	pK_z $\alpha\text{-COOH}$	pK_z $\alpha\text{-NH}_3^+$	pK_z zijketen
alanine	2,3	9,9	
glycine	2,4	9,8	
fenylalanine	1,8	9,1	
serine	2,1	9,2	
valine	2,3	9,6	
asparaginezuur	2,0	10,0	3,9
glutaminezuur	2,2	9,7	4,3
histidine	1,8	9,2	6,0
cysteïne	1,8	10,8	8,3
tyrosine	2,2	9,1	10,9
lysine	2,2	9,2	10,8
arginine	1,8	9,0	12,5



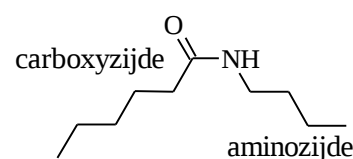
In een in water opgelost peptidemolecuul zijn vrijwel altijd ladingen aanwezig. Afhankelijk van de pH kunnen dat alleen positieve ladingen zijn, zowel positieve als negatieve of alleen negatieve ladingen.

□ 61 Leg uit in welk pH-gebied het tetrapeptide de structuurformule heeft zoals weergegeven.

Een molecuul van dit tetrapeptide heeft een nettolading 0 bij $\text{pH} = 8,0$.

□ 62 Leg uit dat dit in overeenstemming is met de gegevens uit de tabel.

Een zeer kenmerkende binding in een eiwit is de peptidebinding. Het enzym trypsine katalyseert specifiek de hydrolyse van de peptidebinding aan de carboxyzijde van de aminozuren arginine of lysine. Dat komt doordat de lange, geladen zijketens van deze twee aminozuren uitstekend passen in een 'holte' (pocket), gevormd door de eiwitketen van dit enzym. Als zo'n zijketen eenmaal in die pocket zit, ligt de peptidebinding aan de carboxyzijde van het aminozuur precies goed ten opzichte van het katalytisch actieve centrum van het enzym.



Bovenstaand tetrapeptide wordt gehydrolyseerd onder invloed van trypsine.

□ 63 Geef van de hydrolyseproducten de uitgebreide drie-letternotatie. Neem aan dat alle zure en basische groepen ongeladen zijn.

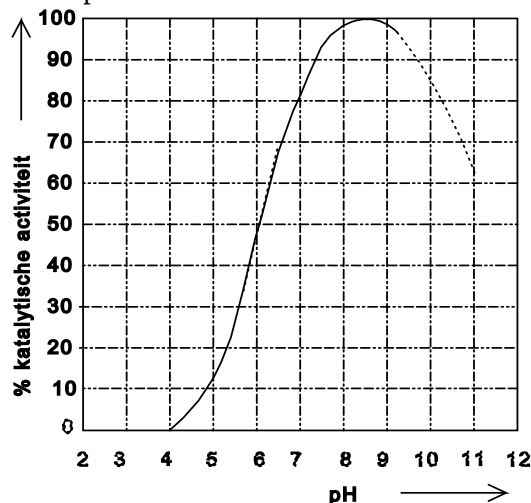
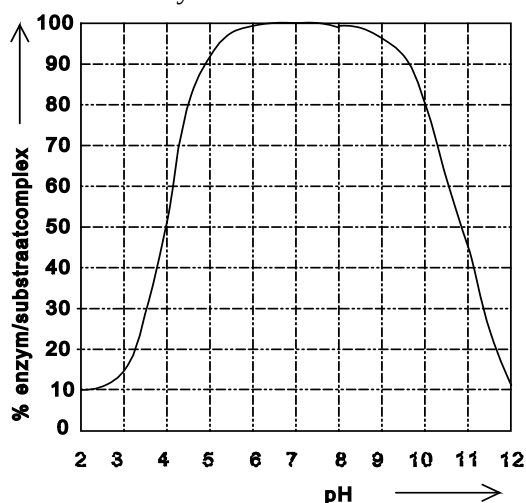
A Invloed van de pH op het verloop van de elektroforese.

Een oplossing met deze hydrolyseproducten wordt voor nadere analyse met behulp van een glascapillair aangestipt midden op een dunne-laag-plaatje. Over de uiteinden van dit plaatje zet men een potentiaalverschil. Hierdoor worden de hydrolyseproducten gescheiden op grond van verschil in totaal lading (elektroforese). Hoe groter dit verschil, des te beter verloopt de scheiding.

□ 64 Maak met behulp van de tabel met pK_z -waarden duidelijk dat de scheiding van deze hydrolyseproducten het beste verloopt bij $\text{pH} = 5,0$.

B Invloed van de pH op de enzym-substraatbinding.

Voor een goede werking van een enzym is het noodzakelijk dat het gebonden wordt aan zijn substraat (de stof die de katalytische reactie ondergaat). Hierbij ontstaat een enzym/substraatcomplex. De mate waarin het enzym een substraat bindt is sterk afhankelijk van de pH.



In grafiek 1 staat de hoeveelheid enzym/substraatcomplex (van het enzym trypsine en het bovengenoemde tetrapeptide) uitgezet (als percentage van de totale hoeveelheid enzym) tegen de pH.

- ☐ 65 Geef een kwalitatieve verklaring voor het verloop van de grafiek aan de hand van bedoelde pocketbinding.
- ☐ 66 Maak aan de hand van de grafiek en de pK_z -tabel duidelijk dat de pocketbinding in het trypsine-tetrapeptidecomplex gevormd wordt tussen
- de zijketen van het lysineresidue in het tetrapeptide (het substraat) en
 - de zijketen van een asparaginezuurresidue in trypsine (het enzym).

C Invloed pH op de katalytische activiteit.

Een zuur/base-koppel in een zijketen van een aminozuur dat ligt in het actieve centrum van een enzym, zorgt voor de katalytische activiteit.

In grafiek 2 staat het percentage van de enzymmoleculen die katalytisch actief zijn uitgezet tegen de pH.

- ☐ 67 Beredeneer aan de hand van deze grafiek of dit katalytisch actieve zuur/base-koppel in de zure of de basische vorm zit.
- ☐ 68 Ga aan de hand van grafiek 2 en de pK_z -tabel na, welk aminozuur in het actieve centrum van trypsine betrokken zou kunnen zijn bij deze hydrolysereactie.



OPGAVE 18

Hiernaast is de structuurformule van de in de natuur voorkomende stof menthol gegeven. Bij deze weergave ligt de ring in een horizontaal vlak, met de dik getekende C–C binding aan de voorkant. Verticaal getekende bindingen steken boven, respectievelijk onder het horizontale vlak uit. In een mentholmolecuul komen koolstofatomen voor waaraan vier verschillende substituenten gebonden zijn. Deze koolstofatomen noemt men 'asymmetrische centra'.

- ☐ 69 Neem de ruimtelijk structuurformule van menthol over en zet een * bij de asymmetrische centra.

Behalve door extractie uit planten kan men menthol ook verkrijgen via een laboratorium-synthese. Bij deze synthese laat men m-kresol (3-methylfenol) reageren met propeen. Bij deze reactie ontstaat onder meer verbinding **A**. Verbinding **A** is een zeer geschikte tussenstof voor deze synthese: door het te laten reageren met waterstof ontstaat namelijk menthol.

- ☐ 70 Teken de ruimtelijke structuurformule van verbinding **A**.

Bij de reactie van **A** met waterstof ontstaat echter niet alleen menthol, maar nog een aantal andere stoffen **B**₁, **B**₂, ..., **B**_x. Deze stoffen verschillen slechts van menthol door de wijze waarop de substituenten aan de zesring zijn gebonden (onder of boven het vlak van de ring). De stoffen **B**₁, **B**₂, ..., **B**_x zijn twee aan twee elkaars spiegelbeeld.

- 71 Teken de ruimtelijke structuurformules van **B**₁ tot en met **B**_x op de boven aangegeven wijze. Sorteert ze in spiegelbeeld-paren.

De stoffen waarvan de moleculen elkaars spiegelbeeld zijn hebben hetzelfde kookpunt, maar de afzonderlijke spiegelbeeldparen hebben verschillende kookpunten. Daardoor kan men deze paren door destillatie van elkaar scheiden. Één van de fracties die men daarbij verkrijgt, bevat menthol. Men laat deze fractie reageren met benzeencarbonsuur in zuur milieu. Daarbij ontstaat een oplossing met de stoffen **C**₁ en **C**₂. Aan dit mengsel voegt men entkristallen **C**₁ toe waardoor alleen stof **C**₁ kristalliseert. Na filtratie laat men **C**₁ reageren met kaliloog tot menthol. **C**₂ (uit het filtraat) reageert met loog tot stof **D**.

- 72 Teken de ruimtelijke structuurformules van **C**₁ en **D**.

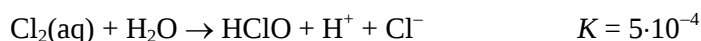


OPGAVE 19

Een van de succesvolle projecten van het Zweedse bedrijf ASEA is het transport van elektrische energie door middel van gelijkstroom onder hoogspanning. Deze techniek vereist slechts één kabel. Het terugtransport verloopt via het zeewater. Door een kabel in de Oostzee tussen Zuid-Zweden en Noord-Duitsland loopt bij een potentiaal van 450 kV een stroom met een constante stroomsterkte van 1330 A. Een koperdraad, gelegd in een cirkel met een straal van 1 km, fungeert als kathode (minpool) voor het terugtransport. De anode (pluspool) bestaat uit een titaniumgaas met een totaaloppervlak van 1000 m². Het derde deel van de elektronen die bij de anode vrijkomen is afkomstig van chloride-ionen en de rest wordt geleverd door watermoleculen.

- 73 Geef de vergelijking van de halfreactie die aan de anode optreedt.
- 74 Bereken hoeveel ton zuurstofgas jaarlijks geproduceerd wordt.

Het chloor dat aan de anode gevormd wordt lost volledig in zeewater op en reageert als volgt:



HClO is een zwak zuur met een $\text{p}K_z = 7,4$. De concentratie van chloride in het zeewater is 0,13 mol L⁻¹. De pH van het zeewater is 8,2. Met inbegrip van de volgreacties levert de anodereactie drie deeltjes die chloor bevatten (Cl₂, HClO en ClO⁻)

- 75 Maak door berekening duidelijk welk van deze drie deeltjes het voornaamste eindproduct is. Neem aan dat de chlorideconcentratie van het zeewater en de pH ervan niet noemenswaard verandert door de reacties aan de anode.

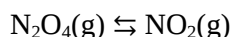
Het zeewater stroomt door de anode met een snelheid van 0,010 m s⁻¹.

- 76 Bereken de concentratie van het (voornaamste) eindproduct.



OPGAVE 20

In de gasfase is stikstofdioxide in evenwicht met zijn dimeer distikstoftetraoxide:



Men bestudeert dit evenwicht bij 30 °C (beide stoffen zijn dan gasvormig) en maakt daarbij gebruik van een rondbodemkolf met stop. Het volume van de kolf is 321 cm³. De kolf wordt vacuüm gezogen, afgesloten met de stop en gewogen. De lege kolf weegt 109,9736 g.

De kolf wordt in een ijsbad gekoeld en men laat er stikstofdioxide instromen. Men zet de kolf in een waterbad van 30,0 °C en de kolf wordt voorzichtig geopend. Een bruin gekleurd gas stroomt dan uit de kolf. Als de gasstroom juist stopt sluit men de kolf. De druk van het gas in de kolf is nu hetzelfde als

de druk in het laboratorium. Men haalt de kolf uit het waterbad, droogt hem zorgvuldig af en bepaalt de massa ervan (110,9702 g). De druk in het laboratorium is 101,3 kPa (= 1,000 atm = p_o).

- ☐ 77 Bereken het totale aantal mol gas in de kolf.
- ☐ 78 Bereken het aantal mol NO_2 en het aantal mol N_2O_4 in de kolf.

De partiële druk of deeldruk p_i van een component i in een gasmengsel is de druk die deze component bijdraagt aan de totale druk.

- ☐ 79 Bereken de partiële drukken in atm van de beide gasen in de kolf.

Voor gasevenwichten wordt de evenwichtsvoorwaarde vaak geschreven met partiële drukken in plaats van met concentraties. De bijbehorende drukevenwichtsconstante voor het bedoelde evenwicht is:

$$K_p = \frac{p(\text{NO}_2)^2}{p(\text{N}_2\text{O}_4)} \text{ atm}$$

Voor de vrije enthalpie geldt:

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K, \text{ waarin } K = \frac{K_p}{p_o}$$

- ☐ 80 Leid door berekening af dat voor het evenwicht $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ bij 30,0 °C geldt dat $\Delta G^\circ(30 \text{ °C})$ gelijk is aan $4,74 \text{ kJmol}^{-1}$.

Men voert het experiment ook uit bij 60,0 °C. De massa van de kolf met het evenwichtsmengsel is nu 110,7024 g. De druk is ongewijzigd (101,3 kPa) gebleven.

- ☐ 81 a ☐ Bereken ΔG° bij 60 °C.
- ☐ 82 Bereken voor het evenwicht $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ met behulp van de ΔG° waarden uit vraag ☐ 80 en ☐ 81 en BINAS 36 ΔH° en ΔS° . Je mag aannemen dat deze beide grootheden in het temperatuurgebied waarbij gemeten is constant zijn.

In dit geval is zowel voor de waarde van ΔH° en ΔS° het teken positief.

- ☐ 83 Leg uit wat de betekenis is van een positieve waarde van ΔH° en van een positieve waarde van ΔS° .
- ☐ 84 Leg uit hoe je deze tekens op grond van de reactievergelijking had kunnen voorspellen.



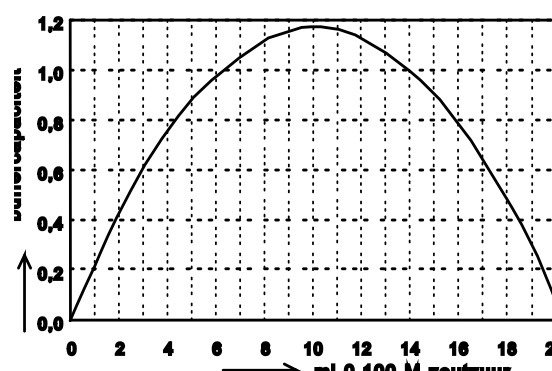
OPGAVE 21

Een buffer is een oplossing met een zuur/basekoppel dat er voor zorgt dat de pH van de oplossing bij toevoegen van kleine hoeveelheden zuur of base aan die oplossing nauwelijks verandert. De kwaliteit van een bepaalde bufferoplossing kan worden uitgedrukt in de buffercapaciteit β .

$$\beta = \frac{\text{aantal mmol toegevoegd KOH}}{\text{pH verandering}} = \frac{\Delta x}{\Delta \text{pH}}$$

- ☐ 85 Leg met behulp van de formule voor de buffercapaciteit uit of β in het geval van een goede buffer groot of klein moet zijn en vermeld de eenheid van β in het diagram op het antwoordblad.

Diagram van β versus ml 0,100 M zwavelzuur



Men kan een buffer bereiden door zoutzuur toe te voegen aan ammonia.

- 86 Leg onder meer met behulp van een reactievergelijking uit dat je op deze manier een buffer kunt maken.

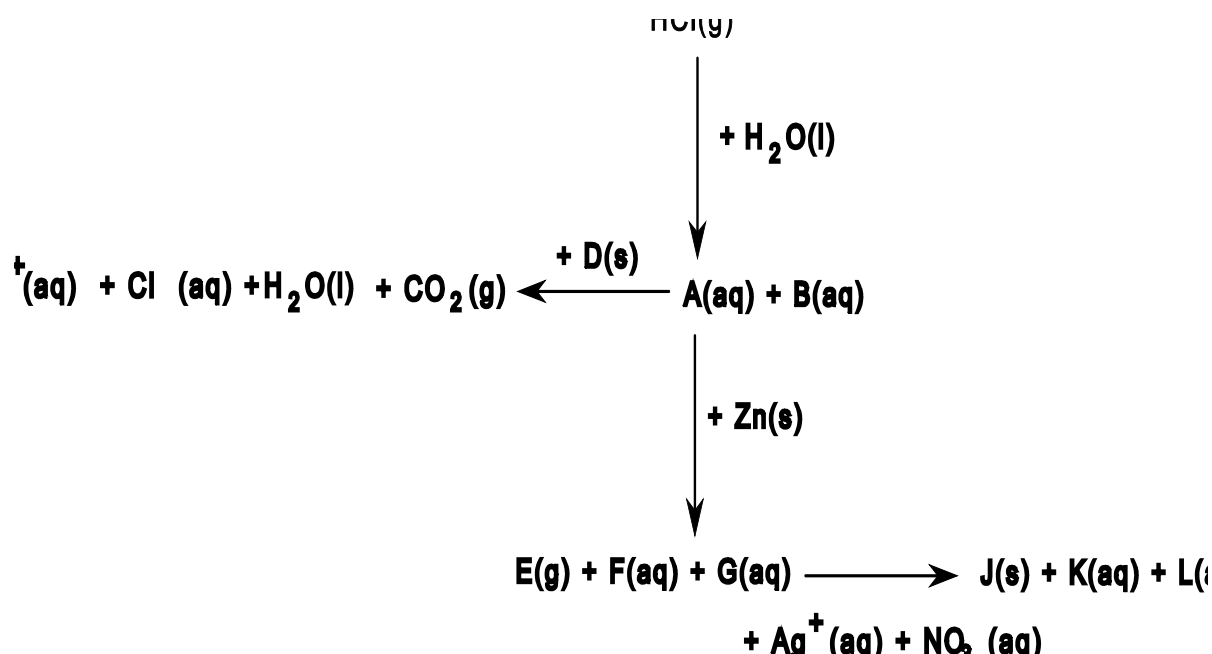
In het diagram is op de x-as het aantal mL zoutzuur uitgezet, dat aan ammonia wordt toegevoegd, waarin 2,03 mmol ammoniak aanwezig is. Op de y-as staat de buffercapaciteit β van het mengsel.

In een bepaald mengsel zit 5,0 mL zoutzuur verwerkt. Bij het voorzichtig indampen van dit mengsel blijft een vaste stof over.

- 87 Geef de formule en de hoeveelheid in mmol van deze vaste stof.
- 88 Bepaal met behulp van de grafiek en de definitie van β hoeveel mmol KOH aan dit mengsel moet worden toegevoegd om een pH-verandering van 0,05 te bewerkstelligen.
- 89 Leg uit of het mogelijk is met deze ammonia/zoutzuurmengsels een goede buffer met pH = 4,5 te maken.



OPGAVE 22



letter	formule van de stof
A + B	
D	
E	
F + G	
J	
K + L	

Bij de letters A, B, D, E, F, G, J, K en L in het schema horen stoffen.

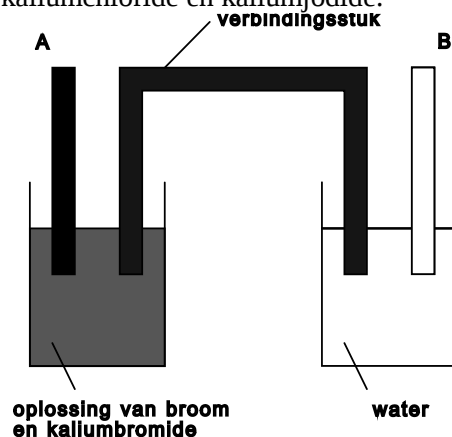
- 90 Vul de tabel in. Let goed op de toestandsaanduidingen in het schema.



OPGAVE 23

Het linker bekerglas van de hieronder getekende opstelling is gevuld met een oplossing van broom en kaliumbromide, het rechter bekerglas met water. Het verbindingstuk is gevuld met een elektrolyt en zo gemaakt dat er geen vloeistof van het ene bekerglas naar het andere kan stromen. In ieder bekerglas

bevindt zich een koolstofstaaf, aangeduid met A en B. Een leerling moet met deze opstelling een elektrische cel maken door in het water een stof op te lossen. Hij heeft de keuze uit de stoffen kaliumchloride en kaliumjodide.



- ☐ 91 Leg uit welke van deze stoffen de leerling in het water moet oplossen.
- Hij verbindt vervolgens de beide koolstofstaven van deze elektrische cel door een geleidende draad.
- ☐ 92 Leg uit of de elektronen door deze draad van A naar B stromen of omgekeerd.
- Na enige tijd is de elektrische cel uitgeput. De vloeistof in het linker bekglas is echter nog duidelijk bruin gekleurd.
- ☐ 93 Geef de verklaring voor het uitgeput zijn van deze cel.
- Het is mogelijk de cel weer op te laden door de beide koolstofstaven aan te sluiten op de polen van een spanningsbron.
- ☐ 94 Leg uit welke koolstofstaaf, A of B, op de positieve pool van de spanningsbron moet worden aangesloten.

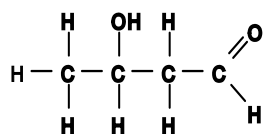


OPGAVE 24

In basisch milieu kunnen twee aldehydmoleculen met elkaar reageren tot een aldol. Een aldol is een verbinding die zowel een aldehyd als een alcohol is. Bij deze reactie wordt een nieuwe binding gevormd tussen het koolstofatoom van de aldehydgroep in het ene molecuul en het koolstofatoom naast dat van de aldehydgroep (een α -koolstofatoom) in het andere molecuul.

Twee moleculen propanal vormen zo 3-hydroxy-2-methylpentanal (het koolstofatoom van de aldehydgroep is nummer 1).

- ☐ 95 Geef de structuurformule van 3-hydroxy-2-methylpentanal.



Twee moleculen ethanal reageren tot een aldol met de structuurformule hiernaast.

- ☐ 96 Geef de systematische naam van het zo gevormde aldol.
- Bij verhitting vindt in het aldol van vraag b eliminatie van water (dehydratatie) plaats. Hierbij wordt een onverzadigd aldehyd gevormd.
- ☐ 97 Geef de structuurformules van alle isomeren die bij deze dehydratatie kunnen ontstaan.
- In een mengsel van ethanal en propanal kunnen vier verschillende aldolen gevormd worden.
- ☐ 98 Hoeveel verschillende aldolen kunnen gevormd worden in een mengsel van methanal en butanal? Licht je antwoord toe.



OPGAVE 25

Vele metaaloxiden zijn niet-stoechiometrische verbindingen, ook wel bertholliden genoemd. Een voorbeeld is nikkel(II)oxide. Dit kan weergegeven worden met de formule Ni_xO , waarin $0 < x < 1$. De afwijking van de ideale samenstelling NiO wordt veroorzaakt door defecten in de kristalstructuur. Enkele roosterplaatsen die normaal door Ni^{2+} bezet moeten worden, zijn dan leeg. Elektroneutraliteit wordt in dat geval verkregen door middel van enkele nikkelionen met lading $3+$.

Een analyse van een monster nikkeloxide met onbekende samenstelling vindt als volgt plaats: Het monster wordt opgelost in 50 cm^3 kokend zoutzuur met een concentratie van $0,2 \text{ mol L}^{-1}$. Nikkel(III) oxideert dan chloride tot chloorgas.

– Het ontstane gas wordt geleid in 50 cm^3 kaliumjodide-oplossing. Chloor en jodide reageren dan tot chloride en jood. Het gevormde jood wordt getitreerd met een oplossing van natriumthiosulfaat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Hierbij wordt jodide en tetrathionaat, $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ gevormd. Voor deze titratie is $9,95 \text{ cm}^3$ thiosulfaatoplossing nodig met een concentratie van $0,0200 \text{ mol L}^{-1}$.

– Aan de ontstane oplossing van nikkeloxide in zoutzuur wordt, nadat het chloorgas is ontweken, een overmaat ammonia toegevoegd en de oplossing wordt verdund tot $100,0 \text{ cm}^3$. Hoeveelheden van $20,00 \text{ cm}^3$ van deze verdunde oplossing worden getitreerd met $0,01000 \text{ M}$ EDTA-oplossing. Gemiddeld is $47,8 \text{ cm}^3$ van de EDTA-oplossing nodig. Bij deze titratie ontstaat een complex ion van nikkel(II) met EDTA in de molverhouding 1:1.

- ☐ 99 Geef de reactievergelijking van de reactie tussen:

- 1 nikkel(III) en chloride
- 2 chloor en jodide
- 3 jood en thiosulfaat

- ☐ 100 Bereken hoeveel mmol Ni^{3+} het monster bevatte.

De formule van het nikkeloxide kan geschreven worden als Ni_xO of als $\text{Ni(II)}_y\text{Ni(III)}_z\text{O}$.

- ☐ 101 Bereken x in de formule Ni_xO

- ☐ 102 Bereken y en z in de formule $\text{Ni(II)}_y\text{Ni(III)}_z\text{O}$

- ☐ 103 Welke fractie van de roosterplaatsen met nikkelionen is leeg in het onderzochte monster nikkeloxide, uitgaande van nikkel(II)oxide met een perfecte kristalstructuur?



OPGAVE 26

Moleculen met een hydrofiel (waterminnend) gedeelte en een hydrofoob (watervrezend) gedeelte noemt men amfifiel. Zulke moleculen vormen in waterige oplossingen micellen, bolvormige aggregaten (klompjes) waarbij de hydrofobe gedeelten naar binnen gekeerd zijn om contact met water te vermijden. Micellen beginnen zich te vormen als de concentratie een bepaalde waarde bereikt die karakteristiek is voor elk amfifiel, de kritische micelvormingsconcentratie k.m.c. Bij concentraties lager dan deze k.m.c. is het amfifiel alleen aanwezig in de vorm van afzonderlijke moleculen (monomeren). Wanneer de concentratie van het amfifiel groter wordt dan de k.m.c. worden micellen gevormd uit het extra toegevoegde amfifiel. De concentratie van het monomeer is dan gelijk aan de k.m.c. ongeacht de totale hoeveelheid toegevoegd amfifiel.

Met behulp van een heel gevoelige calorimeter worden thermodynamische gegevens voor de micelvorming van een amfifiel C_{12}E_5 bepaald. De formule van het amfifiel C_{12}E_5 is:



Van een voorraadoplossing van C_{12}E_5 met een concentratie van $0,500 \text{ mol L}^{-1}$ wordt $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$ toegevoegd aan $100,0 \text{ cm}^3$ water in een calorimeter. De temperatuurstijging is dan $1,25 \cdot 10^{-4} \text{ K}$. Je mag aannemen dat alle vrijgekomen warmte is ontstaan uit de dissociatie van de micellen die in de voorraadoplossing aanwezig zijn. De hoeveelheid monomeer in de voorraadoplossing is verwaarloosbaar omdat de concentratie ervan ver boven de k.m.c. is. De concentratie C_{12}E_5 in de

calorimeter ligt na toevoeging onder de k.m.c. De warmtecapaciteit van de calorimeter met het water is 452 J K^{-1} . De temperatuur in de meter is 298 K .

- ☐ 104 Bereken de hoeveelheid vrijgekomen warmte na toevoeging.
- ☐ 105 Bereken het aantal mol C_{12}E_5 dat overgaat van micelvorm naar monomeer.
- ☐ 106 Bereken de enthalpieverandering, ΔH° als 1 mol C_{12}E_5 overgaat van de micelvorm naar de monomeervorm.
- ☐ 107 Is deze enthalpieverandering positief of negatief? Verklaar je antwoord.

Een volgende toevoeging van $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$ van de voorraadoplossing geeft een temperatuurstijging met $0,74 \cdot 10^{-4} \text{ K}$. Een derde toevoeging van $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$ geeft geen verdere temperatuurstijging meer.

- ☐ 108 Bereken hoeveel mol C_{12}E_5 overgaat van de micelvorm in de monomeervorm bij de tweede toevoeging.
- ☐ 109 Bereken de kritische micelvormingsconcentratie k.m.c. voor C_{12}E_5 .

Het evenwicht tussen beide vormen van C_{12}E_5 wordt gegeven door:

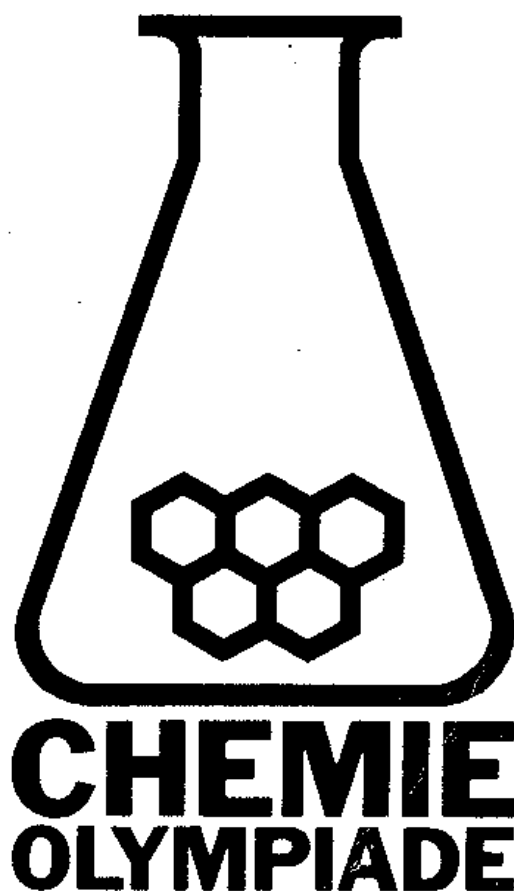
$\text{C}_{12}\text{E}_5(\text{monomeer}) \rightleftharpoons \text{C}_{12}\text{E}_5(\text{micel})$. De micellen mogen opgevat worden als een afzonderlijke fase met een constante samenstelling. Hierdoor staat $[\text{C}_{12}\text{E}_5(\text{micel})]$ niet in de evenwichtsvoorwaarde. Deze concentratie is al opgenomen in K . De evenwichtsvoorwaarde luidt:

$$K = \frac{1}{[\text{C}_{12}\text{E}_5(\text{monomeer})]}$$

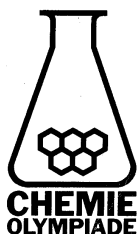
- ☐ 110 Bereken met behulp van BINAS, 36 C de verandering van de gibbsenergie bij standaardomstandigheden, ΔG° als 1 mol monomeer C_{12}E_5 overgaat in de micelvorm.
- ☐ 111 Bereken met behulp van BINAS, 36 C en de in vragen ☐ 106 en ☐ 110 berekende waarden de entropieverandering onder standaardomstandigheden, ΔS° als 1 mol monomeer C_{12}E_5 overgaat in de micelvorm.

Uit een juist antwoord op vraag ☐ 111 moet blijken dat de entropieverandering ΔS° van de micelvorming positief is.

- ☐ 112 Geef aan de hand van een beschrijving van de micelvorming een verklaring voor het positief zijn van deze entropieverandering.



OEFENSET '96
ANTWOORDEN



werk: Instituut voor Leerplanontwikkeling
Postbus 2041/7500 CA Enschede
Telefoon: (053)4840339/48440366
privé: W. Davids
Vossenbrinkweg 62A/7491 DE Delden
Telefoon: (074)3763539
P.A.M. de Groot
Kamperzand 1/1274 HK Huizen
Telefoon: (035)5250961

© Instituut voor Leerplanontwikkeling, Enschede 1996

Uitsluitend voor intern gebruik is het scholen toegestaan teksten/materiaal uit deze publicatie te kopiëren

Samenstelling

Comité Chemie Olympiade
Drs. P.A.M. de Groot
Gemeentelijk Gymnasium Hilversum

Druk

Instituut voor Leerplanontwikkeling (SLO)

Datum: Enschede, oktober 1996
Kenmerk: VO/.../B/98-...
Oplaat: 125 exemplaren



OPGAVE 1

$$\square 1 \quad 20,00 \text{ cm}^3 \times 5,000 \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 1,000 \text{ mmol toegevoegd zilvernitraat} \times$$

$$2,000 \text{ mmol CN}^- \times 65,12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 130,2 \text{ mg cyanide.}$$

$$\square 2 \quad 0,01200 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \times 12,10 \text{ cm}^3 = 0,1452 \text{ mmol (nog aanwezig) Ag}^+ \times$$

$$37,50 \text{ cm}^3 \times 5,000 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 1,875 \text{ mmol (toegevoegd) zilvernitraat} \Rightarrow$$

$$\text{aantal mmol toegevoegd zilvernitraat} - \text{aantal mmol Ag(CN)}_2^- - \text{aantal mmol nog aanwezig Ag}^+ =$$

$$\text{aantal mmol Cl}^- \Rightarrow 1,875 - 1,000 - 0,1452 = 0,7298 \text{ mmol Cl}^- \times$$

$$0,7298 \text{ mmol} \times 74,56 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 54,41 \text{ mg KCl.}$$



OPGAVE 2

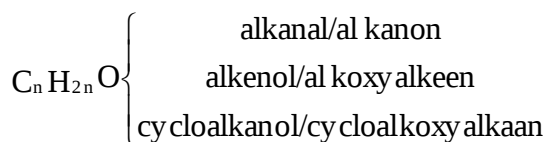
$$\square 3 \quad pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT} = \frac{101 \cdot 10^3 \cdot 444 \cdot 10^{-6}}{8,31 \cdot 385} = 1,40 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$M = \frac{1,000 \text{ g}}{1,40 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} = 71,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

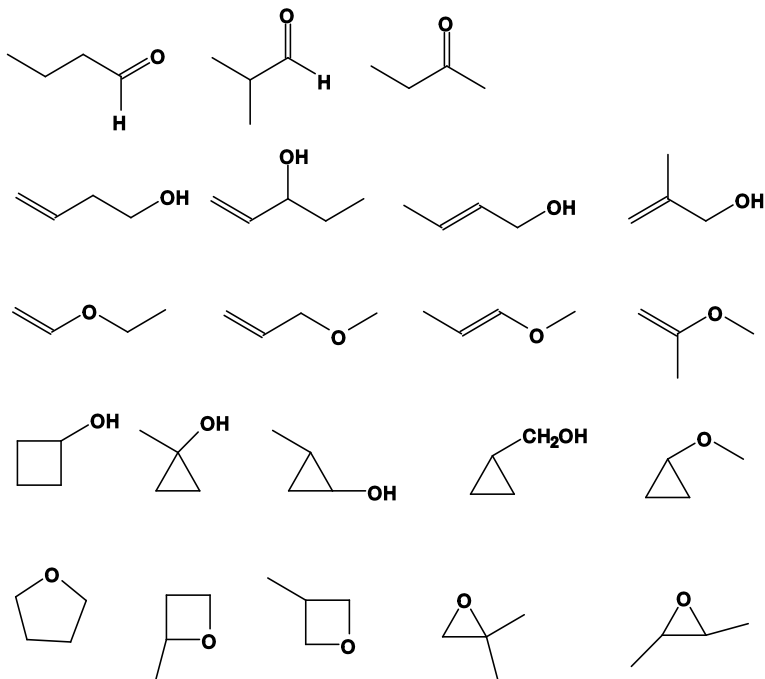
$$71,3 \text{ g verbinding} \times \frac{66,6}{100} \cdot 71,3 = 47,5 \text{ g C} \times \frac{11,2}{100} \cdot 71,3 = 7,99 \text{ g H} \times 15,8 \text{ g O}$$

$$1 \text{ mol verbinding} \times \frac{47,5 \text{ g C}}{12,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 4 \text{ mol C} \times \frac{7,99}{1,00} = 8 \text{ mol H} \times \frac{15,8}{16,0} = 1 \text{ mol O} \Rightarrow \text{C}_4\text{H}_8\text{O}$$

□ 4



10 structuurisomeren
uit de voorraad hier onder.



OPGAVE 3

- 5 $pK_z(\text{HSO}_4^-) + pK_z(\text{NH}_4^+) \Rightarrow$ bijdrage NH_4^+ verwaarloosbaar.

$$K_z(\text{HSO}_4^-) = 1,20 \cdot 10^{-2} = \frac{(1,0 \cdot 10^{-3})^2}{[\text{HSO}_4^-]_0 - 1,00 \cdot 10^{-3}}; [\text{HSO}_4^-]_0 = 1,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$1 \text{ L regenwater} \times 1,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 115,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,12 \text{ g}$$

$$1,0 \cdot 10^7 \text{ m}^3 \text{ regenwater} \times 1,0 \cdot 10^7 \text{ m}^3 \times 0,12 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 10^{-6} \frac{\text{ton}}{\text{g}} \cdot 10^3 \frac{\text{L}}{\text{m}^3} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ ton.}$$

- 6 HCO_3^- en H_2CO_3 bepalen de pH: koolzuurbuffer

$$K_z = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} \Rightarrow \text{pH} = pK_z(\text{H}_2\text{CO}_3) - \log \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]} = 6,36 - \log \frac{14/62}{25/61} =$$

$$6,36 - \log 0,551 = 6,62$$

- 7 Bij pH = 4,5 is er géén sprake meer van een buffermengsel. Met goede verwaarlozing is alle HCO_3^- omgezet volgens $\text{HSO}_4^- + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$

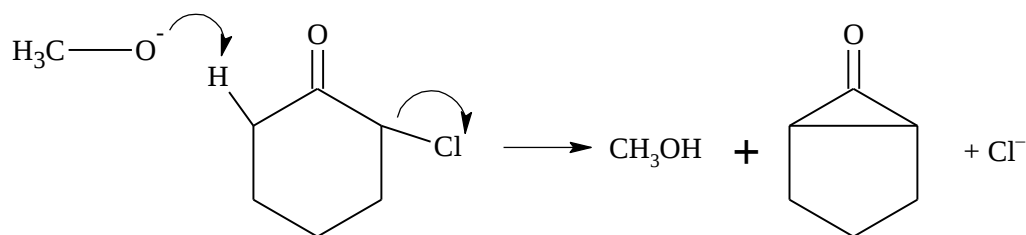
$$25 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3} = 25 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \Rightarrow \text{omgezet: } 8,0 \cdot 10^7 \cdot \frac{25}{61} = 3,28 \cdot 10^7 \text{ mol HCO}_3^- (\text{HSO}_4^-)$$

Nodig: $\frac{3,28 \cdot 10^7 \text{ mol}}{1,08 \cdot \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}} = 3,04 \cdot 10^7 \text{ m}^3 \times 3,0 \text{ jaar}.$



OPGAVE 4

- ☐ 8 Alle ^{14}C zou gevonden worden op C-atoom nr. 1 in **B**.
- ☐ 9 $\left. \begin{array}{l} 25\% \text{ in 2- of 5-positie} \\ 50\% \text{ in 1-positie} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{intermediair moet symmetrisch zijn.}$



OPGAVE 5

- ☐ 10 $\text{B} + \text{H}^+ \rightarrow \text{HB}^+$
Aflazen equivalentiepunt met berekening: $20,3 \text{ mL } 0,100 \text{ M zoutzuur} \times 2,03 \text{ mmol B}$
 $[\text{B}]_0 = \frac{2,03 \text{ mmol}}{25,0 \text{ ml}} = 8,12 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$
- ☐ 11 Het equivalentiepunt ligt bij $\text{pH} < 7$ of
Een sterke base met $[\text{B}]_0 = 8,12 \cdot 10^{-2}$ zou een pH van 12,91 hebben.
Hier is de $\text{pH} = 10,30$
- ☐ 12 Bij $\text{pH} = 9,0$ is er 14 mL zoutzuur toegevoegd; $\phi = \frac{14}{20,3} = 0,69$
- ☐ 13 $\text{HB}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{B}$

$$K_z(\text{HB}^+) = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot \frac{[\text{B}]}{[\text{HB}^+]} \Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_z - \log \frac{[\text{HB}^+]}{[\text{B}]}$$

$$\frac{[\text{HB}^+]}{[\text{B}]} = \frac{v}{v_e - v} = \frac{v/v_e}{1 - v/v_e} = \frac{\phi}{1 - \phi}$$

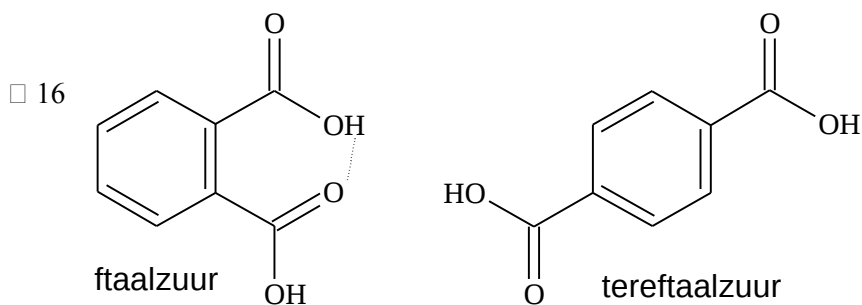
- ☐ 14 constante is $\text{p}K_z$ van het geconjugeerde zuur HB^+ van de zwakke base **B**

$$\text{pH} = \text{p}K_z = 9,3 \text{ bij } \log \frac{\phi}{1 - \phi} = 0.$$



OPGAVE 6

- ☐ 15 $5 \text{ C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2 + 12 \text{ MnO}_4^- + 36 \text{ H}^+ \rightarrow 5 \text{ C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2 + 12 \text{ Mn}^{2+} + 28 \text{ H}_2\text{O}$



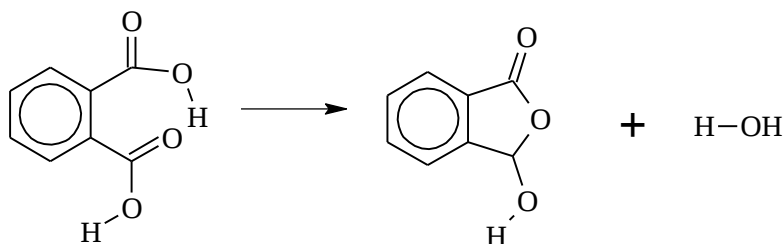
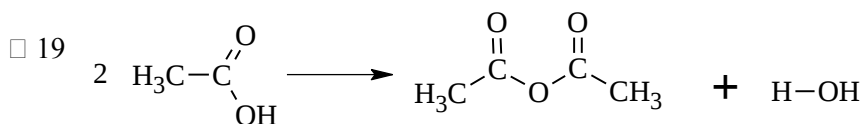
- 17 Door de inwendige H-brug bij ftaalzuur wordt de O-H band losser en dus makkelijker te verbreken. Daardoor is K_{z1} van ftaalzuur groter dan bij tereftaalzuur.

Als één O-H band verbroken is, wordt door de negatieve lading de tweede 'zure' H bij ftaalzuur meer tegengehouden dan bij tereftaalzuur.

Daardoor is K_{z2} van ftaalzuur kleiner dan bij tereftaalzuur of:

bij het eenwaardig negatieve zuurrestion van ftaalzuur wordt door de H-brug vorming de negatieve lading over twee O-atomen verspreid. Daardoor is het stabiel dan dat van tereftaalzuur

- 18 $2 \text{ C}_2\text{H}_5\text{-OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$



OPGAVE 7

- 20 De kern van de uitleg is de constatering dat de modellen in figuur 4 spiegelbeelden zijn, en dus niet identiek.
- 21 De kern van de uitleg is de constatering dat stoffen waarvan de moleculen spiegelbeelden zijn (enantiomeren), dezelfde smeltpunten hebben.
- 22 Uit de uitleg moet blijken dat volgens het bedekkende model één van beide 1,2-dichloorethenen een dipoolmoment gelijk aan nul heeft, en de andere niet, terwijl volgens het alternerend model beide hetzelfde dipoolmoment moeten hebben.
- 23 Beschrijving van de drie bedekkende conformaties (één waarbij de twee chlooratomen elkaar bedekken en twee enantiomere conformaties waarbij de chlooratomen een waterstofatoom bedekken) of tekening van deze drie conformaties.
Beschrijving van de drie alternerende conformaties (één waarbij de twee chlooratomen in elkaars verlengde staan, twee enantiomere conformaties waarbij de chlooratomen een hoek van 60° met elkaar maken of tekening van deze drie conformaties.
- 24 Hoogste energie waarbij chlooratomen het dichtst bij elkaar zitten; dat is de bedekkende conformatie met de twee chlooratomen in *syn*-positie.

Laagste energie waarbij chlooratomen het verst van elkaar zitten; dat is de alternierende conformatie met de chlooratomen in anti-positie.



OPGAVE 8

$$\square 25 \quad pV = nRT \Rightarrow \frac{V}{n} = \frac{RT}{p} \cdot V_m = \frac{8,314 \cdot 273,15}{1,01325 \cdot 10^5} = 2,2414 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 = 22,4 \text{ L. Dit geldt dus voor 1 mol bij}$$

$$p = p_0 \text{ en } T = 273,15 \text{ K.}$$

$$\text{De molaire massa van X is dus: } 22,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}} \times 2,78 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 62,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

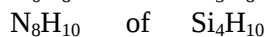
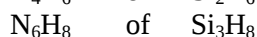
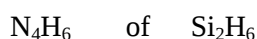
$$\text{Y: } 92,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\text{Z: } 122,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$\square 26$

stof	massa% H	g H/mol	n	g A/mol
XY	9,728,738,2	6,068,06	6810	56,384,2
Z	3	10,07		112,2

$\square 27$ Zie de laatste kolom bij b. De atoommassa van A is een veelvoud van 14 of 28. A moet dus N zijn of Si:

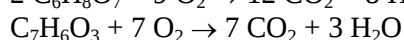
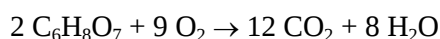
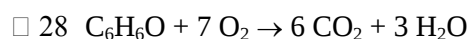


De formules met N vervallen vanwege het aantal bindingsmogelijkheden voor N.

Dus X = Si₂H₆; Y = Si₃H₈; Z = Si₄H₁₀



OPGAVE 9



$\square 29$ per dm³:

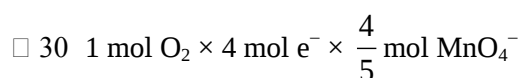
$$\frac{16 \text{ mg C}_6\text{H}_6\text{O}}{94,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot \frac{7 \text{ mol O}_2}{\text{mol C}_6\text{H}_6\text{O}} = 1,19 \text{ mmol O}_2$$

$$\frac{10 \text{ mg C}_6\text{H}_8\text{O}_7}{192,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot \frac{9 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol C}_6\text{H}_8\text{O}_7} = 0,234 \text{ mmol O}_2$$

$$\frac{9,0 \text{ mg C}_7\text{H}_6\text{O}_3}{138,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot \frac{7 \text{ mol O}_2}{\text{mol C}_7\text{H}_6\text{O}_3} = 0,456 \text{ mmol O}_2$$

$$\text{totaal:} \quad \quad \quad + \quad \quad \quad 1,88 \text{ mmol O}_2$$

$$\frac{1,88 \text{ mmol O}_2}{\text{dm}^3} \cdot 32,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 60,2 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3}$$



$$\square 31 \quad 250 \text{ cm}^3 \times \frac{1,19 \cdot 0,90}{4} = 0,268 \text{ mmol O}_2 \quad \text{C}_6\text{H}_6\text{O}$$

$$\frac{0,234 \cdot 0,66}{4} = 0,0386 \text{ mmol O}_2 \quad \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$$

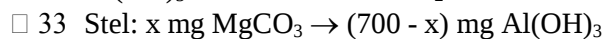
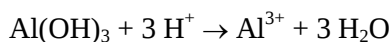
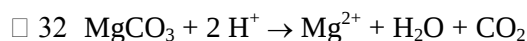
$$\frac{0,456 \cdot 0,85}{4} = 0,0969 \text{ mmol O}_2\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$$

$$\text{totaal: } 0,404 \text{ mmol O}_2 \times \frac{4}{5} \times 0,404 = 0,323 \text{ mmol MnO}_4^-$$

$$\frac{0,323 \text{ mmol MnO}_4^-}{0,050 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 6,5 \text{ mL}$$



OPGAVE 10



$$\frac{x \text{ mg}}{84,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 2 + \frac{(700 - x) \text{ g}}{78,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 3 = 20,0 \text{ mmol}$$

$$2,372 \cdot 10^{-2} x + 3,846 \cdot 10^{-2} (700 - x) = 20,0 \Rightarrow x = 470$$

$$\Rightarrow 470 \text{ mg MgCO}_3 \text{ en } 230 \text{ mg Al(OH)}_3$$



OPGAVE 11

$$\square 34 \quad \mathbf{A} \frac{0,466}{0,652} \times 28,0 \text{ u} = 20,0 \text{ u}; \mathbf{B} = 102 \text{ u}; \mathbf{C} = 104 \text{ u} \text{ en } \mathbf{D} = 146 \text{ u}$$

$\square 35$ Voorbeeld van een goed antwoord:

Massa **X**: $\mathbf{A} 0,95 \times 20 \text{ u} = 19,0 \text{ u}; \mathbf{B} = 37,9 \text{ u}; \mathbf{C} = 75,9 \text{ u}; \mathbf{D} = 114 \text{ u}$

Deze massa's zijn steeds veelvoud van 19 $\Rightarrow \mathbf{X} = \text{F}$

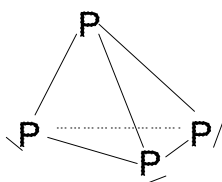
$\mathbf{A} 20 - 19 = 1 \Rightarrow \text{HF}; \mathbf{B} 102 - 38 = 64 \Rightarrow \text{S}_2\text{F}_2$

$\mathbf{C} 104 - 76 = 28 \Rightarrow \text{SiF}_4$ (ook goed: N_2F_4); $\mathbf{D} 146 - 114 = 32 \Rightarrow \text{SF}_6$



OPGAVE 12

$\square 36$



$\square 37$ Een juiste berekening leidt tot de uitkomst $\Delta_r H = 1,35 \cdot 10^5 \text{ J/mol P}_4$.

In rekening brengen van sublimatieenthalpie P_4 , 6 maal bindingsenthalpie PBP, 6 maal bindingsenthalpie HBH en 12 maal bindingsenthalpie PBH.

$\square 38$ De kans dat vier deeltjes tegelijkertijd gunstig botsen is te verwaarlozen.

□ 39 Algemene gaswet toegepast en juiste waarden ingevuld.

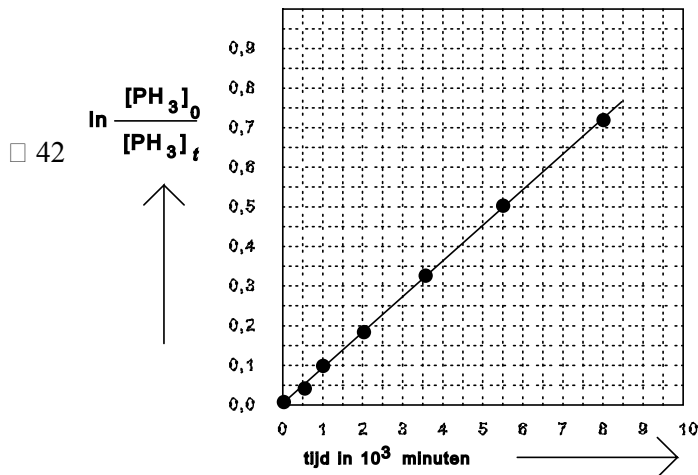
□ 40 Een juiste berekening leidt tot de uitkomst $4,44 \cdot 10^5$ Pa.

Aantal mol deeltjes na de reactie = 1,5 maal aantal mol deeltjes voor de reactie

□ 41 Opstellen algemene vergelijking voor de relatie tussen $[\text{PH}_3]_t$ en p_t : $[\text{PH}_3]_t = a + bp_t$

Substitueren waarden voor $t = 0$ en $t = t_{\text{eind}}$

Afleiden van waarden van a en b



tijd t in 10^3 minuten	druk p_t in 10^5 Pa	$[\text{PH}_3]_t$ in 10^{-2} mol L^{-1}	$[\text{PH}_3]_0$ $\ln \frac{[\text{PH}_3]_0}{[\text{PH}_3]_t}$
0,00	2,96	5,00	0,00
0,50	3,01	4,83	$3,46 \cdot 10^{-2}$
1,00	3,08	4,59	$8,56 \cdot 10^{-2}$
2,00	3,20	4,18	$17,9 \cdot 10^{-2}$
3,50	3,36	3,64	$31,7 \cdot 10^{-2}$
5,50	3,54	3,03	$50,1 \cdot 10^{-2}$
8,00	3,72	2,43	$72,2 \cdot 10^{-2}$

□ 43 Volgens Binas tabel 36A wijst een rechtlijnig verband tussen $\ln[\text{PH}_3]_0/[\text{PH}_3]_t$ en t op een eerste orde-reactie.

□ 44 Een juiste berekening leidt tot de uitkomst $4,18 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$:
met behulp van de grafiek k berekend (richtingscoëfficiënt van gevonden rechte)
 k en $[\text{PH}_3]_{1,00 \cdot 10^3}$ ingevuld in snelheidsvergelijking met juiste eenheden.



OPGAVE 13

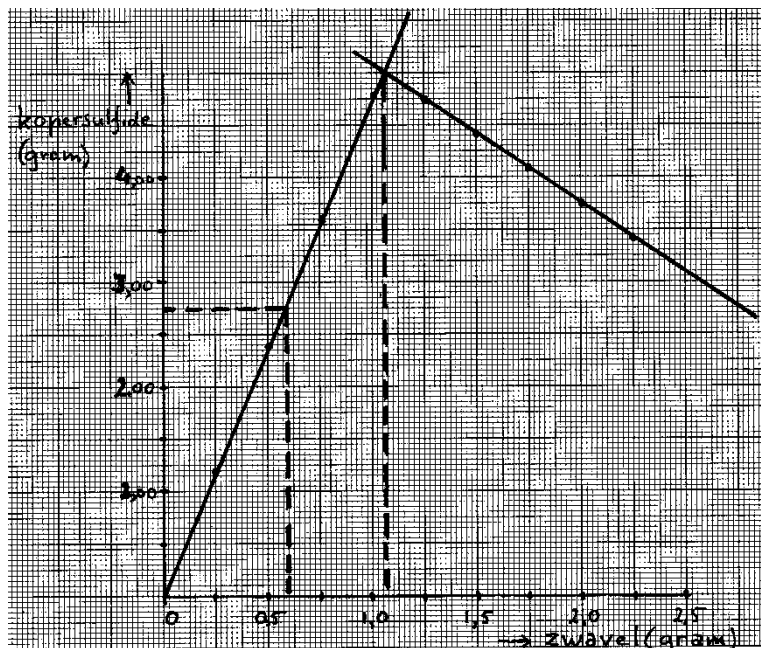
□ 45 Zie grafiek.

□ 46 $0,57 (\pm 0,01)$ gram zwavel

□ 47 $1,04 (\pm 0,01)$ gram zwavel

□ 48 Berekening aantal gram Cu in 5,00 gram kopersulfide: 5,00 gram minus het bij vraag c gevonden aantal gram S
Y berekening massaverhouding.

□ 49 Een juiste berekening leidt tot het antwoord Cu_2S : verhouding berekend door aantal gram Cu in 5,00 gram kopersulfide te delen door de atoommassa van koper, en aantal gram S in 5,00 gram kopersulfide te delen door de atoommassa van zwavel $\Rightarrow$ $3,96 \text{ g Cu} / 63,5 \text{ g mol}^{-1} : 1,04 \text{ g S} / 32,0 \text{ g mol}^{-1} = 1,92 : 1,00 \Rightarrow$ verhoudingsformule voor kopersulfide, met voor S coëfficiënt 1.



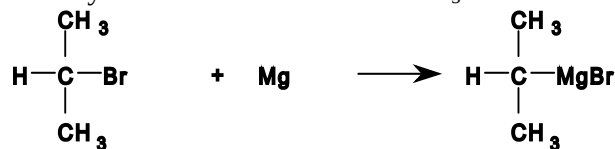


OPGAVE 14

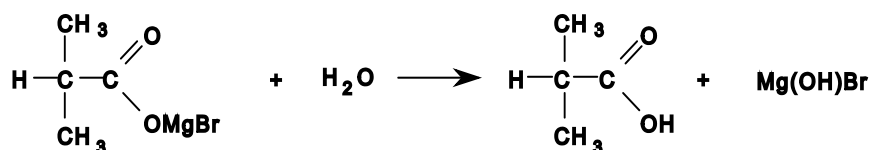
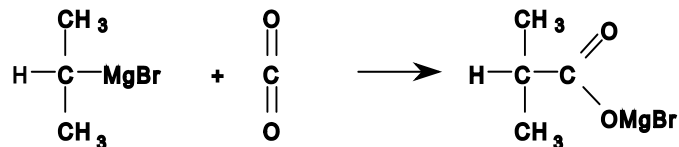
□ 50 $R = C_2H_5$ 1-propanol $R' \text{ en } R'' = H \Rightarrow HCHO$

2-butanol $R' = CH_3 \text{ en } R'' = H \Rightarrow CH_3CHO$

2-methyl-2-butanol $R' \text{ en } R'' = CH_3 \Rightarrow CH_3COCH_3$



□ 51



OPGAVE 15

□ 52 De algemene formule van een cycloalkaan is C_nH_{2n} ; dus geen cycloalkaan

□ 53 $P_4O_{10} + 6 H_2O \rightarrow 4 H_3PO_4$

□ 54 Voorbeeld van een juist antwoord: in ruimte 3 NaOH, dan ontstaan Na_2CO_3 en H_2O

□ 55 $\frac{0,396 \text{ g}}{18,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,20 \cdot 10^{-2} \text{ mol } H_2O$; $\frac{0,880 \text{ g}}{44,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol } CO_2$

$$\frac{2,20 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \text{ mol H}}{2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol C}} \Rightarrow x = 2,20$$

□ 56 water en koolstofdioxide



OPGAVE 16

□ 57 Er moet $(8 \times 7,1 / 40,1 =) 1,4 \text{ mmol}$ calciumionen verwijderd worden.

Bij onthardingsmethode 1: $Ca^{2+} + HCO_3^- + OH^- \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

Hoeveelheid natriumionen neemt toe met $1,4 \times 23 = 32,2 \text{ mg}$; dus hoeveelheid natriumionen wordt $91 + 32,2 = 123,2 \text{ mg}$, waardoor het water niet meer aan de norm voor Na^+ voldoet

Bij onthardingsmethode 2: zelfde vergelijking als bij 1, maar vermeld moet zijn dat door het toevoegen van calciumionen de hoeveelheid te verwijderen calciumionen twee maal zo groot is geworden. Hoeveelheid waterstofcarbonaat zou af moeten nemen met $2 \times 1,4 \times 61 = 171 \text{ mg}$, waarvoor niet genoeg waterstofcarbonaat aanwezig is.

Bij onthardingsmethode 3: $Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3$

Hoeveelheid natriumionen neemt toe met $2 \times 1,4 \times 23 = 64,4 \text{ mg}$, waardoor het water niet meer aan de norm voor Na^+ voldoet.

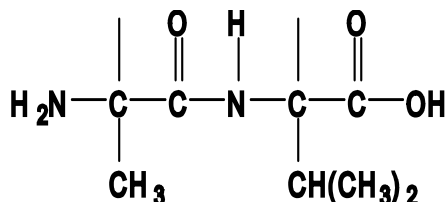
□ 58 Een juiste redenering leidt tot het antwoord dat methode 1 en 3 gecombineerd moeten worden en wel voor resp. 34 en 66%.

Keuze voor combinatie van methode 1 en 3 met als argument dat dan het HCO_3^- gehalte zo hoog mogelijk blijft. Opstellen van vergelijking voor maximale hoeveelheid toe te voegen Na^+ ionen, bijvoorbeeld $(x + 2y) \times 7,1 \times 23/40,1 = 54$ waarbij $x = (\text{percentage methode 1})/100$ en $y = (\text{percentage methode 3})/100$; $x + y = 1$.



OPGAVE 17

□ 59



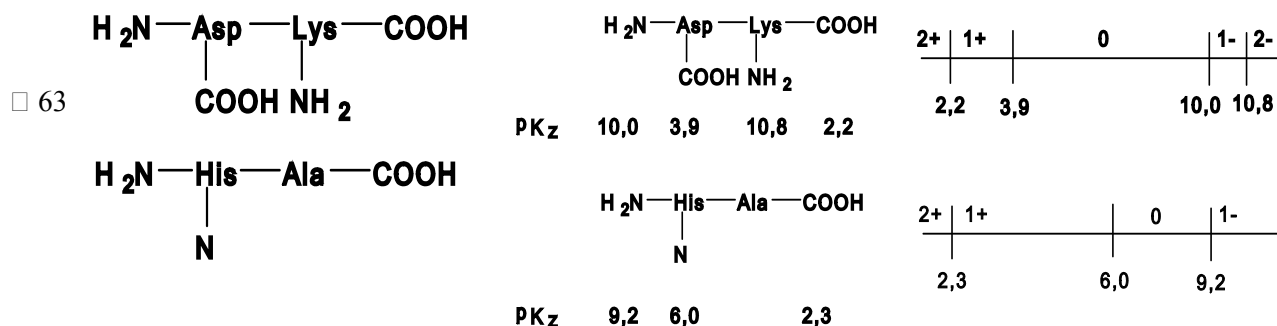
□ 60 $\text{HB} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{B}^-$; $K_z = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot \frac{[\text{B}^-]}{[\text{HB}]}$

Uit $\text{pH} = \text{p}K_z$ volgt dat $K_z = [\text{H}_3\text{O}^+]$; invullen in evenwichtsvoorwaarde en conclusie.

□ 61 Constatering dat alle zuur/basekoppels in de zure vorm zitten γ

conclusie dat de pH dus lager moet zijn dan de $\text{p}K_z$ van het koppel met het sterkste zuur Bde α -COOH-groep van alanine $\Rightarrow \text{pH} < 2,3$

□ 62 Als het tetrapeptide een nettolading 0 heeft moeten de twee sterkste zuren van de vijf zuur/basekoppels hun proton aan de twee sterkste basen hebben afgestaan. De minst sterke basische groep is dan niet geprotoneerd. De pH moet in ieder geval lager zijn dan de $\text{p}K_z$ van de $\alpha\text{-NH}_3^+$ groep van asparaginezuur (10,0) en de pH moet hoger zijn dan de $\text{p}K_z$ van de NH^+ groep in de zijketen van histidine (6,0) $\Rightarrow \text{pH}$ is dus ongeveer 8,0.



□ 64 Bij de beantwoording moet duidelijk worden gemaakt, dat bij $\text{pH} = 5,0$ het ladingverschil tussen beide producten maximaal is. Dit kan bijvoorbeeld door per product de netto-ladingen voor verschillende pH-waarden te berekenen, en daaruit een pH-gebied af te leiden, waarin het ladingverschil maximaal is.

□ 65 Voor een goede binding tussen pocket en zijketen van lysine moet deze zijketen geladen zijn (zie tekst bij vraag d). Bij $\text{pH} < 10,8$ is meer dan 50% van de lysine-zijketen geladen; bij lagere pH's ($< 2,4$) zijn er in het enzymmolecuul, geen Bladingen meer aanwezig, die voor de ionaire binding met de positieve staart van lysine zorgen; dit verklaart de afname van de activiteit van het enzym bij lagere pH's.

□ 66 De pH-waarden waarbij 50% van het enzym aan het substraat is gebonden komen overeen met de $\text{p}K_z$ waarden van de zijketen van asparaginezuur (3,9) en lysine (10,8).

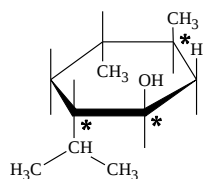
□ 67 De katalytische activiteit neemt toe met de pH γ het katalytisch actieve zuur-basekoppel zit dus in de basische vorm.

□ 68 Er is 50% katalytische activiteit bij $\text{pH} = 6,0$; dit komt overeen met de $\text{p}K_z$ -waarde van histidine.

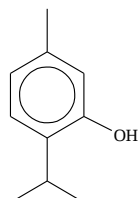


OPGAVE 18

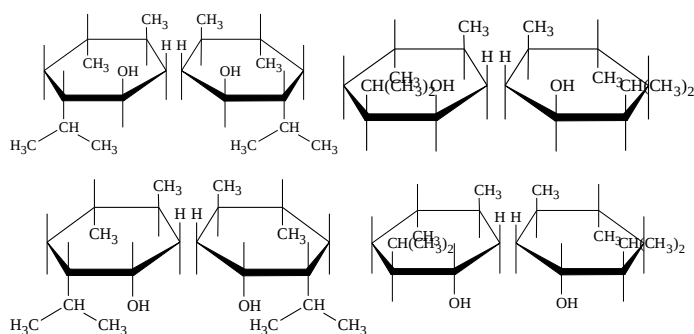
□ 69



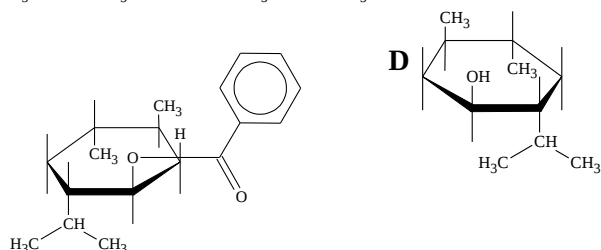
□ 70



□ 71



□ 72



OPGAVE 19

□ 73 $+ \text{pool } 2 \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$

$2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$

_____ +

$2 \text{Cl}^- + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{Cl}_2 + 4 \text{H}^+ + 6 \text{e}^-$

□ 74 $Q = I \times t = 1330 \frac{\text{C}}{\text{s}} \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s} = 4,19 \cdot 10^{10} \text{ C}$

$$\frac{4,19 \cdot 10^{10} \text{ C}}{9,65 \cdot 10^4 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ mol e}^- - \frac{4,35 \cdot 10^5}{6} = 7,24 \cdot 10^4 \text{ mol O}_2 \Rightarrow$$

$$7,24 \cdot 10^4 \text{ mol O}_2 \times 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,32 \text{ ton O}_2$$

□ 75 $5 \cdot 10^{-4} = \frac{[\text{HClO}]}{[\text{Cl}_2]} \cdot [\text{H}^+][\text{Cl}^-] \cdot \frac{[\text{HClO}]}{[\text{Cl}_2]} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{10^{-8,2} \cdot 0,13} = 6 \cdot 10^5 \Rightarrow$

$[\text{HClO}] \gg [\text{Cl}_2]$

$$10^{-7,4} = \frac{[\text{ClO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HClO}]} \cdot \frac{[\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]} = \frac{10^{-7,4}}{10^{-8,2}} = 6,3 \Rightarrow [\text{ClO}^-] > [\text{HClO}]$$

conclusie: ClO^- is het voornaamste eindproduct.

$$\square 76 \quad \frac{1330 \frac{\text{C}}{\text{s}}}{9,65 \cdot 10^4 \frac{\text{C}}{\text{mole}^-} \cdot \frac{6 \text{ mole}^-}{\text{mol Cl}_2}} = 2,30 \cdot 10^{-3} \frac{(\text{mol ClO}^- + \text{mol HClO})}{\text{s}}$$

$$\frac{\frac{6,3}{7,3} \cdot 2,30 \cdot 10^{-3} \text{ mol ClO}^-}{\text{s} \cdot 1000 \text{ m}^2 \cdot \frac{0,010 \text{ m}}{\text{s}}} = 1,98 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$



OPGAVE 20

$$\square 77 \quad pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT} = \frac{1013 \cdot 10^3 \cdot 321 \cdot 10^{-6}}{8,31 \cdot 303} = 1,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\square 78 \quad \text{Stel: } x \text{ mol NO}_2 \Rightarrow (1,29 \cdot 10^{-2} - x) \text{ mol N}_2\text{O}_4$$

$$x \text{ mol} \times 46,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + (1,29 \cdot 10^{-2} - x) \text{ mol} \times 92,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (110,9702 - 109,9736) \text{ g} \Rightarrow$$

$$46,0x = 0,1902 \Rightarrow x = 4,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol NO}_2$$

$$8,77 \cdot 10^{-3} \text{ mol N}_2\text{O}_4$$

$$\square 79 \quad p(\text{NO}_2) = \frac{4,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} \cdot 1,000 \text{ atm} = 0,321 \text{ atm}$$

$$p(\text{N}_2\text{O}_4) = \frac{8,77 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} \cdot 1,000 \text{ atm} = 0,680 \text{ atm}$$

$$\square 80 \quad K_p = \frac{(0,321)^2}{0,679} = 0,152 \text{ atm}$$

$$\Delta G^\circ(30^\circ \text{C}) = -RT \ln K_p(p_o)^{-1} = -8,31 \times 303 \ln 0,152 = 4,74 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\square 81 \quad n = \frac{pV}{RT} = \frac{1013 \cdot 10^3 \cdot 321 \cdot 10^{-6}}{8,31 \cdot 333} = 1,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x \text{ mol} \times 46,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + (1,18 \cdot 10^{-2} - x) \text{ mol} \times 92,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (110,7024 - 109,9736) \text{ g} \Rightarrow$$

$$46,0x = 0,3568 \Rightarrow x = 7,757 \cdot 10^{-3} \text{ mol NO}_2$$

$$4,043 \cdot 10^{-3} \text{ mol N}_2\text{O}_4$$

$$p(\text{NO}_2) = \frac{7,757 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} \cdot 1,000 \text{ atm} = 0,658 \text{ atm}$$

$$p(\text{N}_2\text{O}_4) = \frac{4,043 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} \cdot 1,000 \text{ atm} = 0,343 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{(0,657)^2}{0,343} = 1,26 \text{ atm}$$

$$\Delta G^\circ(60^\circ\text{C}) = -RT \ln K_p(p_o)^{-1} = -8,31 \times 333 \ln 1,26 = -0,640 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\square 82 \quad \Delta G^\circ(30^\circ\text{C}) = 4,74 \cdot 10^3 = \Delta H^\circ - 303 \Delta S^\circ$$

$$\Delta G^\circ(60^\circ\text{C}) = -0,640 \cdot 10^3 = \Delta H^\circ - 333 \Delta S^\circ$$

$$\underline{\hspace{10em} - \hspace{10em}} \\ 5,38 \cdot 10^3 = 30 \Delta S^\circ \Rightarrow \Delta S^\circ = 179 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \Rightarrow \Delta H^\circ = 59,1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

- $\square 83$ De entropieverandering is positief: spreiding van energie over de ruimte neemt toe.

De enthalpieverandering is positief: endotherme reactie.

- $\square 84$ Bij deze reactie wordt 1 mol gas in 2 mol gas omgezet $\Rightarrow$ meer spreiding van energie.

Bij deze reactie worden meer bindingen verbroken dan gevormd. Dat kost energie.

Opmerking

ook goed: Als ΔS° is positief, en reactie is evenwicht, dan moet ΔH° ook positief zijn (want dan $\Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = 0$)



OPGAVE 21

- $\square 85$ Een goede buffer zal bij een niet al te grote hoeveelheid toegevoegd KOH nauwelijks een pH-verandering te zien geven. In de formule van de buffercapaciteit zal de noemer klein zijn bij een tamelijk grote teller β moet dus groot zijn.

De eenheid is mmol (want ΔpH heeft geen dimensie).

- $\square 86$ $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4^+$

- $\square 87$ NH_4Cl

5,0 mL 0,100 M zoutzuur – 0,50 mmol H_3O^+

(Er is overmaat ammonia) Er ontstaat dus 0,50 mmol NH_4Cl

- $\square 88$ $\beta = 0,88 \pm 0,022$

aantal mmol toegevoegd KOH = $0,88 \cdot 0,05 = 0,044 \pm 0,001$ mmol

- $\square 89$ De pH van een $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ buffer = $9,24 \pm 1,00$

Bij lage pH (4,5) zou er nagenoeg geen base, NH_3 meer aanwezig zijn om de invloed van zure toevoegingen tegen te gaan of (indien berekening is gegeven):

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4,5} = 3,2 \cdot 10^{-5} \Rightarrow$$

$$\text{verhouding } [\text{NH}_3]/[\text{NH}_4^+] = 5,8 \cdot 10^{-10} / 3,2 \cdot 10^{-5} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

Het mengsel bevat te weinig base om de invloed van zure toevoegingen tegen te gaan òf deze verhouding ligt te ver van de ongeveer 1 : 1 die bij goede buffers aanwezig is.



OPGAVE 22

- $\square 90$ Eventueel vermelde toestandsaanduidingen en coëfficiënten dienen niet beoordeeld te worden.

A + B	H^+ en Cl^-
D	Na_2CO_3
E	H_2
F + G	Zn^{2+} en Cl^-
J	AgCl
K + L	Zn^{2+} en NO_3^-



OPGAVE 23

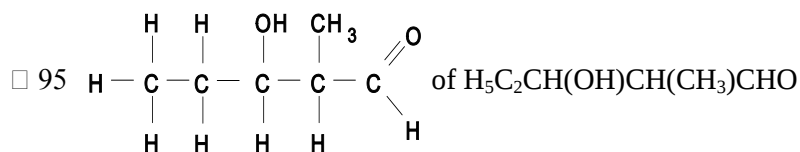
- $\square 91$ (Beide zouten kunnen niet met kaliumbromide reageren.) De te kiezen stof moet (dus) met broom reageren. Br_2 is een oxidator (redoxkoppel Br^-/Br_2 met $V^\circ = 1,09$).

Γ^- (redoxkoppel Γ^-/I_2 met V° is 0,53 V) is betere reductor dan Br^- of Cl^- is een slechtere reductor dan Br^- ; hij moet dus kaliumjodide oplossen.

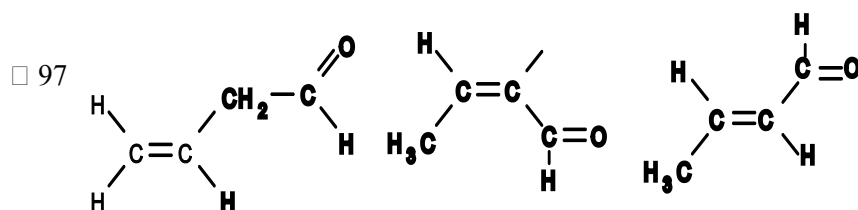
- ☐ 92 Γ^- levert elektronen en/of Br_2 neemt elektronen op; elektronenstroom gaat dus van B naar A.
- ☐ 93 Als de stroomlevering stopt, is de reactie afgelopen, dus één der reactanten moet op zijn (Vloeistof in linker bekerglas is nog gekleurd.) Er is dus nog broom over. Jodide in rechter bekerglas is op.
- ☐ 94 Er moet dan weer jodide gemaakt worden in rechter halfcel: $\text{I}_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \Gamma^-$ (B moet met de negatieve,) A met de positieve pool verbonden worden of stroomrichting moet omgekeerd worden: de elektronen moeten van A naar B. A moet dus met de positieve pool verbonden worden.



OPGAVE 24



- ☐ 96 3-hydroxybutanal



- ☐ 98 Twee verschillende aldolen, want twee butanalmoleculen kunnen een aldolmolecuul geven, maar een butanalmolecuul kan maar op één manier met een methanalmolecuul reageren. Twee methanalmoleculen kunnen niet samen een aldolmolecuul geven.

Of butanal heeft een α -koolstofatoom, maar methanal heeft dat niet. Dus twee butanalmoleculen kunnen een aldolmolecuul geven, maar twee methanalmoleculen niet. Een butanalmolecuul kan dus maar op één manier met een methanalmolecuul reageren.



OPGAVE 25

- ☐ 99 $12 \text{Ni}^{3+} + 2 \text{Cl}^- \rightarrow 2 \text{Ni}^{2+} + \text{Cl}_2$
 $2 \text{Cl}_2 + 2 \Gamma^- \rightarrow 2 \text{Cl}^- + \text{I}_2$
 $32 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2 \Gamma^-$

- ☐ $1009,95 \text{ cm}^3 \times 0,0200 \text{ mol L}^{-1} = 0,199 \text{ mmol S}_2\text{O}_3^{2-}$

$$0,199 \text{ mmol S}_2\text{O}_3^{2-} \times 0,199 \text{ mmol Ni}^{3+}$$

- ☐ $10147,8 \text{ cm}^3 \times 0,01000 \text{ mol L}^{-1} = 0,478 \text{ mmol EDTA} \times$

$$\frac{0,478 \text{ mmol Ni}^{2+}}{20,00 \text{ cm}^3} \Rightarrow \text{totale hoeveelheid Ni} = 2,39 \text{ mmol}$$

totaal Ni: 2,39 mmol

Ni^{3+} : 0,199 mmol

Ni^{2+} : 2,19 mmol

totaal $\text{O}^{2-} = 1,5 \times 0,199 (\text{Ni}^{3+}) + 2,19 (\text{Ni}^{2+}) = 2,49 \text{ mmol O}^{2-}$

$$x = \frac{2,39}{2,49} = 0,960$$

Of berekening Ni"tekort": (voor elk ontbrekend Ni-ion compenseren twee Ni³⁺ ionen:)
 $0,199 : 2 = 0,0995 \Rightarrow x = 2,39 : (2,39 + 0,0995) = 0,960$

$$\square 102 y = \frac{2,19}{2,49} = 0,880$$

$$z = \frac{0,199}{2,49} = 0,0799$$

$$\square 103 \text{ Perfecte structuur: } \text{Ni}^{2+} : \text{O}^{2-} = 1 : 1$$

Nu: 0,960 : 1
 Fractie leeg is 0,04



OPGAVE 26

$$\square 104 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ K} \times 452 \frac{\text{J}}{\text{K}} = 5,65 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

$$\square 105 28,0 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3 \times 0,500 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mmol C}_{12}\text{E}_5$$

$$\square 106 \Delta H^\circ = \frac{5,65 \cdot 10^{-2} \text{ J}}{4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mmol}} = 14,1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$\square 107$ De enthalpieverandering is negatief, omdat bij het proces warmte (energie) is vrijgekomen.

$$\square 108 \frac{0,74 \cdot 10^{-4}}{1,25 \cdot 10^{-4}} \cdot 4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mmol} = 2,37 \cdot 10^{-3} \text{ mmol}$$

$$\square 109 k.m.c. = \frac{(4,00 + 2,37) \cdot 10^{-3} \text{ mmol}}{100,0 \text{ cm}^3} = 6,37 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\square 110 K = \frac{1}{6,37 \cdot 10^{-5}} = 1,57 \cdot 10^4$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_c = -8,31 \times 298 \ln 1,57 \cdot 10^4 = -23,9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol monomeer}}$$

$$\square 111 \Delta H^\circ = 14,1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol monomeer}}$$

$$\Delta S^\circ = \frac{\Delta H^\circ - \Delta G^\circ}{T}$$

$$\frac{\Delta H^\circ - \Delta G^\circ}{T} = \frac{(14,1 + 23,9) \cdot 10^3 \text{ J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 128 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

$\square 112$ De volgende verklaring is juist: rond de hydrofobe staart van C₁₂E₅ (monomeer) treedt verstarring op van de watermantel. Dit geeft een toestand met lage entropie. Bij de vorming van micellen wordt het contactoppervlak van C₁₂E₅ met water veel kleiner. Hierdoor neemt de verstarring in de watermantel af (dus de entropie neemt dus toe).

Elke andere aannemelijke verklaring voor de toename van de entropie bij micelvorming mag worden goed gerekend.