

woensdag 1 juli 2015		11.00 – 12.40 uur	
<b>SCHOOLEXAMEN 5 VWO SCHEIKUNDE (SK502)</b> <b>HOOFDSTUK 1 t/m 14 (100 minuten)</b>			
Cluster	5Vschk3	5Vschk4	5Vschk10
Docent	(plm)	(swm)	(swm)

Deze toets bestaat uit 18 vragen, verdeeld over 4 opgaven. Er kunnen in het totaal 53 punten worden behaald. **Binas** en (niet grafische) **rekenmachine** zijn toegestaan.

**Succes!**

### **Opgave 1 Samenstelling van een koper-bismutlegering (12 punten)**

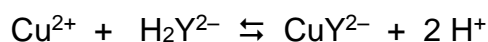
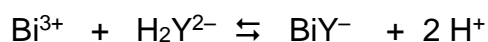
Legeringen van koper en lood worden vaak gebruikt door loodgieters. Vanwege de giftigheid wordt lood hierin vaak vervangen door het minder giftige bismut. In een metallurgisch laboratorium doet men onderzoek naar de samenstelling van dit soort legeringen. Tijdens zo'n bepaling laat men eerst een stukje van de legering reageren met geconcentreerd salpeterzuur. Er ontstaan dan onder andere  $\text{Bi}^{3+}$  ionen en  $\text{Cu}^{2+}$  ionen.

- t 1 Leid met behulp van de vergelijkingen van de halfreacties de totale vergelijking af van de reactie die plaatsvindt wanneer het bismut reageert met geconcentreerd salpeterzuur. Ga ervan uit dat van het geconcentreerde salpeterzuur de  $\text{NO}_3^-$  ionen worden omgezet tot  $\text{NO}_2$  moleculen. (3p)

Een deel van de oplossing die is ontstaan, wordt verdund en met een buffer op  $\text{pH}=4,90$  gebracht. Om de buffer te maken zijn oplossingen van natriumhydroxide en ethaanzuur samengevoegd. In deze buffer komen zowel deeltjes ethanoaat als ethaanzuur voor.

- t 2 Bereken de verhouding waarin deeltjes ethanoaat en ethaanzuur voorkomen in de buffer met  $\text{pH} = 4,90$ . Noteer je antwoord als ethanoaat : ethaanzuur = ... : ... (3p)

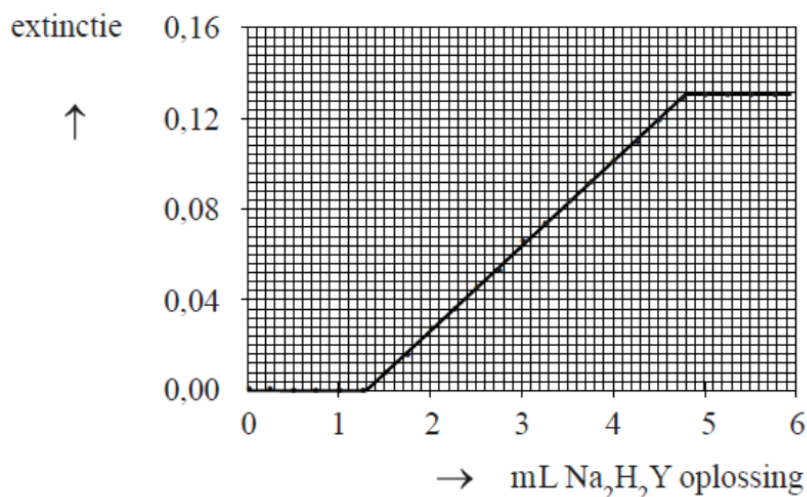
De gebufferde oplossing wordt hierna getitreerd met een oplossing van de stof EDTA, vaak weergegeven met  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ . Dit zout is in oplossing geïoniseerd in  $\text{Na}^+$  ionen en  $\text{H}_2\text{Y}^{2-}$  ionen. Tijdens de titratie treden achtereenvolgens de volgende reacties op:



Beide reacties zijn evenwichtsreacties. De ligging van de evenwichten is zodanig dat tijdens de titratie eerst  $\text{Bi}^{3+}$  reageert. Pas wanneer nagenoeg alle  $\text{Bi}^{3+}$  heeft gereageerd, wordt  $\text{Cu}^{2+}$  omgezet.

Deeltjes  $\text{CuY}^{2-}$  absorberen licht met een golflengte van 745 nm terwijl  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{Y}^{2-}$  en  $\text{BiY}^-$  en de overige aanwezige deeltjes niet absorberen bij deze golflengte. Tijdens de titratie wordt de extinctie van de oplossing gemeten. De extinctie (verticaal), uitgezet tegen de toegevoegde hoeveelheid  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$  oplossing (horizontaal) levert onderstaand diagram op.

### diagram



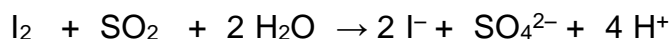
- t 3 Leg uit dat uit het diagram blijkt dat  $\text{BiY}^-$  ionen geen licht absorberen bij 745 nm. (2p)
- i 4 Bereken het massapercentage Cu van de koper-bismutlegering. Ga ervan uit dat de legering uitsluitend Bi en Cu bevat. (4p)

### Opgave 2 De bereiding van zink uit erts (15p)

Sfaleriet is de belangrijkste bron om zink uit te winnen. Sfaleriet bestaat voor het grootste gedeelte uit zinksulfide. Daarnaast bevat het kleine hoeveelheden cadmiumsulfide waardoor als bijproduct bij de industriële bereiding van zink, cadmium kan worden gewonnen. In reactor 1 wordt gemalen sfaleriet met lucht verhit, waarbij zinksulfide en cadmiumsulfide worden omgezet in zinkoxide, cadmiumoxide en zwaveldioxide.

- t 5 Geef de reactievergelijking van de omzetting van zinksulfide en cadmiumsulfide tot zinkoxide, cadmiumoxide en zwaveldioxide. (3p)

Het zwaveldioxide dat bij deze reactie ontstaat, moet zoveel mogelijk worden verwijderd uit de gassen die de fabriek uitstoot. Daarom moet de concentratie van het zwaveldioxide in het uitgestoten gas steeds worden gecontroleerd. Bij zo'n bepaling worden de gassen eerst geleid in een oplossing van jood. Met zwaveldioxide treedt dan de volgende reactie op:



Vervolgens wordt de ontstane oplossing getitreerd.

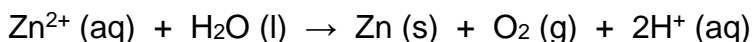
- i 6 Beschrijf globaal hoe zo'n bepaling van de concentratie zwaveldioxide in de gassen die de fabriek uitstoot, kan worden uitgevoerd.
- Vermeld in je beschrijving of stoffen al dan niet in overmaat moeten worden toegevoegd en van welke stoffen en/of oplossingen de hoeveelheid en/of molariteit bekend moet zijn.
  - Noem in je beschrijving een oplossing waarmee kan worden getitreerd nadat de reactie met de joodoplossing heeft plaatsgevonden.

- In je beschrijving hoef je niet te vermelden hoe het eindpunt van de titratie kan worden bepaald. (3p)

In reactor 2 reageert het zinkoxide en cadmiumoxide met een zwavelzuuroplossing. Hierdoor ontstaat een oplossing die zinkionen, cadmiumionen en sulfaationen bevat. In reactor 3 wordt een reductor X toegevoegd. Reductor X is zo gekozen dat de oplossing die reactor 3 verlaat, alleen uit water en opgelost zinksulfaat bestaat.

- i **7** Leg met behulp van Binas tabel 48 uit welke reductor X kan zijn. (3p)

Met behulp van elektrolyse wordt zink gewonnen in reactor 4. De reactie die hierbij optreedt is:

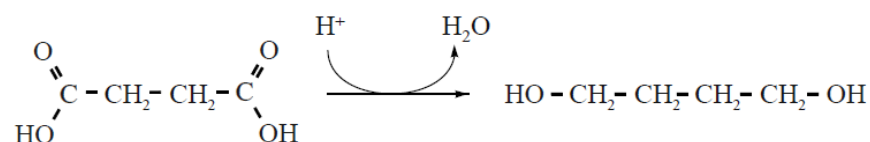


Een onvolledig blokschema voor dit proces staat op de uitwerkbijlage die als laatste pagina is geniet aan dit schoolexamen.

- t **8** Maak het blokschema op de uitwerkbijlage compleet door het plaatsen van stofstroompijlen. Plaats bij de pijlen de juiste formules van de stoffen en oplossingen met toestandsaanduidingen, gebruik hierbij dezelfde notaties als voor de al ingevulde stoffen. Houd bij het aanvullen van het blokschema rekening met het hergebruik van stoffen. (5p)

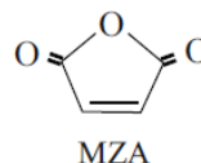
### **Opgave 3 Barnsteen­zuur uit glucose (13 punten)**

Barnsteen­zuur (butaandizuur) is een belangrijk product van de petrochemische industrie. Het dient onder andere als grondstof voor verschillende polymeren, zoals PBS. PBS is een reactieproduct van barnsteen­zuur en butaan-1,4-diol. Het benodigde butaan-1,4-diol wordt ook bereid uit barnsteen­zuur. De halfvergelijking van de redoxreactie die hierbij verloopt, is hieronder schematisch weergegeven.



- i **9** Leg uit of in de reactie van barnsteen­zuur tot butaan-1,4-diol het barnsteen­zuur de oxidator is of de reductor. (2p)

Traditioneel wordt barnsteen­zuur gemaakt uit butaan, een ander product uit de petrochemische industrie. Deze synthese verloopt in drie stappen. In de eerste stap van de synthese van barnsteen­zuur wordt butaan met behulp van zuurstof omgezet in MZA en water. De schematische structuurformule van MZA is hiernaast afgebeeld.



- t **10** Geef in molecuulformules de vergelijking van de reactie tussen butaan en zuurstof, waarbij MZA en water ontstaan. (3p)

In de tweede reactiestap wordt MZA met behulp van stof X omgezet in buteendizuur. Van buteendizuur bestaan twee stereo-isomeren. Bij deze reactiestap ontstaat slechts één van die stereo-isomeren. In de derde stap wordt dit isomeer met behulp van stof Y omgezet in barnsteen­zuur.

- t 11 Geef de namen van de twee stereo-isomeren van buteendizuur en leg uit welke van de twee stereo-isomeren in stap 2 ontstaat. (3p)
- t 12 Geef de namen van de stoffen X en Y en geef aan welk type reactie de derde stap van dit proces is, waarbij barnsteenzuur ontstaat. (3p)

Bij de beschreven 'petrochemische route' om barnsteenzuur te maken zijn omstandigheden als hoge temperatuur en hoge druk nodig. Onder andere om die reden is men op zoek naar een milieuvriendelijker manier om barnsteenzuur te maken. DSM en het Franse zetmeelconcern Roquette werken samen aan een nieuw biotechnologisch proces voor de synthese van barnsteenzuur. In de experimenten wordt uitgegaan van onder andere glucose als biomassa. Het biochemische proces, dat met behulp van bacterien bij 25 °C wordt uitgevoerd, wordt schematisch als volgt weergegeven:

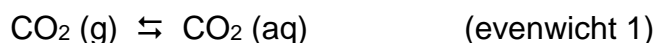


- t 13 Leg uit aan welke twee principes uit de groene chemie bij deze milieuvriendelijke route om barnsteenzuur te maken wordt voldaan als deze vergeleken wordt met de petrochemische route? Gebruik hierbij Binas tabel 97 (2p)

#### **Opgave 4 Koolstofdioxide-afvang (13 punten)**

Aardgas gewonnen in het Sleipner aardgasveld bevat ongeveer 10 volume% CO<sub>2</sub>. Om het aardgas als brandstof te kunnen is het echter vereist dat het CO<sub>2</sub>-gehalte onder de 2,5 volume% ligt. Het CO<sub>2</sub> zal dus gedeeltelijk moeten worden gescheiden (afgevangen) van het aardgas. Op het aardgasplatform Sleipner West wordt deze scheiding uitgevoerd voordat het aardgas naar de wal wordt getransporteerd. Voor het afvangen van CO<sub>2</sub> gebruikt men oplossingen van zwakke basen in water. Als CO<sub>2</sub> in contact komt met een dergelijke oplossing, treden twee evenwichtsreacties op.

Als eerste zal het CO<sub>2</sub> oplossen in water, volgens evenwicht 1:



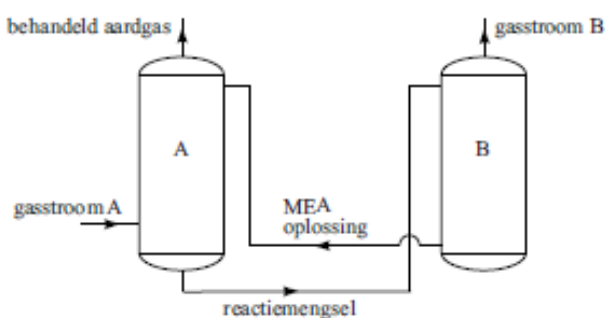
Het CO<sub>2</sub> (aq) reageert vervolgens met een zwakke base. Dit is evenwicht 2. De gebruikte zwakke base is MEA (2-amino-ethanol).

- i 14 Geef de vergelijking van de evenwichtsreactie die plaatsvindt wanneer opgelost CO<sub>2</sub> reageert met MEA. Geef de organische verbindingen weer met behulp van structuurformules. (3p)

In reactor A wordt van onder af het aardgas dat rijk is aan CO<sub>2</sub> (gasstroom A in figuur 1) ingeleid. Van boven naar beneden wordt een oplossing van MEA geleid. MEA en het CO<sub>2</sub> reageren in reactor A bij

65 °C en 100 bar. In reactor A is de reactie naar rechts van evenwicht 2, waarbij opgelost CO<sub>2</sub> reageert met MEA, exotherm. Aan de bovenkant van reactor A bevindt zich de uitstroom van het behandelde aardgas. Het reactiemengsel wordt naar reactor B geleid. In

**figuur 1**



reactor B zijn de omstandigheden zo gekozen dat het CO<sub>2</sub> weer als gas vrijkomt. Het CO<sub>2</sub> verlaat samen met enkele andere gassen reactor B aan de bovenkant (gasstroom B in figuur 1). De vloeistofstroom met MEA wordt teruggevoerd naar reactor A.

- t **15** Leg uit of de temperatuur in reactor B hoger of lager moet zijn dan 65 °C om zoveel

mogelijk CO<sub>2</sub> in reactor B te laten vrijkomen. (2p)

Een sterke base is niet geschikt om in dit proces gebruikt te worden.

- i **16** Leg uit dat een zwakke base geschikt is en leg uit dat een sterke base niet geschikt is om in dit proces te worden gebruikt. (3p)

In een folder over dit proces staat een aantal procesgegevens, waaruit kan worden berekend hoeveel procent van het CO<sub>2</sub> wordt afgevangen. Een aantal van die gegevens is weergegeven in de onderstaande tabel.

	gasstroom A	gasstroom B
hoeveelheid gas (m <sup>3</sup> uur <sup>-1</sup> )	1,7·10 <sup>4</sup>	2,6·10 <sup>5</sup>
volume% CO <sub>2</sub>	10%	95%
molair gasvolume (m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	0,16·10 <sup>-3</sup>	27·10 <sup>-3</sup>

- t **17** Bereken aan de hand van bovenstaande gegevens hoeveel procent van het CO<sub>2</sub> dat in het gewonnen aardgasmengsel aanwezig is, wordt afgevangen. (3p)

Op het Sleipner platform wordt het afgevangen CO<sub>2</sub> in poreus gesteente in de ondergrond gepompt. In de poriën van het gesteente is zout water aanwezig. Als het CO<sub>2</sub> in een ondergrondse waterlaag gepompt wordt, lost het op en komt in contact met het omringende gesteente. CO<sub>2</sub> reageert met calciumsilicaat (CaSiO<sub>3</sub>) dat in het omringende gesteente aanwezig is tot siliciumdioxide en opgelost calciumwaterstofcarbonaat.

- i **18** Geef de vergelijking van de reactie van opgelost CO<sub>2</sub> met calciumsilicaat. (2p)

**Einde**



**ANTWOORDBIJLAGE SCHOOLEXAMEN 5 VWO SCHEIKUNDE (SK502)**  
**HOOFDSTUK 1 t/m 14 (100 minuten)**

**NAAM:** .....

**8**

