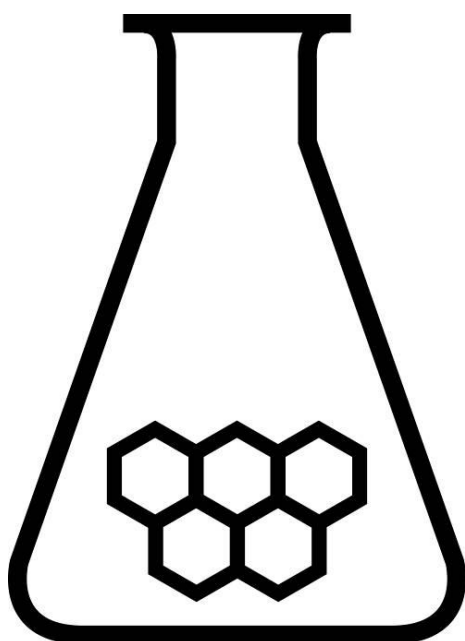


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

OPGAVEN VOORRONDE 1

(de week van)
woensdag 2 februari 2011



SCHEIKUNDE OLYMPIADE



AkzoNobel

Tomorrow's Answers Today

- 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 5^e druk.
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert.

Opgave 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, $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Dit doe je door te verhitten. Je weegt het massaverlies water. Berekening levert de formule $\text{CuSO}_4 \cdot 5,5\text{H}_2\text{O}$, maar in Binas vind je $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. 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 handelsooplossing azijn bevat 5,00 massaprocent azijnzuur. De molariteit van deze oplossing ($\rho = 1,00 \text{ g mL}^{-1}$) is:
- A $0,833 \text{ mol L}^{-1}$
 - B $1,00 \text{ mol L}^{-1}$
 - C $1,20 \text{ mol L}^{-1}$
 - D $3,00 \text{ mol L}^{-1}$
- 3 Industrieel wordt ammoniak geproduceerd volgens: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$. Per minuut wordt $1,2 \cdot 10^3 \text{ mol H}_2(\text{g})$ verbruikt. Hoeveel mol $\text{NH}_3(\text{g})$ wordt er per minuut gevormd?
- A $8,0 \cdot 10^2$
 - B $1,2 \cdot 10^3$
 - C $1,8 \cdot 10^3$
 - D $2,4 \cdot 10^3$
- 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 MgCl_2 moleculen
 - B gehydrateerde Mg^{2+} ionen en gehydrateerde Cl^- ionen
 - C gehydrateerde Mg^{2+} ionen en gehydrateerde Cl_2^{2-} ionen
 - D gehydrateerde Mg atomen en gehydrateerde Cl_2 moleculen
- 6 Hoeveel valentie-elektronen zitten er in een persulfaation, SO_5^{2-} ?
- A 32
 - B 34
 - C 36
 - D 38

7 Welk van onderstaande moleculen heeft geen blijvend dipoolmoment?

- A BCl_3
- B CHCl_3
- C NCl_3
- D PCl_3

rekenen

8 Enzymen zetten glucose om in ethanol volgens $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2$
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 NH_2OH
- B NH_4NO_2
- C N_2O_3
- D $\text{NH}_4\text{NH}_2\text{CO}_2$

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?

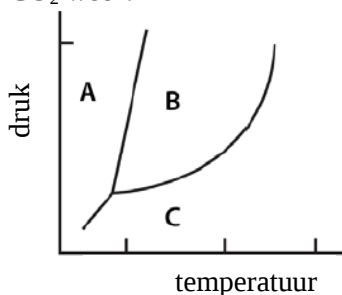
- A 2,271
- B 2,434
- C 2,742
- D 3,043

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 Hieronder staat het fasediagram van CO_2 afgebeeld. Welke overgang geeft het sublimeren van CO_2 weer?



- A $A \rightarrow B$
- B $A \rightarrow C$
- C $B \rightarrow C$
- D $C \rightarrow B$

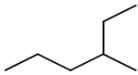
reacties

- 13 Wat is de reactiewarmte bij reactie van 5,00 g Fe_2O_3 in de thermietreactie:
 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2 \text{Al}(\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2 \text{Fe}(\text{l})$
- | stof | vormingswarmte in kJ mol^{-1} |
|-----------------------------------|--|
| $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ | -822 |
| $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ | -1670 |
| $\text{Fe}(\text{l})$ | 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 activeringsenergie voor 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 MnO_4^- als het wordt omgezet tot MnO_2 ?
- A Het MnO_4^- ion neemt 3 elektronen op.
B Het MnO_4^- ion neemt 1 elektron op.
C Het MnO_4^- ion staat 1 elektron af.
D Het MnO_4^- ion staat 3 elektronen af.
- 16 Welke deeltjes zijn in de redoxreactie $\text{ClO}_3^-(\text{aq}) + 5 \text{Cl}^-(\text{aq}) + 6 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 3 \text{Cl}_2(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ de oxidator en de reductor?
- oxidator reductor
- A Cl^- is oxidator, ClO_3^- is reductor
B ClO_3^- is oxidator, Cl^- is reductor
C ClO_3^- 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 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_2(\text{aq}) + 2 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ bij verschillende beginconcentraties staat in de tabel. Welk getal komt op de plaats van het vraagteken te staan?
- | experiment | $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_0 (\text{mol L}^{-1})$ | $[\text{I}^-]_0 (\text{mol L}^{-1})$ | 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 $2 \text{ S(s)} + 3 \text{ O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{ SO}_3\text{(g)}$
- A $\frac{2[\text{SO}_3]}{2[\text{S}] + 3[\text{O}_2]} = K$
- B $\frac{2[\text{SO}_3]}{3[\text{O}_2]} = K$
- C $\frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{S}]^2[\text{O}_2]^3} = K$
- D $\frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{O}_2]^3} = K$
- 19 Bij welke van onderstaande reacties in evenwicht zal de ligging van het evenwicht naar rechts schuiven bij volumetoename?
- A $\text{C(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{ CO(g)}$
- B $\text{CO(g)} + \text{NO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{NO(g)}$
- C $\text{H}_2\text{(g)} + \text{F}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{ HF(g)}$
- D $\text{N}_2\text{(g)} + 3 \text{ H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{ NH}_3\text{(g)}$
- 20 Hoeveel g $\text{MgCO}_3\text{(s)}$ 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 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$?
- 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 $\text{C}=\text{C}$ -bindingen
- C de lengte van de koolstofketen
- D al of niet dierlijke herkomst

Opgave 2 Zure regen

(12 punten)

De gasen SO_2 , NO en NO_2 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 $3,2 \text{ g/m}^3$ regenwater en de sulfaatconcentratie $5,7 \text{ g/m}^3$. In 1990-1991 had het regenwater een over het jaar gemiddelde pH-waarde van 4,2.

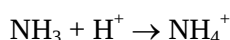
Het sulfaat waarvan in het artikel sprake is, komt in het genoemde regenwater vrijwel alleen voor als SO_4^{2-} en slechts in geringe mate als HSO_4^- .

- 1 Bereken de verhouding tussen het aantal mol SO_4^{2-} en het aantal mol HSO_4^- 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.

- 2 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 SO_4^{2-} voorkomt. 4

Behalve de uitstoot van SO_2 , NO en NO_2 heeft ook de uitstoot van NH_3 een verzurende invloed op het milieu. Uit onderzoek is gebleken dat NH_3 eerst wordt omgezet in NH_4^+ :



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



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

NH_3	$7,7 \cdot 10^9 \text{ mol}$
NO en NO_2 (tezamen)	$1,3 \cdot 10^{10} \text{ mol}$
SO_2	$1,5 \cdot 10^{10} \text{ mol}$

Deze hoeveelheden vertegenwoordigen een bepaalde ' H^+ uitstoot'. Hierbij wordt er van uitgegaan dat NH_3 , NO en NO_2 volledig worden omgezet in H^+ en NO_3^- , en dat SO_2 volledig wordt omgezet in H^+ en SO_4^{2-} . 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 $0,58 \text{ mol per m}^2$ was. Ook hierbij wordt uitgegaan van volledige ionisatie.

Nederland heeft een oppervlakte van $4,1 \cdot 10^{10} \text{ m}^2$.

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

- 3 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'.

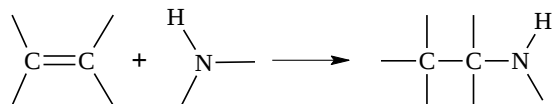
- 4 Geef hiervoor een mogelijke verklaring. 1

Opgave 3 Dendrimeer

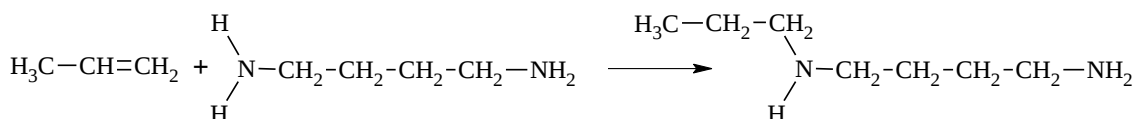
(11 punten)

Verbindingen waarvan de moleculen een $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array}$ groep bevatten, kunnen onder invloed van een geschikte katalysator reageren met verbindingen waarvan de moleculen een $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{N} \\ | \end{array}$ groep bevatten.

Daarbij treedt de volgende additie op:



Zo reageert propene (C_3H_6) met 1,4-butaandiamine ($\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$) onder vorming van additieproducten met de formule $\text{C}_7\text{H}_{18}\text{N}_2$. Eén van de reacties die optreedt, is de volgende:

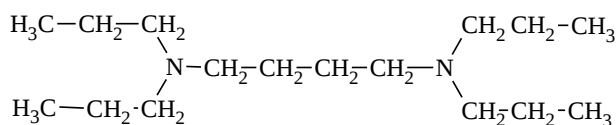


Op grond van bovenstaande gegevens mag verwacht worden dat bij het reageren van propene met 1,4-butaandiamine nog een ander additieproduct met de formule $\text{C}_7\text{H}_{18}\text{N}_2$ gevormd wordt.

- 5 Geef de structuurformule van dat andere additieproduct.

1

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

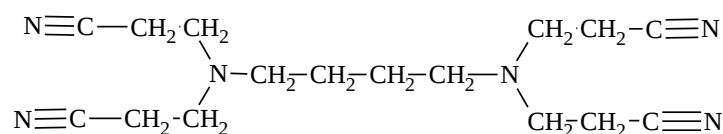


Men kan het ontstaan van deze verbinding verklaren met behulp van voorgaande gegevens.

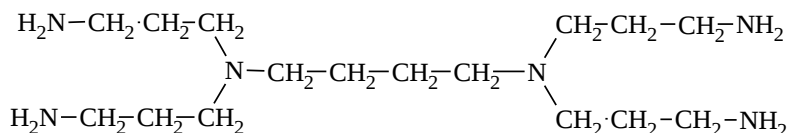
- 6 Leg aan de hand van voorgaande gegevens uit hoe deze verbinding kan ontstaan. Betrek in de uitleg de structuurformule van 1,4-butaandiamine.

2

Acrylonitril ($\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$) reageert met 1,4-butaandiamine op dezelfde manier als propene 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, polymereermoleculen ontstaan die steeds verder vertakt raken. Onder geschikte omstandigheden kan men steeds maximale aangroei van de moleculen realiseren.

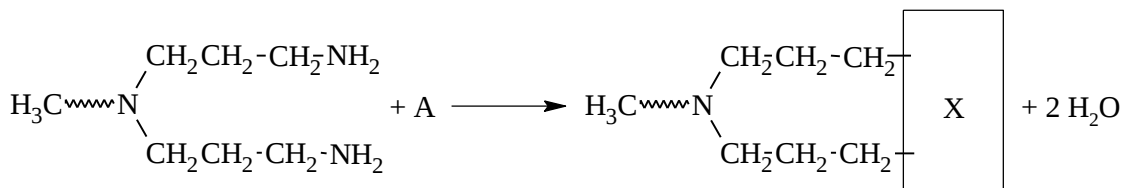
- 7 Leg uit hoeveel moleculen waterstof nodig zijn om uitgaande van 1 molecuul 1,4-butaandiamine een polymereermolecuul te maken met 16 NH_2 groepen. Neem daarbij aan dat alle reactiestappen volledig verlopen.

4

De hierboven genoemde soort polymeren, met NH_2 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 NH_2 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:



- 8 Geef het gedeelte dat hierboven met X is aangeduid, in structuurformule weer. 2
- 9 Leg uit waarom men voor het aldus afsluiten van de holten asparaginezuur zou gebruiken en niet butaandizuur. 2

Opgave 4 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: $\text{X}_\text{A} \rightleftharpoons \text{X}_\text{B}$ waarvoor een evenwichtsconstante K_v geldt: $K_v = \frac{[\text{X}]_\text{B}}{[\text{X}]_\text{A}}$.

Om het verdelingsevenwicht van azijnzuur CH_3COOH (=X) over tetra (CCl_4) (=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.

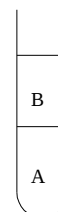
- 10 Bereken hieruit de K_v van de verdeling van azijnzuur over water en tetra. Laat de ionisatie van azijnzuur in water buitenbeschouwing. 4

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

- 11 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 evenwichtinstelling verwijdt men voorzichtig de waterlaag. Bij de overblijvende tetralaag wordt opnieuw een verse portie water gevoegd, het geheel weer geschud enzovoort, enzovoort.

- 12 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 $(\text{CH}_3\text{COOH})_2$ en in de waterlaag als enkelvoudige deeltjes CH_3COOH .

- | | | |
|-----------------------------|--|---|
| ☐ 13 | Geef de vergelijking van dit evenwichtsproces met het dimeer links van het evenwichtsteken. | 2 |
| ☐ 14 | Voor dit evenwichtsproces kun je ook een -andere- evenwichtsconstante K'_v definiëren: geef de formule voor die K'_v . | 1 |
| ☐ 15 | Bereken de waarde van K'_v , die uit de titratie van het monster uit de waterlaag volgt (zie de meetgegevens boven vraag ☐ 10.) | 2 |

naam:

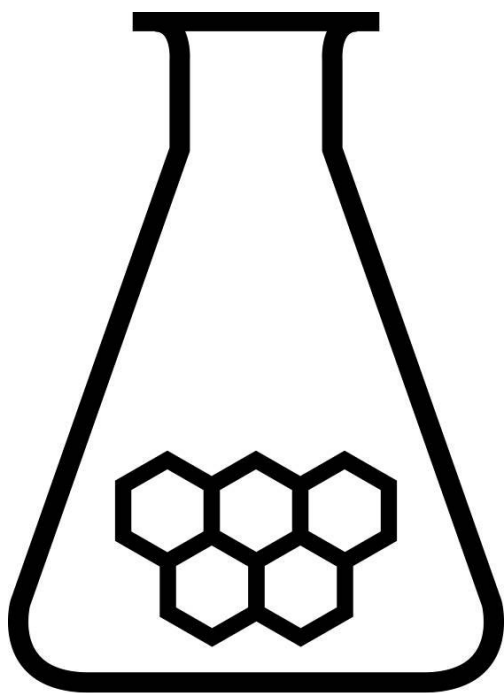
Antwoordblad meerkeuzevragen van voorronde 1 van de 32^e Nationale Scheikundeolympiade 2011

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



**SCHEIKUNDE
OLYMPIADE**



AkzoNobel

Tomorrow's Answers Today

- 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.

Opgave 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	$\frac{1,00 \cdot 10^3 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times 5,00 \cdot 10^{-2}}{60,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,833 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ of $\frac{5,00\%}{100\%} \times 10^3 \frac{\text{mL}}{\text{L}} \times 1,00 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 0,833 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
3	A	$1,2 \cdot 10^3 \times \frac{2}{3} = 8,0 \cdot 10^2$
4	A	$\frac{30,6 \text{ s} \times 10,0 \frac{\text{C}}{\text{s}}}{2 \times 9,65 \cdot 10^4 \frac{\text{C}}{\text{mol Cu}}} \times 63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol Cu}} = 0,101 \text{ g Cu}$

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	BCl ₃ is een vlak, symmetrisch molecuul ⇒ de polaire atoombindingen heffen elkaar op

rekenen

8	D	$15,5 \text{ kg} \times \frac{2 \times 46,07}{180,2} = 7,93 \text{ kg}$
9	B	heeft de meeste N-atomen per minst zware andere atomen
10	B	$200 \text{ mL} \times 0,0657 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 13,14 \text{ mmol OH}^-$; $140 \text{ mL} \times 0,107 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 14,98 \text{ mmol H}^+$; totaal 500 mL mengsel met $14,98 - 13,14 = 1,84 \text{ mmol H}^+ \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,68 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = 2,434$ De formule is: $\text{pH} = -\log \left(\frac{140 \text{ mL} \times 0,107 \frac{\text{mol}}{\text{L}} - 200 \text{ mL} \times 0,0657 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}{(140 + 200 + 160) \text{ mL}} \right) = 2,434$

aggregatietoestand

11	C	de massa per volume is bij gasen evenredig met de molecuulmassa; de molecuulmassa van water is kleiner dan die van de andere moleculen in lucht
12	B	Bij hoge <i>T</i> en lage <i>p</i> : gasfase; bij lage <i>T</i> en hoge <i>p</i> vaste stof; sublimeren van s → g, dus A → C

reacties

13	A	$822 - 1670 + 2 \times 15,4 = -817,2 \text{ kJ}$ $-817,2 \text{ kJ} \times \frac{5,00}{159,7} = -25,6 \text{ kJ}$ of $\frac{5,00 \text{ g}}{159,7 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times \left(822 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - 1670 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 2 \times 15,4 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right) = -25,6 \text{ kJ}$
14	A	$140 - 100 = 40$
15	A	De lading van Mn gaat van 7+ naar 4+; mangaan neemt dus 3 e ⁻ op.
16	B	ClO ₃ ⁻ /Cl ₂ en Cl ⁻ /Cl ₂ ; chloraat is dus oxidator en chloride reductor
17	C	Uit experiment 1 en 2 blijkt: $s \sim [\text{I}^-]$; uit xp. 1 en 3 blijkt: $s \sim [\text{S}_2\text{O}_8^{2-}] \Rightarrow$ wachttijd bij xp.4 is $\frac{4}{2}$ maal zo lang als bij xp. 3 $\Rightarrow 2 \times 156 = 312$ (of $2 \times 4 = 8$ 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: $[\text{Mg}^{2+}] = \sqrt{K_s} = 2,61 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$; de oplosbaarheid van MgCO ₃ is dus $2,61 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \times 84,32 \text{ g mol}^{-1} = 0,220 \text{ g L}^{-1}$; in 380 mL verdampte oplossing zat $0,380 \times 0,220 = 0,084 \text{ g}$ (2 significante cijfers vanwege de K_s)
21	D	$\frac{x^2}{0,10-x} = 1,8 \cdot 10^{-4}$; $x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 4,15 \cdot 10^{-3}$; $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]_0} \times 100\% = 4,2$

koolstofchemie

22	D	langste C-keten 6; tak op 3 ^e plaats van uiteinde
23	C	pentanal, 2-methylbutanal, 3-methylbutanal en dimethylpropanal
24	B	onverzadigd wil zeggen met C=C-bindingen

Open opgaven

(totaal 36 punten)

Opgave 2 Zure regen

(12 punten)

□1 Maximumscore 3

De relatief geringe hoeveelheid HSO_4^- die naast SO_4^{2-} aanwezig is, is (bijvoorbeeld) te berekenen uit het onderstaande evenwicht:



$$K_z = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]} = \frac{6 \cdot 10^{-5} \times [\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]} \Rightarrow 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ (zie Binastabel 49)} \Rightarrow$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] : [\text{HSO}_4^-] = 1,0 \cdot 10^{-2} : 6 \cdot 10^{-5} = \underline{2 \cdot 10^2 : 1} \text{ (1 significant cijfer).}$$

- Berekening $[\text{H}_3\text{O}^+]$: $10^{-4,2}$ 1
- Juiste evenwichtsvoorwaarde, bijvoorbeeld genoteerd als: $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]} = K_z$ 1
- Rest van de berekening 1

□2 Maximumscore 4

Bereken de hoeveelheid sulfaat alsof alleen SO_4^{2-} aanwezig is:

$$5,7 \text{ g SO}_4^{2-} = \frac{5,7 \text{ g}}{96,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,059 \text{ mol SO}_4^{2-} \text{ (aanwezig in 1 m}^3 \text{ of 1000 L)}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{0,059 \text{ mol}}{1000 \text{ L}} = 5,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

$$3,2 \text{ g NO}_3^- \text{ komt overeen met } \frac{3,2 \text{ g}}{62,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,052 \text{ mol NO}_3^- \text{ (in 1 m}^3) \Rightarrow [\text{NO}_3^-] = 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

Elke oplossing is elektrisch neutraal, d.w.z. tegenover negatieve lading staat evenveel positieve lading. Aan éénwaardige positieve ionen moet dus aanwezig zijn: $2 \times 5,9 \cdot 10^{-5} + 5,2 \cdot 10^{-5} = 17 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$. Volgens onderdeel □1 zijn er maar $6 \cdot 10^{-5} \text{ mol H}_3\text{O}^+$ (of H^+) aanwezig $\Rightarrow$ de oplossing moet ook andere positieve ionen bevatten..

Opmerking: Ook de constatering dat $[\text{H}_3\text{O}^+] < 2 [\text{SO}_4^{2-}]$ is hier voldoende.

- Berekening van de molaire massa's van NO_3^- en SO_4^{2-} : respectievelijk 62,01 en 96,06 (g mol^{-1}) 1
- Berekening van het aantal mol NO_3^- en SO_4^{2-} : 3,2 (g) delen door de molaire massa van NO_3^- en 5,7 (g) delen door de molaire massa van SO_4^{2-} 1
- Berekening van het totale aantal mol H_3O^+ dat met de hoeveelheid nitraat en sulfaat overeenkomt: het aantal mol NO_3^- vermeerderen met het dubbele van het aantal mol SO_4^{2-} 1
- Berekening van het aantal mol aanwezig H_3O^+ : $10^{-4,2}$ (mol L^{-1}) vermenigvuldigen met 10^3 (L m^{-3}) en vergelijking met het totale aantal mol H_3O^+ dat met de hoeveelheid nitraat en sulfaat overeenkomt en conclusie 1

□3 Maximumscore 4

Uitstoot van H^+ (tussen haakjes de reactieverhouding)

ten gevolge van NH_3 (1 : 1) $0,77 \cdot 10^{10}$ mol H^+

ten gevolge van NO en NO_2 (1 : 1) $1,3 \cdot 10^{10}$ mol H^+

ten gevolge van SO_2 (1 : 2) $3,0 \cdot 10^{10}$ mol H^+

Totale ' H^+ -uitstoot' in 1980: $5,07 \cdot 10^{10}$ mol H^+ of $5,1 \cdot 10^{10}$ mol H^+ (2 sign. cijfers)

Toelichting: De reactieverhouding 1 : 1 van NH_3 en H^+ vind je door het optellen van beide gegeven reactievergelijkingen: 1 mol NH_3 gebruikt eerst 1 mol H^+ , maar vervolgens wordt 2 mol H^+ gevormd bij oxidatie van 1 mol NH_4^+ .

- Notie dat de H^+ uitstoot ten gevolge van NH_3 gelijk is aan het aantal mol NH_3 en dat de H^+ uitstoot tengevolge van stikstofoxiden gelijk is aan het aantal mol stikstofoxide en dat de H^+ uitstoot tengevolge van SO_2 gelijk is aan het dubbele van aantal mol SO_2 1
- Berekening van de totale H^+ uitstoot: $7,7 \cdot 10^9$ mol + $1,3 \cdot 10^{10}$ mol + $2 \times 1,5 \cdot 10^{10}$ mol 1
- Berekening van de totale H^+ uitstoot per m^2 : de totale H^+ uitstoot delen door $4,1 \cdot 10^{10}$ (m^2) 1
- Conclusie door vergelijking van de berekende totale H^+ uitstoot per m^2 met 0,58 mol per m^2 1

□4 Maximumscore 1

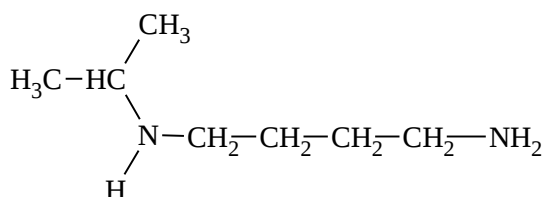
De zure uitstoot beweegt zich in de atmosfeer en overschrijdt daarmee de landsgrenzen. Het nettotransport van H^+ of H^+ -producerende gassen van land naar land is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden.

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

■ Opgave 3 Dendrimeer

(11 punten)

□5 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.

□6 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- 1
- Dus kunnen aan een molecuul 1,4-butaandiamine vier propeenmoleculen worden geaddeerd 1

□7 Maximumscore 4

Per molecuul 1,4-butaandiamine worden vier acrylonitrilmoleculen gebonden, die elk met twee H_2 -moleculen in een verzadigde binding met aminogroepen worden omgezet (zie opgave). Voor deze stap van twee (eindstandige) aminogroepen naar vier (eindstandige) aminogroepen zijn dus $2 \times 4 = 8$ 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 $8 + 2 \times 24 = 56$ H_2 -moleculen.

- Notie dat per $C \equiv N$ binding / acrylonitrilmolecuul 2 moleculen H_2 reageren (eventueel impliciet) 1
- Berekening van het totale aantal acrylonitrilmoleculen dat nodig is voor de vorming van 16 NH_2 groepen: $4 + 8 + 16$ 2
- Berekening van het totale aantal moleculen H_2 : het totale aantal acrylonitrilmoleculen vermenigvuldigen met het aantal moleculen H_2 dat per acrylonitrilmolecuul reageert 1

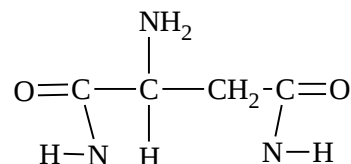
Indien een antwoord is gegeven als: „Voor de vorming van 16 NH_2 groepen zijn 16 acrylonitrilmoleculen nodig, dus 32 moleculen H_2 .” 3

Indien een antwoord is gegeven als: „Voor de vorming van 16 NH_2 groepen zijn 16 acrylonitrilmoleculen nodig, dus 16 moleculen H_2 .” 2

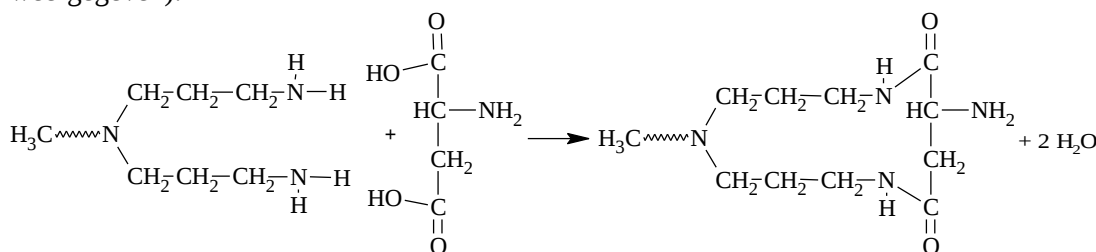
Indien een antwoord is gegeven als: „Voor de vorming van 16 NH_2 groepen zijn 8 acrylonitrilmoleculen nodig, dus 16 moleculen H_2 .” 1

□8 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 de 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

□9 Maximumscore 2

Indien butaandizuur wordt genomen om de holten af 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 NH_2 -groepen minder worden en dat maakt de kleurstof in waterverf moeilijker toepasbaar.

- Het uiteindelijke product moet oplosbaar zijn in water 1
- De vrije NH_2 groepen van de asparaginezuurmoleculen zorgen daarvoor 1

Opgave 4 Schudden maar!

(13 punten)

□10 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.

$$K_v = \frac{0,090}{0,01} = 9$$

- 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

□11 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

□12 Maximumscore 2

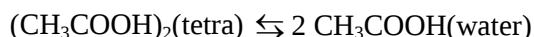
Na één keer schudden houd je 0,60 gram over, na twee keer 0,060g, na drie keer 0,0060 g, na vier keer 0,00060 en na vijf keer 0,000060 g of 0,06 mg.

- 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 K_v, dit antwoord op deze vraag goed rekenen.

□13 Maximumscore 2



□14 Maximumscore 1

$$K'_v = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]^2}{[(\text{CH}_3\text{COOH})_2]}$$

□15 Maximumscore 2

$$K'_v = \frac{0,090^2}{\frac{1}{2} \times 0,01} = \frac{81 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-3}} = 2$$

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