NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

**OPGAVEN VOORRONDE 1**

**(de week van)**

**woensdag 7 februari 2007**

 

* **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 5e druk (of 4e druk)**
* **Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert**
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 |

1. Welke van onderstaande stoffen levert bij inleiden in water een zure oplossing?

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a. | Ar  | b. | CH4 | c.  | CO2 | d. | NH3 |

1. Men verwacht een lage smeltwarmte bij het volgende type vaste stof

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a. | covalent netwerk  | b. | ionair | c. | metallisch | d. | moleculair |

1. Welke set stoffen is volledig moleculair?

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a. | BCl3, PCl3, SiCl4 | b. | HBr, N2H4, NH4Br | c. | H2S, I2, NaI | d. | Al, As4, O3 |

### practicum

1. Welke van onderstaande stoffen is het slechtst oplosbaar in water?

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a. | CaCO3 | b. | Ca(HCO3)2 | c. | K2CO3 | d. | KHCO3 |

1. 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 |

1. 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. |

1. Welke scheidingstechniek is gebaseerd op een verschil in vluchtigheid van de componenten?

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a. | destillatie  | b. | extractie | c.  | filtratie | d. | papierchromatografie |

### rekenen

1. 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 |

1. 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 |

1. Ammoniak wordt geproduceerd volgens: N2(g) + 3 H2(g)  2 NH3(g). Bij een bepaald experiment brengt men in een vat 0,50 mol N2 en 0,50 mol H2. Er wordt 0,25 mol NH3 gevormd. Het molpercentage NH3 in het uiteindelijke gasmengsel is:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a. | 75 | b. | 50 | c. | 33 | d. | 25 |

### bepaling

1. 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 [Cu2+] (mol L−1) heeft de oorspronkelijke oplossing?

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a. | 0,0060 | b. | 0,0075 | c. | 0,30 | d. | 0,94 |

1. 560 cm3 van een gas heeft bij 0 °C en *p* = *p*o een massa van 1,60 g. Welk gas kan dit zijn?

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a. | Cl2 | b. | CO2 | c. | O2 | d. | SO2 |

### reactie (warmte, snelheid en type)

1. 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. |

1. Bij verschillende beginconcentraties (H+ is in grote overmaat aanwezig, de temperatuur is steeds hetzelfde) meet men de reactiesnelheden van reactie:

Cr2O72−(aq) + 9 I− (aq) + 14 H+(aq) → 2 Cr3+(aq) + 3 I3−(aq) + 7 H2O(l)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| experiment | [Cr2O72−] | [I−] | reactiesnelheid |
| 1 | 0,0040 | 0,010 | 0,50⋅10−4 |
| 2 | 0,0080 | 0,010 | 0,10⋅10−3 |
| 3 | 0,0120 | 0,020 | 0,60⋅10−3 |

De reactiesnelheidsvergelijking voor deze reactie kan worden weergegeven met *s* = *k*[Cr2O72−]*x*[I−]*y*[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 |

1. Welke van onderstaande reacties is een redoxreactie?

|  |  |
| --- | --- |
| a. | 2 H2SO4 + Cu → CuSO4 + 2 H2O + SO2 |
| b. | H2SO4 + Na2CO3 → Na2SO4 + H2O + CO2 |
| c. | H2SO4 + 2 NH3 → (NH4)2SO4 |
| d. | H2SO4 + 2 K2CrO4 → K2Cr2O7 + K2SO4 + H2O |

### zuurtegraad

1. Welke pH (*T* = 298 K) heeft een 0,025 M Ca(OH)2-oplossing?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a. | 1,30  | b. | 1,60 | c. | 3,20 | d. | 10,80 | d. | 12,40 | e. | 12,70 |

1. Welke van de volgende 0,1 M zoutoplossingen heeft de hoogste pH?

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a. | KNO3  | b. | MgCl2 | c. | NaNO2 | d. | NH4Cl |

### koolwaterstof

1. Hoeveel isomeren zijn er met de molecuulformule C5H12?

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a. | 2 | b. | 3 | c. | 4 | d. | 5 |

1. Welke structuurformule stelt een onverzadigde alifatische koolwaterstof voor?

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a. |  | b. |  | c. |  | d. |  |

1. De eenheidscel (17 punten)

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

 

figuur figuur

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  +  = *p* (zie ).

Men kan berekenen dat voor keukenzout geldt dat *p* = 2,82∙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 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∙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⋅10–8 cm kleiner is dan die van het kaliumion.

De straal voor een natriumion kan hieruit echter nog niet worden afgeleid. Stellen we  = *x* ⋅ 10−8 cm, dan kunnen  en  hierin worden uitgedrukt.

1. Druk  en  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.

1. Geef deze situatie weer in een tekening, analoog aan het voorvlak van figuur 1 en bereken  met behulp van deze tekening. 5
2. Bereken  en . 2
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 (HS2O3−), die vervolgens uiteenvallen in waterstofsulfietionen (HSO3−) en zwavelatomen. Deze zwavelatomen verenigen zich daarna tot grotere zwaveldeeltjes. Een troebeling valt in de oplossing waar te nemen, wanneer de zwaveldeeltjes uit tenminste 1010 atomen bestaan.

1. 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.

1. 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 (S4O62−) en waterstofsulfiet in sulfaat. Deze reacties zijn redoxreacties.

1. 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
2. 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 |

1. Bij welke van deze proeven werden natriumthiosulfaatoplossing en zoutzuur samengevoegd in een verhouding die overeenkomt met de reactievergelijking in je antwoord op vraag ? Licht je antwoord toe. 2
2. 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
3. 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).

Een belangrijke eigenschap van moleculen is het dipoolmoment **. 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.

1. 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 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.

1. 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 (PCl3), fosfortrichloridedifluoride (PCl3F2) en fosforpentachloride (PCl5)

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.

1. 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.

1. 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
2. Bij welke ruimtelijke voorstelling van een molecuul 1,2-dichloorethaan verwacht je dat dit molecuul géén dipool heeft? 3
3. 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. | keuzeletter |  |
| 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**

 

1. **Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 7 onderwerpen en 3 open vragen met in totaal 17 deelvragen**
2. **De maximumscore voor dit werk bedraagt 100 punten (geen bonuspunten)**
3. **Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert**
4. **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.**
5. Meerkeuzevragen (40 punten)

Per juist antwoord (motivatie niet gevraagd) 2

|  |
| --- |
| structuur/stofeigenschap |
| 1 | b | K is het meest onedel: laagste standaardelektrodepotentiaal |
| 2 | c | CO2 + H2O is koolzuur |
| 3 | d | de vanderwaalsbinding tussen moleculen is zwak |
| 4 | a | NH4Br 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, 2e decimaal is schatting, uitstroomvolume |
| 7 | c | veiligste methode |
| 8 | a | destillatie is gebaseerd op kookpuntsverschillen  |
| rekenen |
| 9 | d | 100 g verbinding bevat  = 0,889 mol Mg,  = 0,889 mol P en  = 3,145 mol O ⇒ Mg : P : O = 1 : 1 : 3,50 = 2 : 2 : 7 |
| 10 | e | de juiste coëfficiënten: 1, 3, 2, 3; van 4 → 5 mol gas ⇒ mol = 1 |
| 11 | c | Nodig voor 0,25 mol NH3 0,125 mol N2 en 0,375 mol H2 ⇒ na reactie: 0,375 mol N2; 0,125 mol H2 (en 0,25 mol NH3) ⇒ (0,25/0,75) ×100% = 33% |
| bepaling |
| 12 | d | aflezing: 0,075; verdunningsfactor 12,5 ⇒ 12,5 × 0,075 = 0,94 mol L−1 |
| 13 | d | *V*m = 22,4 L/mol (Binas 7); 1 mol g weegt 22,4/0,560 × 1,60 g = 64 g ⇒ SO2 |
| reactie |
| 14 | b | bij b, c, d wordt 100 mmol water gevormd (bij a de helft); bij b ontstaat slechts 100 mL mengsel ⇒ 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. ⇒ *x* = 1 en *y* = 2 |
| 16 | a | alleen bij a veranderen atoomsoorten van lading |
| zuurtegraad |
| 17 | e | [OH−] = 0,050 M ⇒ pOH = 1,30 ⇒ pH = 12,70 |
| 18 | c | NO2− is zuurrest zwak zuur, dus zwakke base ⇒ hoogste pH |
| koolwaterstof |
| 19 | b | met de namen: pentaan, methylbutaan en dimethylpropaan |
| 20 | b | dubbele binding, geen aromaat |

1.
2. De eenheidscel (17 punten)
3. Maximumscore 2

Het volume van de kubus is  = 27,0 cm3; de lengte van de ribbe is ** = 3,00 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
1. Maximumscore 6

**1e methode**

58,44 g NaCl (1 mol) bevat 6,02⋅1023 Na+ ionen en 6,02⋅1023 Cl− ionen. Dus in totaal zitten er 12,04⋅1023 ionen in de kubus. Op elke ribbe liggen dan  ionen (eindionen tellen maar voor de helft mee). De afstand tussen het eerste en het laatste ion is *p* ×  = 3,00 cm ⇒ *p* =  = 2,82⋅10−8 cm.

* berekening van het totale aantal Na+ en Cl– ionen in de kubus: 12,04∙1023 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  + 1 (eindionen volledig meegeteld), en niet als , dit niet aanrekenen.

Wanneer slechts een antwoord is gegeven als *p* =  = 2,82⋅10−8, dus een berekening zonder toelichting, dan 2 punten toekennen.

**2e methode**

* In de eenheidscel van fig. 2 met een volume (2*p*)3 zitten 4 NaCl-deeltjes (8 × 1/8 + 6 × ½ = 4 Cl− ionen en 12 × ¼ + 1 × 1 Na+ ionen) 2
* 4 NaCl-deeltjes komt overeen met  = 6,645⋅10−24 mol 1
* 1 mol NaCl heeft een volume van 27,0 cm3 ⇒ 8*p*3 = 6,645⋅10−24 × 27,0 = 1,794⋅10−22 cm3 2
* *p* =  = 2,82⋅10−8 cm 1
1. Maximumscore 2
*  +  = 3,15⋅10−8 cm,  = *x* ⇒  = (3,15 − *x*)⋅10−8 cm 1
*  +  = 2,82⋅10−8 cm ⇒  = (2,82 − 3,15 + *x*)⋅10−8 cm = (*x* − 0,33)⋅10−8 cm 1

of

*  = *x* − 0,31⋅10−8 cm 1
*  = 2,82⋅10−8 − (*x* − 0,31⋅10−8) cm = (3,13 − *x*)⋅10−8 cm 1

Opmerking

Wanneer in de eerste berekening  = (2,82 − 3,15 + *x*)⋅10−8 cm of in de tweede berekening  = 2,82⋅10−8 − (*x* − 0,31⋅10−8) niet verder is vereenvoudigd, dan 1 punt toekennen.

1. 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×. En de schuine zijde heeft lengte 2*p*. Voor een gelijkbenige rechthoekige driehoek geldt:

de lengte van de schuine zijde = de lengte van rechthoekszijde × **, dus 2*p* = 2×× ** ⇒  =  = 2,24⋅10−8cm.

* 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×
en de lengte van de schuine zijde 2*p* 1
* dus: 2*p* = 2×× ** 1
* berekening van : *p* voor LiI (3,17∙10–8 cm) delen door ** 1
1. Maximumscore 2

 +  = 3,24⋅10−8 cm ⇒  = (3,24 − 2,24)∙10−8 cm = 1,00⋅10−8 cm

 +  = = 2,82⋅−8 cm ⇒  = (2,82 − 1,00)⋅10−8 cm = 1,82⋅0−8 cm

* berekening : *p* voor NaI minus  (volgt uit het antwoord op de vorige vraag) 1
* berekening : *p* voor NaCl minus de gevonden  1
1. Een zwavelsuspensie (22 punten)
2. Maximumscore 2

1. S2O32− + H3O+ → HS2O3− + H2O of S2O32− + H+ → HS2O3−

2. HS2O3− → HSO3− + S

* de eerste vergelijking juist 1
* de tweede vergelijking juist 1
1. Maximumscore 4
* Ja, want protonoverdracht verloopt uiterst snel: direct na toevoegen van zoutzuur is alle S2O32− volledig omgezet in HS2O3− (dat uiteenvalt in S), vervolgens wordt het zuur geneutraliseerd, waarbij ogenblikkelijk S2O32− gevormd wordt (dat niet meer uiteenvalt). 2
* 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

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 HS2O3– ionen langzaam geschiedt en de zwavelatomen zich snel verenigen tot grotere zwaveldeeltjes.” 2

1. Maximumscore 6

2 HS2O3– → S4O62– + 2 H+ + 2 e–
I2 + 2 e– → 2 I–

2 HS2O3– + I2 → S4O62– + 2 H+ + 2 I–

en

2 HSO3– + H2O → SO42– + 3 H+ + 2 e–
I2 + 2 e– → 2 I–

2 HSO3– + H2O + I2 → S4O62– + 3 H+ + 2 I–

* in de vergelijking van de halfreactie van waterstofthiosulfaat HS2O3– voor de pijl en S4O62– en H+ na de pijl 1
* in de vergelijking van de halfreactie van waterstofthiosulfaat e– na de pijl en juiste coëfficiënten 1
* in de vergelijking van de halfreactie van waterstofsulfiet HSO3– voor de pijl en SO42– en H+ na de pijl 1
* in de vergelijking van de halfreactie van waterstofsulfiet e– na de pijl en juiste coëfficiënten 1
* de vergelijking van de halfreactie van jood juist en juiste combinatie van de vergelijkingen van de halfreacties tot totale reactievergelijkingen 2
1. 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

1. Maximumscore 2

Volgens de eerste reactievergelijking in vraag reageren H3O+ in S2O32– in de molverhouding van 1 : 1 met elkaar. Dezelfde verhouding wordt bij proef 2 gebruikt, want 10 mL 0,10 M thio bevat (10 × 0,10 =) 1,0 mmol S2O32– en 30 mL 0,033 M zoutzuur bevat (30 × 0,033 =) 1,0 mmol H3O+.

* notie dat de molverhouding H3O+ : S2O32– gelijk moet zijn aan 1 : 1 1
* selectie van het experiment waarin dat zo is 1
1. Maximumscore 5

Kennelijk is de wachttijd afhankelijk van [HS2O3−]. Deze [HS2O3−] 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 HS2O3– 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 HS2O3−. Dat in proef 4 de wachttijd iets korter is dan in proef 3 kan worden verklaard door aan te nemen dat HS2O3− een zwak zuur is. Bij een grotere overmaat zoutzuur zoals in proef 4 ligt het evenwicht HS2O3−(aq)  +  H2O(l)    S2O32–(aq)  +  H3O+(aq) meer links. Dus is [HS2O3−] 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 [HS2O3−] 1
* uitleg dat in proef 2 de beginconcentratie van HSO3– groter is dan in proef 1 (en dus de wachttijd in proef 2 korter dan in proef 1) 1
* notie dat HS2O3– een zwak zuur is (waardoor verschuiving van evenwicht plaatsvindt) 2
* uitleg dat in proef 4 de beginconcentratie van HSO3– 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 [HS2O3−] in neutraal milieu en de door hem gemeten wachttijd zal dus eerder het gevolg zijn van aangroeien van de zwaveldeeltjes tot zichtbare grootte.

1. Dipoolmoment (21 punten)
2. Maximumscore 3



* afstand van de zwaartepunten = K+-straal + Cl−-straal =1,33⋅0−10 m + 1,81⋅0−10 m = 3,14⋅0−10 m 1
* lading = *e* = 1,60⋅0−19 C 1
* dipoolmoment = 1,60⋅0−19 × 3,14⋅0−10 C m = 5,02⋅0−29 (C m is Coulomb meter) 1
1. 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⋅10−19 (waardoor het dipoolmoment kleiner is) 1
1. Maximumscore 4

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

 

(*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 NH3!)

* notie dat bij de fosforpentahalogeniden de halogeenatomen symmetrisch gerangschikt zijn rond het centrale fosforatoom en bij fosfortrichloride niet 1
* trigonale bipiramide bij beide pentahalogeniden 1
* fluoratomen in transpositie 1
* piramidale structuur bij fosfortrichloride 1
1. Maximumscore 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *trans*:  | *cis*: | In de figuren zijn de C−Cl-dipolen als vectoren aangegeven; deze kun je ontbinden in *x*- en *y*-richting |
| geen nettodipool(dipolen van C−Cl-bindingen heffen elkaar in *x*- en *y*-richtingen op) | (dipolen van C−Cl-bindingen heffen elkaar alleen in lengterichting, *x*-richting, van een molecuul op) |

* juiste ruimtelijke structuurformules 2
* notie dat de afzonderlijke dipoolmomenten elkaar (volledig) opheffen in de *trans*-structuur en gedeeltelijk (niet) in de *cis*-structuur. 2
1. 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
1. 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 beschreven stand levert daarbij geen bijdrage aan een dipoolmoment; alle overige standen wel, omdat de dipolen daarbij niet in elkaars verlengde liggen 1