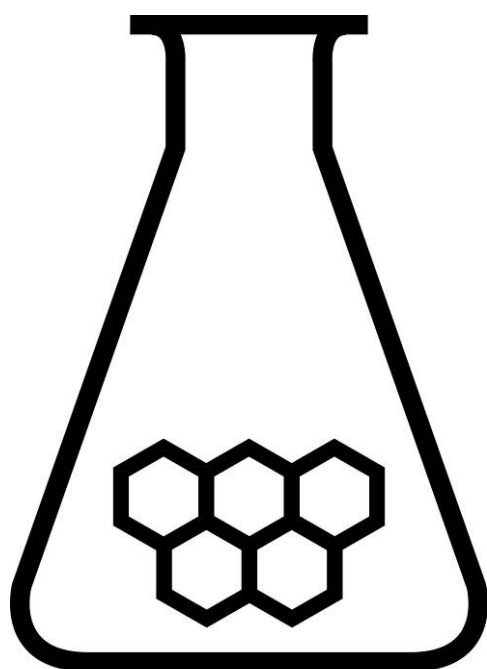


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

OPGAVEN VOORRONDE 2

(de week van)
woensdag 11 april 2007



GE
Plastics

SCHEIKUNDE OLYMPIADE

- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 4 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 91 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.

Bepaling

- 1 De formule van een reniumchloride waarin het massapercentage renium 63,6% is:
- ReCl
 - ReCl₂
 - ReCl₃
 - ReCl₅
- 2 De volgende reactievergelijking is nog niet kloppend gemaakt:
... Sn²⁺(aq) + ... MnO₄⁻(aq) + ... H⁺(aq) → ... Sn⁴⁺(aq) + ... Mn²⁺(aq) + ... H₂O(l)
Sn²⁺ en MnO₄⁻ reageren in de molverhouding:
- 1/2
 - 1/1
 - 2/1
 - 5/2
- 3 1,50 mL accuzuur (zwavelzuuroplossing) uit een autoaccu wordt getitreerd met 1,47 M natronloog met fenolftaleïne tot het equivalentiepunt. Er is 23,70 mL natronloog nodig. Welke molariteit heeft accuzuur?
- 0,186
 - 5,80
 - 11,6
 - 23,2
- 4 0,239 g van een zuivere gasvormige stof oefent in een 100 mL erlenmeyer bij 14 °C een druk uit van 600 mm Hg. Welk gas kan dit zijn?
- chloor
 - krypton
 - stikstof
 - xenon

Reactie

- 5 Bij 25 °C is de vormingswarmte (vormingsenthalpie) van lithiumoxide -598,8 kJ mol⁻¹. Hoeveel g lithium is nodig om met overmaat zuurstof 150 kJ reactiewarmte te leveren?
- 0,874
 - 1,74
 - 3,48
 - 6,98
- 6 De standaardreactieenthalpie en -entropie van een bepaalde reactie zijn resp. -60,0 kJ en -0,200 kJ K⁻¹. Onder welke omstandigheden verloopt deze reactie spontaan?
- alle omstandigheden
 - T < 300 K
 - T = 300 K
 - T > 300 K

- 7 De reactie-enthalpie van de reactie $\mathbf{A + B \rightarrow AB}$ is $-85,0 \text{ kJ mol}^{-1}$ en zijn activeringsenergie is $120,0 \text{ kJ mol}^{-1}$. Welke activeringsenergie heeft de teruggaande reactie?
- $35,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - $85,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - $120,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - $205,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
- 8 In onderstaande tabel staan experimentele gegevens waarmee de snelheidsvergelijking van de reactie $\text{HI(g)} + \text{C}_2\text{H}_5\text{I(g)} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6\text{(g)} + \text{I}_2\text{(g)}$ bepaald kan worden.

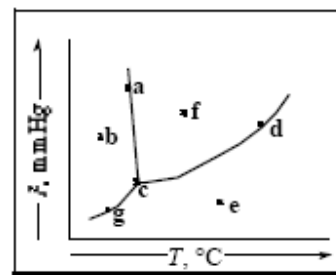
xp.	[HI] mol L ⁻¹	[C ₂ H ₅ I] mol L ⁻¹	$\frac{\Delta[\text{I}_2]}{\Delta t}$ mol L ⁻¹ s ⁻¹
1	0,010	0,010	$1,2 \cdot 10^{-5}$
2	0,010	0,020	$2,4 \cdot 10^{-5}$
3	0,020	0,020	$4,8 \cdot 10^{-5}$

De snelheidsvergelijking luidt:

- $s = k[\text{HI}]$
 - $s = k[\text{C}_2\text{H}_5\text{I}]$
 - $s = k[\text{HI}][\text{C}_2\text{H}_5\text{I}]$
 - $s = k[\text{HI}]^2[\text{C}_2\text{H}_5\text{I}]^2$
- 9 Bij welk van onderstaande omzettingen is het begindeeltje een reductor?
- $\text{N}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$
 - $\text{N}_2\text{O}_4 \rightarrow 2 \text{NO}_2$
 - $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$
 - $2 \text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$

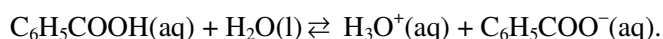
Fysische Chemie

- 10 Voor een reactie $\mathbf{A \rightarrow B + C}$ geldt $s = k[\mathbf{A}]$. Welke grafiek levert een rechte lijn?
- $1/[\mathbf{A}]$ vs tijd
 - $[\mathbf{A}]$ vs tijd
 - $[\mathbf{A}]$ vs $1/\text{tijd}$
 - $\ln[\mathbf{A}]$ vs tijd
- 11 In welk van onderstaande rijtjes zijn de stoffen gerangschikt naar toenemende standaardentropie?
- $\text{Cl}_2\text{(g)}, \text{NaCl(s)}, \text{Na(s)}$
 - $\text{Na(s)}, \text{NaCl(s)}, \text{Cl}_2\text{(g)}$
 - $\text{Na(s)}, \text{Cl}_2\text{(g)}, \text{NaCl(s)}$
 - $\text{NaCl(s)}, \text{Na(s)}, \text{Cl}_2\text{(g)}$
- 12 Welke punten in dit fase-diagram geven omstandigheden van druk en temperatuur weer, waarbij vloeistof aanwezig is?
- a, b en g
 - a, c, d en f
 - a, c, d en g
 - c, d, e en g



- 13 Van het evenwicht $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$ is de reactie-enthalpie +51,8 kJ. Door welke verandering neemt de evenwichtshoeveelheid van HI(g) toe?
- I. verhogen van de druk II. verhogen van de temperatuur
- alleen I
 - alleen II
 - zowel I als II
 - geen van beide

- 14 Het ionisatie-evenwicht van benzeencarbonzuur wordt weergegeven door:



Bij een bepaalde T geldt voor 0,045 M $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ -oplossing $[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})] = 1,7 \cdot 10^{-3}$. De K_z van benzeencarbonzuur is bij deze T :

- $6,4 \cdot 10^{-5}$
- $6,7 \cdot 10^{-5}$
- $7,7 \cdot 10^{-5}$
- $3,8 \cdot 10^{-2}$

Structuur

- 15 Welke van onderstaande rij deeltjes hebben evenveel elektronen?
- Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} ,
 - K^+ , Cl^- , S^{2-}
 - Li^+ , Na^+ , K^+ ,
 - Mg , Ca , Sr
- 16 Hoeveel ongepaarde elektronen heeft een ijzeratoom in zijn grondtoestand?
- 0
 - 2
 - 4
 - 6
- 17 Welke van onderstaande bindingen is het minst polair?
- B–Cl
 - O–F
 - P–F
 - Si–N
- 18 Welk van onderstaande deeltjes heeft een Lewisstructuur die het meest lijkt op die van het carbonaation?
- CH_3^+
 - NO_3^-
 - PO_4^{3-}
 - SO_3^{2-}
- 19 Het nitrietion heeft twee belangrijke grensstructuren. De lengte van de N–O-binding in nitriet
- is vergelijkbaar met een dubbele N–O-binding
 - is vergelijkbaar met een drievoudige N–O-binding
 - zit tussen een enkele en dubbele N–O-binding in
 - zit tussen een dubbele en drievoudige N–O-binding in

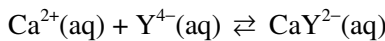
- 20 Hoeveel isomere alcoholen (geen optische isomeren) zijn er met de molecuulformule $C_4H_{10}O$?
- 2
 - 3
 - 4
 - 5

■ Opgave 2 EDTA-titratie

(13 punten)

Alle gegevens in deze opgave gelden bij 298 K.

Een methode om de molariteit van calciumzouten in oplossing te bepalen is titreren met het natriumzout van ethyleendiaminetetraazijnzuur, voor te stellen met Na_4Y . Bij deze titratie buffert men op $pH = 12$. Het eindpunt van de titratie wordt met behulp van een speciale indicator zichtbaar gemaakt. Het Y^{4-} vormt met Ca^{2+} een complex. Men noemt deze methode daarom een complexometrische titratie. De vergelijking voor de complexvorming is:



De hierbij behorende evenwichtsconstante wordt stabiliteitsconstante, K_{st} , genoemd:

$$\frac{[CaY^{2-}]}{[Ca^{2+}][Y^{4-}]} = K_{st}$$

Ook met zouten van andere metalen zijn complexometrische titraties, waarbij de metaalionen met Y^{4-} reageren in de molverhouding 1 : 1, mogelijk. Het equivalentiepunt van zo'n complexometrische titratie is niet goed te bepalen wanneer de waarde van K_{st} klein is.

- 1 Leg uit dat het equivalentiepunt van zo'n complexometrische titratie niet goed te bepalen is wanneer de waarde van K_{st} klein is. 2

Een complexometrische titratie als hierboven geschetst is voldoende nauwkeurig uitvoerbaar als $K_{st} \times M > 10^8$. Hierbij is M de molariteit van het te titreren metaalzout.

Voor de trapsgewijze protolyse van ethyleendiaminetetraazijnzuur, H_4Y , gelden de in tabel 1 vermelde gegevens.

tabel 1

zuur	zuurconstante	p-waarde	base	base constante	p-waarde
H_4Y	$1,0 \cdot 10^{-2}$	2,0	H_3Y^-	$1,0 \cdot 10^{-12}$	12,00
H_3Y^-	$2,1 \cdot 10^{-3}$	2,68	H_2Y^{2-}	$4,8 \cdot 10^{-12}$	11,32
H_2Y^{2-}	$6,9 \cdot 10^{-7}$	6,16	HY^{3-}	$1,4 \cdot 10^{-8}$	7,84
HY^{3-}	$5,5 \cdot 10^{-11}$	10,26	Y^{4-}	$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,74

Zowel oplossingen van het zuur als van de zouten ervan worden als titratievloeistof gebruikt. Al deze oplossingen worden aangeduid met de verzamelnaam EDTA.

Bij de titratie met EDTA kan alleen met Y^{4-} een metaalcomplex worden gevormd en niet met HY^{3-} enz.

Voert men een titratie met EDTA uit bij een $pH = 12$ dan is het niet in het metaalcomplex gebonden EDTA hoofdzakelijk als Y^{4-} aanwezig.

- 2 Leg uit dat bij $pH = 12,00$ EDTA hoofdzakelijk als Y^{4-} aanwezig is. 4

De meeste metaalzouten zijn in een oplossing met $pH = 12$ niet titreerbaar, o.a. door hydroxidevorming.

Men kan deze metaalzouten vaak wel bij een lagere pH met EDTA titreren, maar dan moet de voorwaarde $K_{st} \times M > 10^8$ gecorrigeerd worden. Bij deze voorwaarde gaat men er namelijk van uit dat alle EDTA als Y^{4-} aanwezig is.

Bij lagere pH is echter slechts een deel van de EDTA als Y^{4-} aanwezig.

De voorwaarde voor uitvoerbaarheid van de titratie wordt daarom gecorrigeerd met een factor f

$$f = \frac{\text{molariteit EDTA}}{[Y^{4-}]}, \text{ waarbij molariteit EDTA} = [Y^{4-}] + [HY^{3-}] + [H_2Y^{2-}] + [H_3Y^{-}] + [H_4Y].$$

- 3 Bereken met behulp van de gegeven zuurconstanten de waarde van f bij een pH = 10,00. 3

Ook bij andere pH-waarden is f te berekenen.

De voorwaarde voor uitvoerbaarheid van titraties met EDTA is nu:

$$\frac{K_{st}}{f} \times M > 10^8 \text{ of } \log K_{st} + \log M - \log f > 8.$$

In tabel 2 zijn waarden van $\log f$ gegeven bij verschillende pH-waarden.

tabel 2

pH	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$\log f$	0	0,1	0,4	1,3	2,3	3,3	4,6	6,4	8,4	10,6	13,5	17,1

In tabel 3 zijn waarden van $\log K_{st}$ van verschillende metalen gegeven.

tabel 3

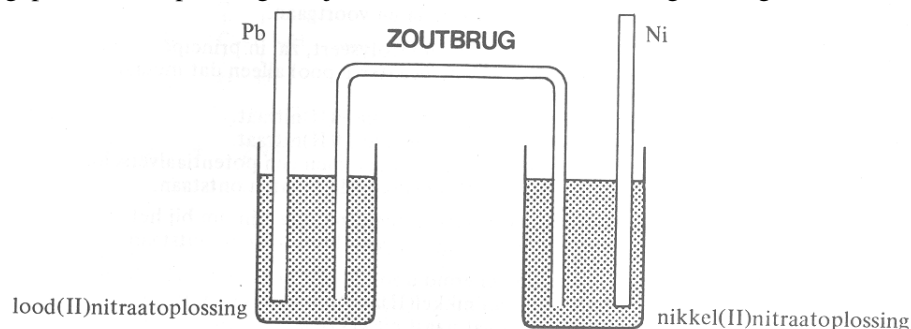
metaal	$\log K_{st}$	metaal	$\log K_{st}$	metaal	$\log K_{st}$
Ag(I)	7,3	Mn(II)	13,8	Zn(II)	16,5
Ba(II)	7,8	Fe(II)	14,3	Pb(II)	18,0
Sr(II)	8,6	Al(III)	16,1	Ni(II)	18,6
Mg(II)	8,7	Co(II)	16,3	Cu(II)	18,8
Ca(II)	10,7	Cd(II)	16,5	Hg(II)	21,8

- 4 Leg uit dat niet aan de gestelde voorwaarde wordt voldaan, als een oplossing met $[Ca^{2+}] = \text{circa } 0,1$ bij pH = 5 met EDTA wordt getitreerd. 2
- 5 Bereken de laagste gehele pH-waarde waarbij voor een titratie van 0,1 molair Ni-zout met EDTA nog aan de gestelde voorwaarde wordt voldaan. 2

Opgave 3 Vernikkelen

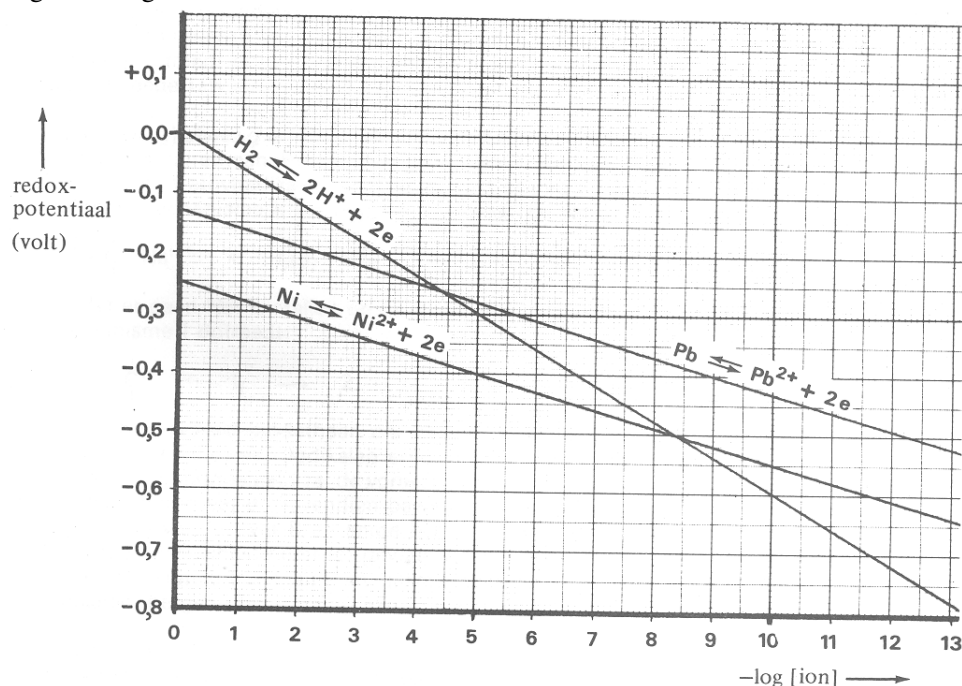
(16 punten)

In een bekglas bevindt zich een 1 molair lood(II)nitraatoplossing, waarin een loodstaaf is geplaatst. In een ander bekglas bevindt zich een 1 molair nikkel(II)nitraatoplossing, waarin een nikkelstaaf is geplaatst. De oplossingen zijn verbonden met een zoutbrug. Zie figuur 1.



figuur 1

Tussen beide staven bestaat nu een potentiaalverschil gelijk aan het verschil tussen de normaalredoxpotentialen (standaardelektrodepotentialen) van de redoxkoppels Pb/Pb^{2+} en Ni/Ni^{2+} . De positieve pool van een variabele gelijkspanningsbron wordt nu verbonden met de positieve pool van de zojuist beschreven galvanische cel. De negatieve pool van de variabele gelijkspanningsbron wordt verbonden met de negatieve pool van de galvanische cel. Bij het opvoeren van het potentiaalverschil van de gelijkspanningsbron begint elektrolyse op te treden als het potentiaalverschil van de gelijkspanningsbron iets groter is dan dat van de galvanische cel. Redoxpotentialen zijn concentratieafhankelijk. In figuur 2 is voor enkele redoxkoppels de redoxpotentiaal uitgezet tegen de negatieve logaritme van de betrokken ionconcentratie.



figuur 2

- 6 Leid, alleen gebruik makend van figuur 2, de betrekking af die het verband geeft tussen de redoxpotentiaal van het koppel Ni/Ni^{2+} en $\log[\text{Ni}^{2+}(\text{aq})]$.

3

De beschreven elektrolyse stopt als het aangelegde potentiaalverschil niet voortdurend wordt opgevoerd.

- 7 1. Geef de vergelijkingen van de reacties aan beide elektroden als elektrolyse optreedt. Noteer je antwoord als volgt: 2
reactie bij de positieve elektrode: ...
reactie bij de negatieve elektrode: ...

2. Leg uit waarom het aangelegde potentiaalverschil voortdurend moet worden opgevoerd om de elektrolyse te laten voortgaan. 3

Wanneer men een oplossing van een mengsel van zouten elektrolyseert, zal in principe - mits het aangelegde potentiaalverschil niet te hoog is - aan de negatieve pool alleen dat metaal neerslaan dat de hoogste redoxpotentiaal heeft.

In een bekersglas bevindt zich 1 liter 1,0 molair oplossing van nikkel(II)nitraat.

Het gebruikte nikkel(II)nitraat is verontreinigd met een weinig lood(II)nitraat.

In deze oplossing plaatst men twee platina-elektroden, waartussen men een potentiaalverschil aanlegt dat net groot genoeg is om nikkel aan de negatieve elektrode te laten ontstaan.

- 8 Leid uit figuur 2 af hoe groot de lood(II)concentratie hoogstens mag zijn om bij het begin van de elektrolyse op de negatieve elektrode nog net geen lood te doen ontstaan. 3

IJzeren voorwerpen worden vaak tegen roesten beschermd door er met behulp van elektrolyse een laagje nikkel op aan te brengen. Oplossingen van nikkel(II)zouten reageren zuur. Bij elektrolyse van een nikkel(II)nitraatoplossing ontstaat behalve nikkel ook waterstof. Door deze waterstofontwikkeling ontstaat geen gladde nikkellaag. De waterstofontwikkeling kan worden tegengegaan door de oplossing basisch te maken met ammonia; hierbij ontstaat geen neerslag van nikkel(II)hydroxide, maar blijft het nikkel(II) in oplossing als $\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}(\text{aq})$. Van het evenwicht:

$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 6 \text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}(\text{aq})$ heeft de evenwichtsconstante de waarde $4,0 \cdot 10^8$.

Voor het vernikkelen kan een oplossing worden gebruikt waarin per liter 0,10 mol nikkel(II)nitraat en 1,0 mol ammoniak zijn opgelost. De pH van deze oplossing is 11,7.

Men kan berekenen dat in deze oplossing de concentratie van $\text{Ni}^{2+}(\text{aq})$ $6,1 \cdot 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$ is.

- 9 Laat met behulp van een berekening zien dat in deze oplossing de concentratie van $\text{Ni}^{2+}(\text{aq})$ $6,1 \cdot 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$ is. Ga ervan uit dat de verandering van de concentratie van NH_3 ten gevolge van de reactie van ammoniak met water te verwaarlozen is. 3

- 10 Leg mede aan de hand van figuur 2 uit dat voor een elektrolytische vernikkeling zonder waterstofontwikkeling deze oplossing met $\text{pH} = 11,7$ gebruikt kan worden. 2

■ Opgave 4 Zuurstoflek

(22 punten)

Een grote oliemaatschappij had bijna een half jaar lang steeds terugkerende productieproblemen in een ethyleenkraker bij een Europese raffinaderij. Deze leken te worden veroorzaakt door de vorming van een storende taai witte vaste stof die ergens in de kraker werd gevormd als bijproduct in de productie van ethyleen (etheen, $\text{C}_2=$) en propyleen (propeen, $\text{C}_3=$) uit de benzine- en dieselolie-achtige raffinaderijproducten nafta of gasolie. Zo'n ethyleenkraker breekt

bij zeer hoge temperaturen (550-600 °C) de in deze raffinaderij producten aanwezige normaal- en iso-alkanen, cyclo-paraffinen en (mono-, di- en tri-) aromaten onder zeer zware thermische 'kraak'-condities af tot de zeer kleine etheen- en proppeen-moleculen in ca. een 2 : 1 tot 3 : 2 verhouding van $\text{C}_2=$ / $\text{C}_3=$. Vandaar de naam ethyleenkraker. In dit proces wordt naast ethyleen dus altijd een substantiële hoeveelheid proppeen gevormd, en tevens kleinere en grotere bijproducten, bv gas (C_1 ,

methaan), MAPD (methyl-acetyleen en propadieen), vele C_4 en C_5 olefines en diolefines (olefine is een oude maar nog veel gebruikte naam voor alkeen!), en ook wat hogere alkanen, naftenen en aromaten (pyrolysebenzine). Methaan is fornuisbrandstof, de lagere (di)-olefines gaan deels naar benzines, de pyrolyse-benzine wordt gehydrogeneerd (met waterstof behandeld) en gaat dan ook naar benzine of gasolie of evt. ook raffinaderijbrandstof.

In de industrie worden stoffen vaak aangeduid met niet-systematische (triviale) namen. Bijvoorbeeld ethyleen, propyleen, olefinen.

Ook van één van de stoffen die in MADP voorkomen is een triviale naam gegeven.

- 11 Geef de structuurformules van de stoffen die in MADP zitten. 5
Geef de systematische naam van de stof uit MADP waarvan de triviale naam is gegeven.

- 12 Geef de structuurformule van een vertakt C5 diolefine. 2

Het storende vaste witte bijproduct werd op verschillende manieren geanalyseerd. Hier volgen enkele analysesresultaten.

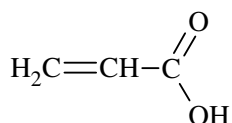
Het witte product:

1. bevat ca. 40 massa% zuurstof (elementanalyse);
2. is hoogmoleculair (massaspectrometrie);
3. bevat veel zuurgroepen (titratie met natronloog);
4. lost tijdens de titratie met natronloog slechts een klein beetje op en zwelt op .

De krakertechneuten kwamen er niet uit wat de oorzaak van het ontstaan van het witte vaste bijproduct was. Ze hadden haast want er waren teveel dure procedures verloren gegaan, de kraker moest weer op volle capaciteit gaan draaien.

Een te hulp geroepen organisch chemicus met analytische instelling trok uit de analysegegevens de conclusie dat in de kraker een luchttek moest zitten, waardoor zuurstof in de kraker kon komen. Die zuurstof zette kennelijk propeen om tot acrylzuur, dat daarna ging polymeriseren.

De structuurformule van acrylzuur is als volgt:



Men veronderstelt dat de omzetting van propeen tot acrylzuur in drie stappen verloopt. In de eerste stap wordt een alcohol gevormd, dat in de twee daarna volgende stappen verder wordt omgezet.

- 13 Geef de reactievergelijkingen voor deze drie stappen. Geef daarbij structuurformules van de organische verbindingen die achtereenvolgens worden gevormd. 4

Het witte vaste bijproduct is niet een polymeer van uitsluitend acrylzuur. Het is een zogenoemd copolymeer van acrylzuur en wellicht etheen.

- 14 Geef de structuurformule van een deel uit het midden van een molecuul van zo'n copolymeer. Teken daarin drie acrylzuureenheden en één etheeneenheid. 3

- 15 Bereken in welke verhouding de acrylzuureenheden en etheeneenheden in het copolymeer voorkomen. Ga ervan uit dat het copolymeer 40,0 massaprocent O bevat. Geef de verhouding als gehele getallen. 4

Tijdens de titratie met natronloog bleek dat de witte vaste stof niet oploste. De stof zwol op (nam in volume toe).

- 16 Waarom zwelt het polymeer op in natronloog? 2

In een sterk basische oplossing zal een zure stof altijd beter of zelfs goed oplossen.

- 17 Geef een mogelijke reden waarom de witte vaste stof tijdens de titratie met natronloog niet oplost. 2

naam, huisadres, telefoon en e-mailadres

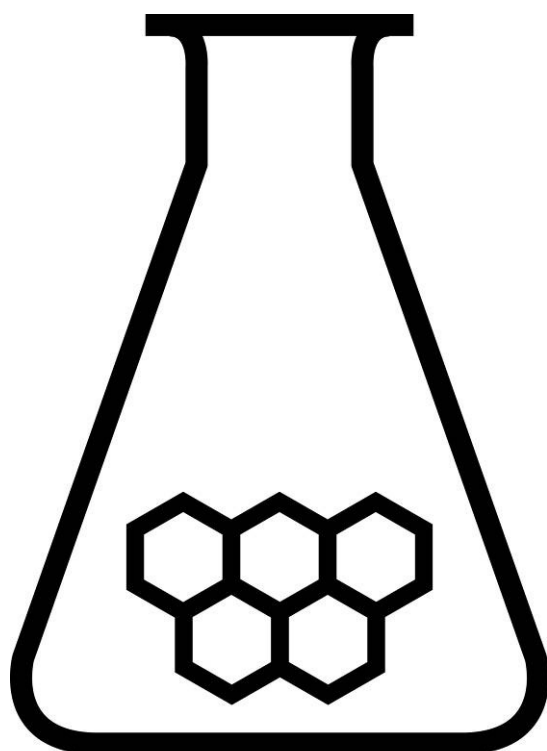
Antwoordblad meerkeuzevragen van voorronde 2 van de Nationale Scheikundeolympiade 2007

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

NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

ANTWOORDMODEL VOORRONDE 2

(de week van)
woensdag 11 april 2007



GE
Plastics

SCHEIKUNDE OLYMPIADE

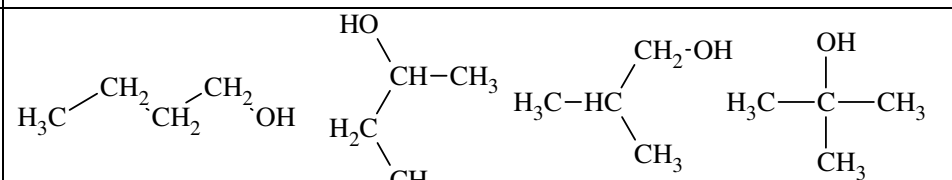
- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 4 onderwerpen en 3 open vragen met in totaal 17 deelvragen
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 91 punten (geen bonuspunten)
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert
- Bij de correctie van het werk moet bijgaand antwoordmodel worden gebruikt. Daarnaast gelden de algemene regels, zoals die bij de correctievoorschriften voor het CSE worden verstrekt.

Opgave 5 Meerkeuzevragen

(40 punten)

Per juist antwoord (motivatie niet gevraagd)

2

<input type="checkbox"/> 18	c	$\text{Re} : \text{Cl} = \frac{63,6}{186,2} : \frac{36,4}{35,5} = 0,33 = 1 : 3$
<input type="checkbox"/> 19	d	$1 \text{ Sn}^{2+} \rightleftharpoons 2 \text{ e}^-; 1 \text{ MnO}_4^- \rightleftharpoons 5 \text{ e}^- \Rightarrow \text{Sn}^{2+}$ en MnO_4^- reageren in de molverhouding 5 : 2
<input type="checkbox"/> 20	c	$\frac{23,70 \times 1,47 \text{ mmol}}{1,50 \text{ mL} \times 2} = 11,6 \text{ M}$
<input type="checkbox"/> 21	a	$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT} = \frac{600 \times 1,33 \cdot 10^2 \times 100 \cdot 10^{-6}}{8,31 \times (14 + 273)} = 3,35 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \Rightarrow M = \frac{0,239 \text{ g}}{3,35 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = 71,3 \text{ g mol}^{-1} \Rightarrow \text{Cl}_2 (70,9)$
<input type="checkbox"/> 22	c	$\frac{150 \text{ kJ}}{598,8 \text{ kJ}} \times (2 \times 6,941) = 3,48 \text{ g Li}$
<input type="checkbox"/> 23	b	als $\Delta G < 0$, dus als $\Delta H - T\Delta S < 0 \Rightarrow T < \Delta H / \Delta S = \frac{60,0}{0,200} = 300 \text{ K}$
<input type="checkbox"/> 24	d	de activeringsenergie voor de teruggaande reactie = $120,0 - -85,0 = 205,0 \text{ kJ}$
<input type="checkbox"/> 25	c	xp. 1 en 2 $\Rightarrow s \sim [\text{C}_2\text{H}_5\text{I}]$; xp. 2 en 3 $\Rightarrow s \sim [\text{HI}] \Rightarrow s = k[\text{HI}][\text{C}_2\text{H}_5\text{I}]$
<input type="checkbox"/> 26	c	in een reductor neemt het oxidatiegetal toe $\Rightarrow \text{N}^{(3+)}\text{O}_2^- \rightarrow \text{N}^{(5+)}\text{O}_3^-$
<input type="checkbox"/> 27	d	voor een 1 ^e ordereactie geldt: $\ln \frac{[\text{A}]_0}{[\text{A}]} = kt \Rightarrow \ln[\text{A}]$ vs tijd is rechte lijn
<input type="checkbox"/> 28	b	vaste elementen hebben een lagere entropie dan vaste verbindingen, gassen hebben de hoogste entropie
<input type="checkbox"/> 29	b	de punten op de smeltlijn, op de damplijn, in het tripelpunt en alle punten tussen smelt- en damplijn \Rightarrow a,c, d en f
<input type="checkbox"/> 30	b	links en rechts evenveel gasdeeltjes \Rightarrow evenwichtsligging onafhankelijk van de druk; een endotherm evenwicht verschuift bij temperatuurverhoging naar rechts
<input type="checkbox"/> 31	b	$K_z = \frac{(1,7 \cdot 10^{-3})^2}{0,045 - 1,7 \cdot 10^{-3}}$ (verwaarlozing niet toegestaan) = $6,7 \cdot 10^{-5}$
<input type="checkbox"/> 32	b	$\text{K}^+, \text{Cl}^-, \text{S}^{2-}$ hebben alle 18 e ⁻
<input type="checkbox"/> 33	c	Fe: ($[\text{Ar}], 4s^2, 3d^6$); er zijn 5 d-orbitalen, volgens Hund zijn er 4 ongepaarde elektronen
<input type="checkbox"/> 34	b	$\Delta e.n.$: BCl = 0,8; OF = 0,6; PF = 2,0; SiN = 0,7 \Rightarrow kleinste verschil OF
<input type="checkbox"/> 35	b	carbonaat is iso-elektronisch met nitraat; beide hebben 3-omringing
<input type="checkbox"/> 36	c	in elke grensstructuur is er één dubbele en één enkele N–O-binding
<input type="checkbox"/> 37	c	 <p>1-butanol, 2-butanol, 2-methyl-1-propanol, 2-methyl-2-propanol</p>

Opgave 6 EDTA-titratie

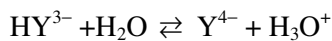
(13 punten)

□38 Maximumscore 2

Wanneer K_{st} klein is, dan ligt het evenwicht ($M^{n+} + Y^{4-} \rightleftharpoons MY^{(4-n)-}$), naar links. D.w.z. dat het evenwicht niet voldoende aflopend is, zodat er bij het equivalentiepunt, zowel veel vrije metaalionen als Y^{4-} -ionen aanwezig zullen zijn.

- Het evenwicht ($M^{n+} + Y^{4-} \rightleftharpoons MY^{(4-n)-}$) ligt links bij kleine K_{st} 1
- Zodat er bij het equivalentiepunt zowel veel vrije metaalionen als Y^{4-} -ionen aanwezig zullen zijn 1

□39 Maximumscore 4



$$K_4 = 5,5 \cdot 10^{-11} = \frac{[Y^{4-}][H_3O^+]}{[HY^{3-}]} \left. \begin{array}{l} \\ \text{Bij pH} = 12 \text{ geldt } [H_3O^+] = 10^{-12} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{[Y^{4-}]}{[HY^{3-}]} = \frac{5,5 \cdot 10^{-11}}{10^{-12}} = 55 \Rightarrow [Y^{4-}] = 55[Y^{3-}].$$

Evenzo kan worden aangetoond m.b.v. de andere K_z -waarden (zie tabel 4.1), dat $[HY^{3-}] \gg [H_2Y^{2-}] \gg [H_3Y^-] \gg [H_4Y]$ bij pH = 12. In de totale EDTA-concentratie zijn de bijdragen van $[HY^{3-}]$, $[H_2Y^{2-}]$, $[H_3Y^-]$ resp. $[H_4Y]$ dus klein tot uiterst klein.

- Juiste evenwichtsvoorwaarde voor de vierde stap, bijvoorbeeld genoteerd als $\frac{[Y^{4-}][H_3O^+]}{[HY^{3-}]} = K_4$ 1
- (eventueel reeds gedeeltelijk ingevuld) 1
- Berekening pH: $1,0 \cdot 10^{-12}$ 1
- Laten zien dat verhouding $\frac{[Y^{4-}]}{[HY^{3-}]} > 1$ 1
- Rest van de uitleg (en conclusie) 1

□40 Maximumscore 3

$$\text{pH} = 10,00 \Rightarrow [H_3O^+] = 1,0 \cdot 10^{-10} \Rightarrow$$

$$K_4 = 5,5 \cdot 10^{-11} = \frac{[Y^{4-}] \times 10^{-10}}{[HY^{3-}]} \Rightarrow [Y^{4-}] = \frac{5,5 \cdot 10^{-11}}{10^{-10}} \times [HY^{3-}] = 0,55[HY^{3-}]$$

$$\text{en } K_3 = 6,9 \cdot 10^{-7} = \frac{[HY^{3-}] \times 10^{-10}}{[H_2Y^{2-}]} \Rightarrow [HY^{3-}] = \frac{6,9 \cdot 10^{-7}}{10^{-10}} \times [H_2Y^{2-}] = 6,9 \cdot 10^3 [H_2Y^{2-}]$$

Op gelijke wijze toont men aan: $[HY^{3-}] \gg [H_3Y^-]$ en $[HY^{3-}] \gg [H_4Y]$.

Zodat EDTA bij pH = 10,0 bijna uitsluitend voorkomt in de vormen Y^{4-} en $HY^{3-} \Rightarrow$

$$f = \frac{[Y^{4-}] + [HY^{3-}]}{[Y^{4-}]} = \frac{[Y^{4-}] + [Y^{4-}]/0,55}{[Y^{4-}]} = \frac{1 + 1/0,55}{1} = 2,8 \quad (\log f = 0,45).$$

- Berekening dat bij pH = 10,00 $[Y^{4-}] = 0,55[HY^{3-}]$ en dat $[HY^{3-}] = 6,9 \cdot 10^3 [H_2Y^{2-}]$ 1
- Notie dat $[H_2Y^{2-}]$, $[H_3Y^-]$ en $[H_4Y]$ te verwaarlozen zijn ten opzichte van $[Y^{4-}]$ en $[HY^{3-}]$ 1
- Rest van de berekening 1

Opmerking: Volgens de opgave moeten de zuurconstanten worden gebruikt bij de berekening van f ; het is dus *niet* toegestaan tabel 4.2 te gebruiken (die $\log f = 0,4$ oplevert, omdat in deze tabel tot op één

decimaal wordt afgerond). Wanneer f is berekend met behulp van een gegeven uit tabel 4.2 dan geen punten toekennen.

□41 Maximumscore 2

Indien de benodigde waarden worden afgelezen uit de tabellen 4.2 en 4.3 geldt:

$$\log K_{st} = 10,7 \text{ (Ca}^{2+}\text{) en } \log f = 6,4 \text{ (pH} = 5\text{)}.$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = 0,1 \text{ mol L}^{-1} \Rightarrow M = 0,1 \text{ molair} \Rightarrow \log M = -1.$$

Zodat: $\log K_{st} + \log M - \log f = 10,7 - 1 - 6,4 = 3,3$ waarbij *niet* voldaan is aan de voorwaarde voor uitvoerbaarheid: $\log K_{st} + \log M - \log f > 8$.

- Juist opzoeken van $\log K_{st}$ en $\log f$
- Notie dat $\log M$

1
1

□42 Maximumscore 2

Er zal dan moeten gelden: $18,6 - 1 - \log f > 8 \Rightarrow -\log f > -9,6 \Rightarrow \log f < 9,6$.

De grootste waarde voor $\log f$ die hieraan voldoet is $8,4 \Rightarrow \text{pH} = 4$ is de laagste (gehele) pH-waarde waarvoor nog aan de gestelde voorwaarde is voldaan. Bij $\text{pH} \leq 3$ is deze titratie dus niet op nauwkeurige wijze uit te voeren.

- Berekening van de grootste waarde van $\log f$ die aan de gestelde voorwaarde voldoet
- Conclusie

1
1

Opgave 7 Vernikkelen

(16 punten)

□6 Maximumscore 3

Een dergelijke rechte lijn heeft als vergelijking $V_{\text{Ni/Ni}^{2+}} = m \times -\log[\text{Ni}^{2+}] + n$ (algemeen: $y = mx + n$) waarin n het afgesneden stuk is van de V -as. Immers $V = n$ voor $-\log[\text{ion}] = 0$;

$$n = -0,25 \text{ V voor het koppel Ni/Ni}^{2+}.$$

m is de richtingscoëfficiënt van de rechte, m.a.w. m is gelijk aan de tangens van de hoek die de rechte maakt met de as van $-\log[\text{ion}]$, die bv. te berekenen is als $m = \frac{-0,39 \text{ V}}{13} = -0,03 \text{ V}$.

m is eveneens te berekenen door een punt van de rechte in de vergelijking te substitueren, bv. de redoxpotentiaal $V_{\text{Ni/Ni}^{2+}} = -0,40 \text{ V}$ als $-\log[\text{ion}] = 5,0$.

$$\text{Substitutie levert: } -0,40 = m \times 5,0 - 0,25 \Rightarrow 5,0 m = -0,15 \Rightarrow m = -0,03 \text{ V}.$$

De totale vergelijking is dus: $V = 0,03 \log[\text{Ni}^{2+}] - 0,25$ (in volt).

- Notie dat (uit het feit dat er sprake is van een rechtlijnig verband) de vergelijking is van de vorm:

$$V_{\text{Ni/Ni}^{2+}} = m \times \log[\text{Ni}^{2+}] + n$$

- Juiste berekening van n
- Juiste berekening van m

1
1
1

Opmerking: Op deze grafische wijze is voor het koppel Ni/Ni²⁺ de Nernstvergelijking afgeleid; voor metalen in aanwezigheid van hun tweewaardige ion luidt deze i.h.a.:

$$V = V_0 + \frac{0,059}{2} \log [\text{ion}], \text{ zie ook Binastabel 36.}$$

Je mag deze vergelijking *niet* bij de beantwoording van onderdeel □6 gebruiken, maar je weet hierdoor wel wat de uitkomst van de wiskundige afleiding moet zijn.

□7 Maximumscore 2

1. De positieve pool (hier: minder negatieve) is die van lood (Pb is edeler dan Ni). Als de positieve

pool van de gelijkspanningsbron aan de Pb-staaf wordt verbonden. worden aan de staaf elektronen onttrokken: $\text{Pb(s)} \rightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$.

De nikkelstaaf vormt de (meer) negatieve pool. Verbonden met de negatieve pool van een gelijkspanningsbron worden er extra elektronen op de Ni-staaf gebracht waardoor (positieve) ionen uit de oplossing deel kunnen gaan uitmaken van de staaf: $\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni(s)}$.

· Reactie bij de positieve elektrode: $\text{Pb(s)} \rightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$

· Reactie bij de negatieve elektrode: $\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni(s)}$

Indien in een overigens juist antwoord evenwichtspijlen zijn gebruikt

Indien in een overigens juist antwoord de reacties aan de verkeerde elektroden zijn gegeven

Indien het volgende antwoord is gegeven:

Reactie bij de positieve elektrode: $\text{Ni(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$

Reactie bij de negatieve elektrode: $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb(s)}$

Opmerking: Evenwichtspijlen in de genoemde reacties geven een foutief beeld. Er is n.l. altijd sprake van een heengaande en een teruggaande reactie, maar indien *elektrolyse* optreedt overheersen bovenstaande reacties en als de opstelling werkt als *galvanisch element* treedt het omgekeerde in hoofdzaak op: $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb(s)}$ en $\text{Ni(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$.

Maximumscore 3

2. Het voor elektrolyse benodigde potentiaalverschil moet minimaal gelijk zijn aan de spanning die de opstelling als galvanisch element kan leveren (de z.g. tegen-emk of polarisatiespanning), dus gelijk aan het verschil van de redoxpotentialen van Ni- en Pb-staaf (in aanwezigheid van hun ionen).

Deze redoxpotentialen zijn o.a. afhankelijk van de concentratie van de ionen in oplossing.

Volgens onderdeel 0.1 neemt $[\text{Pb}^{2+}]$ toe, zodat ook $V_{\text{Pb/Pb}^{2+}}$ toeneemt (zie bv. fig. 2); $[\text{Ni}^{2+}]$ neemt af, dus $V_{\text{Ni/Ni}^{2+}}$ neemt af tijdens de elektrolyse. Omdat de aangelegde elektrolysespanning minimaal

$V_{\text{Pb/Pb}^{2+}} - V_{\text{Ni/Ni}^{2+}}$ moet bedragen, zal deze tijdens de elektrolyse moeten worden opgevoerd.

· Notie dat het aangelegde potentiaalverschil minimaal gelijk moet zijn aan $V_{\text{Pb/Pb}^{2+}} - V_{\text{Ni/Ni}^{2+}}$

· Tijdens de elektrolyse wordt $V_{\text{Pb/Pb}^{2+}}$ groter en $V_{\text{Ni/Ni}^{2+}}$ kleiner

· Dus wordt $V_{\text{Pb/Pb}^{2+}} - V_{\text{Ni/Ni}^{2+}}$ groter (en moet het aangelegde potentiaalverschil voortdurend toenemen tijdens de elektrolyse)

□8 Maximumscore 3

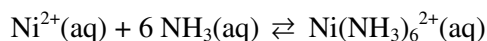
Volgens de tekst in de opgave slaat alleen het metaal neer, dat in de oplossing de hoogste redoxpotentiaal bezit. Bij $[\text{Ni}^{2+}] = 1 \text{ mol L}^{-1}$ kunnen we in fig. 3.2 een redoxpotentiaal (voor Ni/Ni²⁺) aflezen van -0,25 Volt. Bij dezelfde redoxpotentiaal slaat lood neer als de concentratie van de Pb²⁺-ionen $10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ overschrijdt (ga in de figuur van punt (0, -0,25) horizontaal naar rechts, totdat je de rechte van het Pb/Pb²⁺-koppel snijdt).

· Notie dat wanneer nikkel neerslaat bij elektrolyse in een 1 M oplossing $V_{\text{Ni/Ni}^{2+}} = -0,25$

· Notie dat als ook lood neerslaat $V_{\text{Pb/Pb}^{2+}} = V_{\text{Ni/Ni}^{2+}}$

· Rest van de uitleg

□9 Maximumscore 3



K is zeer groot; er zijn dus veel $\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}$ -ionen t.o.v. Ni^{2+} -ionen in de evenwichtstoestand. Vrijwel alle Ni^{2+} -ionen ($0,10 \text{ mol L}^{-1}$) hebben dus met NH_3 ($6 \times 0,10 \text{ mol L}^{-1}$) gereageerd tot (bijna) $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ $\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}$ -ionen.

Stel dat na de evenwichtsinstelling geldt $[\text{Ni}^{2+}] = x$ (x is een *kleine* concentratie), dan geldt dat $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}] = 0,10 - x \approx 0,10 \text{ mol L}^{-1}$ (want x wordt klein verondersteld t.o.v. $0,10$).

Voor de evenwichtsconstante geldt dan:

$$K = 4,0 \cdot 10^8 = \frac{[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}]}{[\text{Ni}^{2+}][\text{NH}_3]^6} = \frac{0,10}{x \cdot (1,0 - 6 \times 0,10)^6} \Rightarrow x = \frac{0,10}{(0,4)^6} \times \frac{1}{4,0 \cdot 10^8} = 6,1 \cdot 10^8$$

$$\Rightarrow [\text{Ni}^{2+}] = 6,1 \cdot 10^8$$

- Juiste evenwichtsvoorwaarde 1
- Notie dat $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}] = 0,10 - [\text{Ni}^{2+}]$ 1
- Notie dat $[\text{NH}_3] = 1,0 - 6(0,10 - [\text{Ni}^{2+}])$ en rest van de berekening 1

Opmerkingen:

- Wanneer de volgende berekening is gegeven:

$$\frac{0,10 - 6,1 \times 10^{-8}}{6,1 \times 10^{-8} \times \{1,0 - 6(0,10 - 6,1 \times 10^{-8})\}^6} = 4,0 \cdot 10^8, \text{ dit goed rekenen.}$$

- Indien uitgegaan was van $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}] = x$, dan zou x niet verwaarloosbaar klein zijn t.o.v. de andere concentraties, zodat een zeer moeilijk oplosbare vergelijking voor K zou zijn ontstaan. Essentieel voor het beantwoorden van dit onderdeel is het inzicht dat er, na de complexvorming met NH_3 , nauwelijks nog *vrije* Ni^{2+} -ionen in de oplossing voorkomen.

□10 Maximumscore 2

Er slaat alleen Ni-metaal neer als de omstandigheden zo gekozen worden, dat Ni^{2+} de sterkste oxidator uit de oplossing is; d.w.z. een redoxpotentiaal heeft die hoger is dan die van andere oxidatoren (bv. H^+) in de oplossing.

Uit fig. 2 volgt dat bij $[\text{Ni}^{2+}] = 6,1 \cdot 10^{-8}$, dus $-\log[\text{Ni}^{2+}] = 7,2$ geldt dat $V_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}} = -0,47$ en dat bij

$\text{pH} = 11,7$ geldt dat $V_{\text{H}_2/\text{H}^+} = -0,70$. Omdat $V_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}} > V_{\text{H}_2/\text{H}^+}$ is in deze oplossing Ni^{2+} de sterkste oxidator zodat geen H_2 -ontwikkeling optreedt.

- Bij $[\text{Ni}^{2+}] = 6,1 \cdot 10^{-8}$ / $-\log[\text{Ni}^{2+}] = 7,2$ geldt dat $V_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}} = -0,47$ en bij $\text{pH} = 11,7$ geldt dat $V_{\text{H}_2/\text{H}^+} = -0,70$ 1

- $V_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}} > V_{\text{H}_2/\text{H}^+}$, dus is in deze oplossing Ni^{2+} de sterkste oxidator zodat geen H_2 -ontwikkeling optreedt 1

Opmerkingen:

- Wanneer een antwoord is gegeven als: „Bij $\text{pH} = 11,7$ is de waarde van $V_{\text{H}_2/\text{H}^+}$ zodanig dat er geen enkele $[\text{Ni}^{2+}]$ te vinden is die daaronder ligt, dus treedt geen H_2 -ontwikkeling op.” of „De lijn van $V_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}}$ ligt in z'n geheel boven de waarde van $V_{\text{H}_2/\text{H}^+}$ bij $\text{pH} = 11,7$, dus treedt geen H_2 -ontwikkeling op.” dit goed rekenen.
- Wanneer een antwoord is gegeven als: „Er kan pas H_2 -ontwikkeling optreden wanneer $\text{pH} < 8,3$. Dus $\text{pH} = 11,7$ is hoog genoeg om H_2 -ontwikkeling te voorkomen.” dit goed rekenen.

■ Opgave 8 Zuurstoflek

(22 punten)

□11 Maximumscore 5

propadieen: $\text{CH}_2 = \text{C} = \text{CH}_2$

methyl-acetyleen: $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$

de juiste naam van methyl-acetyleen is propyn

- twee dubbele bindingen in de structuurformule van propadieen 1
- rest van de structuurformule van propadieen juist 1
- drievoudige binding in de structuurformule van methyl-acetyleen 1

- rest van de structuurformule van methyl-acetyleen juist 1
 - juiste systematische naam van methyl-acetyleen 1
- 12 **Maximumscore 2**
- twee dubbele bindingen in de structuurformule 1
 - rest van de structuurformule juist 1
- 13 **Maximumscore 4**
- $2 \text{ CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH}$
 $2 \text{ CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CH}_2 = \text{CH} - \text{CHO} + \text{H}_2\text{O}$
 $2 \text{ CH}_2 = \text{CH} - \text{CHO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$
- in de eerste vergelijking alle (structuur)formules juist 1
 - in de tweede vergelijking alle (structuur)formules juist 1
 - in de derde vergelijking alle (structuur)formules juist 1
 - in alle vergelijkingen de coëfficiënten juist 1
- Wanneer kloppende vergelijkingen als $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH}$ zijn gegeven, dit goed rekenen.
- 14 **Maximumscore 3**
- Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:
(structuurformule)
- etheeneenheden juist verwerkt
 - acrylzuureenheden juist verwerkt

1

2
- 15 **Maximumscore 4**
- Stel x mol acrylzuur en y mol etheen. Dan geldt: $\frac{32x}{72x + 28y} = 0,400$
- Hieruit volgt $x : y = 11 : 3$
- berekening van de molaire massa's van acrylzuur en etheen: respectievelijk 72 (g) en 28 (g) 1
 - berekening van het aantal g O in x mol acrylzuur: $32x$ 1
 - opstellen van vergelijking 1
 - berekening van de verhouding $x : y$ uit de gegeven vergelijking 1
- 16 **Maximumscore 2**
- Tijdens de titratie ontstaan negatief geladen carboxylaatgroepen. Die stoten elkaar af (daardoor zwelt de vaste stof op).
- er ontstaan carboxylaatgroepen 1
 - die zijn negatief geladen en stoten elkaar af 1
- Opm:* Wanneer een antwoord is gegeven als: „Er gaan watermoleculen tussen de polymereemoleculen zitten.” 1
- 17 **Maximumscore 2**
- Een voorbeeld van een juist antwoord is:
De ‘moleculen’ van de polymeren zijn erg groot. Daardoor zijn de vanderwaalsbindingen ertussen sterk en lost de stof niet op.
- notie dat de vanderwaalsbindingen (/ H-bruggen) tussen de ‘moleculen’ van de polymeren sterk zijn 1
 - uitleg waarom die bindingen sterk zijn 1