NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

**OPGAVEN VOORRONDE 1**

**(de week van)**

**woensdag 2 februari 2011**



* **Deze voorronde bestaat uit 24 meerkeuzevragen verdeeld over 6 onderwerpen en 3 open vragen met in totaal 15 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 72 punten.**
* **De voorronde duurt maximaal 2 klokuren.**
* **Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5e druk.**
* **Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert.**

1. Meerkeuzevragen (totaal 36 punten)

**normering: 1½ punt per juist antwoord (Vul bij elke vraag je antwoord(letter) op het antwoordblad in.)  
Let op: fout antwoord: −¼ pt; geen antwoord: 0 pt.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **praktijk** |
| 1 |  | Je bepaalt hoeveel kristalwater zit in een monster gehydrateerd koper(II)sulfaat, CuSO4.xH2O. Dit doe je door te verhitten. Je weegt het massaverlies water. Berekening levert de formule CuSO4.5,5H2O, maar in Binas vind je CuSO4.5H2O. Welke fout geeft de beste verklaring voor deze meetfout? |
|  | **A** | Bij verhitting is ook wat koper(II)sulfaat verloren gegaan. |
|  | **B** | Het monster is niet lang genoeg verhit. |
|  | **C** | Je hebt teveel monster ingewogen. |
|  | **D** | De gebruikte balans gaf een systematische fout in de massa (0,10 g teveel). |
|  |  |  |
| 2 |  | Een handelsoplossing azijn bevat 5,00 massaprocent azijnzuur. De molariteit van deze oplossing *(* = 1,00 g mL−1) is: |
|  | **A** | 0,833 mol L−1 |
|  | **B** | 1,00 mol L−1 |
|  | **C** | 1,20 mol L−1 |
|  | **D** | 3,00 mol L−1 |
|  |  |  |
| 3 |  | Industrieel wordt ammoniak geproduceerd volgens: N2(g) + 3 H2(g) → 2 NH3(g). Per minuut wordt 1,2⋅103 mol H2(g) verbruikt. Hoeveel mol NH3(g) wordt er per minuut gevormd? |
|  | **A** | 8,0⋅102 |
|  | **B** | 1,2⋅103 |
|  | **C** | 1,8⋅103 |
|  | **D** | 2,4⋅103 |
|  |  |  |
| 4 |  | Er loopt 30,6 s een stroom van 10,0 A door een koper(II)nitraatoplossing. Hoeveel g koper slaat er neer op de minpool? |
|  | **A** | 0,101 |
|  | **B** | 0,201 |
|  | **C** | 0,403 |
|  | **D** | 6,04 |
|  |  |  |
|  |  | **structuur en eigenschap** |
| 5 |  | Bij het oplossen van magnesiumchloride in water ontstaan … |
|  | **A** | gehydrateerde MgCl2 moleculen |
|  | **B** | gehydrateerde Mg2+ ionen en gehydrateerde Cl− ionen |
|  | **C** | gehydrateerde Mg2+ ionen en gehydrateerde Cl22− ionen |
|  | **D** | gehydrateerde Mg atomen en gehydrateerde Cl2 moleculen |
|  |  |  |
| 6 |  | Hoeveel valentie-elektronen zitten er in een persulfaation, SO52−? |
|  | **A** | 32 |
|  | **B** | 34 |
|  | **C** | 36 |
|  | **D** | 38 |
|  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 7 |  | Welk van onderstaande moleculen heeft geen blijvend dipoolmoment? |
|  | **A** | BCl3 |
|  | **B** | CHCl3 |
|  | **C** | NCl3 |
|  | **D** | PCl3 |
|  |  |  |
|  |  | **rekenen** |
| 8 |  | Enzymen zetten glucose om in ethanol volgens C6H12O6 → 2 C2H5OH + 2 CO2 Hoeveel kg ethanol kan er maximaal gevormd worden uit 15,5 kg glucose? |
|  | **A** | 0,256 |
|  | **B** | 0,512 |
|  | **C** | 3,96 |
|  | **D** | 7,93 |
|  |  |  |
| 9 |  | Welke van onderstaande verbindingen heeft het hoogste massapercentage stikstof? |
|  | **A** | NH2OH |
|  | **B** | NH4NO2 |
|  | **C** | N2O3 |
|  | **D** | NH4NH2CO2 |
|  |  |  |
| 10 |  | Men mengt 200 mL 0,0657 M NaOH, 140 mL 0,107 M HCl en 160 mL water. Wat is de pH van de oplossing die is ontstaan? |
|  | **A** | 2,271 |
|  | **B** | 2,434 |
|  | **C** | 2,742 |
|  | **D** | 3,043 |
|  |  |  |
|  |  | **aggregatietoestand** |
| 11 |  | Bij dezelfde *T* en *p* heeft vochtige lucht een kleinere dichtheid dan droge lucht. Wat is hiervoor de beste verklaring? |
|  | **A** | Water is polair en stikstof en zuurstof zijn apolair |
|  | **B** | Het kookpunt van water is hoger dan dat van stikstof en zuurstof. |
|  | **C** | De molaire massa van water is kleiner dan die van stikstof en zuurstof. |
|  | **D** | Water heeft een grotere warmtecapaciteit dan stikstof of zuurstof. |
|  |  |  |
| 12 | druk | Hieronder staat het fasediagram van CO2 afgebeeld. Welke overgang geeft het sublimeren van CO2 weer?  temperatuur |
|  | **A** | A → B |
|  | **B** | A → C |
|  | **C** | B → C |
|  | **D** | C → B |
|  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **reacties** |
| 13 |  | Wat is de reactiewarmte bij reactie van 5,00 g Fe2O3 in de thermietreactie: Fe2O3(s) + 2 Al(s) → Al2O3(s) + 2 Fe(l)   |  |  | | --- | --- | | stof | vormingswarmte in kJ mol−1 | | Fe2O3(s) | −822 | | Al2O3(s) | −1670 | | Fe(l) | 15,4 | |
|  | **A** | −25,6 kJ |
|  | **B** | −26,2 kJ |
|  | **C** | −52,4 kJ |
|  | **D** | −77,9 kJ |
|  |  |  |
| 14 |  | Van een evenwichtsreactie heeft de reactie naar rechts een reactiewarmte van 100 kJ mol−1. De activeringsenergie voor deze reactie is 140 kJ mol−1. Hoe groot is de activeringsenergievoor de reactie naar links? |
|  | **A** | 40 kJ mol−1 |
|  | **B** | 100 kJ mol−1 |
|  | **C** | 140 kJ mol−1 |
|  | **D** | 240 kJ mol−1 |
|  |  |  |
| 15 |  | Wat doet MnO4− als het wordt omgezet tot MnO2? |
|  | **A** | Het MnO4− ion neemt 3 elektronen op. |
|  | **B** | Het MnO4− ion neemt 1 elektron op. |
|  | **C** | Het MnO4− ion staat 1 elektron af. |
|  | **D** | Het MnO4− ion staat 3 elektronen af. |
|  |  |  |
| 16 |  | Welke deeltjes zijn in de redoxreactie ClO3−(aq) + 5 Cl−(aq) + 6 H+(aq) → 3 Cl2(aq) + 3 H2O(l) de oxidator en de reductor?  oxidator reductor |
|  | **A** | Cl− is oxidator, ClO3− is reductor |
|  | **B** | ClO3− is oxidator, Cl− is reductor |
|  | **C** | ClO3− is oxidator, H+ is reductor |
|  | **D** | Cl− is oxidator, H+ is reductor |
|  |  |  |
| 17 |  | De wachttijd tot blauwkleuring (indicator zetmeel) bij 25 °C voor de reactie S2O82−(aq) + 2 I−(aq) → I2(aq) + 2 SO42−(aq) bij verschillende beginconcentraties staat in de tabel. Welk getal komt op de plaats van het vraagteken te staan?   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | experiment | [S2O82−]o (mol L−1) | [I−]o (mol L−1) | wachttijd (s) | | 1 | 0,0400 | 0,0800 | 39 | | 2 | 0,0400 | 0,0400 | 78 | | 3 | 0,0100 | 0,0800 | 156 | | 4 | 0,0200 | 0,0200 | ? | |
|  | **A** | 156 |
|  | **B** | 234 |
|  | **C** | 312 |
|  | **D** | 624 |
|  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **evenwicht** |
| 18 |  | Wat is de juiste evenwichtsvoorwaarde van het evenwicht 2 S(s) + 3 O2(g) ⇆ 2 SO3(g) |
|  | **A** |  |
|  | **B** |  |
|  | **C** |  |
|  | **D** |  |
|  |  |  |
| 19 |  | Bij welke van onderstaande reacties in evenwicht zal de ligging van het evenwicht naar rechts schuiven bij volumetoename? |
|  | **A** | C(s) + CO2(g) ⇆ 2 CO(g) |
|  | **B** | CO(g) + NO2(g) ⇆ CO2(g) + NO(g) |
|  | **C** | H2(g) + F2(g) ⇆ 2 HF(g) |
|  | **D** | N2(g) + 3 H2(g) ⇆ 2 NH3(g) |
|  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 20 |  | Hoeveel g MgCO3(s) wordt gevormd als 500 mL verzadigde magnesiumcarbonaatoplossing wordt ingedampt tot 120 mL? |
|  | **A** | 0,047 |
|  | **B** | 0,084 |
|  | **C** | 0,15 |
|  | **D** | 0,20 |
|  |  |  |
| 21 |  | Welk percentage van de HCOOH moleculen is in een 0,10 M mierenzuuroplossing geïoniseerd? |
|  | **A** | 1,3 |
|  | **B** | 1,8 |
|  | **C** | 2,7 |
|  | **D** | 4,2 |
|  |  |  |
|  |  | **koolstofchemie** |
| 22 |  | Wat is de systematische naam van |
|  | **A** | 2-ethylpentaan |
|  | **B** | 4-ethylpentaan |
|  | **C** | heptaan |
|  | **D** | 3-methylhexaan |
|  |  |  |
| 23 |  | Hoeveel verschillende alkanalen zijn er met de molecuulformule C5H10O? |
|  | **A** | 2 |
|  | **B** | 3 |
|  | **C** | 4 |
|  | **D** | 5 |
|  |  |  |
| 24 |  | Het onderscheid verzadigd/onverzadigd bij vetten heeft te maken met |
|  | **A** | al of niet metaboliet zijn in de mens |
|  | **B** | C=C-bindingen |
|  | **C** | de lengte van de koolstofketen |
|  | **D** | al of niet dierlijke herkomst |

# Open opgaven (totaal 36 punten)

1. Zure regen (12 punten)

De gassen SO2, NO en NO2 behoren tot de stoffen die een verzurende werking op het milieu hebben.

Zwaveldioxide wordt in de lucht omgezet in zwavelzuur; de stikstofoxiden worden in de lucht omgezet in salpeterzuur.

De ontstane zuren komen via regen (en andere vormen van neerslag) in de bodem en in het oppervlaktewater terecht.

In een artikel komt de volgende passage voor.

*De jaargemiddelde nitraatconcentratie van het regenwater bedraagt 3,2 g/m3 regenwater en de sulfaatconcentratie 5,7 g/m3. In 1990-1991 had het regenwater een over het jaar gemiddelde pH-waarde van 4,2.*

Het sulfaat waarvan in het artikel sprake is, komt in het genoemde regenwater vrijwel alleen voor als SO42− en slechts in geringe mate als HSO4−.

1. Bereken de verhouding tussen het aantal mol SO42− en het aantal mol HSO4− in het genoemde regenwater (298 K). 3

Uit de gegevens, vermeld in het artikel, kan men afleiden of het regenwater ook andere positieve ionen dan H+ moet bevatten.

1. Laat door berekening zien of het genoemde regenwater ook andere positieve ionen dan H+ moet bevatten. Ga er in je berekening van uit dat als negatieve ionen alleen sulfaat en nitraat voorkomen en dat het sulfaat uitsluitend in de vorm van SO42– voorkomt. 4

Behalve de uitstoot van SO2, NO en NO2 heeft ook de uitstoot van NH3 een verzurende invloed op het milieu. Uit onderzoek is gebleken dat NH3 eerst wordt omgezet in NH4+:

NH3 + H+ → NH4+

Onder invloed van bacteriën treedt vervolgens in de bodem de volgende reactie op:

NH4+ +2 O2 → NO3− + 2 H+ + H2O

Hoe groot in 1980 in Nederland de uitstoot van de genoemde gassen was, staat in onderstaande tabel.

|  |  |
| --- | --- |
| NH3 | 7,7⋅109 mol |
| NO en NO2 (tezamen) | 1,3⋅1010 mol |
| SO2 | 1,5⋅1010 mol |

Deze hoeveelheden vertegenwoordigen een bepaalde 'H+ uitstoot'. Hierbij wordt er van uitgegaan dat NH3, NO en NO2 volledig worden omgezet in H+ en NO3−, en dat SO2 volledig wordt omgezet in H+ en SO42−. Voor berekening van de 'H+ uitstoot' maakt het niet uit of deze omzettingen in de bodem of in de lucht plaatsvinden.

Men heeft vastgesteld dat in 1980 de 'H+ neerslag' in Nederland gemiddeld 0,58 mol per m2 was. Ook hierbij wordt uitgegaan van volledige ionisatie.

Nederland heeft een oppervlakte van 4,1⋅1010 m2.

Als deze gegevens met elkaar worden vergeleken blijkt de 'H+ neerslag' duidelijk te verschillen van de 'H+ uitstoot' in Nederland in 1980.

1. Laat met een berekening zien wat in 1980 groter was: de 'H+ neerslag' of de 'H+ uitstoot'. 4

In Nederland is de 'H+ neerslag' elk jaar ongelijk aan de 'H+ uitstoot'.

1. Geef hiervoor een mogelijke verklaring. 1

1. Dendrimeer (11 punten)

Verbindingen waarvan de moleculen een  groep bevatten, kunnen onder invloed van een geschikte katalysator reageren met verbindingen waarvan de moleculen een  groep bevatten.

Daarbij treedt de volgende additie op:



Zo reageert propeen (C3H6) met 1,4-butaandiamine (H2N−CH2−CH2−CH2−CH2−NH2) onder vorming van additieproducten met de formule C7H18N2. Eén van de reacties die optreedt, is de volgende:



Op grond van bovenstaande gegevens mag verwacht worden dat bij het reageren van propeen met  
1,4-butaandiamine nog een ander additieproduct met de formule C7H18N2 gevormd wordt.

1. Geef de structuurformule van dat andere additieproduct. 1

Bij het toevoegen van propeen aan 1,4-butaandiamine kan in het reactiemengsel ook een verbinding gevormd worden met de volgende structuurformule:



Men kan het ontstaan van deze verbinding verklaren met behulp van voorgaande gegevens.

1. Leg aan de hand van voorgaande gegevens uit hoe deze verbinding kan ontstaan. Betrek in de uitleg de structuurformule van 1,4-butaandiamine. 2

Acrylonitril (H2C=CH−C≡N) reageert met 1,4-butaandiamine op dezelfde manier als propeen dat doet. Bij gebruik van een overmaat acrylonitril ontstaat onder bepaalde omstandigheden vrijwel uitsluitend een verbinding met de volgende structuurformule:



Deze verbinding kan met waterstof reageren. Daarbij treedt additie op. Als deze additie volledig verlopen is, ontstaat een verbinding met de volgende structuurformule:



Uitgaande van 1,4-butaandiamine kunnen, door afwisselende reacties met acrylonitril en met waterstof, polymeermoleculen ontstaan die steeds verder vertakt raken. Onder geschikte omstandigheden kan men steeds maximale aangroei van de moleculen realiseren.

1. Leg uit hoeveel moleculen waterstof nodig zijn om uitgaande van 1 molecuul 1,4−butaandiamine een polymeermolecuul te maken met 16 NH2 groepen. Neem daarbij aan dat alle reactiestappen volledig verlopen. 4

De hierboven genoemde soort polymeren, met NH2 groepen aan de buitenkant van de moleculen, is goed oplosbaar in water.

In de polymeermoleculen zitten ‘holten’. Men onderzoekt de mogelijkheid om die holten te vullen met kleurstofmoleculen, zodat het polymeer als een in water oplosbare kleurstofdrager dienst zou kunnen doen in verf.

Om te verhinderen dat de ingesloten kleurstofmoleculen uit de holten zouden kunnen ontsnappen, moeten de holten via de NH2 groepen afgesloten worden. Men zou het polymeer ter afsluiting van de holten kunnen laten reageren met bijvoorbeeld butaandizuur, maar ook met bijvoorbeeld asparaginezuur (2-aminobutaandizuur). Voor de bereiding van de kleurstofdrager geeft men daarbij de voorkeur aan het gebruik van asparaginezuur (zie voor de structuurformule Binastabel 67C1) boven het gebruik van butaandizuur. De reactie van één molecuul asparaginezuur (A) met een stukje van het polymeer is als volgt weer te geven:



1. Geef het gedeelte dat hierboven met X is aangeduid, in structuurformule weer. 2
2. Leg uit waarom men voor het aldus afsluiten van de holten asparaginezuur zou gebruiken en niet butaandizuur. 2
3. Schudden maar! (13 punten)

Als men een oplosmiddel A, waarin een stof X is opgelost, in contact brengt met een oplosmiddel B, dat niet met A mengbaar is, dan zal er diffusie optreden van X van A naar B (en al spoedig ook omgekeerd) tot een evenwichtssituatie is bereikt voor de verdeling van X over A en B.

Schudden versnelt het bereiken van deze evenwichtssituatie. Men kan dit zien als een evenwichtsproces: XA  XB waarvoor een evenwichtsconstante *K*v geldt: .



Om het verdelingsevenwicht van azijnzuur CH3COOH (=X) over tetra (CC14) (=A) en water (=B) te bepalen, brengt men 1,0 liter tetra met daarin 6,0 g azijnzuur opgelost in contact met 1,0 liter water.

Na instelling van het evenwicht titreert men ter bepaling van de azijnzuurconcentratie in de waterlaag een monster van 1,0 mL van die waterlaag met 0,90 mL 0,10 M NaOH-oplossing.

1. Bereken hieruit de *K*v van de verdeling van azijnzuur over water en tetra. Laat de ionisatie van azijnzuur in water buitenbeschouwing. 4

Op soortgelijke wijze kan men ook de *K*v van de verdeling van butaanzuur over water en tetra bepalen.

1. Beredeneer of die *K*v bij butaanzuur groter of kleiner zal zijn dan bij azijnzuur. 2

Dit principe kan men ook gebruiken om geleidelijk steeds meer azijnzuur uit een oplossing van azijnzuur in tetra te extraheren. Dit doet men als volgt. Bij een oplossing van azijnzuur in tetra wordt 1,0 liter water gevoegd. Het geheel wordt geschud, zodat de azijnzuur zich gaat verdelen over water en tetralaag. Na evenwichtsinstelling verwijdert men voorzichtig de waterlaag. Bij de overblijvende tetralaag wordt opnieuw een verse portie water gevoegd, het geheel weer geschud enzovoort, enzovoort.

1. Bereken hoeveel porties van 1,0 liter water men achtereenvolgens in contact moet brengen met 1,0 liter tetra, waar 6,0 gram azijnzuur in zit opgelost, om het azijnzuurgehalte in de tetralaag terug te brengen tot minder dan 0,10 mg per liter. 2

In werkelijkheid is het evenwichtsproces bij het verdelen van azijnzuur over water en tetra ingewikkelder.

In de tetralaag komt azijnzuur namelijk voor in de vorm van ‘dimeer’deeltjes met formule (CH3COOH)2 en in de waterlaag als enkelvoudige deeltjes CH3COOH.

1. Geef de vergelijking van dit evenwichtsproces met het dimeer links van het evenwichtsteken. 2
2. Voor dit evenwichtsproces kun je ook een ‑andere‑ evenwichtsconstante *K’*v definiëren: geef de formule voor die *K’*v. 1
3. Bereken de waarde van *K’*v, die uit de titratie van het monster uit de waterlaag volgt (zie de meetgegevens boven vraag .) 2

# naam:

**Antwoordblad meerkeuzevragen van voorronde 1 van de 32e Nationale Scheikundeolympiade 2011**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| nr. | keuze  letter | (score) |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |
| 8 |  |  |
| 9 |  |  |
| 10 |  |  |
| 11 |  |  |
| 12 |  |  |
| 13 |  |  |
| 14 |  |  |
| 15 |  |  |
| 16 |  |  |
| 17 |  |  |
| 18 |  |  |
| 19 |  |  |
| 20 |  |  |
| 21 |  |  |
| 22 |  |  |
| 23 |  |  |
| 24 |  |  |
|  | totaal |  |

NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

**CORRECTIEMODEL VOORRONDE 1**

**(de week van)**

**woensdag 2 februari 2011**

 

* **Deze voorronde bestaat uit 24 meerkeuzevragen verdeeld over 6 onderwerpen en 3 open vragen met in totaal 15 deelvragen.**
* **De maximumscore voor dit werk bedraagt 72 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.**

1. Meerkeuzevragen (totaal 36 punten)

# Per juist antwoord: 1½ punt

**Let op: fout antwoord: −¼ pt; geen antwoord: 0 pt**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | | **praktijk** |
| 1 | **A** | | doordat er ook koper(II)sulfaat verdwijnt, geeft de bepaling een te hoge waarde | |
| 2 | **A** | of | | |
| 3 | **A** | 1,2⋅103 × = 8,0⋅102 | | |
| 4 | **A** | = 0,101 g Cu | | |
|  |  | | |  |
|  |  | | | **structuur en eigenschap** |
| 5 | **B** | | een zout splitst bij oplossen in water in ionen (gehydrateerd) | |
| 6 | **D** | | alle atomen zitten in groep 16: 6 val. e−: 6 × 6 + 2 = 38 | |
| 7 | **A** | | BCl3 is een vlak, symmetrisch molecuul ⇒ de polaire atoombindingen heffen elkaar op | |
|  |  | |  | |
|  |  | | **rekenen** | |
| 8 | **D** | | 15,5 kg × = 7,93 kg | |
| 9 | **B** | | heeft de meeste N-atomen per minst zware andere atomen | |
| 10 | **B** | | 200 mL × 0,0657 13,14 mmol OH−; 140 mL × 0,107 = 14,98 mmol H+; totaal 500 mL mengsel met 14,98 − 13,14 = 1,84 mmol H+ ⇒ [H3O+] = 3,68⋅10−3 ⇒ pH = 2,434 De formule is: pH = | |
|  |  | |  | |
|  |  | | **aggregatietoestand** | |
| 11 | **C** | | de massa per volume is bij gassen evenredig met de molecuulmassa; de molecuulmassa van water is kleiner dan die van de andere moleculen in lucht | |
| 12 | **B** | | Bij hoge *T* en lage *p*: gasfase; bij lage *T* en hoge *p* vaste stof; sublimeren van s → g, dus A → C | |
|  |  | |  | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | | **reacties** |
| 13 | **A** | 822 − 1670 + 2 × 15,4 = − 817,2 kJ − 817,2 kJ × = −25,6 kJ of | |
| 14 | **A** | 140 − 100 = 40 | |
| 15 | **A** | De lading van Mn gaat van 7+ naar 4+; mangaan neemt dus 3 e− op. | |
| 16 | **B** | ClO3−/Cl2 en Cl−/Cl2; chloraat is dus oxidator en chloride reductor | |
| 17 | **C** | Uit experiment 1 en 2 blijkt: *s* ~ [I−]; uit xp. 1 en 3 blijkt: *s* ~ [S2O82−] ⇒ wachttijd bij xp.4 is maal zo lang als bij xp. 3 ⇒ 2 × 156 = 312 (of 2 × 4 = 8 maal zo lang als bij xp.1) | |
|  |  | **evenwicht** | |
| 18 | **D** | geen vaste stoffen in de concentratiebreuk | |
| 19 | **A** | alleen bij deze reactie neemt het aantal mol gas toe | |
| 20 | **B** | In de verzadigde oplossing: [Mg2+] = √*K*s = 2,61⋅10−3 mol L−1; de oplosbaarheid van MgCO3 is dus 2,61⋅10−3 mol L−1 × 84,32 g mol−1 = 0,220 g L−1; in 380 mL verdampte oplossing zat 0,380 × 0,220 = 0,084 g (2 significante cijfers vanwege de *K*s) | |
| 21 | **D** | = 1,8⋅10−4; *x* = [H3O+] = 4,15⋅10−3; × 100% = 4,2 | |
|  |  | **koolstofchemie** | |
| 22 | **D** | langste C-keten 6; tak op 3e plaats van uiteinde | |
| 23 | **D** | pentanal, 2-methylbutanal (2×), 3-methylbutanal en dimethylpropanal; **C** 1 pt | |
| 24 | **B** | onverzadigd wil zeggen met C=C-bindingen | |

# Open opgaven (totaal 36 punten)

1. Zure regen (12 punten)
2. Maximumscore 3

De relatief geringe hoeveelheid HSO4− die naast SO42− aanwezig is, is (bijvoorbeeld) te berekenen uit het onderstaande evenwicht:

HSO4− + H2O  H3O+ + SO42− pH = 4,2 ⇒ [H3O+] = 6⋅10−5 mol L−1

*K*z =  =  ⇒ 1,0⋅10−2 (zie Binastabel 49) ⇒

[SO42−] : [HSO4−] = 1,0⋅10−2 : 6⋅10−5 = 2⋅102 : 1 (1 significant cijfer).

* Berekening [H3O+]: 10−4,2 1
* Juiste evenwichtsvoorwaarde, bijvoorbeeld genoteerd als: 1
* Rest van de berekening 1

1. Maximumscore 4

Bereken de hoeveelheid sulfaat alsof alleen SO42− aanwezig is:

5,7 g SO42− =  = 0,059 mol SO42− (aanwezig in 1 m3 of 1000 L  
[SO42−] =  = 5,9⋅10−5 mol L−1

3,2 g NO3− komt overeen met  = 0,052 mol NO3− (in 1 m3) ⇒ [NO3−] = 5,2⋅10−5 mol L−1

Elke oplossing is elektrisch neutraal, d.w.z. tegenover negatieve lading staat evenveel positieve lading. Aan éénwaardige positieve ionen moet dus aanwezig zijn: 2 × 5,9⋅10−5 + 5,2⋅10−5 = 17⋅10−5 mol.

Volgens onderdeel zijn er maar 6⋅10−5 mol H3O+ (of H+) aanwezig ⇒ de oplossing moet ook andere positieve ionen bevatten. .

Opmerking: Ook de constatering dat [H3O+] < 2 [SO42−] is hier voldoende.

* Berekening van de molaire massa’s van NO3– en SO42–: respectievelijk 62,01 en 96,06 (g mol–1) 1
* Berekening van het aantal mol NO3– en SO42–: 3,2 (g) delen door de molaire massa van NO3– en 5,7 (g) delen door de molaire massa van SO42– 1
* Berekening van het totale aantal mol H3O+ dat met de hoeveelheid nitraat en sulfaat overeenkomt: het aantal mol NO3– vermeerderen met het dubbele van het aantal mol SO42– 1
* Berekening van het aantal mol aanwezig H3O+: 10–4,2 (mol L–1) vermenigvuldigen met 103 (L m–3) en vergelijking met het totale aantal mol H3O+ dat met de hoeveelheid nitraat en sulfaat overeenkomt en conclusie 1

1. Maximumscore 4

Uitstoot van H+ (tussen haakjes de reactieverhouding)

|  |  |
| --- | --- |
| ten gevolge van NH3 (1 : 1) | 0,77⋅1010 mol H+ |
| ten gevolge van NO en NO2 (1 : 1) | 1,3⋅1010 mol H+ |
| ten gevolge van SO2 (1 : 2) | 3,0⋅1010 mol H+ |
| Totale 'H+-uitstoot' in 1980: | 5,07⋅1010 mol H+ of 5,1⋅1010 mol H+(2 sign. cijfers) |

*Toelichting: De reactieverhouding 1 : 1 van NH3 en H+ vind je door het optellen van beide gegeven reactievergelijkingen: 1 mol NH3 gebruikt eerst 1 mol H+, maar vervolgens wordt 2 mol H+ gevormd bij oxidatie van 1 mol NH4+.*

* Notie dat de H+ uitstoot ten gevolge van NH3 gelijk is aan het aantal mol NH3 en dat de H+ uitstoot tengevolge van stikstofoxiden gelijk is aan het aantal mol stikstofoxide en dat de H+ uitstoot tengevolge van SO2 gelijk is aan het dubbele van aantal mol SO2 1
* Berekening van de totale H+ uitstoot: 7,7·109 mol + 1,3·1010 mol + 2×1,5·1010 mol 1
* Berekening van de totale H+ uitstoot per m2: de totale H+ uitstoot delen door 4,1·1010 (m2) 1
* Conclusie door vergelijking van de berekende totale H+ uitstoot per m2 met 0,58 mol per m2 1

1. Maximumscore 1

De zure uitstoot beweegt zich in de atmosfeer en overschrijdt daarmee de landsgrenzen. Het nettotransport van H+ of H+-producerende gassen van land naar land is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden.

*Opmerking: Op grond van de overwegende westenwind in Nederland zullen we meestal verzurende stoffen 'exporteren'.*

1. Dendrimeer (11 punten)
2. Maximumscore 1



*Toelichting: In propeen zijn de groepen aan beide kanten van de dubbele binding verschillend.*

*Daardoor kunnen er twee producten ontstaan, afhankelijk van het koolstofatoom waaraan het N-atoom van de aminogroep zich bindt. Binding van het N-atoom aan C(1) leidt tot het product in de opgave, binding aan C(2) tot het bovenstaande product.*

1. Maximumscore 2

De vorming van de beschreven verbinding is te verklaren met een herhaling van de additiereactie zoals deze in de opgave is vermeld. Elke N−H-binding van de aminogroep is in staat aan een propeenmolecuul te adderen. Omdat er vier van dergelijke bindingen in 1,4-butaandiamine voorkomen, zijn er ook vier moleculen propeen in het reactieproduct te herkennen.

* Vermelding dat een molecuul 1,4‑butaandiamine vier N‑H bindingen bevat 1
* Dus kunnen aan een molecuul 1,4‑butaandiamine vier propeenmoleculen worden geaddeerd 1

1. Maximumscore 4

Per molecuul 1,4-butaandiamine worden vier acrylonitrilmoleculen gebonden, die elk met twee H2-moleculen in een verzadigde binding met aminogroepen worden omgezet (zie opgave). Voor deze stap van twee (eindstandige) aminogroepen naar vier (eindstandige) aminogroepen zijn dus 2 × 4 = 8 waterstofmoleculen nodig. Voor de verdubbeling van vier naar acht en van acht naar zestien aminogroepen zijn 8 + 16 = 24 acrylonitrilmoleculen nodig.

Ook hier zijn weer tweemaal zoveel waterstofmoleculen nodig voor de vorming van aminogroepen, in totaal dus 8 + 2 × 24 = 56 H2-moleculen.

* Notie dat per C≡N binding / acrylonitrilmolecuul 2 moleculen H2 reageren (eventueel impliciet) 1
* Berekening van het totale aantal acrylonitrilmoleculen dat nodig is voor de vorming van 16 NH2 groepen: 4 + 8 + 16 2
* Berekening van het totale aantal moleculen H2: het totale aantal acrylonitrilmoleculen vermenigvuldigen met het aantal moleculen H2 dat per acrylonitrilmolecuul reageert 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Voor de vorming van 16 NH2 groepen zijn 16 acrylonitrilmoleculen nodig, dus 32 moleculen H2.” 3  
Indien een antwoord is gegeven als: „Voor de vorming van 16 NH2 groepen zijn 16 acrylonitrilmoleculen nodig, dus 16 moleculen H2.” 2  
Indien een antwoord is gegeven als: „Voor de vorming van 16 NH2 groepen zijn 8 acrylonitrilmoleculen nodig, dus 16 moleculen H2.” 1

1. Maximumscore 2

Er wordt hier water afgesplitst, dus is er sprake van een condensatiereactie tussen de aminogroepen van het polymeer en de zuurgroepen van asparaginezuur. Daarbij worden peptide- of amidebindingen gevormd, zodat de groep X kan worden voorgesteld zoals hiernaast is weergegeven.



*Toelichting*: De reactie verloopt zoals op do volgende bladzijde is uitgeschreven in structuurformules (hierbij zijn de atomen die als water worden afgesplitst, vet weergegeven).



* Twee peptidebindingen getekend tussen de asparaginezuurrest en de rest van het molecuul 1
* Rest van de structuurformule juist 1

1. Maximumscore 2

Indien butaandizuur wordt genomen om de holten at te sluiten, gaan er ook vrije aminogroepen verloren, maar komen er geen nieuwe voor in de plaats. De oplosbaarheid in water zal door het verdwijnen van NH2-groopen minder worden en dat maakt de kleurstof in waterverf moeilijker toepasbaar.

* Het uiteindelijke product moet oplosbaar zijn in water 1
* De vrije NH2 groepen van de asparaginezuurmoleculen zorgen daarvoor 1

1. Schudden maar! (13 punten)
2. Maximumscore 4

0,090 mmol OH−, dus 0,090 mmol HAc per mL ofwel 0,090 mol HAc per liter.  
Oorspronkelijk 6,0 g, dat is 0,10 mol HAc. Dus in tetra nog aanwezig 0,10 − 0,090 = 0,01 mol.

= 9

* Berekening van het aantal mol opgelost azijnzuur in 1,0 L tetra: 6,0 delen door de massa van een mol azijnzuur (60,05 g) 1
* Berekening van de molariteit van azijnzuur in de waterlaag na instelling van het evenwicht (is gelijk aan het aantal mmol in 1,0 mL): 0,90 (mL) vermenigvuldigen met 0,10 (mol L–1) 1
* Berekening van het aantal mol overgebleven azijnzuur in de tetralaag: het aantal mol opgelost azijnzuur in 1,0 L tetra minus de molariteit van het azijnzuur in de waterlaag 1
* Berekening van *K*v: de molariteit van azijnzuur in de waterlaag delen door het aantal mol overgebleven azijnzuur in de tetralaag 1

1. Maximumscore 2

Butaanzuur lost minder goed op in water (meer apolair), dus wordt de teller kleiner en dus ook de *K*v.

* Vermelding dat butaanzuur (vanwege de grotere alkylrest) minder polair is dan azijnzuur 1
* Dus lost er minder azijnzuur op in water (en blijft meer in de tetra achter) en conclusie 1

1. Maximumscore 2

Na één keer schudden houd je 0,60 gram over, na twee keer 0,060g, na drie keer 0,0060 g, na vier keer 0,00060 en na vijf keer 0,000060 g of 0,06 mg.

* Na elke keer schudden blijft 1/10 deel achter 1
* Na vijf keer is dat dus (1/10)5 deel = 0,00006 g of 0,06 mg en zit je voor het eerst onder de 0,1 mg 1

Opmerking  
Wanneer een onjuist antwoord op deze vraag het consequente gevolg is van een onjuist berekende Kv dit antwoord op deze vraag goed rekenen.

1. Maximumscore 2

(CH3COOH)2(tetra) →← 2 CH3COOH(water)

1. Maximumscore 1



1. Maximumscore 2

= 2

* Berekening van de [CH3COOH] in tetra: ½ × 0,01 1
* Rest van de berekening 1