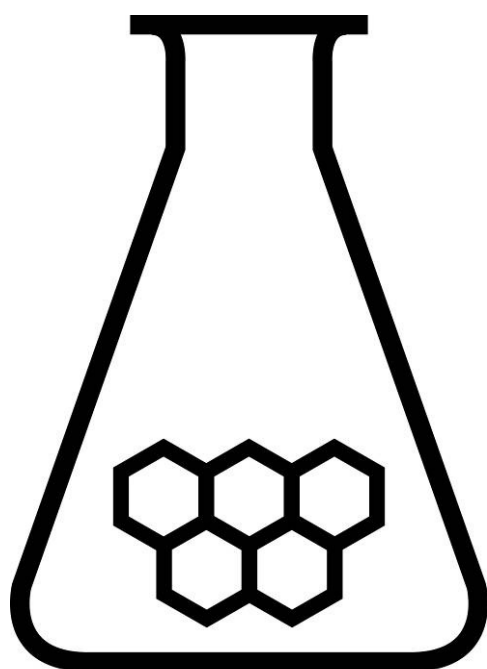


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

OPGAVEN VOORRONDE 1

(de week van)
woensdag 7 februari 2007



SCHEIKUNDE OLYMPIADE



GE
Plastics

- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 7 onderwerpen en 3 open vragen met in totaal 17 deelvragen en een antwoordblad voor de meerkeuzevragen
- Gebruik voor elke opgave (met open vragen) een apart antwoordvel, voorzien van naam
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 100 punten
- De voorronde duurt maximaal 2 klokuren
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5^e druk (of 4^e druk)
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert

Opgave 1 Meerkeuzevragen (40 punten)

Per juist antwoord 2 punten. Vul op het bijgeleverde antwoordblad de juiste letters in.

structuur/stofeigenschap

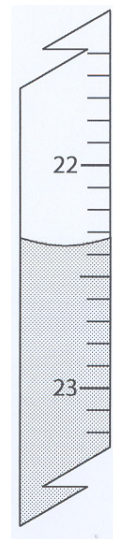
- 1 Welk van onderstaande metalen reageert het heftigst met water?
a. Ca | b. K | c. Mg | d. Na
- 2 Welke van onderstaande stoffen levert bij inleiden in water een zure oplossing?
a. Ar | b. CH₄ | c. CO₂ | d. NH₃
- 3 Men verwacht een lage smeltwarmte bij het volgende type vaste stof
a. covalent netwerk | b. ionair | c. metallisch | d. moleculair
- 4 Welke set stoffen is volledig moleculair?
a. BCl₃, PCl₃, SiCl₄ | b. HBr, N₂H₄, NH₄Br | c. H₂S, I₂, NaI | d. Al, As₄, O₃

practicum

- 5 Welke van onderstaande stoffen is het slechtst oplosbaar in water?
a. CaCO₃ | b. Ca(HCO₃)₂ | c. K₂CO₃ | d. KHCO₃
- 6 Welke buretstand in mL hoort bij de figuur (rechts)?
a. 22,3 | b. 22,30 | c. 22,36 | d. 22,40 | e. 23,6 | f. 23,7 | g. 23,64
- 7 Welke van de volgende methoden wordt aangeraden om te bepalen welke geur een onbekende vloeistof heeft?
a. Breng een paar druppels van de vloeistof over op de labtafel en inhaleer vervolgens de damp.
b. Houd de reageerbuis met de vloeistof onder je neus en inhaleer de damp.
c. Wapper met je hand een beetje damp van de reageerbuis naar je neus en inhaleer.
d. Zuig met een pasteurpipetje een beetje damp op en knijp vlak onder je neus op het speentje.
- 8 Welke scheidingstechniek is gebaseerd op een verschil in vluchtigheid van de componenten?
a. destillatie | b. extractie | c. filtratie | d. papierchromatografie

rekenen

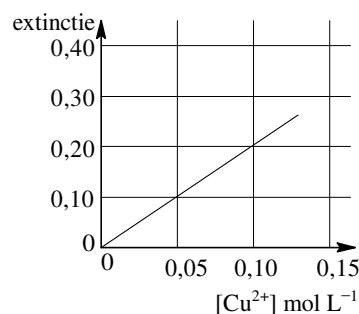
- 9 In een verbinding van Mg, P en O is het massapercentage Mg = 21,85 en dat van P = 27,83. Welke formule heeft deze verbinding?
a. Mg₃(PO₄)₂ | b. Mg₃(PO₃)₂ | c. Mg₂P₂O₆ | d. Mg₂P₂O₇
- 10 Eén mol alcohol wordt volledig verbrand volgens onderstaande reactievergelijking (de coëfficiënten zijn niet ingevuld). Hoe groot is de verandering in het aantal mol gas?
... C₂H₅OH(g) + ... O₂(g) → ... CO₂(g) + ... H₂O(g)
a. -1 | b. -0,5 | c. 0 | d. 0,5 | e. 1 | f. 1,5



- 11 Ammoniak wordt geproduceerd volgens: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$. Bij een bepaald experiment brengt men in een vat 0,50 mol N_2 en 0,50 mol H_2 . Er wordt 0,25 mol NH_3 gevormd. Het molpercentage NH_3 in het uiteindelijke gasmengsel is:
- a. 75 | b. 50 | c. 33 | d. 25

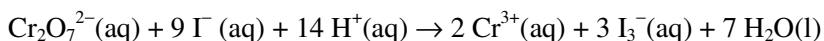
bepaling

- 12 20,0 mL van een koper(II)oplossing wordt verdund tot 250,0 mL. De verkregen oplossing geeft een extinctie van 0,15. Onder dezelfde omstandigheden geeft de colorimeter bijgaande extinctiecurve. Welke $[\text{Cu}^{2+}]$ (mol L^{-1}) heeft de oorspronkelijke oplossing?
- a. 0,0060 | b. 0,0075 | c. 0,30 | d. 0,94
- 13 560 cm^3 van een gas heeft bij 0 °C en $p = p_0$ een massa van 1,60 g. Welk gas kan dit zijn?
- a. Cl_2 | b. CO_2 | c. O_2 | d. SO_2



reactie (warmte, snelheid en type)

- 14 Men heeft de beschikking over de volgende oplossingen: 1 M zoutzuur, 2 M zoutzuur, 1 M natronloog en 2 M natronloog. De oplossingen hebben allemaal dezelfde temperatuur. De soortelijke warmte ervan is ook gelijk. Men mengt steeds twee oplossingen. Welk van de verkregen mengsels krijgt uiteindelijk de hoogste temperatuur?
- a. 50 mL 1 M HCl-opl. en 50 mL 1 M NaOH-opl.
 b. 50 mL 2 M HCl-opl. en 50 mL 2 M NaOH-opl.
 c. 100 mL 1 M HCl-opl. en 50 mL 2 M NaOH-opl.
 d. 100 mL 1 M HCl-opl. en 100 mL 1 M NaOH-opl.
- 15 Bij verschillende beginconcentraties (H^+ is in grote overmaat aanwezig, de temperatuur is steeds hetzelfde) meet men de reactiesnelheden van reactie:



experiment	$[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$	$[\text{I}^-]$	reactiesnelheid
1	0,0040	0,010	$0,50 \cdot 10^{-4}$
2	0,0080	0,010	$0,10 \cdot 10^{-3}$
3	0,0120	0,020	$0,60 \cdot 10^{-3}$

De reactiesnelheidsvergelijking voor deze reactie kan worden weergegeven met $s = k[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]^x[\text{I}^-]^y[\text{H}^+]^z$. Wat volgt uit deze experimenten voor de waarden van x en y ?

waarde van	x	y
a.	1	1
b.	1	2
c.	2	1
d.	2	2

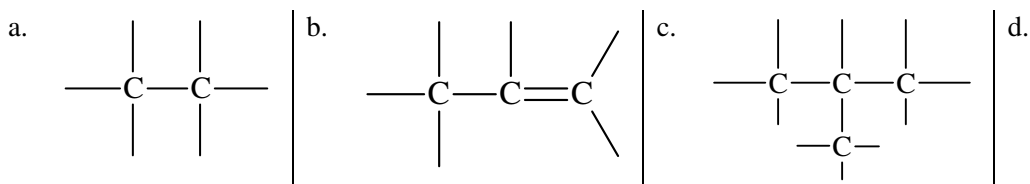
- 16 Welke van onderstaande reacties is een redoxreactie?
- a. $2 \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
 b. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 c. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 d. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

zuurtegraad

- 17 Welke pH ($T = 298 \text{ K}$) heeft een $0,025 \text{ M Ca(OH)}_2$ -oplossing?
a. 1,30 | b. 1,60 | c. 3,20 | d. 10,80 | e. 12,40 | f. 12,70
- 18 Welke van de volgende $0,1 \text{ M}$ zoutoplossingen heeft de hoogste pH?
a. KNO_3 | b. MgCl_2 | c. NaNO_2 | d. NH_4Cl

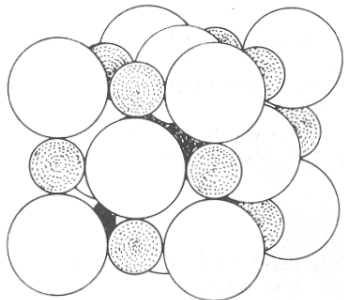
koolwaterstof

- 19 Hoeveel isomeren zijn er met de molecuulformule C_5H_{12} ?
a. 2 | b. 3 | c. 4 | d. 5
- 20 Welke structuurformule stelt een onverzadigde alifatische koolwaterstof voor?

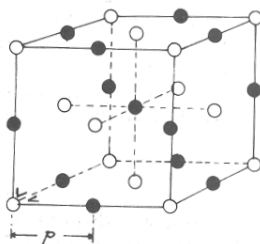


Opgave 2 De eenheidscel (17 punten)

Een kristal keukenzout kunnen we beschrijven als een regelmatige stapeling van Na^+ -ionen en Cl^- -ionen. In figuur 1 is de stapeling van dit ionrooster weergegeven. In figuur 2 zijn slechts de posities van de ionen in dit rooster aangegeven; de getekende lijnen dienen ter verduidelijking van de ruimtelijke structuur.



figuur 1



figuur 2

Met p wordt de kleinste afstand bedoeld tussen de kern van een positief ion en een negatief ion. Als we veronderstellen dat de ionen in dit rooster zich gedragen als harde bollen, dan kunnen we aan elke ionsoort een bepaalde straal r toekennen. Omdat positieve ionen en negatieve ionen in een kristal keukenzout elkaar raken, is $r_{\text{Na}^+} + r_{\text{Cl}^-} = p$ (zie figuur 2).

Men kan berekenen dat voor keukenzout geldt dat $p = 2,82 \cdot 10^{-8}$ cm. Bij deze berekening wordt uitgegaan van een kubusvormig kristal met een massa van 58,44 g (een mol).

- 1 Bereken de lengte van de ribbe, in cm, van een kubusvormig kristal keukenzout dat 58,44 gram weegt. Gebruik daarbij het gegeven dat de dichtheid van natriumchloride $2,17 \text{ gram cm}^{-3}$ bedraagt. 2
- 2 Laat met behulp van de uitkomst van de vorige vraag zien dat voor keukenzout geldt dat $p = 2,82 \cdot 10^{-8}$ cm. Gebruik bij je berekening de constante van Avogadro (zie Binas-tabel 7). Geef ook een toelichting bij je berekening. 6

Uit p kunnen echter de afzonderlijke stralen van het positieve en het negatieve ion niet worden berekend. Om deze ionstralen toch te kunnen berekenen heeft men meer gegevens nodig.

Figuur 2 beschrijft ook het ionrooster van andere alkalihalogeniden. Alkalihalogeniden zijn verbindingen van alkalimetalen (elementen uit groep 1 van het Periodiek Systeem) en halogenen (elementen uit groep 17 van het Periodiek Systeem).

In onderstaande tabel is voor een aantal van deze zouten p vermeld.

p in 10^{-8} cm					
LiF	2,01	NaF	2,40	KF	2,69
LiCl	2,57	NaCl	2,82	KCl	3,15
LiBr	2,75	NaBr	2,99	KBr	3,30
LiI	3,17	NaI	3,24	KI	3,53

Berekent men de verschillen tussen de p -waarden van de natriumhalogeniden en de overeenkomstige kaliumhalogeniden, dan volgt daaruit dat de straal van het natriumion ongeveer $0,31 \cdot 10^{-8}$ cm kleiner is dan die van het kaliumion.

De straal voor een natriumion kan hieruit echter nog niet worden afgeleid. Stellen we $r_{\text{K}^+} = x \cdot 10^{-8}$ cm, dan kunnen r_{Na^+} en r_{Cl^-} hierin worden uitgedrukt.

- 3 Druk r_{Na^+} en r_{Cl^-} uit in x . 2

De verschillen tussen de p -waarden van de natriumhalogeniden en de overeenkomstige lithiumhalogeniden lopen sterk uiteen.

Als we aannemen dat ionen harde bollen zijn met een straal die niet afhankelijk is van de verbinding waarin ze voorkomen, moeten we voor een aantal lithiumverbindingen aannemen dat p groter is dan de som van de ionstralen.

We kunnen veronderstellen dat in bijvoorbeeld lithiumjodide de positieve ionen zoveel kleiner zijn dan de negatieve ionen, dat negatieve ionen elkaar raken.

- 4 Geef deze situatie weer in een tekening, analoog aan het voorvlak van figuur 1 en bereken r_{I^-} met behulp van deze tekening. 5
- 5 Bereken r_{Na^+} en r_{Cl^-} . 2

■ Opgave 3 Een zwavelsuspensie (22 punten)

Wanneer men gelijke volumes 0,2 molair natriumthiosulfaatoplossing en 0,2 molair zoutzuur mengt, verschijnt na ongeveer een halve minuut een lichte troebeling waarna de vloeistof geleidelijk minder doorzichtig wordt.

Men kan de troebeling verklaren door aan te nemen dat twee reacties na elkaar optreden: eerst ontstaan waterstofthiosulfaationen ($HS_2O_3^-$), die vervolgens uiteenvallen in waterstofsulfietionen (HSO_3^-) en zwavelatomen. Deze zwavelatomen verenigen zich daarna tot grotere zwaveldeeltjes. Een troebeling valt in de oplossing waar te nemen, wanneer de zwaveldeeltjes uit tenminste 10^{10} atomen bestaan.

- 6 Geef de vergelijkingen van de twee hierboven beschreven reacties. 2

De tijd die verstrijkt tussen het mengen van de oplossingen en het verschijnen van de troebeling noemen we de 'wachttijd'. Om te kunnen verklaren waarom de vloeistof niet direct troebel wordt, hebben verschillende onderzoekers proeven uitgevoerd. Daarbij heeft men onder andere verondersteld dat de zwavelatomen zeer snel worden gevormd, maar zich daarna slechts langzaam verenigen tot deeltjes die groot genoeg zijn om de troebeling waar te nemen.

A.F. Holleman (1895) mengde 5 mL 0,2 molair natriumthiosulfaatoplossing met 5 mL 0,2 molair zoutzuur en neutraliseerde nog vóór het verschijnen van de troebeling de oplossing met 1 mL 1 molair kaliloog. Korte tijd later zag hij de troebeling toch verschijnen.

- 7 Heeft Holleman in dit experiment de veronderstelling onderzocht dat de zwavelatomen zeer snel worden gevormd en zich slechts langzaam verenigen tot grotere zwaveldeeltjes? Licht je antwoord toe. 4

Scheffer en Böhm (1929) mengden 300 mL 0,010 molair natriumthiosulfaatoplossing met 24 mL 1 molair zoutzuur. Direct daarna namen ze een monster van 25 mL uit het mengsel en titreerden dit onmiddellijk met een joodoplossing. Later namen ze nogmaals enkele monsters van 25 mL uit het mengsel en titreerden deze eveneens met joodoplossing. Het bleek dat de voor titratie benodigde hoeveelheid jood groter was naarmate een monster later werd getitreerd.

Waterstofthiosulfaat wordt door jood omgezet in tetrathionaat ($S_4O_6^{2-}$) en waterstofsulfiet in sulfaat. Deze reacties zijn redoxreacties.

- 8 Geef voor de reacties van waterstofthiosulfaat met jood en van waterstofsulfiet met jood de vergelijkingen van de halfreacties en leid daarmee de totale reactievergelijkingen af. 6

- 9 Welke verklaring voor het optreden van een wachttijd volgt uit de resultaten van Scheffer en Böhm? Licht je antwoord toe. 3

Sikma (1977) voerde proeven uit waarbij hij telkens 10 mL 0,10 molair natriumthiosulfaatoplossing ('thio') mengde met 30 mL zoutzuur van verschillende concentratie. Hij noteerde bij elke proef de wachttijd (zie tabel).

Proefnummer	mL 0,10 molair thio	zoutzuur	wachttijd in s
1	10	30 mL 0,017 molair	84
2	10	30 mL 0,033 molair	70
3	10	30 mL 0,067 molair	60
4	10	30 mL 0,100 molair	57

- 10 Bij welke van deze proeven werden natriumthiosulfaatoplossing en zoutzuur samengevoegd in een verhouding die overeenkomt met de reactievergelijking in je antwoord op vraag □6? Licht je antwoord toe. 2
- 11 Geef een mogelijke verklaring voor het feit dat in het experiment van Sikma de wachttijd in proef 2 aanzienlijk korter is dan in proef 1 en voor het feit dat de wachttijd in proef 4 maar heel weinig korter is dan de wachttijd in proef 3. 5

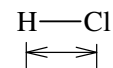
■ Opgave 4 Dipoolmoment (21 punten)

Van veel stoffen kan men een aantal eigenschappen verklaren wanneer men aanneemt dat die stoffen bestaan uit moleculen met een dipool. Onder een molecuul met een dipool verstaat men een molecuul waarin het zwaartepunt van de positieve ladingen niet samenvalt met dat van de negatieve ladingen.

Bij een tweeatomig molecuul met een dipool kent men aan het atoom dat zich aan de negatieve zijde bevindt een grotere elektronegativiteit toe dan aan het andere atoom. Voor elektronegativiteit zie tabel 40A. Voorbeeld HCl (zie rechts).

elektronegativiteit: 2,1 2,8

lading:
(δ betekent: een klein beetje) δ^+ δ^-



afstand: r

Een belangrijke eigenschap van moleculen is het dipoolmoment μ . Dit wordt gedefinieerd als het product van de hoeveelheid positieve lading Q en de afstand r tussen de zwaartepunten van de ladingen in het molecuul. Er bestaan verschillende experimenten waaruit men de grootte van het dipoolmoment van de moleculen van een stof kan afleiden.

De (relatieve) molecuulmassa van kaliumchloride in de gasfase bedraagt 74,5. Men kan veronderstellen dat kaliumchloride in de gasfase bestaat uit 'moleculen' die elk zijn opgebouwd uit een K^+ ion en een Cl^- ion. Deze bolvormige ionen raken elkaar.

- 12 Bereken, uitgaande van deze veronderstelling, de grootte van het dipoolmoment van een molecuul kaliumchloride in de gasfase. Gebruik de Binas-tabellen 7 en 40A (39) en vermeld de eenheid waarin je het dipoolmoment hebt uitgedrukt. 3

Uit metingen aan kaliumchloride in de gasfase blijkt dat de waarde van het dipoolmoment van een 'molecuul' kaliumchloride aanmerkelijk kleiner is dan de onder □12 bedoelde waarde.

Een mogelijke verklaring is dat er in de gasfase maar in één richting binding plaatsvindt, waardoor de elektronenwolken in de bindingsrichting samengedrukt worden. Daardoor neemt de afstand tussen de ladingen van het dipoolmolecuul af en wordt het dipoolmoment kleiner.

- 13 Geef een andere verklaring voor het kleinere dipoolmoment van een 'molecuul' kaliumchloride. 4

Er bestaat een aantal verbindingen die men fosforhalogeniden noemt. Zo kent men fosfortrichloride (PCl_3), fosfortrichloridedifluoride (PCl_3F_2) en fosforpentachloride (PCl_5).

Men neemt aan dat fosforhalogeniden bestaan uit moleculen waarin de halogeenatomen gebonden zijn aan het fosforatoom. Uit experimenten met deze drie stoffen in de gasfase blijkt dat alleen aan een molecuul fosfortrichloride een dipool moet worden toegekend.

- 14 Teken voor elk van de drie genoemde fosforhalogeniden de ruimtelijke bouw in overeenstemming met het bovenstaande. 4
Er bestaat zowel *cis*- als *trans*-1,2-dichlooretheen.
- 15 Teken de structuurformules van beide moleculen zó dat het verschil tussen *cis* en *trans* duidelijk blijkt. Geef voor elk van deze stoffen aan of je op grond van de ruimtelijke bouw al dan niet een dipool verwacht. 4
- 16 Bij welke ruimtelijke voorstelling van een molecuul 1,2-dichloorethaan verwacht je dat dit molecuul géén dipool heeft? 3
- 17 Welke conclusie trek je uit het feit dat aan moleculen 1,2-dichloorethaan op grond van metingen wèl een dipool moet worden toegekend? Geef een verklaring voor je antwoord. 3

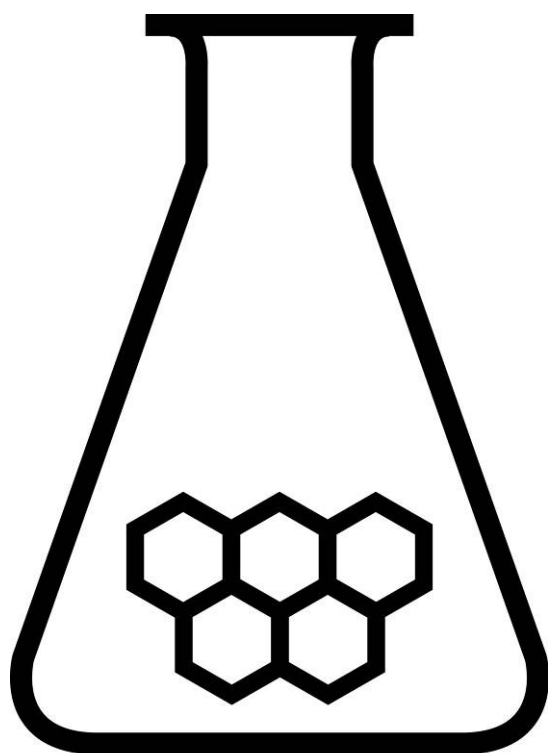
naam:

Antwoordblad meerkeuzevragen van voorronde 1 van de Nationale Scheikundeolympiade 2007

nr.	keuze letter	
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
totaal		

ANTWOORDMODEL VOORRONDE 1

(de week van)
woensdag 7 februari 2007



GE
Plastics

SCHEIKUNDE OLYMPIADE

- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 7 onderwerpen en 3 open vragen met in totaal 17 deelvragen
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 100 punten (geen bonuspunten)
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert
- Bij de correctie van het werk moet bijgaand antwoordmodel worden gebruikt. Daarnaast gelden de algemene regels, zoals die bij de correctievoorschriften voor het CSE worden verstrekt.

Opgave 1 Meerkeuzevragen (40 punten)

Per juist antwoord (motivatie niet gevraagd)

2

structuur/stofeigenschap

1	b	K is het meest onedel: laagste standaardelektrodepotentiaal
2	c	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ is koolzuur
3	d	de vanderwaalsbinding tussen moleculen is zwak
4	a	NH_4Br en NaI zijn zouten, Al is een metaal; de stoffen bij a zijn alle drie moleculair

practicum

5	a	zure zouten en kaliumzouten zijn goed oplosbaar
6	c	22,36: aflezen in twee decimalen, 2 ^e decimaal is schatting, uitstroomvolume
7	c	veiligste methode
8	a	destillatie is gebaseerd op kookpuntsverschillen

rekenen

9	d	100 g verbinding bevat $\frac{21,85 \text{ g}}{24,31 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,889 \text{ mol Mg}$, $\frac{27,83 \text{ g}}{30,97 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,889 \text{ mol P}$ en $\frac{50,32 \text{ g}}{16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3,145 \text{ mol O} \Rightarrow \text{Mg} : \text{P} : \text{O} = 1 : 1 : 3,50 = 2 : 2 : 7$
10	e	de juiste coëfficiënten: 1, 3, 2, 3; van 4 \rightarrow 5 mol gas $\Rightarrow \Delta \text{mol} = 1$
11	c	Nodig voor 0,25 mol NH_3 , 0,125 mol N_2 en 0,375 mol $\text{H}_2 \Rightarrow$ na reactie: 0,375 mol N_2 ; 0,125 mol H_2 (en 0,25 mol NH_3) $\Rightarrow (0,25/0,75) \times 100\% = 33\%$

bepaling

12	d	aflezing: 0,075; verdunningsfactor 12,5 $\Rightarrow 12,5 \times 0,075 = 0,94 \text{ mol L}^{-1}$
13	d	$V_m = 22,4 \text{ L/mol}$ (Binas 7); 1 mol g weegt $22,4/0,560 \times 1,60 \text{ g} = 64 \text{ g} \Rightarrow \text{SO}_2$

reactie

14	b	bij b, c, d wordt 100 mmol water gevormd (bij a de helft); bij b ontstaat slechts 100 mL mengsel \Rightarrow bij b zal de temperatuur het meest stijgen
15	b	exp. 1 en 2: de snelheid is recht evenredig met de dichromaatconc.; exp. 2 en 3 snelheid evenredig met het kwadraat van de jodideconc. $\Rightarrow x = 1$ en $y = 2$
16	a	alleen bij a veranderen atoomsoorten van lading

zuurtegraad

17	e	$[\text{OH}^-] = 0,050 \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = 1,30 \Rightarrow \text{pH} = 12,70$
18	c	NO_2^- is zuurrest zwak zuur, dus zwakke base \Rightarrow hoogste pH

koolwaterstof

19	b	met de namen: pentaan, methylbutaan en dimethylpropan
20	b	dubbele binding, geen aromaat

Opgave 2 De eenheidscel (17 punten)

□18 Maximumscore 2

Het volume van de kubus is $\frac{58,5}{2,17} = 27,0 \text{ cm}^3$; de lengte van de ribbe is $\sqrt[3]{27} = 3,00 \text{ cm}$.

- berekening van het volume van 58,44 g NaCl: 58,44 (g) delen door 2,17 (g cm⁻³) 1
- berekening van de lengte van de ribbe van de kubus: de derde machtswortel uit het volume 1

□19 Maximumscore 6

1^e methode

58,44 g NaCl (1 mol) bevat $6,02 \cdot 10^{23}$ Na⁺ ionen en $6,02 \cdot 10^{23}$ Cl⁻ ionen. Dus in totaal zitten er $12,04 \cdot 10^{23}$ ionen in de kubus. Op elke ribbe liggen dan $\sqrt[3]{12,04 \cdot 10^{23}}$ ionen (eindionen tellen maar voor de helft mee). De afstand tussen het eerste en het laatste ion is $p \times \sqrt[3]{12,04 \cdot 10^{23}} = 3,00 \text{ cm} \Rightarrow$

$$p = \frac{3,00}{\sqrt[3]{12,04 \cdot 10^{23}}} = 2,82 \cdot 10^{-8} \text{ cm.}$$

- berekening van het totale aantal Na⁺ en Cl⁻ ionen in de kubus: $12,04 \cdot 10^{23}$ 1
- berekening van het aantal ionen op een ribbe van de kubus: de derdemachtswortel uit het totale aantal Na⁺ en Cl⁻ ionen in de kubus 2
- berekening van de lengte van de ribbe van de kubus: de derdemachtswortel uit het totale aantal Na⁺ en Cl⁻ ionen in de kubus vermenigvuldigen met p 2
- berekening van p : 3,00 (cm) delen door de derdemachtswortel uit het totale aantal Na⁺ en Cl⁻ ionen in de kubus 1

Opmerkingen

Wanneer het aantal ionen op de ribbe van de kubus is berekend als $\sqrt[3]{12,04 \cdot 10^{23}} + 1$ (eindionen volledig meegeteld), en niet als $\sqrt[3]{12 \cdot 10^{23}}$, dit niet aanrekenen.

Wanneer slechts een antwoord is gegeven als $p = \frac{3,00}{\sqrt[3]{12,04 \cdot 10^{23}}} = 2,82 \cdot 10^{-8}$, dus een berekening

zonder toelichting, dan 2 punten toekennen.

2^e methode

- In de eenheidscel van fig. 2 met een volume $(2p)^3$ zitten 4 NaCl-deeltjes ($8 \times 1/8 + 6 \times 1/2 = 4$ Cl⁻ ionen en $12 \times 1/4 + 1 \times 1$ Na⁺ ionen) 2
- 4 NaCl-deeltjes komt overeen met $\frac{4}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 6,645 \cdot 10^{-24} \text{ mol}$ 1
- 1 mol NaCl heeft een volume van $27,0 \text{ cm}^3 \Rightarrow 8p^3 = 6,645 \cdot 10^{-24} \times 27,0 = 1,794 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3$ 2
- $p = \sqrt{\frac{1,794 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3}{8}} = 2,82 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$ 1

□20 Maximumscore 2

- $r_{\text{K}^+} + r_{\text{Cl}^-} = 3,15 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$, $r_{\text{K}^+} = x \Rightarrow r_{\text{Cl}^-} = (3,15 - x) \cdot 10^{-8} \text{ cm}$ 1
- $r_{\text{Na}^+} + r_{\text{Cl}^-} = 2,82 \cdot 10^{-8} \text{ cm} \Rightarrow r_{\text{Na}^+} = (2,82 - 3,15 + x) \cdot 10^{-8} \text{ cm} = (x - 0,33) \cdot 10^{-8} \text{ cm}$ 1

of

$$\cdot r_{\text{Na}^+} = x - 0,31 \cdot 10^{-8} \text{ cm} \quad 1$$

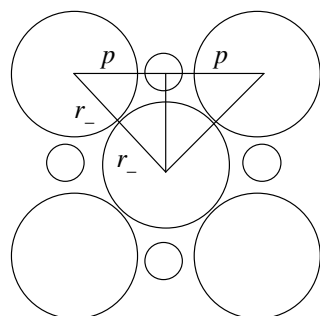
$$\cdot r_{\text{Cl}^-} = 2,82 \cdot 10^{-8} - (x - 0,31 \cdot 10^{-8}) \text{ cm} = (3,13 - x) \cdot 10^{-8} \text{ cm} \quad 1$$

Opmerking

Wanneer in de eerste berekening $r_{\text{Na}^+} = (2,82 - 3,15 + x) \cdot 10^{-8} \text{ cm}$ of in de tweede berekening $r_{\text{Cl}^-} = 2,82 \cdot 10^{-8} - (x - 0,31 \cdot 10^{-8})$ niet verder is vereenvoudigd, dan 1 punt toekennen.

□21 Maximumscore 5

Het voorvlak van figuur 1 voor lithiumjodide ziet er als volgt uit:



Wanneer je de kernen van drie naburige jodide-ionen met elkaar verbindt, krijg je een gelijkbenige rechthoekige driehoek. De lengte van rechthoekszijden is $2 \times r_{\text{I}^-}$. En de schuine zijde heeft lengte $2p$.

Voor een gelijkbenige rechthoekige driehoek geldt:

de lengte van de schuine zijde = de lengte van rechthoekszijde $\times \sqrt{2}$, dus $2p = 2 \times r_{\text{I}^-} \times \sqrt{2} \Rightarrow$

$$r_{\text{I}^-} = \frac{p}{\sqrt{2}} = \frac{3,17 \cdot 10^{-8}}{\sqrt{2}} = 2,24 \cdot 10^{-8} \text{ cm.}$$

- juiste tekening van het voorvlak 2
- notie dat de verbindingslijnen tussen de kernen van drie naburige jodide-ionen een gelijkbenige rechthoekige driehoek vormen waarin de lengte van rechthoekszijden is $2 \times r_{\text{I}^-}$ en de lengte van de schuine zijde $2p$ 1
- dus: $2p = 2 \times r_{\text{I}^-} \times \sqrt{2}$ 1
- berekening van r_{I^-} : p voor LiI ($3,17 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$) delen door $\sqrt{2}$ 1

□22 Maximumscore 2

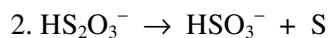
$$r_{\text{Na}^+} + r_{\text{I}^-} = 3,24 \cdot 10^{-8} \text{ cm} \Rightarrow r_{\text{Na}^+} = (3,24 - 2,24) \cdot 10^{-8} \text{ cm} = \underline{1,00 \cdot 10^{-8} \text{ cm}}$$

$$r_{\text{Na}^+} + r_{\text{Cl}^-} = 2,82 \cdot 10^{-8} \text{ cm} \Rightarrow r_{\text{Cl}^-} = (2,82 - 1,00) \cdot 10^{-8} \text{ cm} = \underline{1,82 \cdot 10^{-8} \text{ cm}}$$

- berekening r_{Na^+} : p voor NaI minus r_{I^-} (volgt uit het antwoord op de vorige vraag) 1
- berekening r_{Cl^-} : p voor NaCl minus de gevonden r_{Na^+} 1

Opgave 3 Een zwavelsuspensie (22 punten)

□23 Maximumscore 2



- de eerste vergelijking juist
- de tweede vergelijking juist

1
1

□24 Maximumscore 4

- Ja, want protonoverdracht verloopt uiterst snel: direct na toevoegen van zoutzuur is alle $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ volledig omgezet in HS_2O_3^- (dat uiteenvalt in S), vervolgens wordt het zuur geneutraliseerd, waarbij ogenblikkelijk $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ gevormd wordt (dat niet meer uiteenvalt).
- Blijkbaar is er in die korte periode toch al zoveel S ontstaan dat het kan samenklonteren. De vorming van S verloopt dus snel en het samenklonteren langzaam.

2
2

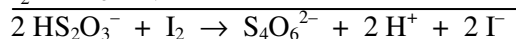
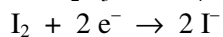
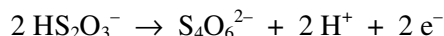
Voor een antwoord als: „Ja, want door toevoegen van de kaliloog wordt de vorming van zwavelatomen ogenblikkelijk stopgezet. De reeds gevormde zwavelatomen kunnen zich daarna nog steeds verenigen tot grotere deeltjes. Deze stap verloopt dus langzamer.”

4

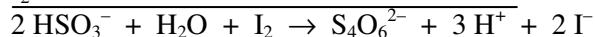
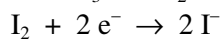
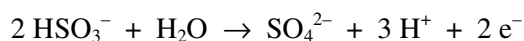
Voor een antwoord als: „Nee, want met dit experiment sluit je niet uit dat het uiteenvallen van de HS_2O_3^- ionen langzaam geschiedt en de zwavelatomen zich snel verenigen tot grotere zwaveldeeltjes.”

2

□25 Maximumscore 6



en



- in de vergelijking van de halfreactie van waterstoftiosulfaat HS_2O_3^- voor de pijl en $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ en H^+ na de pijl
- in de vergelijking van de halfreactie van waterstoftiosulfaat e^- na de pijl en juiste coëfficiënten
- in de vergelijking van de halfreactie van waterstofsulfiet HSO_3^- voor de pijl en SO_4^{2-} en H^+ na de pijl
- in de vergelijking van de halfreactie van waterstofsulfiet e^- na de pijl en juiste coëfficiënten
- de vergelijking van de halfreactie van jood juist en juiste combinatie van de vergelijkingen van de halfreacties tot totale reactievergelijkingen

1
1
1
1
2

□26 Maximumscore 3

De verklaring is: de vorming van de zwavelatomen (en waterstofsulfietionen) verloopt langzaam. Want wanneer die snel zou verlopen, zou de hoeveelheid jood die bij de titratie nodig is, al snel na het begin van het experiment constant zijn. Dat die hoeveelheid toeneemt, komt omdat per mol waterstofsulfiet meer jood reageert dan per mol (waterstof)thiosulfaat.

- juiste verklaring 1
- notie dat bij snelle vorming van zwavelatomen de hoeveelheid jood die nodig is voor de titratie snel constant is 1
- uitleg waarom de hoeveelheid jood die voor de titratie nodig is, toeneemt 1

Opmerking

Wanneer als verklaring alleen is genoemd: „De omzetting van waterstofthiosulfaat tot waterstofsulfiet en zwavel verloopt langzaam.” 2

Wanneer als verklaring alleen is genoemd: „De omzetting van thiosulfaat tot waterstofthiosulfaat verloopt langzaam.” 1

□27 Maximumscore 2

Volgens de eerste reactievergelijking in vraag □25 reageren H_3O^+ in $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ in de molverhouding van 1 : 1 met elkaar. Dezelfde verhouding wordt bij proef 2 gebruikt, want 10 mL 0,10 M thio bevat ($10 \times 0,10 =$) 1,0 mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ en 30 mL 0,033 M zoutzuur bevat ($30 \times 0,033 =$) 1,0 mmol H_3O^+ .

- notie dat de molverhouding $\text{H}_3\text{O}^+ : \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ gelijk moet zijn aan 1 : 1 1
- selectie van het experiment waarin dat zo is 1

□28 Maximumscore 5

Kennelijk is de wachttijd afhankelijk van $[\text{HS}_2\text{O}_3^-]$. Deze $[\text{HS}_2\text{O}_3^-]$ is afhankelijk van de hoeveelheid toegevoegd zoutzuur.

In proef 1 wordt ondermaat zoutzuur ten opzichte van het thiosulfaat gebruikt; in proef 2 is de hoeveelheid toegevoegd zoutzuur gelijk aan de hoeveelheid toegevoegd thio. In proef 2 is dus de beginconcentratie van HS_2O_3^- groter dan in proef 1 (en de wachttijd in proef 2 korter dan in proef 1).

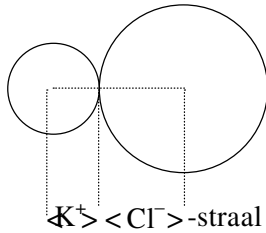
In de proeven 3 en 4 wordt overmaat zoutzuur toegevoegd. In beide proeven wordt dus alle thiosulfaat omgezet tot HS_2O_3^- . Dat in proef 4 de wachttijd iets korter is dan in proef 3 kan worden verklaard door aan te nemen dat HS_2O_3^- een zwak zuur is. Bij een grotere overmaat zoutzuur zoals in proef 4 ligt het evenwicht $\text{HS}_2\text{O}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ meer links. Dus is $[\text{HS}_2\text{O}_3^-]$ in proef 4 iets groter dan in proef 3 (en de wachttijd in proef 4 iets korter dan in proef 3).

- de wachttijd is afhankelijk van $[\text{HS}_2\text{O}_3^-]$ 1
- uitleg dat in proef 2 de beginconcentratie van HSO_3^- groter is dan in proef 1 (en dus de wachttijd in proef 2 korter dan in proef 1) 1
- notie dat HS_2O_3^- een zwak zuur is (waardoor verschuiving van evenwicht plaatsvindt) 2
- uitleg dat in proef 4 de beginconcentratie van HSO_3^- iets groter is dan in proef 3 (en dus de wachttijd in proef 4 iets korter dan in proef 3) 1

Opmerking: De door Holleman waargenomen troebeling na basetoevoeging is moeilijk verklaarbaar met de geringe $[\text{HS}_2\text{O}_3^-]$ in neutraal milieu en de door hem gemeten wachttijd zal dus eerder het gevolg zijn van aangroeien van de zwaveldeeltjes tot zichtbare grootte.

Opgave 4 Dipoolmoment (21 punten)

□29 Maximumscore 3



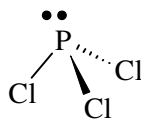
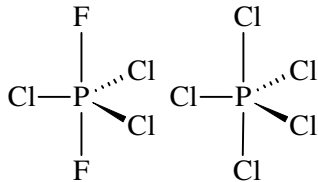
- afstand van de zwaartepunten = K^+ -straal + Cl^- -straal = $1,33 \cdot 10^{-10} \text{ m} + 1,81 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 3,14 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ 1
- lading = $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ 1
- dipoolmoment = $1,60 \cdot 10^{-19} \times 3,14 \cdot 10^{-10} \text{ C m} = 5,02 \cdot 10^{-29} \text{ (C m is Coulomb meter)}$ 1

□30 Maximumscore 4

- het elektronegativiteitsverschil tussen kalium en chloor is te klein om het valentie-elektron van kalium volledig naar chloor te laten gaan 1
- hierdoor is de binding tussen kalium en chloor geen 100% ionbinding 2
- de lading van het kaliumion in een kaliumchloride'molecuul' is dus kleiner dan $1,60 \cdot 10^{-19}$ (waardoor het dipoolmoment kleiner is) 1

□31 Maximumscore 4

Blijkbaar is bij de fosforpentahalogeniden de omringing zodanig, dat compensatie van de gepolariseerde bindingen optreedt. Dit is mogelijk bij een trigonale bipyramide:

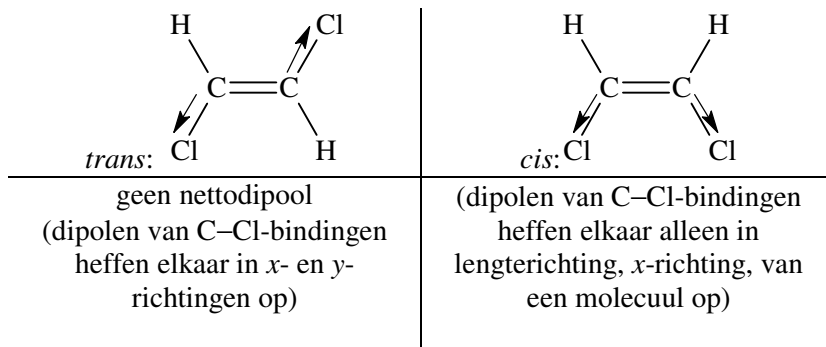


(Opmerking: Fosfor heeft d-banen, zodat het meer dan acht elektronen rond zich een plaats kan geven.)

Aan fosfortrichloride moet niet een vlakke structuur (geen dipool moment) worden toegeschreven, maar een tetraëdrische, waarbij in één der richtingen het vrije elektronen paar is geplaatst (vergelijk dit met NH_3 !)

- notie dat bij de fosforpentahalogeniden de halogeenatomen symmetrisch gerangschikt zijn rond het centrale fosforatoom en bij fosfortrichloride niet 1
- trigonale bipyramide bij beide pentahalogeniden 1
- fluoratomen in transpositie 1
- piramidale structuur bij fosfortrichloride 1

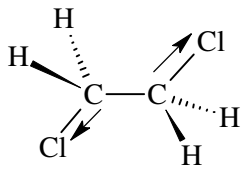
□32 Maximumscore 4



In de figuren zijn de C–Cl-dipolen als vectoren aangegeven; deze kun je ontbinden in *x*- en *y*-richting

- juiste ruimtelijke structuurformules 2
- notie dat de afzonderlijke dipoolmomenten elkaar (volledig) opheffen in de *trans*-structuur en gedeeltelijk (niet) in de *cis*-structuur. 2

□33 Maximumscore 3



- notie dat de afzonderlijke dipoolmomenten elkaar in de antipositie (alternerende conformatie) opheffen 2
- er is dan geen netto-effect naar buiten toe meetbaar 1

□34 Maximumscore 3

- notie dat er rond de enkele C–C-binding sprake is van vrije draaibaarheid. 1
- daardoor zullen de C–Cl-dipolen steeds andere standen t.o.v. elkaar innemen. 1
- alleen de in onderdeel □33 beschreven stand levert daarbij geen bijdrage aan een dipoolmoment; alle overige standen wel, omdat de dipolen daarbij niet in elkaars verlengde liggen 1