

NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

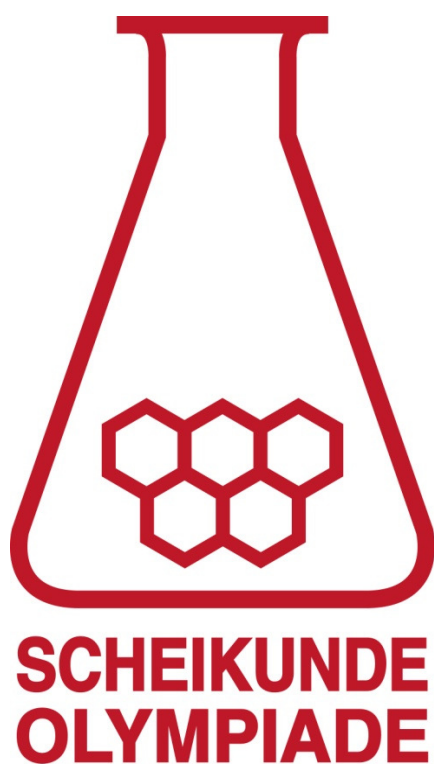
2013

Opgaven en correctievoorschriften

Voorronde 1

Voorronde 2

Eindronde



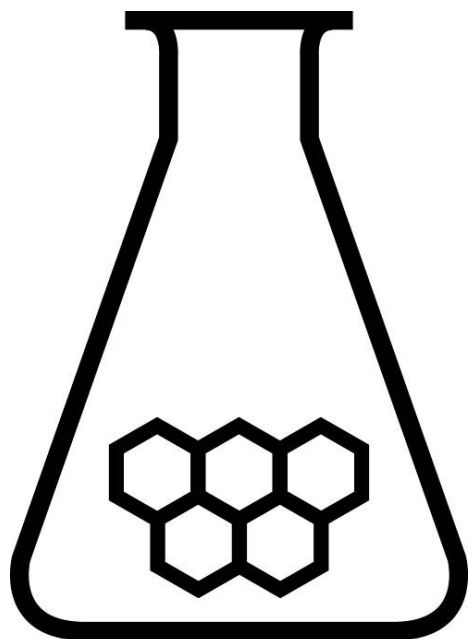
Inhoud

Opgaven voorronde 1	3
Opgave 1 Meerkeuzevragen.....	5
Opgave 2 Bakpoeder.....	10
Opgave 3 Ammoniakfabriek.....	12
Opgaven voorronde 2	15
Opgave 1 Meerkeuzevragen.....	17
Opgave 2 De aldolreactie.....	22
Opgave 3 Glucosebepaling.....	23
Opgave 4 Hoe warm het was op Venus.....	24
Opgaven eindronde theoretische toets	27
Opgave 1 Broom met thiosulfaat.....	28
Opgave 2 Pitting.....	28
Opgave 3 VCM.....	30
Opgave 4 Weekmakers.....	30
Opgave 5 Mutaties.....	32
Opgave 6 MRI.....	33
Opgave 7 Productie van LDPE.....	34
Opgaven eindronde practicumtoets	37
Opdracht 1 Het isoleren van kruidnagelolie uit kruidnagels.....	40
Opdracht 2 Het karakteriseren van de geïsoleerde kruidnagelolie.....	41
Opdracht 3 Chromatografie.....	42
Antwoordbladen.....	43
Correctievoorschrift voorronde 1	49
Opgave 1 Meerkeuzevragen.....	50
Opgave 2 Bakpoeder.....	52
Opgave 3 Ammoniakfabriek.....	53
Correctievoorschrift voorronde 2	57
Opgave 1 Meerkeuzevragen.....	58
Opgave 2 De aldolreactie.....	61
Opgave 3 Glucosebepaling.....	64
Opgave 4 Hoe warm het was op Venus.....	66
Correctievoorschrift eindronde theoretische toets	67
Opgave 1 Broom met thiosulfaat.....	68
Opgave 2 Pitting.....	69
Opgave 3 VCM.....	72
Opgave 4 Weekmakers.....	74
Opgave 5 Mutaties.....	75
Opgave 6 MRI.....	77
Opgave 7 Productie van LDPE.....	78
Correctievoorschrift eindronde practicumtoets	81
Opdracht 1 Het isoleren van kruidnagelolie uit kruidnagels.....	82
Opdracht 2 Het karakteriseren van de geïsoleerde kruidnagelolie.....	82
Opdracht 3 Chromatografie.....	83

NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

OPGAVEN VOORRONDE 1

af te nemen in de periode van
woensdag 30 januari 2013 tot en met woensdag 6 februari 2013



**SCHEIKUNDE
OLYMPIADE**



- Deze voorronde bestaat uit 22 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen en 2 open opgaven met in totaal 10 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 74 punten.
- De voorronde duurt maximaal 2 klokuren.
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5^e druk.
- Bij elke vraag is het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert.

Deze toets is tot stand gekomen dankzij de medewerking van de volgende personen:

Olav Altenburg
Alex Blokhuis
Cees de Boer
Johan Broens
André Bunnik
Thijs Engberink
Martin Groeneveld
Peter de Groot
Jacob van Hengst
Dick Hennink
Emiel de Kleijn
Jasper Landman
Evert Limburg
Marte van der Linden
Stan van de Poll

De eindredactie was in handen van:

Kees Beers

Opgave 1 Meerkeuzevragen

(totaal 44 punten)

Schrijf bij elke vraag je antwoord(letter) op het antwoordblad. Dit antwoordblad vind je aan het eind van dit opgavenboekje.

Normering: 2 punten per juist antwoord.

Structuren en formules

- 1 Welk van onderstaande verzamelingen van elementen vormt/vormen een groep in het Periodiek Systeem?
I: alkalimetalen II: edelgassen III: edelmetalen
- A alleen I
B alleen II
C alleen III
D I en II
E I en III
F II en III
G I, II en III
- 2 Welke van onderstaande formules is juist?
- A AsH
B CaH
C KH
D HSe
- 3 Hieronder staan drie formules van stoffen met daarachter een naam. In welk(e) geval(len) is/zijn de naam/namen juist?
I: Cu_2O koper(II)oxide
II: $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ lood(II)fosfaat
III: $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$ tin(II)sulfaat
- A bij geen van drieën
B alleen bij I
C alleen bij II
D alleen bij III
E bij I en II
F bij I en III
G bij II en III
H bij alle drie

Analyse

- 4 Welke van onderstaande methodes kun je gebruiken om onderscheid te maken tussen vast natriumsulfaat en vast natriumsulfiet?
- I: de vaste stoffen oplossen in water en aan de verkregen oplossingen een bariumnitraatoplossing toevoegen;
II: de vaste stoffen oplossen in water en aan de verkregen oplossingen een paar druppels methylooranje toevoegen.
- A geen van beide methodes
B alleen methode I
C alleen methode II
D beide methodes

- 5 Je wilt de molariteit van een NaOH oplossing bepalen door een hoeveelheid kaliumwaterstofftalaat af te wegen en op te lossen en de verkregen oplossing in z'n geheel te titreren met de NaOH oplossing.
In welk geval wordt een te lage molariteit verkregen?
- A als je de helft van de voorgeschreven hoeveelheid kaliumwaterstofftalaat afweegt
B als je de voorgeschreven hoeveelheid kaliumwaterstofftalaat oplost in meer dan de voorgeschreven hoeveelheid water
C als je vergeet de uitstroomopening van de buret te vullen met de NaOH oplossing
D als je wat van de kaliumwaterstofftalaatoplossing hebt gemorst voorafgaand aan de titratie
- 6 Men titreert 20,00 mL zoutzuur met een 0,0420 M oplossing van bariumhydroxide. Er was 18,46 mL van de bariumhydroxide-oplossing nodig. Wat is de molariteit van het zoutzuur?
- A 0,0194 M
B 0,0228 M
C 0,0388 M
D 0,0455 M
E 0,0775 M
F 0,0910 M

Rekenen

- 7 120 g van een bepaald gas heeft bij 298 K en $p = p_0$ en volume van 73,6 dm³.
Welk gas is dit?
- A ammoniak
B argon
C chloor
D waterstofchloride
- 8 Eén van de manieren om lood te bereiden is door een mengsel van lood(II)oxide en lood(II)sulfide te verhitten. Bij de reactie die dan optreedt, ontstaat behalve lood ook zwaveldioxide.
In welke massaverhouding moet men lood(II)oxide en lood(II)sulfide laten reageren, zodat geen van beide stoffen overmaat is?
Massaverhouding lood(II)oxide : lood(II)sulfide = ... : ...
- A 2,00 : 1,00
B 1,87 : 1,00
C 1,00 : 1,00
D 0,93 : 1,00
E 0,50 : 1,00
F 0,47 : 1,00
- 9 Als waterstofsulfidegas verbrandt, ontstaan in een aflopende reactie waterdamp en zwaveldioxide:
 $2 \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2 \text{SO}_2(\text{g})$
Men mengt 15 dm³ waterstofsulfidegas met 15 dm³ zuurstof en laat de reactie optreden.
Hoe groot is het gasvolume na afloop van de reactie? De temperatuur en druk na de reactie zijn gelijk aan de temperatuur en druk voor de reactie.
- A 0 dm³
B 5 dm³
C 15 dm³
D 20 dm³
E 25 dm³
F 30 dm³

pH / Zuur-base

- 10 Men heeft drie oplossingen:
I: een HCl oplossing;
II: een H₂SO₄ oplossing;
III: een H₃PO₄ oplossing.
Alle drie de oplossingen hebben pH = 2,5.
Van welke oplossing is de molariteit het kleinst?
A oplossing I
B oplossing II
C oplossing III
D alle drie de oplossingen hebben dezelfde molariteit
- 11 Wat is de pH van een 0,10 M oplossing van oxaalzuur (H₂C₂O₄)?
A 0,70
B 1,00
C 1,11
D 1,28

Redox

- 12 In welk van de volgende omzettingen staat links van de pijl een reductor?
A $\text{ClO}^- \rightarrow \text{Cl}^-$
B $\text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
C $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2$
D $\text{VO}^{2+} \rightarrow \text{VO}_3^-$
- 13 Van de volgende redoxreactie wordt een kloppende reactievergelijking gemaakt:
 $\text{Sn}^{2+} + \text{IO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Sn}^{4+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Wat is de verhouding $\frac{\text{coëfficiënt van Sn}^{2+}}{\text{coëfficiënt van IO}_3^-}$ tussen de coëfficiënten van Sn²⁺ en IO₃⁻?
A 2 : 5
B 1 : 2
C 1 : 1
D 2 : 1
E 5 : 2

Reactiesnelheid en evenwicht

- 14 Zwaveldioxide reageert in een evenwichtsreactie met zuurstof tot zwaveltrioxide:
 $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$
De reactie naar rechts is exotherm.
Welke verandering in een evenwichtssituatie zal leiden tot een nieuw evenwicht met meer SO₃?
I: vergroting van het volume;
II: verhoging van de temperatuur.
A geen van beide
B alleen I
C alleen II
D beide veranderingen

- 15 Men heeft onderzocht hoe de snelheid van de reactie tussen bromide en bromaat in zuur milieu afhangt van de concentraties van de reagerende deeltjes. De reactievergelijking is als volgt:
 $5 \text{Br}^- + \text{BrO}_3^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{Br}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$ reactie 1

Om de reactiesnelheid te meten, wordt een geringe hoeveelheid fenol toegevoegd. Dit fenol reageert onmiddellijk met het in reactie 1 gevormde broom volgens:



De tijd, t , die verstrijkt vanaf het begin van reactie 1 tot alle fenol is omgezet, is een maat voor de reactiesnelheid.

Men heeft vier proeven uitgevoerd, met verschillende beginconcentraties Br^- , BrO_3^- en H^+ . De volgende gegevens zijn daarbij verkregen:

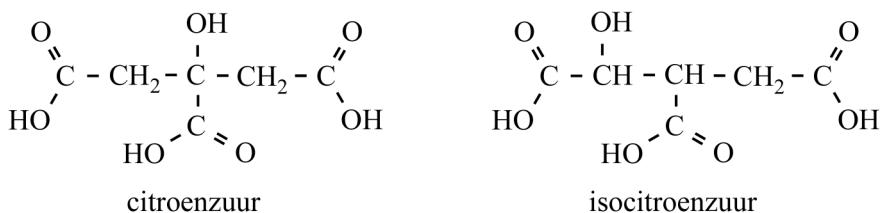
proef	$[\text{Br}^-]_0$ (mol L ⁻¹)	$[\text{BrO}_3^-]_0$ (mol L ⁻¹)	$[\text{H}^+]_0$ (mol L ⁻¹)	t (s)
1	0,067	0,033	0,10	43
2	0,13	0,033	0,10	22
3	0,067	0,067	0,10	21
4	0,067	0,033	0,20	11

Wat is de formule voor de reactiesnelheid?

- A $s = k[\text{Br}^-][\text{BrO}_3^-][\text{H}^+]$
 B $s = k[\text{Br}^-][\text{BrO}_3^-][\text{H}^+]^2$
 C $s = k[\text{Br}^-][\text{BrO}_3^-]^2[\text{H}^+]$
 D $s = k[\text{Br}^-]^2[\text{BrO}_3^-][\text{H}^+]$
 E $s = k[\text{Br}^-]^5[\text{BrO}_3^-][\text{H}^+]^6$
- 16 Bij het onderzoek van vraag 15 was aan het begin van iedere proef de fenolconcentratie 0,0060 mol L⁻¹.
 Hoe groot was de gemiddelde reactiesnelheid, uitgedrukt in de afname van de $[\text{BrO}_3^-]$ per seconde, in proef 1?
- A $4,7 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 B $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 C $2,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 D $7,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

Koolstofchemie

- 17 Hieronder staan de structuurformules van citroenzuur en van isocitroenzuur.

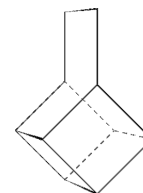


Bij welke van deze stoffen komt stereo-isomerie voor?

- A bij geen van beide stoffen
 B alleen bij citroenzuur
 C alleen bij isocitroenzuur
 D bij beide stoffen

- 18 Hoeveel cyclische verbindingen zijn mogelijk met de formule C_3H_6O ? Houd rekening met eventueel mogelijke stereo-isomerie.
- A 1
 - B 2
 - C 3
 - D 4
 - E 5
 - F 6
 - G 7

- 19 De verbinding waarvan hiernaast het koolstofskelet is weergegeven, wordt, vanwege de gelijkenis met een mandje (engels: basket), basketaan genoemd.



Hoeveel waterstofatomen bevat een molecuul basketaan?

- A 10
 - B 12
 - C 14
 - D 16
 - E 18
 - F 20
- Biochemie**
- 20 In welke vorm zullen de deeltjes van het aminozuur lysine hoofdzakelijk voorkomen bij $pH = 0$?
- A als deeltjes met lading $2-$
 - B als deeltjes met lading $1-$
 - C als deeltjes met een netto lading 0
 - D als deeltjes met lading $1+$
 - E als deeltjes met lading $2+$
- 21 Lactose is een disacharide. Uit welke twee monosacharidemoleculen is een molecuul lactose gevormd?
- A fructose en galactose
 - B fructose en glucose
 - C galactose en galactose
 - D galactose en glucose
 - E glucose en glucose
- 22 Het codon UGG zorgt ervoor dat tryptofaan in een eiwit wordt ingebouwd. Waar bevindt zich dit codon?
- A in het DNA op de coderende streng
 - B in het DNA op de template streng (matrijsstreng)
 - C in het mRNA
 - D in het tRNA

Open vragen

(totaal 30 punten)

Opgave 2 Bakpoeder

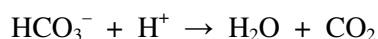
(11 punten)

Bakkersgist wordt onder andere gebruikt om deeg te laten rijzen. Daarbij treedt een reactie op waarbij glucose wordt omgezet tot ethanol en koolstofdioxide.

- 1 Geef de reactievergelijking. Gebruik molecuulformules.

2

Het gasvormige koolstofdioxide zorgt ervoor dat het deeg rijst. In plaats van gist kan ook bakpoeder worden gebruikt. Bakpoeder bevat een zuur en natriumwaterstofcarbonaat. Het zuur reageert met het waterstofcarbonaat tot onder andere koolstofdioxide:



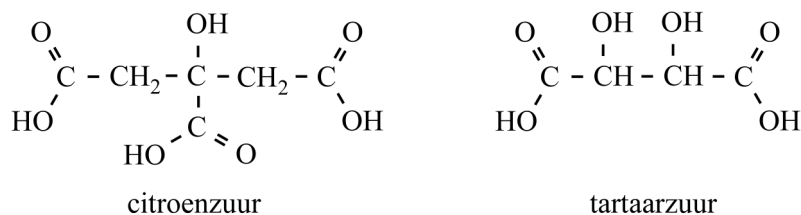
Omdat het koolstofdioxide als gas ontwijkt, mogen de optredende zuur-base reacties als aflopend worden beschouwd, ook als het gebruikte zuur een zwak zuur is.

In Wikipedia staat in het lemma ‘Bakpoeder’ het volgende:

Bakpoeder bestaat meestal uit gelijke hoeveelheden dubbelkoolzure soda (natriumwaterstofcarbonaat (NaHCO_3)) en citroenzuur- of wijnsteen.

Het streepje staat er wat eigenaardig, maar er wordt niet bedoeld ‘citroen- of wijnsteen-zuur’, want doorklikken op ‘wijnsteen’ levert als resultaat dat ‘wijnsteen’ het monokaliumzout van tartaarzuur is; kaliumwaterstoftartraat dus. Tartaarzuur staat ook bekend onder de naam wijnsteen-zuur.

Hieronder staan de formules van citroenzuur en tartaarzuur.



Onder ‘gelijke hoeveelheden’ zou je kunnen verstaan dat er evenveel gram natriumwaterstofcarbonaat als zuur in het bakpoeder zit, maar het zou ook kunnen zijn dat bedoeld wordt dat het aantal mol van beide stoffen even groot is. Maar voor bakpoeder met citroenzuur gaat waarschijnlijk geen van beide op.

- 2 Leg uit dat verwacht mag worden dat in bakpoeder met natriumwaterstofcarbonaat en citroenzuur noch het aantal mol van beide stoffen noch het aantal gram van beide stoffen even groot is.

3

Als je googlet op de samenstelling van bakpoeder, kom je soms wonderlijke dingen tegen. Zo brengt een bedrijf zogenoemd wijnsteenbakpoeder op de markt. Dit wijnsteenbakpoeder bevat volgens de informatie op de website ‘gelijke hoeveelheden’ natriumwaterstofcarbonaat en kaliumwaterstoftartraat. Voor de voedingswaarde van hun product geven ze de volgende tabel:

Voedingswaarden per 100 g (of 100 ml)	
calorieën: 258 Kcal	magnesium: 2 mg
eiwitten: 0 g	fosfor: 5 mg
lipiden: 0 g	kalium: 16500 mg
koolhydraten: 61,5 g	natrium: 52 mg
water: 1,7 g	zink: 0,42 mg
vezels: 0,2 g	koper: 0,195 mg
calcium: 8 mg	mangaan: 0,205 mg
ijzer: 3,72 mg	selenium: 0,2 µg

De in de tabel vermelde metalen komen als positieve ionen voor. Het fosfor zit er waarschijnlijk in de vorm van fosfaat in. Over andere negatieve ionsoorten wordt niets vermeld, maar aangenomen mag worden dat er hoofdzakelijk waterstoftartraationen en waterstofcarbanaationen in het wijnsteenbakpoeder zitten en dat het ‘kalium’ er als kaliumwaterstoftartraat in zit en het ‘natrium’ in de vorm van natriumwaterstofcarbanaat.

Je kunt in één oogopslag zien dat de bewering dat natriumwaterstofcarbanaat en kaliumwaterstoftartraat in ‘gelijke hoeveelheden’ in het wijnsteenbakpoeder voorkomen niet juist is.

- 3 Leg uit, zonder een berekening te maken, dat gegevens uit deze tabel zeker niet in overeenstemming zijn met de bewering dat natriumwaterstofcarbanaat en kaliumwaterstoftartraat in ‘gelijke hoeveelheden’ voorkomen. 2

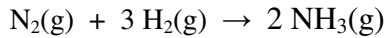
Als je ook de aanwezigheid van negatieve ionsoorten in het bakpoeder in rekening brengt, kom je ruim boven de 100 g uit.

- 4 Leg dit uit met behulp van een berekening. 4

Opgave 3 Ammoniakfabriek

(19 punten)

In de chemische industrie wordt het Haber-Boschproces gebruikt om ammoniak te maken uit stikstof en waterstof:



Voor de bereiding van ammoniak wordt uitgegaan van een gasmengsel waarin stikstof en waterstof in de volumeverhouding 1 : 3 voorkomen. Dit mengsel stroomt de reactor in. Uit de reactor stroomt een gasmengsel waarin behalve niet-gereageerd stikstof en waterstof ook ammoniak voorkomt. Uit dat mengsel wordt de ammoniak afgescheiden.

- 5 Geef een methode om de ammoniak af te scheiden uit het gasmengsel dat de reactie heeft verlaten. Geef ook een verklaring waarom je voor die methode kiest. 2

De industriële bereiding van ammoniak is een continuproces. Per minuut wordt, bij 298 K en $p = p_0$, 12 m^3 stikstof en 36 m^3 waterstof aangevoerd. In de reactor wordt 25% van de beginstoffen omgezet tot ammoniak.

- 6 Bereken hoeveel minuten het duurt voordat 100 kg ammoniak is geproduceerd. 5

De vorming van ammoniak uit stikstof en waterstof is een omkeerbare reactie. Op den duur zal zich een evenwicht instellen. In de praktijk laat men het evenwicht zich echter niet instellen in de reactor.

- 7 Geef hiervoor een verklaring. Laat in je verklaring het begrip reactiesnelheid een rol spelen. 2

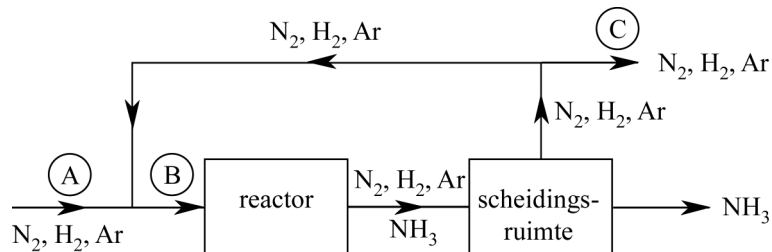
Omdat bij het verlaten van de reactor slechts 25% van de beginstoffen is omgezet, wordt, na verwijdering van de ammoniak, de niet omgezette stikstof en waterstof gerecirculeerd. Deze niet omgezette stikstof en waterstof worden in het continuproces gemengd met een nieuwe hoeveelheid stikstof en waterstof en de reactor ingevoerd.

De stikstof wordt uit lucht gewonnen. Daartoe worden uit de lucht de zuurstof en het koolstofdioxide verwijderd.

Men kan koolstofdioxide uit lucht verwijderen door de lucht te leiden door een oplossing van kaliumcarbonaat.

- 8 Geef de vergelijking van de reactie die dan optreedt. 3

Argon, dat ook in lucht voorkomt, wordt daaruit echter niet verwijderd. Dit argon komt ook in de reactor en komt er onveranderd weer uit en het wordt in de scheidingsruimte ook niet verwijderd uit het mengsel dat uit de reactor komt. Alle argon zou dus teruggevoerd worden in de reactor, waardoor de hoeveelheid argon in de reactor voortdurend zou stijgen. Om een continuproces te verkrijgen waarin de hoeveelheid argon in de reactor gelijk blijft, wordt een bepaald percentage, x , van het gasmengsel, dat na afscheiding van de ammoniak is ontstaan, gespuid (aan het proces onttrokken). Het onderstaande blokschema geeft een beeld van dit continuproces.



Het gasmengsel dat langs (B) de reactor instroomt, bevat constant 12 m^3 stikstof, 36 m^3 waterstof en $0,60 \text{ m}^3$ argon. Het spuien vindt plaats via (C).

- 9 Druk het aantal m^3 stikstof dat langs (A) aan het proces wordt toegevoerd uit in x . Ga ervan uit dat lucht 79 volumepercent stikstof en 0,93 volumepercent argon bevat en dat de temperatuur en druk in de leidingen waar gasmengsels doorheen stromen overal hetzelfde zijn. 2
- 10 Bereken x . 5

naam:

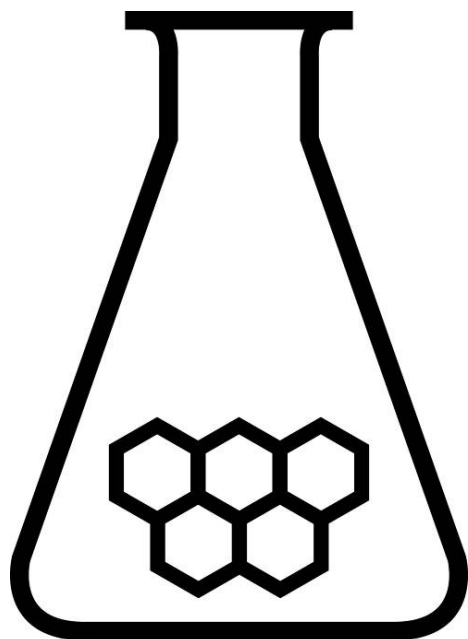
Antwoordblad meerkeuzevragen van voorronde 1 van de 34^e Nationale Scheikundeolympiade 2013

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		
totaal		

NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

OPGAVEN VOORRONDE 2

af te nemen in de week van
woensdag 10 april 2013



**SCHEIKUNDE
OLYMPIADE**



- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 6 onderwerpen en 3 open opgaven met in totaal 13 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 90 punten.
- De voorronde duurt maximaal 3 klokuren.
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5^e druk.
- Bij elke vraag is het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert.

Deze toets is tot stand gekomen dankzij de medewerking van de volgende personen:

Olav Altenburg
Alex Blokhuis
Cees de Boer
Johan Broens
André Bunnik
Thijs Engberink
Martin Groeneveld
Peter de Groot
Jacob van Hengst
Dick Hennink
Emiel de Kleijn
Jasper Landman
Evert Limburg
Marte van der Linden
Stan van de Poll

De eindredactie was in handen van:

Kees Beers

Opgave 1 Meerkeuzevragen

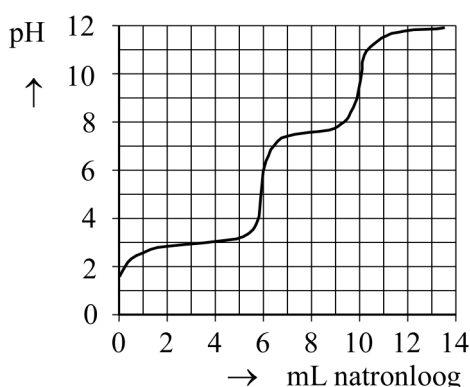
(totaal 40 punten)

Schrijf bij elke vraag je antwoord(letter) op het antwoordblad. Dit antwoordblad vind je aan het eind van dit opgavenboekje.

Normering: 2 punten per juist antwoord.

Analyse

- 1 Een oplossing van een zwak zuur HZ wordt getitreerd met natronloog van bekende molariteit. Welke hoeveelheden zijn aan elkaar gelijk bij het equivalentiepunt van de titratie?
- A de $[\text{OH}^-]$ en de $[\text{H}_3\text{O}^+]$
 - B het aantal mol toegevoegd OH^- en het aantal mol H_3O^+ dat aanvankelijk aanwezig was
 - C het aantal mol toegevoegd OH^- en het oorspronkelijk aantal mol opgelost HZ
- 2 Een zure oplossing wordt getitreerd met natronloog. Hieronder is de titratiecurve van deze titratie afgebeeld.



Wat zat in de erlenmeyer?

- A een oplossing van een tweewaardig zuur
 - B een oplossing van twee éénwaardige zuren met dezelfde K_z en dezelfde molariteit
 - C een oplossing van twee éénwaardige zuren met dezelfde K_z en verschillende molariteiten
 - D een oplossing van twee éénwaardige zuren met verschillende K_z en dezelfde molariteit
 - E een oplossing van twee éénwaardige zuren met verschillende K_z en verschillende molariteiten
- 3 Wat zie je in het $^1\text{H-NMR}$ spectrum van dimethoxymethaan: $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$?
- A een doublet en een triplet
 - B een doublet en twee triplets
 - C een singlet en een triplet
 - D een triplet en een kwartet
 - E een triplet en twee kwartetten
 - F twee singlets
 - G twee singlets en twee triplets

Rekenen

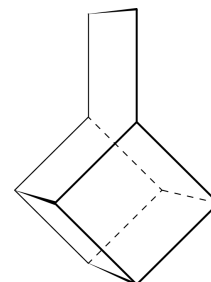
- 4 Men voegt 25,0 mL 0,100 M lood(II)nitraatoplossing bij 35,0 mL 0,100 M natriumjodide-oplossing. Hoeveel g lood(II)jodide kan maximaal neerslaan? Neem aan dat de neerslagreactie aflopend is.
- A 0,807
 - B 1,15
 - C 1,61
 - D 2,30
 - E 2,77

- 5 Een hoeveelheid gas neemt bij 72 °C en een druk van 1,40 atmosfeer een volume in van 9,23 dm³.
Wat is het volume bij 252 °C en 3,20 atmosfeer?
- A** 2,65 dm³
B 6,03 dm³
C 6,14 dm³
D 13,9 dm³
E 14,1 dm³
F 32,1 dm³
G 73,8 dm³

Koolstofchemie

- 6 Hoeveel stoffen met formule C₄H₈ zijn er en hoeveel daarvan zijn onverzadigd? Houd rekening met eventuele stereo-isomerie.
- | | aantal isomeren | waarvan onverzadigd |
|----------|-----------------|---------------------|
| A | 3 | 3 |
| B | 4 | 4 |
| C | 5 | 3 |
| D | 5 | 5 |
| E | 6 | 3 |
| F | 6 | 4 |
| G | 6 | 6 |

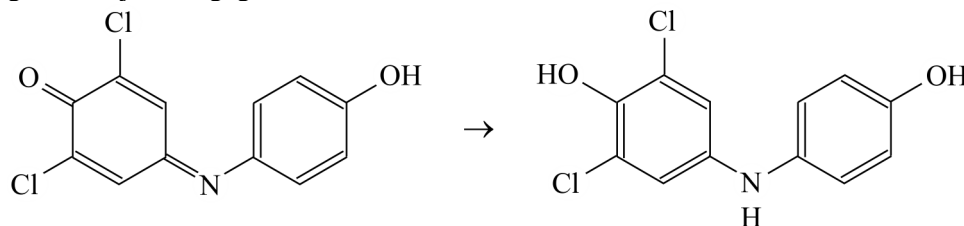
- 7 De verbinding waarvan het koolstofskelet hiernaast is weergegeven, wordt, vanwege de gelijkenis met een mandje (engels: basket), basketaan genoemd. De molecuulformule van basketaan is C₁₀H₁₂.



- Hoeveel monochloorsubstitutieproducten kunnen ontstaan als basketaan met chloor reageert?
- A** 4
B 5
C 6
D 8
E 10
F 12
- 8 Hoeveel σ bindingen en hoeveel π bindingen bevat een molecuul propyn?
- | | aantal σ bindingen | aantal π bindingen |
|----------|--------------------|--------------------|
| A | 1 | 3 |
| B | 2 | 2 |
| C | 3 | 5 |
| D | 4 | 4 |
| E | 5 | 3 |
| F | 6 | 2 |

Redox / Elektrolyse

- 9 DCPIP is een organische verbinding die kan worden gebruikt om het gehalte aan vitamine C via een redox titratie te bepalen. De vergelijking van de halfreactie van DCPIP is hieronder gedeeltelijk weergegeven:



Hoeveel e^- komt/komen in de volledige vergelijking van de halfreactie te staan en aan welke kant van de pijl?

- A** 1 e^- links van de pijl
B 1 e^- rechts van de pijl
C 2 e^- links van de pijl
D 2 e^- rechts van de pijl
E 3 e^- links van de pijl
F 3 e^- rechts van de pijl
G 4 e^- links van de pijl
H 4 e^- rechts van de pijl
- 10 Hoe groot is de bronspanning van de elektrochemische cel met het volgende celdiagram:
 $\text{Al(s)} \mid \text{Al}^{3+}(\text{aq}) \parallel \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Cu(s)}$,
met $[\text{Al}^{3+}] = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ en $[\text{Cu}^{2+}] = 0,10 \text{ mol L}^{-1}$?
- A** 1,95 V
B 1,98 V
C 2,01 V
D 2,04 V
E 2,07 V
F 2,10 V
- 11 Men elektrolyseert de volgende gesmolten zouten: aluminiumchloride, calciumchloride, magnesiumchloride en ijzer(III)chloride, tot 100 g metaal is ontstaan. In alle gevallen wordt een stroomsterkte van 3,00 A gebruikt.
In welk geval is het snelst 100 g metaal ontstaan?
- A** het duurt in alle gevallen even lang
B bij aluminiumchloride
C bij calciumchloride
D bij magnesiumchloride
E bij ijzer(III)chloride
- 12 Hoe groot is de $\Delta_r G^0$ voor de reactie $\text{Pb(s)} + 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Ag(s)}$?
- A** $-1,8 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
B $-9,0 \cdot 10^4 \text{ J mol}^{-1}$
C $9,0 \cdot 10^4 \text{ J mol}^{-1}$
D $1,8 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$

Structuur

- 13 In welk van onderstaande moleculen heeft het centrale atoom een sp^2 hybridisatie?
I PCl_3
II COCl_2
A geen van beide
B alleen I
C alleen II
D beide
- 14 Welk van de volgende atomen heeft in de grondtoestand evenveel s elektronen als p elektronen?
A Ar
B B
C C
D Mg
- 15 Welk van onderstaande moleculen is een dipoolmolecuul?
I SF_2
II SF_4
III SF_6
A geen van drieën
B alleen I
C alleen II
D alleen III
E I en II
F I en III
G II en III
H alle drie
- 16 Welke set kwantumgetallen kan bij een elektron in een $4d$ orbitaal horen?
- | | n | l | m_l | m_s |
|----------|-----|-----|-------|----------------|
| A | 4 | 1 | -1 | $\frac{1}{2}$ |
| B | 4 | 2 | -2 | $-\frac{1}{2}$ |
| C | 4 | 2 | 3 | $-\frac{1}{2}$ |
| D | 4 | 3 | -1 | $\frac{1}{2}$ |
| E | 4 | 3 | 4 | $-\frac{1}{2}$ |

Reactiesnelheid en evenwicht

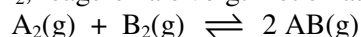
- 17 Wat is de eenheid van de reactiesnelheidsconstante van een tweede-orde reactie?
A $\text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$
B $\text{L}^2 \text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}$
C $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$
D $\text{mol}^2 \text{L}^{-2} \text{s}^{-1}$
E mol s^{-1}
F $\text{mol}^2 \text{s}^{-1}$
G s mol L^{-1}
H $\text{s mol}^2 \text{L}^{-2}$

- 18 Als men in methanol bij 60 °C 1,2-dibroomethaan met kaliumjodide laat reageren, treedt de volgende reactie op: $C_2H_4Br_2 + 3 I^- \rightarrow C_2H_4 + 2 Br^- + I_3^-$.
Men heeft onderzocht hoe de reactiesnelheid afhangt van de concentraties $C_2H_4Br_2$ en I^- .
Daartoe heeft men een aantal proefjes uitgevoerd met verschillende concentraties $C_2H_4Br_2$ en I^- en telkens na een minuut door middel van een titratie met een oplossing van natriumthiosulfaat ($Na_2S_2O_3$) bepaald hoeveel I_3^- was ontstaan.
Er werd telkens een oplossing met een volume van 25,0 mL gemaakt, die na een minuut in z'n geheel werd getitreerd met een 0,0100 M natriumthiosulfaatoplossing.
De volgende resultaten zijn verkregen:

proef	$[C_2H_4Br_2]_0$ (mol L ⁻¹)	$[I^-]_0$ (mol L ⁻¹)	mL thio
1	0,0500	0,150	11,1
2	0,0500	0,300	22,4
3	0,100	0,150	22,5
4	0,100	0,300	44,7

Wat volgt hieruit voor de reactiesnelheidsvergelijking?

- A** $s = k[C_2H_4Br_2]$
B $s = k[C_2H_4Br_2][I^-]$
C $s = k[C_2H_4Br_2][I^-]^2$
D $s = k[C_2H_4Br_2][I^-]^3$
E $s = k[C_2H_4Br_2]^2[I^-]$
- 19 De pH van een verzadigde oplossing van het hydroxide van een tweewaardig metaal M bij 298 K is 8,67.
Hoe groot is de K_s van dit hydroxide?
- A** $4,9 \cdot 10^{-27}$
B $9,8 \cdot 10^{-27}$
C $4,6 \cdot 10^{-18}$
D $5,1 \cdot 10^{-17}$
E $1,0 \cdot 10^{-16}$
F $2,2 \cdot 10^{-11}$
G $2,1 \cdot 10^{-9}$
H $4,6 \cdot 10^{-6}$
- 20 Twee gasvormige stoffen, A_2 en B_2 , reageren als volgt met elkaar:



A_2 en B_2 worden in de molverhouding 2 : 1 gemengd in een afgesloten reactievat bij temperatuur T_1 . Als het evenwicht zich heeft ingesteld, is het aantal heteronucleaire moleculen (moleculen met verschillende soorten atomen) gelijk aan het totale aantal homonucleaire moleculen (moleculen met dezelfde soort atomen).

Welke bewering ten aanzien van K_p is juist?

- A** $K_p = 0,048$
B $K_p = 0,14$
C $K_p = 1,0$
D $K_p = 7,2$
E $K_p = 21$
F K_p is niet te berekenen want de totale druk in het reactievat is niet bekend

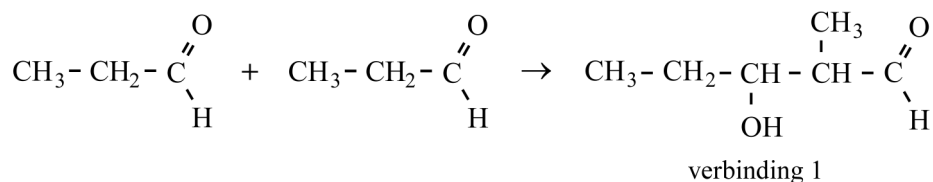
Open vragen

(totaal 50 punten)

■ Opgave 2 De aldolreactie

(24 punten)

In basisch milieu kan een alkanal worden omgezet tot een zogenoemd aldol. Een aldol is een verbinding die zowel aldehyde als alcohol is. Een voorbeeld van de vorming van een aldol is de volgende reactie:

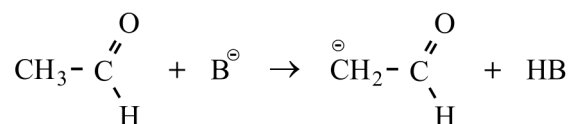


- 1 Geef systematische naam van verbinding 1.

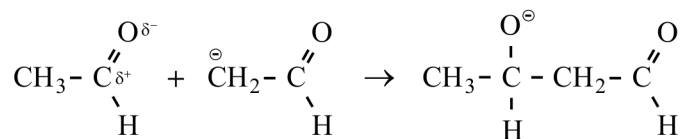
3

Hieronder is het mechanisme van de aldolreactie van ethanal weergegeven.

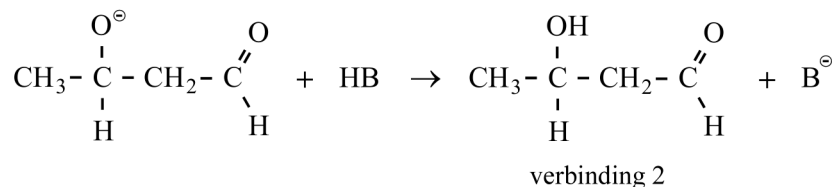
stap 1: de base onttrekt een H^+ ion dat gebonden is aan het C atoom naast de aldehydegroep, het zogenoemde α -C atoom:



stap 2: het negatief geladen C atoom bindt aan het enigszins positief geladen C atoom van de aldehydegroep van een tweede ethanalmolecuul:



stap 3: het negatief geladen zuurstofatoom in het in stap 2 ontstane deeltje bindt een H^+ ion:



- 2 Leg uit dat maar weinig base nodig is om alle ethanal om te zetten.

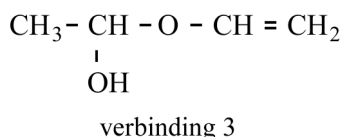
1

In de aldolreactie van ethanal ontstaat een racemisch mengsel van verbinding 2.

- 3 Geef hiervoor een verklaring.

4

Het bovenstaande mechanisme voor de aldolreactie van ethanal sluit niet uit dat ook een verbinding met onderstaande structuurformule wordt gevormd:



- 4 Geef een verklaring voor het mogelijke ontstaan van verbinding 3. Geef ook de stappen van het mechanisme van de vorming van verbinding 3, in vergelijkingen met structuurformules.

4

In de praktijk wordt verbinding 3 in de aldolreactie van ethanal niet gevormd. In sommige organische boeken verklaart men dat door te stellen dat de vorming van verbinding 3 uit ethanal energetisch ongunstiger is dan de vorming van verbinding 2 uit ethanal.

- 5 Ga met behulp van een berekening met bindingsenergieën na of de vorming van een mol verbinding 3 uit twee mol ethanal inderdaad energetisch ongunstiger is dan de vorming van een mol verbinding 2 uit twee mol ethanal. Ga ervan uit dat de invloed van de vorming waterstofbruggen en andere intermoleculaire bindingen in beide gevallen even groot is. 5
- Wanneer men methanal in een basische oplossing brengt, kan geen aldolreactie optreden. Dat is bij meer alkanalen het geval. Toch kunnen zulke alkanalen wel aan een aldolreactie deelnemen.
- 6 Geef aan waarom geen aldolreactie kan optreden wanneer men methanal in een basische oplossing brengt en geef de structuurformule van nog een alkanal waarmee geen aldolreactie kan optreden als daaraan een base wordt toegevoegd. 3
- 7 Geef een voorbeeld van een reactie waarin methanal wel aan een aldolreactie deelneemt. Geef ook de structuurformule(s) van het (de) reactieproduct(en) dat ontstaat (die ontstaan) bij de reactie van je keuze. 4

Opgave 3 Glucosebepaling

(20 punten)

Glucose wordt vaak aan medicijnen toegevoegd. Het gehalte aan glucose in een tablet kan worden bepaald door een reactie van glucose met orthoperjoodzuur, H_5IO_6 . Deze stof reageert snel en volledig met glucose volgens:



Dit is een redoxreactie.

- 8 Geef van deze redoxreactie de vergelijkingen van de beide halfreacties. 4
- Hieronder volgt een beschrijving van zo'n glucosebepaling.
- Van een glucosebevattend tablet werd een monster van 120 mg opgelost in water.
 - De oplossing werd kwantitatief overgebracht in een maatkolf van 100,0 mL en met gedestilleerd water aangevuld tot de maatstreep.
 - Uit de maatkolf werd 10,0 mL gepipetteerd in een erlenmeyer. Hieraan werd 20,0 mL 0,0100 M orthoperjoodzuuroplossing toegevoegd. Reactie 1 treedt dan op. De hoeveelheid orthoperjoodzuur is een overmaat.
 - Na afloop van reactie 1 werden 2 mL 1 M zwavelzuuroplossing en 5 mL 2 M kaliumjodide-oplossing aan de oplossing toegevoegd. De volgende twee reacties treden dan op:
 $\text{H}_5\text{IO}_6 + 7 \text{I}^- + 7 \text{H}^+ \rightarrow 4 \text{I}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \quad (\text{reactie 2})$
 $\text{IO}_3^- + 5 \text{I}^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} \quad (\text{reactie 3})$
 - Het vrijgekomen jood werd tenslotte getitreerd met 0,0950 M natriumthiosulfaatoplossing. Hiervan was 14,2 mL nodig.
- 9 Leg uit of de hoeveelheden orthoperjoodzuuroplossing (bij 3) en kaliumjodide-oplossing (bij 4) met een pipet moeten worden afgemeten of dat je daarvoor een minder nauwkeurig instrument kunt gebruiken. 2
- 10 Welke indicator kun je gebruiken voor deze titratie? Geef ook de kleurverandering die optreedt bij het eindpunt van de titratie. 3
- 11 Bereken het massapercentage glucose in het onderzochte tablet. 11

■ Opgave 4 Hoe warm het was op Venus

(6 punten)

In Bill Brysons boek 'A Short History of Nearly Everything' staat de volgende verklaring over de hoge temperatuur op Venus:

It appears that during the early years of the solar system Venus was only slightly warmer than the Earth and probably had oceans. But those few degrees of extra warmth meant that Venus could not hold onto its surface water, with disastrous consequences for its climate. As its water evaporated, the hydrogen atoms escaped into space and the oxygen atoms combined with carbon to form a dense atmosphere of the greenhouse gas carbon dioxide. Venus became stifling (= verstikkend). (...) Its surface temperature is a roasting (= verschroeiende) 470 °C ...

Als je wetenschap populariseert, moet je wel eens concessies doen aan het taalgebruik. Dat is hier kennelijk ook gebeurd. Het woord 'evaporated' is verkeerd gebruikt. Verder ontstaan er bij het beschreven proces uit waterdamp geen waterstof- en zuurstofatomen, maar moleculen.

- 12 Welk woord had op de plaats van 'evaporated' in het tekstfragment moeten staan? Je mag de Nederlandse vertaling opschrijven. 1
- Tenslotte kun je je afvragen of het toentertijd op Venus wel echt zo is gegaan.
- 13 Leg dit uit. Neem in je uitleg ook een berekening op van de minimumtemperatuur zoals die kennelijk was op Venus in de eerste jaren van het ontstaan van ons zonnestelsel. Ga ervan uit dat de waterdamp werd omgezet tot moleculair waterstof en moleculair zuurstof. 5

naam:

Antwoordblad meerkeuzevragen van voorronde 2 van de 34^e Nationale Scheikundeolympiade 2013

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

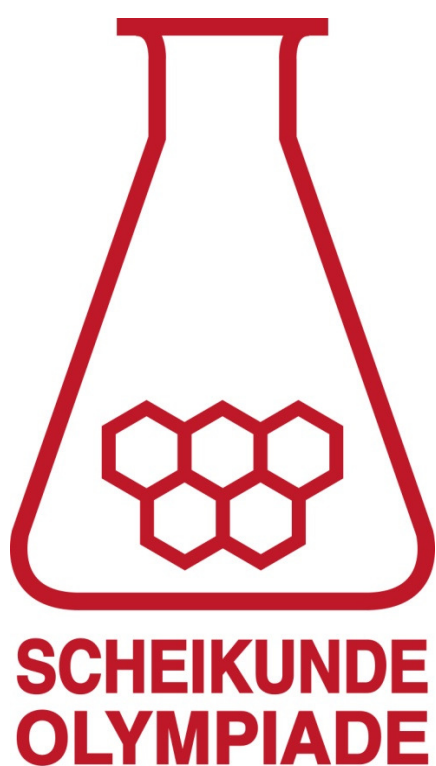
34^e Nationale Scheikundeolympiade

SABIC

Geleen

THEORIETOETS opgaven

maandag 10 juni 2013



- Deze theorietoets bestaat uit 7 opgaven met in totaal 37 deelvragen.
- Gebruik voor elke opgave een apart antwoordblad, voorzien van naam. Houd aan alle zijden 2 cm als marge aan.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 117 punten.
- De theorietoets duurt maximaal 4 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 Broom met thiosulfaat

(11 punten)

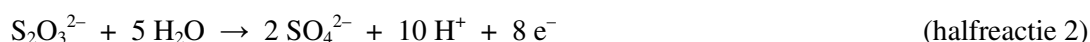
Een bekende reactie in de analytische chemie is die van jood met thiosulfaat ($S_2O_3^{2-}$), waarbij het thiosulfaat wordt omgezet tot tetrathionaat ($S_4O_6^{2-}$):



Verwacht mag worden dat ook broom op deze manier met thiosulfaat reageert.

- 1 Geef aan waarom men dat mag verwachten. 1

Broom reageert inderdaad met thiosulfaat op de manier zoals jood dat doet. Maar behalve deze reactie treedt ook een omzetting op van het thiosulfaat tot sulfaat. De vergelijking van de halfreactie van de omzetting van thiosulfaat tot sulfaat is als volgt:



Deze omzetting vindt niet plaats als men thio laat reageren met jood. Dan treedt uitsluitend de omzetting op van thiosulfaat tot tetrathionaat.

Een onderzoeker wil weten welke omzetting van het thiosulfaat het meest optreedt als een broomoplossing wordt toegevoegd aan een oplossing van natriumthiosulfaat. Zijn hypothese is dat het meeste thiosulfaat wordt omgezet via halfreactie 1.

- 2 Geef een argument voor deze hypothese. 2

Om zijn hypothese te toetsen, voert de onderzoeker de volgende titratie uit.

In een erlenmeyer wordt aan een oplossing die 0,120 mmol broom bevat een oplossing toegevoegd die 0,188 mmol natriumthiosulfaat bevat. De toegevoegde hoeveelheid natriumthiosulfaat is een overmaat. Nadat alle broom is omgezet, wordt het overgebleven thiosulfaat getitreerd met een joodoplossing. Voor de titratie was 0,0458 mmol jood nodig.

- 3 Ga door middel van een berekening na of de hypothese van de onderzoeker wordt bevestigd. 8

Opgave 2 Pitting

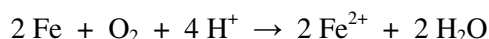
(27 punten)

In de fabrieken van SABIC worden warmtewisselaars gebruikt om warme mengsels van koolwaterstoffen af te koelen. In sommige gevallen bestaat zo'n warmtewisselaar uit een stelsel van roestvast stalen platen, waarbij aan de ene kant een warm mengsel van koolwaterstoffen stroomt en aan de andere kant van de plaat koelwater. De stroomrichting van het koolwaterstofmengsel is tegengesteld aan die van het koelwater.

Roestvast staal is een legering van hoofdzakelijk ijzer met toevoegingen van chroom en nikkel. Door de vorming van een dun laagje chroom(III)oxide wordt roestvast staal beschermd tegen corrosie. Wanneer zo'n oxidehuidje wordt doorbroken, bijvoorbeeld door een mechanische beschadiging, kan een elektrochemisch proces optreden, waardoor minuscule holtes (putjes, Engels: pits) ontstaan in het onderliggende metaal. Dit proces wordt met de Engelse term 'pitting' aangeduid. Uiteindelijk kan pitting leiden tot het ontstaan van perforaties (gaatjes) in de platen van de warmtewisselaar.

- 4 Waaraan zou je kunnen merken dat pitting in een warmtewisselaar heeft plaatsgevonden? 1

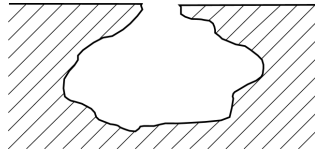
Tijdens pitting lossen de metalen uit de legering op in de vloeistof in de pit. Dit is het gevolg van de reactie van opgelost zuurstof in het koelwater met de metalen uit de legering: Bijvoorbeeld:



De omzetting van de ijzeratomen tot ijzerionen wordt gekatalyseerd door chloride, dat in het koelwater aanwezig is.

De standaardelektrodepotentiaal van zuurstof is $V^0 = 1,23 \text{ V}$. Deze waarde geldt voor $[H^+] = 1,00 \text{ mol L}^{-1}$. Het koelwater dat wordt gebruikt, heeft echter een pH van ongeveer 7.

- 5 Laat met behulp van een berekening met de vergelijking van Nernst zien dat in water opgelost zuurstof Fe kan omzetten tot Fe²⁺. Ga ervan uit dat het koelwater pH = 7,00 heeft. 3
- 6 Geef de reactievergelijking voor het oplossen van chroom in de pitvloestof. 2
- Pits kunnen allerlei vormen aannemen. Een voorbeeld is hieronder weergegeven.



Omdat er zeer weinig uitwisseling is van deeltjes tussen de pitvloestof en het koelwater, krijgt de oplossing in de pit een totaal andere samenstelling dan het koelwater. Zo zal de pitoplossing aanzienlijk zuurder worden dan het koelwater doordat de metaalionen die erin oplossen hydrolyse vertonen.

De hydrolyse van een metaalion is een evenwicht dat met de volgende algemene reactievergelijking kan worden weergegeven:



De pH van de oplossing in de pit wordt vrijwel volledig bepaald door de hydrolyse van Cr³⁺ ionen. De H⁺ die ontstaat door hydrolyse van Fe²⁺ en Ni²⁺ is te verwaarlozen. Voor het hydrolyse-evenwicht van Cr³⁺ geldt bij 298 K pK_h = 3,90.

In de pitoplossing kan de totale concentratie aan Cr³⁺ wel oplopen tot 0,50 mol L⁻¹.

- 7 Bereken met behulp van bovenstaande gegevens de pH van de pitoplossing (298 K). 5

Als je de reactievergelijkingen voor het vormen en hydrolyseren van de metaalionen met elkaar vergelijkt, valt op dat bij de vorming van de metaalionen veel meer H⁺ wordt verbruikt dan er bij de hydrolyse ontstaat. Toch wordt de oplossing in de pit zuur en niet basisch. Dit is te verklaren met het mechanisme van het corrosieproces.

- 8 Geef een beschrijving van het mechanisme van het corrosieproces en leg aan de hand daarvan uit dat de pitoplossing zuur wordt en niet basisch. Gebruik daarbij een tekening van een pit zoals hierboven is weergegeven. 4

- 9 Leg uit dat de invloed van de hydrolyse van Fe²⁺ en Ni²⁺ op de pH van de pitoplossing inderdaad te verwaarlozen is. Gebruik de gegevens uit onderstaande tabel: 4

soort deeltje	ΔG_f^0 (298 K) in J mol ⁻¹
Fe ²⁺	-0,789·10 ⁵
Fe(OH) ⁺	-2,77·10 ⁵
Ni ²⁺	-0,456·10 ⁵
Ni(OH) ⁺	-2,28·10 ⁵
H ⁺	0
H ₂ O	-2,37·10 ⁵

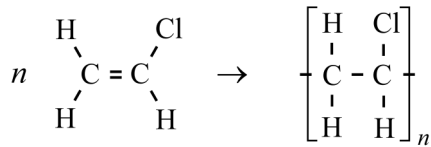
Gebleken is dat het oplossen van de metalen in een pit sneller gaat naarmate de reactie langer duurt. De volgende factoren zijn van invloed op de snelheid van een reactie: concentratie, katalysator, temperatuur en verdelingsgraad.

- 10 Leg voor elk van bovengenoemde factoren uit of met die factor zou kunnen worden verklaard dat het oplossen van de metalen in een pit sneller gaat naarmate de reactie langer duurt. 8

Opgave 3 VCM

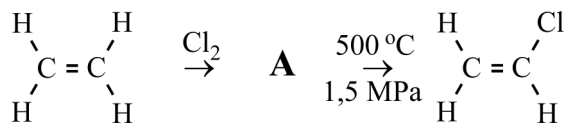
(13 punten)

Polyvinylchloride, meestal afgekort met PVC, komt, na polyetheen en polypropeen, op de derde plaats van meest geproduceerde plastics. PVC wordt vooral gebruikt in de bouw. Onder andere dakgoten en afvoerpijpen worden gemaakt van PVC. PVC wordt gemaakt door een additiepolymerisatiereactie van het monomeer vinylchloride, VCM:



SABIC produceert zowel VCM als PVC in grote hoeveelheden in Saudi-Arabië.

VCM wordt gemaakt uit etheen, dat het hoofdproduct is van stoomkraken. SABIC heeft in Geleen twee stoomkrakers staan en wereldwijd nog dertien. De productie van VCM uit etheen gaat in twee stappen, eerst laat men etheen met chloor reageren tot een tussenproduct **A**, dat bij 500 °C en 1,5 MPa wordt omgezet tot VCM:



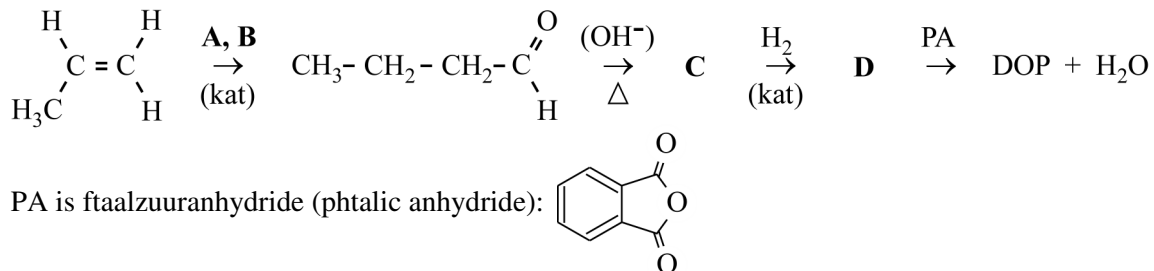
- 11 Geef de structuurformule en systematische (IUPAC) naam van het tussenproduct **A**. 4
- 12 Geef het mechanisme van de reactie tussen etheen en chloor in vergelijkingen met structuurformules. 3
- De omzetting van tussenproduct **A** tot VCM verloopt volgens een radicaalmechanisme.
- 13 Geef de vergelijkingen voor de initiatie-, propagatie- en terminatiereactie(s). Ga ervan uit dat reeds initiatorradicalen (**In•**) aanwezig zijn. 6

Opgave 4 Weekmakers

(17 punten)

PVC is een vrij hard materiaal. Om het zachter en flexibeler te maken worden weekmakers toegevoegd. Dit zijn vaak derivaten van ftaalzuur. De meest gebruikte weekmaker is een stof die wordt aangeduid met de afkorting DOP. DOP staat voor dioctylphtalaat.

SABIC produceert DOP via de volgende syntheseroute:



In de eerste reactie wordt propeen, het tweede hoofdproduct van stoomkraken, omgezet tot butanal. De tweede reactie is een zogenoemde aldolcondensatie; deze reactie is op te vatten als een aldoladditie gevolgd door dehydratatie.

In de derde reactie reageert **C** met waterstof in de molverhouding 1 : 2. **D** bevat 73,78 massaprocent koolstof en 13,93 massaprocent waterstof. Een molecuul van stof **D** bevat één asymmetrisch koolstofatoom.

Tenslotte reageert **D** met ftaalzuuranhydride (PA) tot DOP, waarbij per molecuul gevormd DOP één molecuul water vrijkomt.

□14 Geef de formules van de stoffen **A** en **B**. 2
C bestaat uit een mengsel van verschillende stoffen.

□15 Geef de structuurformules van de stoffen die in **C** voorkomen. 2

□16 Geef de structuurformule van **D**. 1

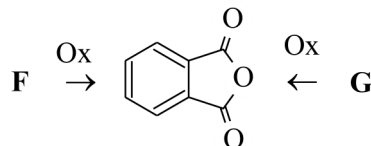
□17 Geef de structuurformule van DOP en leg uit hoeveel stereo-isomeren van DOP bestaan. 4

In de eerste reactie ontstaat behalve butanal een geringe hoeveelheid van een isomere alkanal **E**. Deze stof wordt niet uit het reactiemengsel verwijderd. Daardoor ontstaat een verontreiniging van 2-ethyl-4-methylpentaan-1-ol in **D**.

□18 Geef de structuurformules van **E** en van 2-ethyl-4-methylpentaan-1-ol en leg uit hoe het ontstaan van **E** leidt tot de vorming van 2-ethyl-4-methylpentaan-1-ol. 4

□19 Geeft het ontstaan van een mengsel bij de aldolcondensatie van butanal ook aanleiding tot verontreiniging van **D**? Geef een verklaring voor je antwoord. 2

Het ftaalzuuranhydride dat in de bereiding van DOP nodig is, kan uit twee eenvoudige aromatische koolwaterstoffen, **F** en **G**, worden gemaakt. Deze aromatische koolwaterstoffen laat men dan reageren met een oxidator:



Een molecuul van stof **F** heeft evenveel symmetrievlakken als een molecuul PA. Een molecuul van stof **G** heeft één symmetrievlak meer dan een molecuul PA. Toen August Laurent ftaalzuuranhydride in 1836 uit **G** bereidde, vernoemde hij zijn product naar **G**.

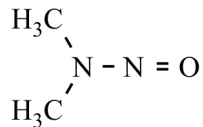
□20 Geef de structuurformules van **F** en **G**. 2

Opgave 5 Mutaties

(16 punten)

Het wordt afgeraden om nitraatrijke groenten in combinatie met vis en/of schaaldieren te eten. De kans op de vorming van zogenoemde nitrosamines in het lichaam is dan niet denkbeeldig. Nitrosamines kunnen veranderingen (mutaties) in het DNA te weeg brengen.

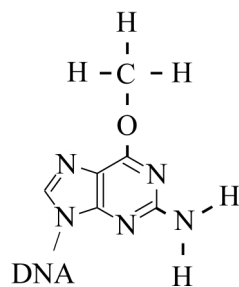
Een voorbeeld van een nitrosamine is *N*-nitrosodimethylamine:



N-dimethylnitrosamine kan als volgt ontstaan. Eerst wordt nitraat omgezet tot nitriet, dat verder wordt omgezet tot NO^+ . Dit NO^+ reageert vervolgens met dimethylamine, dat in vis en schaaldieren voorkomt, tot *N*-dimethylnitrosamine.

- 21 Geef de reactievergelijking voor de vorming van *N*-dimethylnitrosamine uit dimethylamine en NO^+ . Gebruik structuurformules voor de organische verbindingen. 2
- 22 Laat met behulp van elektronenformules zien hoe een NO^+ ion wordt gekoppeld aan een dimethylaminemolecuul. 3

N-nitrosamine kan reageren met een guanine-eenheid in een DNA molecuul. Aan het zuurstofatoom van de guanine-eenheid wordt dan een methylgroep gebonden. Zo'n gemethyleerde guanine-eenheid heeft de volgende structuurformule:



Door de vorming van gemethyleerd guanine kan in de cel DNA ontstaan waarin een C – G basenpaar is veranderd (gemuteerd) in een T – A basenpaar.

- 23 Leg dit uit. 3
- Zo'n verandering kan ingrijpende gevolgen hebben voor de eiwitsynthese. Dit is onder andere het geval wanneer op de coderende streng van het DNA het triplet CCG is veranderd in CTG. Het eiwit dat dan wordt afgelezen, heeft een andere structuur dan wanneer de mutatie er niet was.
- 24 Leg uit in welk opzicht de structuur van het eiwit verandert onder deze mutatie. 4
- Het kan ook voorkomen dat de mutatie als gevolg heeft dat een eiwit wordt gevormd dat een veel kortere keten heeft dan het eiwit dat ontstaat als de mutatie er niet zou zijn.
- 25 Geef de naam van een aminozuur dat in het niet-gemuteerde geval in de eiwitketen wordt ingebouwd. 4

Opgave 6 MRI

(10 punten)

MRI (magnetic resonance imaging) is inmiddels in ziekenhuizen onmisbaar geworden voor de diagnose van verschillende aandoeningen. Het stelt de arts in staat om gedetailleerde beelden te maken van 'zacht weefsel', wat met bijvoorbeeld röntgenfotografie niet mogelijk is.

MRI is gebaseerd op een kwantumchemisch effect: kernspin. Net als elektronen kunnen kernen meer dan één spintoestand bezitten. Zo heeft een waterstofkern twee mogelijke spintoestanden. Deze zijn het best voor te stellen als kleine staafmagneten, met een noord- en zuidpool, die twee oriëntaties kunnen aannemen. Net als bij elektronen hebben deze toestanden in afwezigheid van een (sterk) magnetisch veld exact dezelfde energie. In MRI apparaten worden echter sterke externe magnetische velden aangelegd, waardoor de ene spintoestand een andere energie krijgt dan de andere.

- 26 Geef hiervoor een verklaring 2
- Bij MRI wordt elektromagnetische straling gebruikt om de kernspin van waterstofkernen van de laagste energietoestand naar de hoogste energietoestand over te laten gaan. Voor het energieverval ΔE tussen de twee spintoestanden in een magnetisch veld heeft Zeeman de volgende betrekking geformuleerd: $\Delta E = \gamma \frac{h}{2\pi} B_0$. Hierin is γ een constante die afhankelijk is van de soort deeltjes die zich in het magnetische veld bevinden en B_0 de veldsterkte in T (tesla). In het veld van de sterkste magneet ter wereld blijkt het energieverval tussen de twee spintoestanden van een waterstofkern $2,0205 \cdot 10^{-25}$ J te zijn.
- 27 Bereken de veldsterkte van die magneet. Voor ^1H geldt $\gamma_{\text{H}} = 42,576 \text{ MHz T}^{-1}$. 1
- 28 Bereken de golflengte van de elektromagnetische straling die de overgang van de laagste naar de hoogste spintoestand van een waterstofkern kan bewerkstelligen. 2
- MRI is een vrij ongevoelige methode dat komt omdat de verdeling van de kernen over de twee energieniveaus bijna 1 : 1 is. Deze verdeling wordt gegeven door de volgende formule:
- $$\frac{N_j}{N_i} = e^{\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right)}$$
- hierin is N_j het aantal kernen in de hoogste energietoestand, N_i het aantal kernen in de laagste energietoestand en k de constante van Boltzman.
- 29 Bereken de verhouding bij 298 K tussen de waterstofkernen in de hoogste en laagste toestand in het magneetveld van bovengenoemde magneet. 1
- Om de methode gevoeliger te maken streeft men naar steeds sterkere magneten.
- 30 Leg dat uit. 2
- 31 Geef nog een manier om de methode gevoeliger te maken leg uit of die methode in de ziekenhuispraktijk werkbaar is. 2

Opgave 7 Productie van LDPE

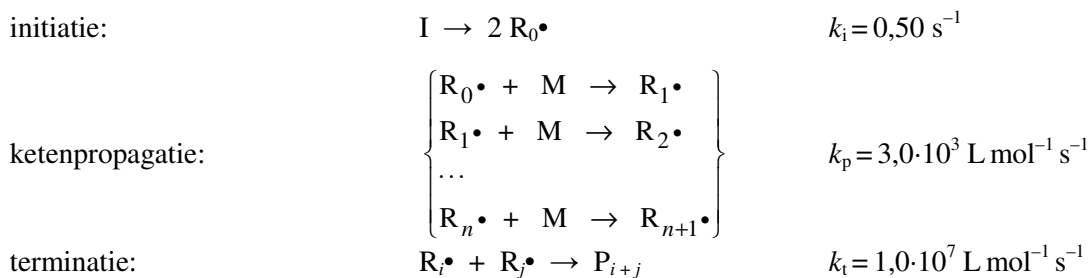
(23 punten)

SABIC produceert LDPE (lage dichtheid polyetheen) onder hoge druk (2000 bar) in buisreactoren via een radicaalpolymerisatie. Een buisreactor kan worden opgevat als een hele lange cilinder. De reactor wordt gevoed met een zuivere etheen monomeerstream, waaraan een initiator wordt toegevoegd.

Een radicaalpolymerisatie verloopt als volgt:

Een initiator molecuul (I) valt uiteen in twee radicalen ($R_0\bullet$), die reageren met een monomeermolecuul (M) tot nieuwe radicalen met ketenlengte 1 ($R_1\bullet$). Een radicaal $R_1\bullet$ reageert vervolgens met een nieuw monomeermolecuul tot een radicaal met ketenlengte 2 ($R_2\bullet$). Enzovoorts, zodat een steeds langere keten wordt gevormd. Deze zogenoemde ketenpropagatie blijft doorgaan totdat twee ketenradicalen, met lengte i en j met elkaar reageren (terminatie) tot een niet-reactieve polymeerketen met lengte $i + j$ (P_{i+j}).

Hieronder zijn de reactievergelijkingen van initiatie, propagatie en terminatie schematisch weergegeven:



k_i , k_p en k_t zijn de reactiesnelheidsconstanten die onder de omstandigheden van de polymerisatie gelden voor respectievelijk de initiatie, propagatie en terminatie.

Op basis van de begrippen initiatie, propagatie en terminatie zou je het beeld kunnen krijgen dat in het begin van de buisreactor de initiatie optreedt, in het midden voornamelijk propagatiereacties en aan het eind de terminatiereacties.

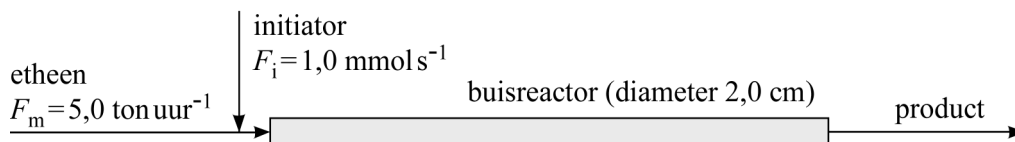
Dit beeld is echter onjuist. In het begin van de reactor wordt slechts een klein deel van de initiator omgezet, waarna vrijwel op dezelfde plaats in de reactor zeer snel de propagatie- en terminatiereacties volgen. Deze opvolging van reacties zet zich voort door de gehele reactor.

Aan het eind van de reactor is vrijwel de gehele hoeveelheid ingevoerde initiator omgezet. Van de ingevoerde hoeveelheid etheen is echter maar een gering deel omgezet. De (gemiddelde) ketenlengte van de polymeermoleculen die in het begin van de buis ontstaan, is daardoor anders dan aan het eind van de buis.

- 32 Zijn de polymeermoleculen die aan het begin van de buis ontstaan (gemiddeld) langer of korter dan de polymeermoleculen die aan het eind van de buis ontstaan? Geef een verklaring voor je antwoord.

3

Men heeft een buisreactor met een diameter van 2,0 cm waarin etheen wordt aangevoerd met een snelheid van $5,0 \text{ ton uur}^{-1}$ en initiator met een snelheid van $1,0 \text{ mmol s}^{-1}$ (zie onderstaande figuur).



De verblijftijd, τ , van het reactiemengsel in een buisreactor is afhankelijk van de volumestroom door de reactor en het volume van de reactor. Wanneer de diameter vaststaat, is de verblijftijd dus afhankelijk van de lengte L van de buis: $\tau = \kappa L$. Voor de hierboven weergegeven situatie kan worden afgeleid dat $\kappa = 9,0 \cdot 10^{-2} \text{ s m}^{-1}$.

- 33 Geef die afleiding. De dichtheid van etheen onder de omstandigheden waarbij de polymerisatie plaatsvindt, is $4,0 \cdot 10^2 \text{ kg m}^{-3}$. 5

Men vraagt zich af hoe lang de buisreactor moet zijn om een omzetting van de initiator van 99,0% te bewerkstelligen.

- 34 Bereken: 5
1. Hoe lang het duurt, in s, tot 99,0% van de initiator is omgezet. 4
 2. De lengte, in m, van de buisreactor om een omzetting van de initiator van 99,0% te bewerkstelligen. 1

Tijdens het polymerisatieproces stelt zich een steady state in wat betreft de totale radicalenpopulatie. Men kan dan afleiden dat voor de polymerisatiesnelheid s geldt: $s = k[M][I]^{1/2}$.

- 35 Geef deze afleiding en bereken de totale reactiesnelheidsconstante k ; geef ook de eenheid van k . 5
 Neem aan dat
- de totale reactiesnelheid wordt bepaald door de snelheid waarmee de monomeren wegreageren;
 - alle radicalen $R_i \bullet$ met dezelfde snelheid reageren;
 - de totale radicalenconcentratie wordt gegeven door $[R \bullet]$.

Er mag niet teveel etheen worden omgezet, omdat anders de temperatuur in de buis teveel zou stijgen. De polymerisatie van etheen is een exotherme reactie. De enthalpieverandering van de reactie kan worden berekend uit de vormingsenthalpieën van etheen en polyetheen. Deze enthalpieverandering wordt berekend in kJ kg^{-1} . De vormingsenthalpie van polyetheen wordt namelijk niet in J mol^{-1} gegeven, maar in kJ kg^{-1} . Bij 298 K en $p = p_0$ is die $-1,22 \cdot 10^3 \text{ kJ kg}^{-1}$.

- 36 Geef aan waarom het niet praktisch is om de vormingsenthalpie van polyetheen in (kJ) per mol uit te drukken. 1

Bij typische polymerisatiereactie is de temperatuur aan het begin van de reactor 200 °C. De temperatuur mag niet meer dan 50 °C stijgen.

- 37 Bereken de reactie-enthalpie in kJ kg^{-1} bij 298 K en $p = p_0$ en gebruik deze reactie-enthalpie om te berekenen hoeveel procent van het etheen maximaal mag worden omgezet. Neem aan dat voor het reactiemengsel geldt $c_p = 3,0 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. 4

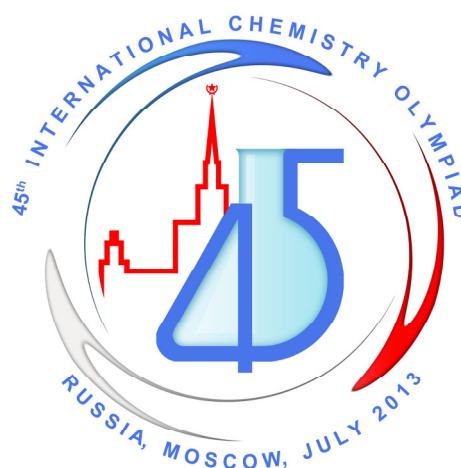
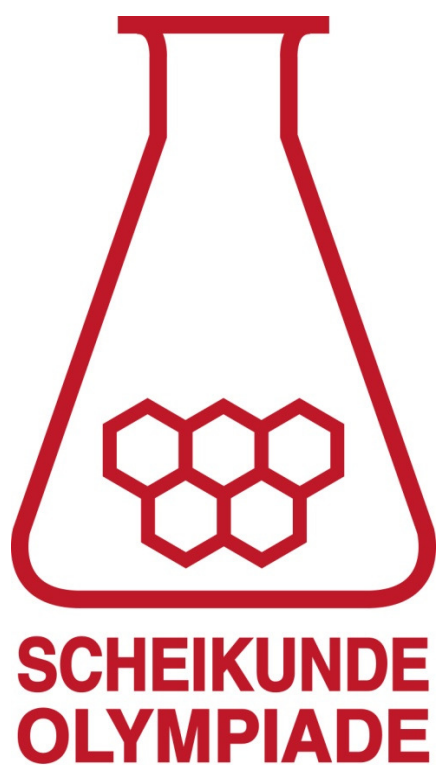
34^e Nationale Scheikundeolympiade

SABIC

Geleen

PRACTICUMTOETS

dinsdag 11 juni 2013



Aanwijzingen/hulpmiddelen

- Deze practicumtoets bestaat uit twee geïntegreerde onderdelen:
 - het isoleren door middel van stoomdestillatie van kruidnagelolie uit kruidnagels;
 - het karakteriseren van de geïsoleerde kruidnagelolie;
 - een scheiding van kruidnagelolie met behulp van dunnelaagchromatografie.
- Na 4 uur eindigt de practicumtoets. Binnen deze tijd moeten:
 - de bijgevoegde antwoordbladen zijn ingevuld;
 - alle vragen zijn beantwoord.
- Na afloop van de hele practicumtoets, als je alles hebt ingeleverd, moet het glaswerk nog schoongemaakt en opgeruimd worden.
- De maximumscore voor de gehele practicumtoets bedraagt 40 punten.
- De score wordt bepaald door:
 - praktische vaardigheid, netheid, veiligheid maximaal 8 punten
 - opbrengst/rendement van destillatie, resultaat van de dunnelaagchromatografie en beantwoorden van vragen maximaal 32 punten
- Benodigde hulpmiddelen: (grafische) rekenmachine, lineaal/geodriehoek en Binas.
- Lees eerst de inleiding en alle opdrachten door en begin daarna pas met de uitvoering.

Extra:

- Dit is een toets; het is niet toegestaan te overleggen met andere deelnemers.
- Wanneer je een vraag hebt, dan kun je deze stellen aan de begeleider.
- Mocht er iets niet in orde zijn met je glaswerk of apparatuur, meld dit dan zodra je het ontdekt bij de begeleider. Leen geen spullen van je buurman!

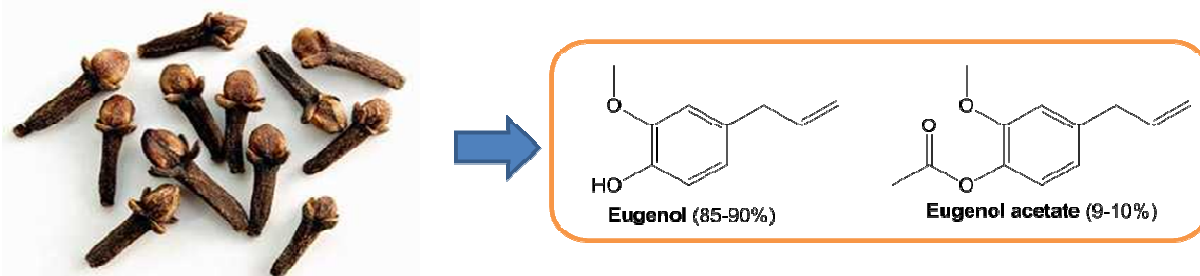
Practicumtoets Nationale Scheikundeolympiade 2013

Het isoleren en karakteriseren van kruidnagelolie uit kruidnagels

Inleiding

Kruidnagels zijn gedroogde bloemknoppen van de kruidnagelboom, *Eugenia Caryophyllata*, die voorkomt in India en op andere plaatsen in het Verre Oosten. Een belangrijk bestanddeel van kruidnagels is kruidnagelolie. Kruidnagelolie behoort tot een grote klasse van stoffen genaamd: etherische oliën. Veel van deze stoffen worden gebruikt in de voedingsmiddelenindustrie, als smaakmaker, en in de parfumindustrie. Ze werden vroeger gezien als het “grondbestanddeel” van de plant waar ze uit gewonnen werden.

De twee hoofdcomponenten van kruidnagelolie zijn eugenol (85 – 90%) en eugenolacetaat (9 – 10%). Kruidnagelolie kan uit vers gemalen kruidnagels worden gewonnen met behulp van de techniek stoomdestillatie. Kruidnagelolie kookt bij ongeveer 245 °C, maar het kan bij lagere temperaturen worden geïsoleerd door een co-destillatie met water. Dit proces staat beter bekend als stoomdestillatie. Door het uitvoeren van een stoomdestillatie kan men het hoge kookpunt van kruidnagelolie vermijden, zodat het wordt geïsoleerd bij een temperatuur net onder het kookpunt van water.



Figuur 1. Kruidnagels waaruit eugenol en eugenolacetaat worden gewonnen.

De relatieve hoeveelheden kruidnagelolie en water in de damp zijn slechts afhankelijk van de dampspanningen van de zuivere producten. Aangezien het destillaat zowel kruidnagelolie als water zal bevatten, moet de kruidnagelolie worden geëxtraheerd met behulp van een organisch oplosmiddel. Als de kruidnagelolie eenmaal in het organisch oplosmiddel is geëxtraheerd dan wordt het organisch oplosmiddel gescheiden van het water en gedroogd. De kruidnagelolie wordt uiteindelijk verkregen door het oplosmiddel te laten verdampen.

Veiligheid

Draag altijd een veiligheidsbril en een gesloten labjas. Gebruik bij voorkeur latexhandschoenen. Ruim gemorste chemicaliën direct op! Zorg altijd voor een schone, opgeruimde werkomgeving!

- Dichloormethaan is toxisch en irriterend. Gebruik handschoenen!
H-zinnen: H351
P-zinnen P281
- Watervrije natriumsulfaat is irriterend en hygroscopisch.
- Methanol is brandbaar en giftig; houd het verwijderd van open vuur.
H-zinnen: H225, H301, H311, H331, H370
P-zinnen: P210, P260, P280, P301 + PP310, P311
- Broom is irriterend en giftig.
H-zinnen: H314, H330, H400
P-zinnen: P273, P280, P305 + P351 + P338, P3103
- Jood is irriterend.
H-zinnen: H312, H332, H490
P-zinnen: P273, P280
- Hexaan is licht ontvlambaar en giftig.
H-zinnen: H225, H304, H315, H336, H361, H373, H411
P-zinnen: P210, P261, P273, P281, P301 + P310, P331.

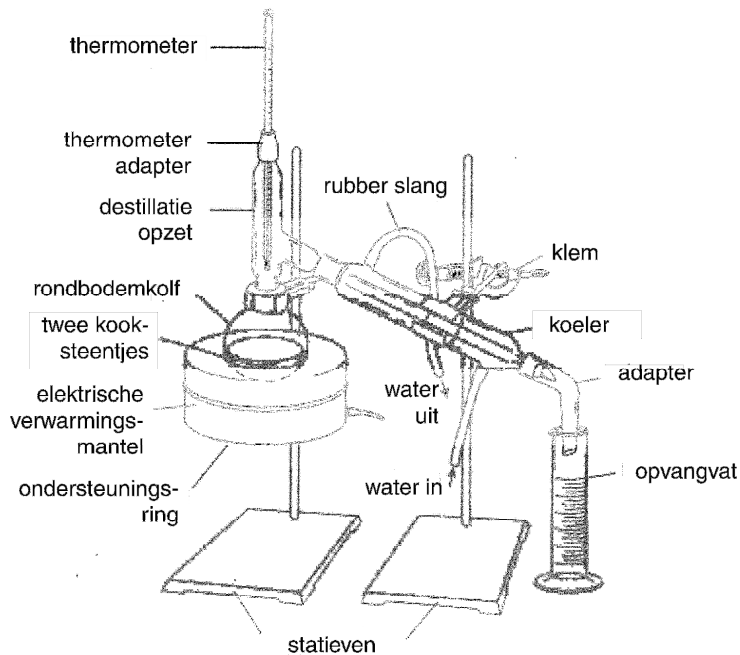
Was je handen grondig met zeep voordat je het laboratorium verlaat.

Opdracht 1 Het isoleren van kruidnagelolie uit kruidnagels

(4 punten)

Uitvoering

2. Weeg ongeveer 5 g kruidnagels af op een analytische balans. Maal de kruidnagels tot een fijn poeder met een mortier en stamper. Weeg het gemalen poeder en noteer de massa.
3. Breng de gemalen kruidnagels in een 100 mL rondbodempkolf en voeg 50 mL gedestilleerd water en twee kooksteentjes toe.
4. Monteer het destillatieapparaat en gebruik een 50 mL maatcilinder als opvangvat. Laat voordat je begint de opstelling controleren door een begeleider!



Figuur 2. Destillatieopstelling

5. Zet de verwarmingsmantel aan en stel deze, zodra het mengsel kookt, zo in, zo dat de destillatiesnelheid een druppel per seconde bedraagt.
6. Stop de destillatie wanneer 30–40 mL destillaat is opgevangen. Laat het destillaat vervolgens afkoelen tot kamertemperatuur en giet daarna het destillaat voorzichtig in een scheidtrechter.
7. Voeg 10 mL verzadigde NaCl oplossing toe.
8. Spoel de koeler en de maatcilinder met 5–10 mL dichloormethaan en voeg dit toe aan de inhoud van de scheidtrechter.
9. Sluit de scheidtrechter af met een stop en schud de inhoud voorzichtig. Ontgas de scheidtrechter om de druk te verwijderen. Herhaal dit enkele keren totdat er geen drukopbouw meer is.
10. Schud de scheidtrechter vervolgens grondig zodat beide fasen goed gemengd zijn.
11. Laat de lagen ontmengen en tap de CH_2Cl_2 laag af in een erlenmeyer.
12. Herhaal de extractiestap tweemaal met 5 mL CH_2Cl_2 en combineer de organische fasen.
13. Droog de organische fase met watervrije Na_2SO_4 .
14. Bepaal de massa van een lege kolf en filtreer het mengsel van de organische fase en Na_2SO_4 over een papieren filter in de kolf om de Na_2SO_4 te verwijderen.
15. Laat de CH_2Cl_2 verdampen met behulp van een draaiverdamer (rotavap) en weeg de kolf met inhoud nogmaals om de massa van de kruidnagelolie te bepalen.

Vragen

- | | | |
|----------------------------|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1 | Waarvoor diende het toevoegen van de verzadigde NaCl oplossing bij onderdeel 6? | 2 |
| <input type="checkbox"/> 2 | Bereken het massapercentage kruidnagelolie in de onderzochte kruidnagels. | 2 |

■ Opdracht 2 Het karakteriseren van de geïsoleerde kruidnagelolie (12 punten)

Uitvoering

1. Los de kruidnagelolie op in 2 – 3 mL methanol.
2. Neem vier reageerbuisjes, nummer ze 1 – 4 en neem de buisjes 2 en 4 als blanco. Voeg vervolgens 1 mL methanol aan toe aan alle reageerbuisjes.
3. Voeg 5 druppels opgeloste kruidnagelolie toe aan de reageerbuisjes 1 en 3. Zwenk de buisjes rustig.
4. Voeg 5 druppels van een oplossing van broom in dichloormethaan toe aan de reageerbuisjes 1 en 2. Zwenk de buisjes rustig. *Wordt gedaan door de begeleiders, vraag het één van hen, wanneer je zover bent.*
5. Voeg enkele druppels FeCl_3 oplossing toe aan de reageerbuisjes 3 en 4. Zwenk de buisjes rustig.

Vragen

- | | | |
|----------------------------|--|---|
| <input type="checkbox"/> 3 | Noteer de waarnemingen die je bij onderdeel 4 hebt gedaan. | 2 |
| <input type="checkbox"/> 4 | Broom reageert met de dubbele binding van eugenol (en eugenolacetaat). Hierdoor verdwijnt de karakteristieke kleur van broom. Teken het algemene reactiemechanisme tussen olefine en broom. | 4 |
| <input type="checkbox"/> 5 | Noteer de waarnemingen die je bij onderdeel 5 hebt gedaan. | 2 |
| <input type="checkbox"/> 6 | Eugenol reageert met het Fe^{3+} van ijzer(III)chloride, wat resulteert in een gekleurd complex. Een fenolaat is een goed ligand en Fe^{3+} kan 6 liganden binden in een octaëdrische geometrie en vormt daarmee een complex. Geef de reactievergelijking weer van de reactie en geef in 3D weer hoe het ijzercomplex eruit ziet. Noteer hierin het eugenol als ArOH. Waarom reageert het eugenolacetaat niet met Fe^{3+} ? | 4 |

Opdracht 3 Chromatografie

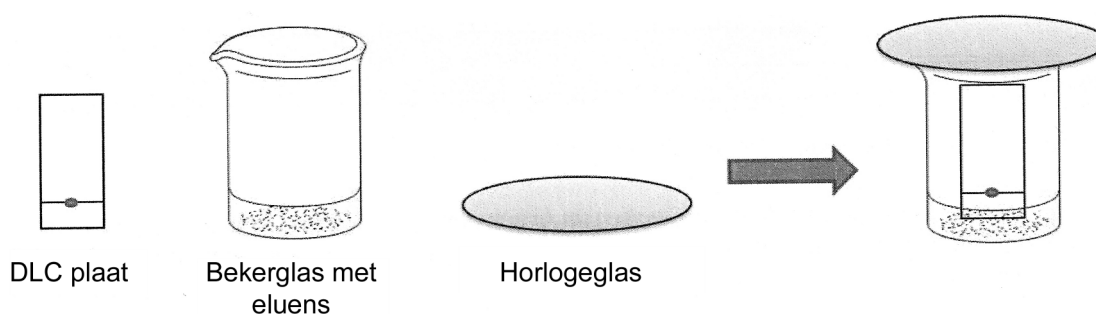
(16 punten)

Uitvoering

Moleculen in een reactiemengsel elueren verschillend op een polaire stationaire fase door hun verschillende aantrekkingskracht. De scheiding van verschillende componenten kan zo worden bewerkstelligd door middel van het kiezen van een geschikte mobiele fase (eluens). In het geval van kruidnagelolie is het doel om eugenol en eugenolacetaat aan te tonen met behulp van dunne laag chromatografie (DLC).

Procedure:

1. Los enkele druppels kruidnagelolie op in dichloormethaan (ongeveer 0,5 mL).
2. Teken, met potlood, een lijn op 1 cm van de onderkant van de DLC plaat.
3. Gebruik de capillair om een druppel dichloormethaan aan te brengen op de DLC plaat (houd er rekening mee dat een kleine druppel afdoende is).
4. Giet wat eluens (dichloormethaan : hexaan = 3 : 1) in een bekglas en zet de DLC plaat rechtop in het eluens, terwijl de aangebrachte stip boven het vloeistof oppervlak blijft.



Figuur 3. Procedure voor dunnelaagchromatografie

5. Laat het eluens tot ongeveer 1–2 cm van de top van de DLC plaat lopen en markeer met een potlood de vloeistoflijn.
6. Plaats de DLC plaat in een potje met jood (zorg dat je handschoenen draagt!). Het kleuren van een DLC plaat met jood is één van de oudste methodes voor het karakteriseren van organische verbindingen, wat komt door de hoge affiniteit van jood voor onverzadigde- en aromatische verbindingen.
7. Verwijder de DLC plaat na enkele seconden met behulp van een pincet en bepaal de R_f (retentiefactor) waarden van de geobserveerde vlekken.

Vragen

- 7 Eugenol is meer polair dan eugenolacetaat. Leg op basis hiervan uit welke R_f waarde bij welke component hoort. 4
- 8 Met behulp van welke techniek zou je eugenol van eugenolacetaat scheiden nu je weet dat de polariteit invloed heeft op de retentietijd van beide componenten? 2
- 9 Een andere manier om eugenol van eugenolacetaat te scheiden van elkaar in de kruidnagelolie is door: 10
- i. een natriumhydroxide oplossing in water toe te voegen aan de kruidnagelolie oplossing in dichloormethaan (vóór stap 14 van Opdracht 1);
 - ii. de organische fase te scheiden van de waterige fase en de waterige fase te wassen met dichloormethaan;
 - iii. de waterige fase te neutraliseren met zoutzuur;
 - iv. en vervolgens de waterige fase te extraheren met dichloormethaan.

Leg uit wat in deze procedure gebeurt met de eugenol en het eugenolacetaat.
In welke fase eindigen beide stoffen?

Antwoorden practicumtoets
Naam:
<i>Opdracht 1</i>
<i>Vraag 1</i> <i>/ 2 punten</i>
<i>Vraag 2</i> <i>/ 2 punten</i>

Antwoorden practicumtoets

Naam:

Opdracht 2

<i>Vraag 3</i>

<i>/ 2 punten</i>

<i>Vraag 4</i>

<i>/ 4 punten</i>

Antwoorden practicumtoets	
Naam:	
<i>Vraag 5</i>	<i>/ 2 punten</i>
<i>Vraag 6</i>	<i>/ 4 punten</i>

Antwoorden practicumtoets

Naam:

Opdracht 3

<i>Vraag 7</i>

<i>/ 4 punten</i>

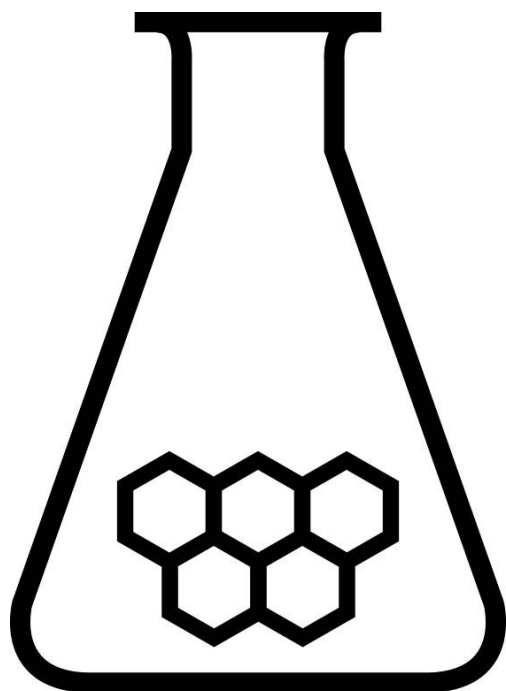
<i>Vraag 8</i>

<i>/ 2 punten</i>

Antwoorden practicumtoets	
Naam:	
<i>Vraag 9</i>	<i>/ 10 punten</i>

NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

CORRECTIEVOORSCHRIFT VOORRONDE 1
af te nemen in de periode van
woensdag 30 januari 2013 tot en met woensdag 6 februari 2013



**SCHEIKUNDE
OLYMPIADE**



- Deze voorronde bestaat uit 22 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen en 2 open opgaven met in totaal 10 deelvragen.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 74 punten (geen bonuspunten).
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5^e druk
- Bij elke vraag is het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert.
- Bij de correctie van het werk moet bijgaand antwoordmodel worden gebruikt.
Daarnaast gelden de algemene regels, zoals die bij de correctievoorschriften voor het CE worden verstrekt.

Opgave 1 Meerkeuzevragen**(totaal 44 punten)****Per juist antwoord: 2 punten****Structuren en formules**

1	D	De edelmetalen staan niet onder elkaar in het PS.
2	C	Kaliumhydride bestaat uit ionen K^+ en H^- . De andere formules zijn AsH_3 , CaH_2 en H_2Se .
3	C	Cu_2O is koper(I)oxide en $Sn(SO_4)_2$ is tin(IV)sulfaat.

Analyse

4	A	Bariumsulfaat en bariumsulfiet zijn beide slecht oplosbaar, dus methode I geeft geen uitsluitsel. Oplossingen van natriumsulfaat en natriumsulfiet hebben beide $pH > 4,4$ en hebben dus beide een rode kleur met methylooranje. Dus methode II geeft ook geen uitsluitsel.
5	C	Het volume 'toegevoegde' NaOH oplossing lijkt dan groter, terwijl dezelfde hoeveelheid zuur heeft gereageerd. De berekende molariteit is dan te laag.
6	E	De molverhouding $Ba(OH)_2 : HCl = 1 : 2$, dus de molariteit van het zoutzuur is: $\frac{18,46 \times 0,0420 \times 2}{20,00} = 0,0775 \text{ M.}$

Rekenen

7	B	De molaire massa van het gas is $\frac{120 \text{ (g)}}{\frac{73,6 \text{ (dm}^3\text{)}}{24,5 \text{ (dm}^3 \text{ mol}^{-1})}} = 39,9 \text{ g mol}^{-1}$. Dat is argon.
8	B	De reactievergelijking is $2 PbO + PbS \rightarrow 3 Pb + SO_2$. Dus de massaverhouding $\frac{PbO}{PbS} = \frac{2 \times 223,2}{239,3} = \frac{1,87}{1,00}$.
9	E	$10 \text{ dm}^3 H_2S(g)$ reageert met $15 \text{ dm}^3 O_2(g)$; er blijft dus $5 \text{ dm}^3 H_2S(g)$ over. Er ontstaat $10 \text{ dm}^3 H_2O(g)$ en $10 \text{ dm}^3 SO_2(g)$. Dus totaal $5 + 10 + 10 = 25 \text{ dm}^3$ gas.

pH / Zuur-base

10	B	H_3PO_4 is een zwak zuur. HCl en H_2SO_4 zijn beide sterke zuren, maar de tweede ionisatiestap van het H_2SO_4 levert ook nog H_3O^+ .
11	D	De tweede ionisatiestap is te verwaarlozen. Dan geldt: $\frac{[H_3O^+][HC_2O_4^-]}{[H_2C_2O_4]} = K_z$, dus $\frac{[H_3O^+]^2}{0,10 - [H_3O^+]} = 5,9 \cdot 10^{-2}$. Oplossen van de vierkantsvergelijking geeft $[H_3O^+] = 5,3 \cdot 10^{-2}$ en $pH = 1,28$.

Redox

12	D	De vergelijking van de halfreactie is: $VO^{2+} + 2 H_2O \rightarrow VO_3^- + 4 H^+ + e^-$. Of: het oxidatiegetal van V stijgt van +4 in VO^{2+} naar +5 in VO_3^- . De vergelijkingen van de andere omzettingen zijn: A: $ClO^- + 2 H^+ + 2 e^- \rightarrow Cl^- + H_2O$ B: $2 CrO_4^{2-} + 2 H^+ \rightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O$ C: $2 NO_2^- + 8 H^+ + 6 e^- \rightarrow N_2 + 4 H_2O$
13	E	De volledige reactievergelijking luidt: $5 Sn^{2+} + 2 IO_3^- + 12 H^+ \rightarrow 5 Sn^{4+} + I_2 + 6 H_2O$.

Reactiesnelheid en evenwicht

14	A	Volumevergroting bevoordeelt de reactie waarin meer gasmoleculen ontstaan. Temperatuurverhoging bevoordeelt de endotherme reactie.
15	B	Uit de proeven 1 en 2 volgt dat s recht evenredig is met $[\text{Br}^-]$. Uit de proeven 1 en 3 volgt dat s recht evenredig is met $[\text{BrO}_3^-]$. Uit de proeven 1 en 4 volgt dat s recht evenredig is met $[\text{H}^+]^2$.
16	A	0,0060 mol fenol reageert met 0,0060 mol broom en dat is gevormd uit 0,0020 mol bromaat. In 43 seconden is dus de bromaatconcentratie afgenomen met $0,0020 \text{ mol L}^{-1}$. De gemiddelde reactiesnelheid was dus $\frac{0,0020 \text{ mol L}^{-1}}{43 \text{ s}} = 4,7 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

Koolstofchemie

17	C	In een molecuul citroenzuur komen geen asymmetrische C atomen voor. Een molecuul isocitroenzuur heeft twee asymmetrische C atomen: $ \begin{array}{c} \text{O} \quad \text{OH} \quad \quad \quad \text{O} \\ \parallel \quad \quad \quad \quad \parallel \\ \text{C} - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{C} \\ / \quad \quad \quad \quad \backslash \\ \text{HO} \quad * \quad * \quad \quad \text{OH} \\ \quad \quad \quad \text{HO} - \text{C} = \text{O} \end{array} $ Geen van beide stoffen vertoont <i>cis-trans</i> isomerie.
18	D	$ \begin{array}{cc} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{H} \end{array} & \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \\ \\ \begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH} - \text{OH} \end{array} & \begin{array}{c} \text{O} - \text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \end{array} \end{array} $
19	B	De 'bovenste' twee C atomen kunnen elk twee H atomen binden, de overige acht C atomen elk één.

Biochemie

20	E	Bij die lage pH zullen beide NH_2 groepen zijn geprotoneerd.
21	D	Dat is te zien aan de stand van de OH groepen ten opzichte van de CH_2OH groep.
22	C	Uracil zit niet in het DNA en het tRNA bevat het complementaire codon van UGG.

Open vragen

(totaal 30 punten)

■ Opgave 2 Bakpoeder

11 punten

- 1 Maximumscore 2
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_6O + 2 CO_2$
- alle formules juist 1
 - juiste coëfficiënten 1
- Opmerking*
Wanneer een vergelijking is gegeven waarin juiste structuurformules voorkomen, of waarin de formule van ethanol is geschreven als C_2H_5OH , dit niet aanrekenen.
- 2 Maximumscore 3
Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:
Omdat citroenzuur een driewaardig zuur is, (zou er niet evenveel mol natriumwaterstofcarbonaat als citroenzuur in het bakpoeder moeten zitten, maar) zou het aantal mol natriumwaterstofcarbonaat drie keer zo groot moeten zijn als het aantal mol citroenzuur. Omdat de molaire massa van citroenzuur niet drie keer zo groot is als de molaire massa van natriumwaterstofcarbonaat zal er ook niet evenveel gram van beide stoffen in het bakpoeder zitten.
- citroenzuur is een driewaardig zuur (eventueel impliciet) 1
 - dus in het bakpoeder zit niet evenveel mol citroenzuur als natriumcarbonaat / zou het aantal mol natriumwaterstofcarbonaat drie keer zo groot moeten zijn als het aantal mol citroenzuur 1
 - uitleg dat niet evenveel gram van beide stoffen in het bakpoeder zit 1
- 3 Maximumscore 2
Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Als wijnsteenbakpoeder gelijke hoeveelheden natriumwaterstofcarbonaat en kaliumwaterstoftartraat zou bevatten, zouden de massa's kalium en natrium erin in ieder geval dezelfde orde van grootte moeten hebben. En dat is niet zo.
- notie dat bij 'gelijke hoeveelheden' natriumwaterstofcarbonaat en kaliumwaterstoftartraat de massa's kalium en natrium dezelfde orde van grootte moeten hebben 1
 - vermelding dat dat niet zo is 1
- Indien een antwoord is gegeven waarin op een juiste wijze de aantallen mol en/of gram natriumwaterstofcarbonaat en kaliumwaterstoftartraat zijn berekend 1
- 4 Maximumscore 4
Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Er zit kennelijk $\frac{16500 \times 10^{-3}}{39,1} \times 188,2 = 79,4$ g kaliumwaterstoftartraat in de 100 g wijnsteenbakpoeder.
Dat gevoegd bij de 61,5 g koolhydraten komt ruim boven de 100 g uit.
- berekening van het aantal mol kaliumwaterstoftartraat (is gelijk aan het aantal mol kalium):
16500 (mg) vermenigvuldigen met 10^{-3} ($g\ mg^{-1}$) en delen door de massa van een mol K^+ (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 39,1 g) 1
 - berekening van de massa van een mol kaliumwaterstoftartraat: bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 188,2 g 1
 - berekening van het aantal g kaliumwaterstoftartraat: het aantal mol kaliumwaterstoftartraat vermenigvuldigen met de massa van een mol kaliumwaterstoftartraat 1
 - vermelding dat (alleen al) de som van het gevonden aantal g kaliumwaterstoftartraat en het aantal g koolhydraten boven de 100 g uitkomt 1

Opgave 3 Ammoniakfabriek

19 punten

□5 Maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Afkoelen, ammoniak heeft een hoger kookpunt dan de overige stoffen (en wordt het eerst vloeibaar).
- Het gasmengsel samenpersen, ammoniak wordt bij een lagere druk vloeibaar dan de overige gassen.
- Het mengsel door water leiden, ammoniak lost op en de overige stoffen niet.

· juiste methode genoemd 1

· juiste verklaring bij de genoemde methode 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Destilleren, ammoniak heeft een hoger kookpunt dan de overige stoffen.” is gegeven 1

Indien een scheidingsmethode als gaschromatografie is genoemd 0

□6 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{100 \text{ (kg)}}{\frac{12 \text{ (m}^3 \text{ min}^{-1})}{2,45 \cdot 10^{-2} \text{ (m}^3 \text{ mol}^{-1})} \times \frac{25(\%)}{100(\%)} \times 2 \times 17,03 \text{ (g mol}^{-1}) \times 10^{-3} \text{ (kg g}^{-1})}} = 24 \text{ min}$$

· berekening van het aantal mol stikstof dat per minuut de reactor ingaat: $12 \text{ (m}^3)$ delen door V_m (bijvoorbeeld via Binas-tabel 7: $2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$) 1

· omrekening van het aantal mol stikstof dat per minuut de reactor ingaat naar het aantal mol stikstof dat per minuut wordt omgezet: vermenigvuldigen met 25(%) en delen door 100(%) 1

· omrekening van het aantal mol stikstof dat per minuut wordt omgezet naar het aantal mol ammoniak dat per minuut ontstaat: vermenigvuldigen met 2 1

· omrekening van het aantal mol ammoniak dat per minuut ontstaat naar het aantal kg ammoniak dat per minuut ontstaat: vermenigvuldigen met de molaire massa van ammoniak (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: $17,03 \text{ g mol}^{-1}$) en met $10^{-3} \text{ (kg g}^{-1})$ 1

· berekening van het aantal minuten voordat 100 kg ammoniak is gevormd: 100 (kg) delen door het aantal kg ammoniak dat per minuut ontstaat 1

□7 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Naarmate het mengsel langer in de reactor zit, wordt de snelheid van de reactie naar rechts lager en de snelheid van de ontleding van ammoniak groter. Op een gegeven moment is het verschil tussen die reactiesnelheden zo klein (dat er per tijdseenheid zo weinig ammoniak bijkomt) dat het niet langer loont om het mengsel in de reactor te houden.

· naarmate het mengsel langer in de reactor zit, wordt de snelheid van de reactie naar rechts kleiner en de snelheid van de ontleding van ammoniak groter 1

· rest van de verklaring 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Naarmate het mengsel langer in de reactor zit, wordt de snelheid van de reactie naar rechts zo laag (dat er per tijdseenheid zo weinig ammoniak bijkomt) dat het niet langer loont om het mengsel in de reactor te houden.” 1

Indien een antwoord is gegeven dat berust op het onttrekken van ammoniak uit het gasmengsel 0

Opmerkingen

- Wanneer een antwoord is gegeven als: „De insteltijd van het evenwicht is te lang en dan duurt het te lang voordat de snelheden van heengaande reactie en teruggaande reactie aan elkaar gelijk zijn.” dit goed rekenen.

- Wanneer een antwoord is gegeven als: „Wanneer het evenwicht zich heeft ingesteld voordat het mengsel uit de reactor komt, heeft het laatste deel van de reactor geen functie.” dit goed rekenen.

- 8 Maximumscore 3
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow 2 \text{HCO}_3^-$
- CO_2 en CO_3^{2-} voor de pijl 1
 - H_2O voor de pijl 1
 - 2HCO_3^- na de pijl 1
- Opmerking*
Wanneer de vergelijking $\text{CO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HCO}_3^-$ is gegeven, dit goed rekenen.
- 9 Maximumscore 2
 Een voorbeeld van een juist antwoord is:
 Het gasmengsel dat uit de scheidingsruimte komt, bevat $0,60 \text{ m}^3$ argon. Daarvan wordt $\frac{x}{100} \times 0,60 \text{ m}^3$ gespuid.
- Langs (A) moet dus $\frac{x}{100} \times 0,60 \text{ m}^3$ argon worden toegevoerd om de hoeveelheid argon in de reactor weer op $0,60 \text{ m}^3$ te brengen. Met deze hoeveelheid argon komt $\frac{79}{0,93} \times \frac{x}{100} \times 0,60 \text{ m}^3$ stikstof mee.
- berekening van het aantal m^3 argon dat langs (A) moet worden toegevoerd om de hoeveelheid argon weer op $0,60 \text{ m}^3$ te brengen (is gelijk aan het aantal m^3 argon dat langs (C) wordt gespuid): $x(\%)$ delen door $100(\%)$ en vermenigvuldigen met $0,60 (\text{m}^3)$ 1
 - berekening van het aantal m^3 stikstof dat langs (A) moet worden aangevoerd: $79(\%)$ delen door $0,93(\%)$ en vermenigvuldigen met het aantal m^3 argon dat langs (A) moet worden toegevoerd om de hoeveelheid argon weer op $0,60 \text{ m}^3$ te brengen 1
- 10 Maximumscore 5
 Een voorbeeld van een juist antwoord is:
 Uit de scheidingsruimte komt een gasmengsel dat $\frac{75}{100} \times 12 = 9,0 \text{ m}^3$ stikstof bevat.
- Er wordt $\frac{x}{100} \times 9,0 \text{ m}^3$ stikstof gespuid. Er wordt dus $(9,0 - \frac{x}{100} \times 9,0) \text{ m}^3$ stikstof gerecirculeerd.
- Langs (B) stroomt dus $(9,0 - \frac{x}{100} \times 9,0 + \frac{79}{0,93} \times \frac{x}{100} \times 0,60) \text{ m}^3$ stikstof.
- Dus moet gelden: $9,0 - \frac{x}{100} \times 9,0 + \frac{79}{0,93} \times \frac{x}{100} \times 0,60 = 12$. Dit levert $x = 7$. Dus 7% van het gasmengsel dat de scheidingsruimte verlaat, moet aan het proces worden onttrokken.
- berekening van het aantal m^3 stikstof dat uit de scheidingsruimte komt: $75(\%)$ delen door $100(\%)$ en vermenigvuldigen met $12 (\text{m}^3)$ 1
 - berekening van het aantal m^3 stikstof dat langs (C) wordt gespuid: $x(\%)$ delen door $100(\%)$ en vermenigvuldigen met het berekende aantal m^3 stikstof dat uit de scheidingsruimte komt 1
 - berekening van het aantal m^3 stikstof dat wordt gerecirculeerd: het aantal m^3 stikstof dat langs (C) wordt gespuid, aftrekken van het aantal m^3 stikstof dat uit de scheidingsruimte komt 1
 - berekening van het aantal m^3 stikstof dat langs (B) wordt aangevoerd: het aantal m^3 stikstof dat wordt gerecirculeerd optellen bij het aantal m^3 stikstof dat langs (A) moet worden aangevoerd (is het antwoord op de vorige vraag) 1
 - gelijkstellen van het aantal m^3 stikstof dat langs (B) wordt aangevoerd aan 12 m^3 en oplossen van x uit deze vergelijking 1

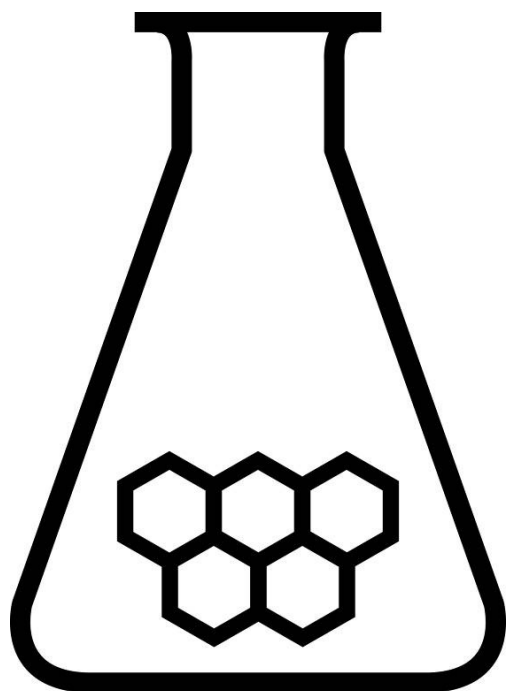
Opmerkingen

- Wanneer delen uit de berekening van vraag 10 reeds in de berekening van vraag 9 voorkomen, dan de scorepunten hiervoor bij vraag 10 toekennen.
- Wanneer in het antwoord op vraag 10 delen uit de berekening van vraag 9 voorkomen, de scorepunten hiervoor alsnog bij vraag 9 toekennen.
- Wanneer x in de beantwoording van de vragen 9 en 10 in eerste instantie niet als een percentage, maar als een fractie is behandeld. leidend tot een antwoord bij 9 dat langs $\textcircled{A} \frac{79}{0,93} \times 0,60 \times x \text{ m}^3$ stikstof moet worden aangevoerd en bij de berekening van vraag 10 tot de uitkomst $x = 0,07$ en de conclusie dat 7% moet worden gespuid, dit goed rekenen.
- Wanneer op vraag 9 een antwoord is gegeven met als uitkomst dat langs $\textcircled{A} 3 + \frac{x}{100} \times 9,0 \text{ m}^3$ stikstof moet worden aangevoerd en bij vraag 10 een vergelijking is opgesteld als $\frac{0,93}{79} \times \left(3 + \frac{x}{100} \times 9,0 \right) = 0,60 \times \frac{x}{100}$, waaruit x correct is opgelost, dan zowel bij vraag 9 als bij vraag 10 het maximum aantal scorepunten toekennen.

NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

CORRECTIEVOORSCHRIFT VOORRONDE 2

af te nemen in de week van
woensdag 10 april 2013



SCHEIKUNDE OLYMPIADE



- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 6 onderwerpen en 3 open opgaven met in totaal 13 deelvragen.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 90 punten (geen bonuspunten).
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5^e druk.
- Bij elke vraag is het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert.
- Bij de correctie van het werk moet bijgaand antwoordmodel worden gebruikt.
Daarnaast gelden de algemene regels, zoals die bij de correctievoorschriften voor het CE worden verstrekt.

Opgave 1 Meerkeuzevragen

(totaal 40 punten)

Per juist antwoord: 2 punten

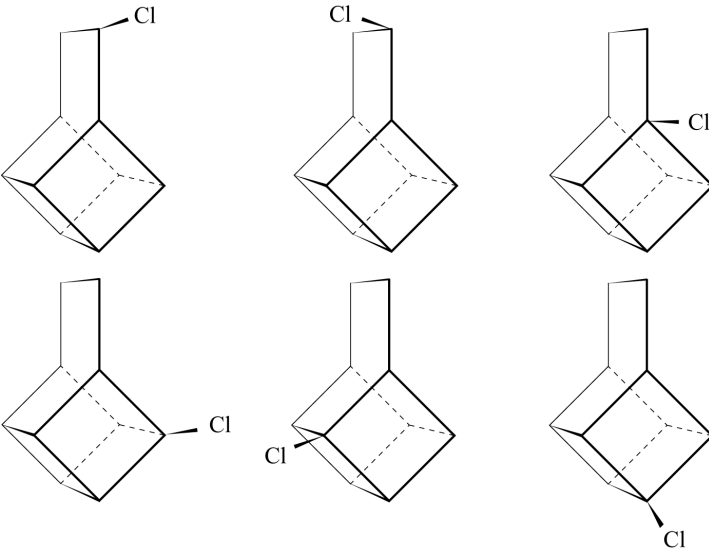
Analyse

1	C	Door de reactie $\text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ loopt het evenwicht $\text{HZ} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Z}^-$ af naar rechts. Het aantal mol toegevoegd OH^- is bij het equivalentiepunt dus gelijk aan het aantal mol opgelost HZ.
2	E	Het aantal mL natronloog tot de eerste pH sprong verschilt van het aantal mL natronloog tussen de eerste en de tweede pH sprong, dus zat er niet een tweewaardig zuur in de erlenmeyer, maar twee éénwaardige zuren met verschillende molariteiten. De K_z waarden van de zuren verschillen, want de eerste twee 'horizontale' stukken komen bij verschillende pH waarden. Halverwege zo'n horizontaal stuk is $\text{pH} = \text{p}K_z$.
3	F	Er zijn twee soorten waterstofatomen in het molecuul: de H atomen van de CH_3 groepen zijn gelijkwaardig. Dat geeft aanleiding tot twee signalen. Beide soorten waterstofatomen hebben geen burens, dus de signalen zijn niet opgesplitst.

Rekenen

4	A	$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{s})$ 25,0 mL 0,100 M lood(II)nitraatoplossing bevat $25,0 \times 0,100 = 2,50$ mmol $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$. 35,0 mL 0,100 M natriumjodide-oplossing bevat $35,0 \times 0,100 = 3,50$ mmol $\text{I}^- (\text{aq})$. 3,50 mmol $\text{I}^- (\text{aq})$ reageert met 1,75 mmol $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$ onder vorming van 1,75 mmol $\text{PbI}_2(\text{s})$. 1,75 mmol $\text{PbI}_2(\text{s})$ is $1,75 (\text{mmol}) \times 10^{-3} (\text{mol mmol}^{-1}) \times 461,0 (\text{g mol}^{-1}) = 0,807$ g.
5	C	Er geldt $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ dus $V_2 = \frac{p_1 V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{p_2} = \frac{1,40 (\text{atm}) \times 9,23 (\text{m}^3)}{(273 + 72) (\text{K})} \times \frac{(273 + 252) (\text{K})}{3,20 (\text{atm})} = 6,14 \text{ dm}^3$.

Koolstofchemie

6	F	Er zijn in totaal zes isomeren, waarvan vier onverzadigde verbindingen: $\begin{array}{ccc} \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 & \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 & \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH}_3 \\ \quad & & \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 & & \text{CH}_3 \\ & & \text{H}_3\text{C} \quad \text{H} \\ & & \diagdown \quad \diagup \\ & & \text{C} = \text{C} \\ & & / \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 & \text{H}_3\text{C} & \text{H} \\ & & \\ & \text{H} & \text{CH}_3 \end{array}$
7	C	

8	F	Propyn is $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$. Alle C-H bindingen en de C-C binding zijn σ bindingen. De drievoudige binding bestaat uit een σ binding en twee π bindingen.
---	---	--

Redox / Elektrolyse

9	C	De volledige vergelijking van de halfreactie is: $\text{C}_{12}\text{H}_7\text{Cl}_2\text{NO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_9\text{Cl}_2\text{NO}_2$.
10	D	$V_{\text{bron}} = V_{\text{OX}} - V_{\text{RED}} = \left(0,34 + \frac{0,059}{2} \log[\text{Cu}^{2+}]\right) - \left(-1,67 + \frac{0,059}{3} \log[\text{Al}^{3+}]\right) =$ $2,01 + \frac{0,059}{6} \log \frac{[\text{Cu}^{2+}]^3}{[\text{Al}^{3+}]^2} = 2,04 \text{ V.}$
11	C	<p>Voor het ontstaan van 100 g Al is nodig $\frac{100(\text{g})}{26,98(\text{g mol}^{-1})} \times 3 = 11,1$ mol elektronen.</p> <p>Voor het ontstaan van 100 g Ca is nodig $\frac{100(\text{g})}{40,08(\text{g mol}^{-1})} \times 2 = 4,99$ mol elektronen.</p> <p>Voor het ontstaan van 100 g Mg is nodig $\frac{100(\text{g})}{24,31(\text{g mol}^{-1})} \times 2 = 8,23$ mol elektronen.</p> <p>Voor het ontstaan van 100 g Fe is nodig $\frac{100(\text{g})}{55,85(\text{g mol}^{-1})} \times 3 = 5,37$ mol elektronen.</p> <p>Dus voor het ontstaan van 100 g calcium is het kleinste aantal elektronen nodig. Bij gelijke stroomsterkte is dat het snelst ontstaan.</p>
12	A	$\Delta_r G^0 = -nF\Delta V^0 = -2 \times 9,65 \cdot 10^4 \times \{0,80 - (-0,13)\} = -1,8 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.

Structuur

13	C	De structuurformule is : $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \end{array}$
14	D	De elektronenconfiguratie van Mg is: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$. Dus in totaal 6 s elektronen en 6 p elektronen.
15	E	<p>SF₂ heeft een tetraëdrische structuur waarin het zwavel atoom een 4-omringing heeft met twee niet-bindende elektronenparen: $\cdot \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{F}}}-\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{S}}}-\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{F}}}$.</p> <p>SF₄ heeft de structuur van een trigonale bipyramide, waarin het zwavelatoom een 5-omringing heeft met één niet-bindend elektronenpaar: $\overset{\text{F}}{\underset{\cdot}{\text{S}}}\begin{array}{l} \\ \text{F} \\ \text{F} \end{array}$.</p> <p>SF₆ heeft een volkomen symmetrische oktaëdrische structuur: $\begin{array}{c} \text{F} \\ \\ \text{F} \text{---} \text{S} \text{---} \text{F} \\ \\ \text{F} \end{array}$.</p> <p>Alleen in SF₆ valt het zwaartepunt van de negatieve ladingen samen met de positieve lading.</p>
16	B	Subschillen met $l=2$ zijn d orbitalen. Verder geldt $ m_l \leq l$.

Reactiesnelheid en evenwicht

17	A	<p>Voor een tweede-orde reactie geldt $s = k[A]^2$ of $s = k[A][B]$. De reactiesnelheid wordt uitgedrukt in $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$; $[A]^2$ of $[A][B]$ is $\text{mol}^2 \text{L}^{-2}$, zodat de eenheid voor k wordt: $\frac{\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}}{\text{mol}^2 \text{L}^{-2}} = \text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$.</p>																														
18	B	<p>Uit de proeven 1 en 2 blijkt dat s recht evenredig is met $[\Gamma]$. Uit de proeven 1 en 3 blijkt dat s recht evenredig is met $[\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2]$. Dus $s = k[\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2][\Gamma]$.</p>																														
19	D	<p>$[\text{OH}^-] = 10^{-(14,00-8,67)}$ en $[\text{M}^{2+}] = \frac{1}{2} \times 10^{-(14,00-8,67)}$ Dus $K_s = \left(\frac{1}{2} \times 10^{-(14,00-8,67)}\right) \times \left(10^{-(14,00-8,67)}\right)^2 = 5,1 \cdot 10^{-17}$.</p>																														
20	D	<p>Omdat $\Delta v_i = 0$ geldt $K_p = K_c$.</p> $K_c = \frac{[\text{AB}]^2}{[\text{A}_2][\text{B}_2]} = \frac{\left(\frac{n_{\text{AB}}}{V}\right)^2}{\left(\frac{n_{\text{A}_2}}{V}\right)\left(\frac{n_{\text{B}_2}}{V}\right)} = \frac{(n_{\text{AB}})^2}{(n_{\text{A}_2})(n_{\text{B}_2})}$ <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">A_2</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">B_2</td> <td style="text-align: center;">\rightleftharpoons</td> <td style="text-align: center;">2 AB</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">begin</td> <td style="text-align: center;">2a mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">a mol</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">omgezet</td> <td style="text-align: center;">x mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">x mol</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">gevormd</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">$\frac{2x \text{ mol}}{2x \text{ mol}}$</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">evenwicht</td> <td style="text-align: center; border-top: 1px solid black;">$(2a-x) \text{ mol}$</td> <td></td> <td style="text-align: center; border-top: 1px solid black;">$(a-x) \text{ mol}$</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Dus $n_{\text{A}_2} = 2a - x$, $n_{\text{B}_2} = a - x$ en $n_{\text{AB}} = 2x$. Verder geldt $n_{\text{AB}} = n_{\text{A}_2} + n_{\text{B}_2}$, dus $2x = (2a - x) + (a - x)$. Hieruit volgt $x = 0,75a$. Dus $n_{\text{AB}} = 1,50a$, $n_{\text{A}_2} = 1,25a$ en $n_{\text{B}_2} = 0,25a$. Dus $K_p = \frac{(1,50a)^2}{(1,25a)(0,25a)} = 7,2$.</p>		A_2	+	B_2	\rightleftharpoons	2 AB	begin	2a mol		a mol			omgezet	x mol		x mol			gevormd					$\frac{2x \text{ mol}}{2x \text{ mol}}$	evenwicht	$(2a-x) \text{ mol}$		$(a-x) \text{ mol}$		
	A_2	+	B_2	\rightleftharpoons	2 AB																											
begin	2a mol		a mol																													
omgezet	x mol		x mol																													
gevormd					$\frac{2x \text{ mol}}{2x \text{ mol}}$																											
evenwicht	$(2a-x) \text{ mol}$		$(a-x) \text{ mol}$																													

Open vragen

(totaal 50 punten)

Opgave 2 De aldolreactie

24 punten

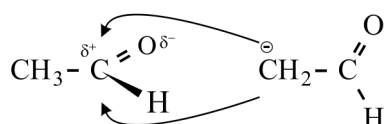
- 1 Maximumscore 3
3-hydroxy-2-methylpentanal

- pentanal 1
- -2-methyl 1
- 3-hydroxy 1

Indien de naam 2-methyl-3-hydroxypentanal is gegeven 2

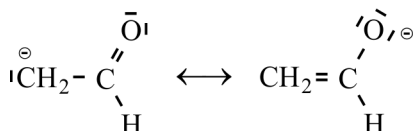
- 2 Maximumscore 1
Voorbeelden van een juist antwoord zijn:
- B⁻ dat in stap 1 reageert, ontstaat weer in stap 3 en kan met een nieuw ethanalmolecuul reageren.
 - B⁻ is katalysator.

- 3 Maximumscore 4
Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Het C atoom van de aldehydegroep heeft een vlakke omringing. In stap 2 van het mechanisme kan het negatieve ion dit C atoom van twee kanten naderen: van 'boven' en van 'beneden':

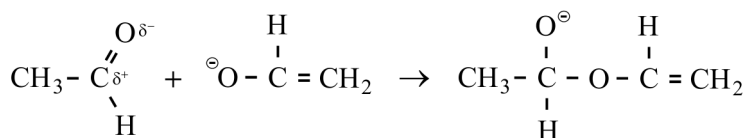


Het product dat ontstaat als het negatieve ion van 'boven' nadert, is het spiegelbeeld van het product dat ontstaat als het negatieve ion van 'beneden' nadert. Omdat de kans dat het ion van 'boven' nadert even groot is als de kans dat het ion van 'beneden' nadert, zullen beide spiegelbeeldisomeren in een gelijke hoeveelheid ontstaan (een racemisch mengsel dus).

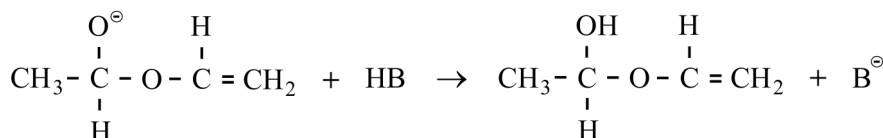
- notie dat het C atoom van de aldehydegroep een vlakke omringing heeft 1
 - het negatieve ion kan in stap 2 van het mechanisme van twee kanten naderen, waarbij spiegelbeeldisomeren ontstaan 1
 - notie dat de kans dat het negatieve ion van de ene kant nadert even groot is als de kans dat het ion van de andere kant nadert 1
 - dus van beide spiegelbeeldisomeren ontstaat evenveel (een racemisch mengsel dus) 1
- 4 Maximumscore 4
Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Het negatieve ion dat in stap 1 ontstaat, vertoont mesomerie:



Daardoor is het zuurstofatoom ook (enigszins) negatief geladen. Stap 2 is dan:



En stap 3:



- notie dat het negatieve ion dat in stap 1 ontstaat mesomerie vertoont 1
- juiste grensstructuur van het negatieve ion dat in stap 1 ontstaat met de minlading op het zuurstofatoom 1
- stap 2 van het mechanisme juist 1
- stap 3 van het mechanisme juist 1

Opmerking

Wanneer in de grensstructuur van het negatieve ion de niet-bindende elektronenparen niet zijn opgenomen, dit niet aanrekenen.

□5 Maximumscore 5

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Berekening van de reactie-enthalpie voor de vorming van 1 mol verbinding 2 uit 2 mol ethanal:

de bindingen in 2 mol ethanal:		de bindingen in 1 mol verbinding 2	
6 mol C–H	$6 \times (-4,1 \cdot 10^5) \text{ J}$	6 mol C–H	$6 \times (-4,1 \cdot 10^5) \text{ J}$
2 mol C–H (ald)	$2 \times (-3,6 \cdot 10^5) \text{ J}$	1 mol C–H (ald)	$1 \times (-3,6 \cdot 10^5) \text{ J}$
2 mol C–C	$2 \times (-3,5 \cdot 10^5) \text{ J}$	3 mol C–C	$3 \times (-3,5 \cdot 10^5) \text{ J}$
2 mol C=O	$2 \times (-8,0 \cdot 10^5) \text{ J}$	1 mol O–H	$1 \times (-4,5 \cdot 10^5) \text{ J}$
		1 mol C–O	$1 \times (-3,5 \cdot 10^5) \text{ J}$
		1 mol C=O	$1 \times (-8,0 \cdot 10^5) \text{ J}$
totaal	$-54,8 \cdot 10^5 \text{ J}$		$-54,7 \cdot 10^5 \text{ J}$

Dus voor de vorming van verbinding 2 geldt:

$$\Delta H = -(-54,8 \cdot 10^5 \text{ J}) + (-54,7 \cdot 10^5 \text{ J}) = +0,1 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}.$$

- Berekening van de reactie-enthalpie voor de vorming van 1 mol verbinding 3 uit 2 mol ethanal:

de bindingen in 2 mol ethanal:		de bindingen in 1 mol verbinding 3	
6 mol C–H	$6 \times (-4,1 \cdot 10^5) \text{ J}$	7 mol C–H	$7 \times (-4,1 \cdot 10^5) \text{ J}$
2 mol C–H (ald)	$2 \times (-3,6 \cdot 10^5) \text{ J}$	3 mol C–O	$3 \times (-3,5 \cdot 10^5) \text{ J}$
2 mol C–C	$2 \times (-3,5 \cdot 10^5) \text{ J}$	1 mol O–H	$1 \times (-4,5 \cdot 10^5) \text{ J}$
2 mol C=O	$2 \times (-8,0 \cdot 10^5) \text{ J}$	1 mol C=C	$1 \times (-6,1 \cdot 10^5) \text{ J}$
		1 mol C–C	$1 \times (-3,5 \cdot 10^5) \text{ J}$
totaal	$-54,8 \cdot 10^5 \text{ J}$		$-53,3 \cdot 10^5 \text{ J}$

Dus voor de vorming van verbinding 3 geldt:

$$\Delta H = -(-54,8 \cdot 10^5 \text{ J}) + (-53,3 \cdot 10^5 \text{ J}) = +1,5 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}.$$

De vorming van verbinding 3 is dus meer endotherm dan de vorming van verbinding 2 en dus energetisch ongunstiger.

- Bij de vorming van 1 mol verbinding 2 uit 2 mol ethanal verdwijnen 1 mol C–H bindingen (ald) en 1 mol C=O bindingen. Er ontstaan 1 mol C–C bindingen, 1 mol O–H bindingen en 1 mol C–O bindingen. Dus voor de vorming van verbinding 2 geldt:

$$\Delta H = -\{(-3,6 \cdot 10^5) + (-8,0 \cdot 10^5)\} + \{(-3,5 \cdot 10^5) + (-4,5 \cdot 10^5) + (-3,5 \cdot 10^5)\} = +0,1 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}.$$

Bij de vorming van 1 mol verbinding 3 uit 2 mol ethanal verdwijnen 2 mol C–H bindingen (ald), 1 mol C–C bindingen en 2 mol C=O bindingen. Er ontstaan 1 mol C–H bindingen, 3 mol C–O bindingen, 1 mol O–H bindingen en 1 mol C=C bindingen. Dus voor de vorming van verbinding 3 geldt:

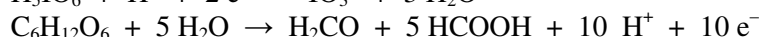
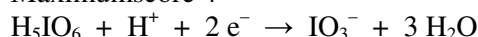
$$\Delta H = -\{2 \times (-3,6 \cdot 10^5) + (-3,5 \cdot 10^5) + 2 \times (-8,0 \cdot 10^5)\} + \{(-4,1 \cdot 10^5) + 3 \times (-3,5 \cdot 10^5) + (-4,5 \cdot 10^5) + (-6,1 \cdot 10^5)\} = +1,5 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}.$$

De vorming van verbinding 3 is dus meer endotherm dan de vorming van verbinding 2 en dus energetisch ongunstiger.

Opgave 3 Glucosebepaling

20 punten

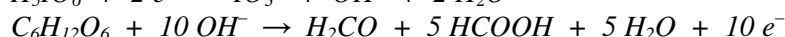
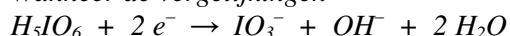
□8 Maximumscore 4



- in de eerste vergelijking H_5IO_6 en H^+ voor de pijl en IO_3^- en H_2O na de pijl 1
- in de eerste vergelijking e^- voor de pijl en juiste coëfficiënten 1
- in de tweede vergelijking $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ en H_2O voor de pijl en H_2CO , HCOOH en H^+ na de pijl 1
- in de tweede vergelijking e^- na de pijl en juiste coëfficiënten 1

Opmerking

Wanneer de vergelijkingen



zijn gegeven, dit goed rekenen.

□9 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De orthoperjoodzuuroplossing moet nauwkeurig worden afgemeten, want die hoeveelheid speelt een rol in de berekening. De kaliumjodide-oplossing hoeft niet nauwkeurig te worden afgemeten, want daar reken je niet mee.

- de hoeveelheid orthoperjoodzuur speelt een rol in de berekening, de hoeveelheid kaliumjodide niet 1
- conclusies 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Het is niet nodig om een pipet te gebruiken, want beide stoffen worden in overmaat toegevoegd.” 0

Opmerking

Wanneer een antwoord is gegeven als: „De orthoperjoodzuuroplossing moet nauwkeurig worden afgemeten, want het aantal mL en de molariteit zijn nauwkeurig vermeld. De kaliumjodide-oplossing hoeft niet zo nauwkeurig te worden afgemeten, want daarvan zijn het aantal mL en de molariteit niet zo nauwkeurig vermeld.” dit goed rekenen.

□10 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Je moet zetmeel/stijfsel als indicator gebruiken. De kleurverandering die bij het eindpunt optreedt, is van (licht)blauw naar kleurloos.

- zetmeel 1
- juiste kleurverandering 2
- Indien in een overigens juist antwoord de kleurverandering omgekeerd is gegeven 2

□11 Maximumscore 11

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

Stel dat x mmol glucose met orthoperjoodzuur heeft gereageerd.

Er is toegevoegd $20,0 \times 0,0100$ mmol H_5IO_6 .

Na afloop van reactie 1 is dan $(20,0 \times 0,0100 - 5x)$ mmol H_5IO_6 over en $5x$ mmol IO_3^- gevormd.

Uit $(20,0 \times 0,0100 - 5x)$ mmol H_5IO_6 ontstaat $4 \times (20,0 \times 0,0100 - 5x)$ mmol I_2 in reactie 2.

Uit $5x$ mmol IO_3^- ontstaat $3 \times 5x$ mmol I_2 in reactie 3.

Dus in totaal ontstaat $\{4 \times (20,0 \times 0,0100 - 5x) + 3 \times 5x\}$ mmol I_2 , dat wordt getitreerd.

Bij de titratie is gebruikt $14,2 \times 0,0950$ mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ en dat reageert met $\frac{14,2 \times 0,0950}{2}$ mmol I_2 .

$$\text{Dan moet } \left\{ 4 \times (20,0 \times 0,0100 - 5x) + 3 \times 5x \right\} = \frac{14,2 \times 0,0950}{2}.$$

Oplossen van deze vergelijking geeft $x = 0,0250$.

In de gepipetteerde 10,0 mL oplossing zat dus 0,0250 mmol glucose. In de 100,0 mL maatkolf en dus

in de 120 mg tablet zat dus $\frac{100,0}{10,0} \times 0,0250$ mmol glucose.

$$\text{Het massapercentage glucose in de tablet is dus: } \frac{\frac{100,0}{10,0} \times 0,0250 \times 180,2}{120} \times 100 = 37,5\%.$$

- berekening van het aantal mmol toegevoegd orthoperjoodzuur: 20,0 (mL) vermenigvuldigen met 0,0100 (mmol mL⁻¹) 1
- berekening van het aantal mmol orthoperjoodzuur dat met x mmol glucose reageert en het aantal mmol IO_3^- dat bij die reactie ontstaat: $5x$ 1
- berekening van het aantal mmol H_5IO_6 dat na reactie 1 over is: het aantal mmol orthoperjoodzuur dat met x mmol glucose reageert aftrekken van het aantal mmol toegevoegd orthoperjoodzuur 1
- berekening van het aantal mmol I_2 dat in reactie 2 ontstaat: het aantal mmol H_5IO_6 dat na reactie 1 over is, vermenigvuldigen met 4 1
- berekening van het aantal mmol I_2 dat in reactie 3 ontstaat: het aantal mmol IO_3^- dat bij reactie 1 ontstaat, vermenigvuldigen met 3 1
- berekening van het totale aantal mmol I_2 dat ontstaat: het aantal mmol I_2 dat in reactie 2 ontstaat, optellen bij het aantal mmol I_2 dat in reactie 3 ontstaat 1
- berekening van het aantal mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ dat bij de titratie is gebruikt: 14,2 (mL) vermenigvuldigen met 0,0950 (mmol mL⁻¹) 1
- berekening van het aantal mmol I_2 dat met dat aantal mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ heeft gereageerd: het aantal mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ dat bij de titratie is gebruikt, delen door 2 1
- berekening van het aantal mmol glucose in de 10,0 mL gepipetteerde oplossing: het totale aantal mmol I_2 dat ontstaat, gelijkstellen aan het aantal mmol I_2 dat met dat aantal mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ heeft gereageerd en oplossen van x uit deze vergelijking 1
- berekening van het aantal mmol glucose in de 120 mg van het tablet: het aantal mmol glucose in de 10,0 mL gepipetteerde oplossing delen door 10,0 (mL) en vermenigvuldigen met 100,0 (mL) 1
- berekening van het massapercentage glucose in het tablet: het aantal mmol glucose in de 120 mg van het tablet vermenigvuldigen met de massa van een mmol glucose (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 180,2 mg) en delen door 120 (mg) en vermenigvuldigen met 100(%) 1

Opgave 4 Hoe warm het was op Venus

6 punten

- 12 Maximumscore 1
ontleedde / decomposed

Opmerking

Wanneer een andere vorm van het werkwoord ontleden/decompose is gegeven, dit goed rekenen.

- 13 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Als waterdamp ontleedt, moet $\Delta G < 0$ zijn, dus $\Delta H^0 - T\Delta S^0 < 0$.

Hieruit volgt $T > \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0} = \frac{2,42 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}}{45 \text{ (J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{)}} = 5,4 \cdot 10^3 \text{ K}$.

Dus de temperatuur op Venus was destijds kennelijk minstens $5,4 \cdot 10^3 \text{ K}$. Dat is veel hoger dan de temperatuur nu op Venus / $470 \text{ }^\circ\text{C}$, terwijl de indruk wordt gewekt (omdat het broeikasgas koolstofdioxide ontstond) dat de temperatuur op Venus is gestegen.

- notie dat $\Delta H^0 - T\Delta S^0 < 0$ 1
- berekening van ΔH^0 : de vormingsenthalpie van $\text{H}_2\text{O(g)}$ (bijvoorbeeld via Binas-tabel 57A: $-2,42 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$) vermenigvuldigen met -1 1
- berekening van ΔS^0 : (bijvoorbeeld via Binas-tabel 63A en B:) $S^0(\text{H}_2(\text{g})) + \frac{1}{2} \times S^0(\text{O}_2(\text{g})) - S^0(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = 131 + \frac{1}{2} \times 205 - 189 \text{ (J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{)}$ 1
- berekening van de minimale temperatuur: de gevonden ΔH^0 delen door de gevonden ΔS^0 en juiste eenheid vermeld 1
- uitleg waarom het twijfelachtig is dat het water op Venus is ontleed 1

Indien een antwoord is gegeven als: „De temperatuur op Venus was kennelijk rond de 300 K / $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (een paar graden boven de gemiddelde temperatuur op Aarde). Bij deze temperatuur kan water niet ontleden.” 2

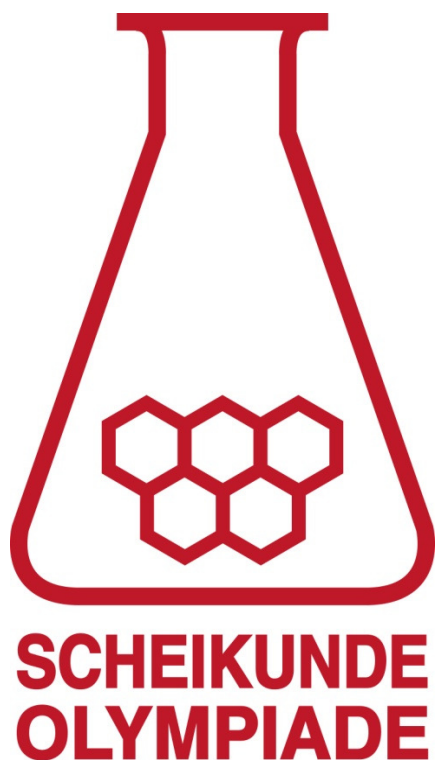
34^e Nationale Scheikundeolympiade

SABIC

Geleen

THEORIETOETS correctievoorschrift

maandag 10 juni 2013



- Deze theorietoets bestaat uit 7 opgaven met in totaal 37 deelvragen.
- Gebruik voor elke opgave een apart antwoordblad, voorzien van naam.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 117 punten.
- De theorietoets duurt maximaal 4 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 Broom met thiosulfaat

(11 punten)

- 1 Maximumscore 1
Voorbeelden van een juist antwoord zijn:
- Broom staat in dezelfde groep van het periodiek systeem als jood.
 - Broom is net als jood een halogeen.
- 2 Maximumscore 2
Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:
Omdat jood niet met thiosulfaat reageert volgens halfreactie 2, is (kennelijk) de reductorsterkte van het thiosulfaat in halfreactie 2 (veel) kleiner dan de reductorsterkte voor de andere halfreactie. Het meeste thiosulfaat zal dan worden omgezet via halfreactie 1.
- uitleg dat thiosulfaat in de omzetting via halfreactie 1 een sterkere reductor is dan in de omzetting via halfreactie 2 1
 - notie dat de sterkste reductor het meest reageert (en conclusie) 1
- 3 Maximumscore 8
Een voorbeeld van een juiste berekening is:
 $0,188 - 2 \times 0,0458 = 0,096$ mmol thiosulfaat heeft met broom gereageerd.
Als x mmol thiosulfaat reageert via halfreactie 1, dan reageert $(0,096 - x)$ mmol thiosulfaat via halfreactie 2.
De x mmol thiosulfaat die wordt omgezet via halfreactie 1 reageert met $\frac{1}{2} x$ mmol broom.
De $(0,096 - x)$ mmol thiosulfaat die wordt omgezet via halfreactie 2 reageert met $4 \times (0,096 - x)$ mmol broom.
Totaal heeft $0,120$ mmol broom gereageerd, dus moet gelden $\frac{1}{2} x + 4 \times (0,096 - x) = 0,120$. Dit levert $x = 0,075$. Dus heeft $0,075$ mmol thiosulfaat gereageerd via halfreactie 1 en $0,096 - 0,075 = 0,021$ mmol via halfreactie 2.
Dit is in overeenstemming met de hypothese.
- berekening van het aantal mmol thiosulfaat dat in de titratie met jood heeft gereageerd: $0,0458$ mmol vermenigvuldigen met 2 1
 - berekening van het aantal mmol thiosulfaat dat met broom heeft gereageerd: het aantal mmol thiosulfaat dat in de titratie met jood heeft gereageerd aftrekken van $0,188$ mmol 1
 - berekening van het aantal mmol thiosulfaat dat reageert via halfreactie 2, als x mmol thiosulfaat reageert via halfreactie 1: het aantal mmol thiosulfaat dat met broom heeft gereageerd minus x 1
 - berekening van het aantal mmol broom dat met thiosulfaat heeft gereageerd via halfreactie 1: x vermenigvuldigen met $\frac{1}{2}$ 1
 - berekening van het aantal mmol broom dat met thiosulfaat heeft gereageerd via halfreactie 2: het aantal mmol thiosulfaat dat reageert via halfreactie 2 vermenigvuldigen met 4 1
 - opstellen van de vergelijking die ontstaat als de resultaten van de vorige twee bolletjes bij elkaar worden opgeteld en gelijkgesteld aan het aantal mmol toegevoegd broom ($0,120$ mmol) 1
 - oplossen van x uit de verkregen vergelijking 1
 - conclusie 1

■ Opgave 2 Pitting

(27 punten)

□4 Maximumscore 1

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Er zitten koolwaterstoffen in het koelwater.
- Er zit water in het mengsel van koolwaterstoffen.

□5 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

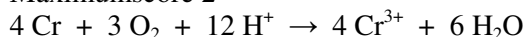
De elektrodepotentiaal van de halfreactie $O_2 + 4 H^+ + 4 e^- \rightarrow 2 H_2O$ bij $pH = 7,00$ is:

$$V = V^0 + \frac{0,059}{4} \times \log[H^+]^4 = +1,23 + 0,059 \times \log 10^{-7,00} = +0,82 \text{ V}.$$

Dit ligt ruim boven de waarde voor het koppel Fe/Fe^{2+} (dus kan opgelost zuurstof in water met $pH = 7,00$ Fe omzetten tot Fe^{2+}).

- juiste uitdrukking voor de wet van Nernst 1
- berekening van de elektrodepotentiaal van de halfreactie $O_2 + 4 H^+ + 4 e^- \rightarrow 2 H_2O$ bij $pH = 7,00$ 1
- uitleg waarom reactie kan optreden 1

□6 Maximumscore 2



- alle formules juist voor de pijl en na de pijl 1
- alle coëfficiënten juist 1

□7 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$pH = -\log \left(\frac{-10^{-3,90} + \sqrt{(10^{-3,90})^2 - 4(-0,50 \times 10^{-3,90})}}{2} \right) = 2,10.$$

- juiste evenwichtsvoorwaarde: $\frac{[Cr(OH)^{2+}][H^+]}{[Cr^{3+}]} = K_h$ 1
- berekening K_h : $10^{-3,90}$ 1
- notie dat $[Cr(OH)^{2+}] = [H^+]$ en dat $[Cr^{3+}] = 0,50 - [H^+]$ 1
- berekening $[H^+]$: $\frac{-10^{-3,90} + \sqrt{(10^{-3,90})^2 - 4(-0,50 \times 10^{-3,90})}}{2}$ 1
- berekening pH : de negatieve logaritme van de berekende $[H^+]$ 1

Indien slechts een berekening is gegeven als $pH = -\log \sqrt{0,50 \times 10^{-3,90}} = 2,10$ 4

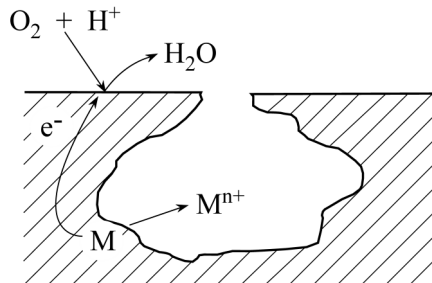
Opmerking

Wanneer een berekening is gegeven als $pH = -\log \sqrt{0,50 \times 10^{-3,90}} = 2,10$ en achteraf is gecheckt dat het aantal mol Cr^{3+} dat per liter wordt omgezet, mag worden verwaarloosd ten opzichte van $0,50 \text{ mol L}^{-1}$, dit goed rekenen.

□8 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De vorming van de metaalionen vindt in de pit plaats en de halfreactie $O_2 + 4 H^+ \rightarrow 2 H_2O$ aan het metaaloppervlak buiten de pit. De elektronen verplaatsen zich door het metaal van de metaal-atomen naar de zuurstofmoleculen. Daardoor daalt de $[H^+]$ buiten de pit en niet er in. Zie onderstaande tekening:



- de vorming van de metaalionen vindt in de pit plaats en de halfreactie $O_2 + 4 H^+ \rightarrow 2 H_2O$ aan het metaaloppervlak buiten de pit 1
- de elektronen verplaatsen zich door het metaal van de metaal-atomen naar de zuurstofmoleculen 1
- daardoor daalt de $[H^+]$ buiten de pit en niet er in 1
- duidelijke schets van het corrosieproces gegeven 1

Opmerking

Wanneer in de beschrijving en de tekening de omzetting van Fe naar Fe^{2+} en/of Cr naar Cr^{3+} en/of Ni naar Ni^{2+} is vermeld, dit goed rekenen.

□9 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Voor de reactie $Fe^{2+} + H_2O \rightarrow Fe(OH)^+ + H^+$ geldt:

$$\Delta G_r^0(298 \text{ K}) = -(-0,789 \cdot 10^5 - 2,37 \cdot 10^5) + (-2,77 \cdot 10^5) = +0,39 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}.$$

$$\text{Dus } K_h = e^{-\frac{0,39 \cdot 10^5}{8,314 \cdot 298}} = 1,5 \cdot 10^{-7}.$$

En voor de reactie $Ni^{2+} + H_2O \rightarrow Ni(OH)^+ + H^+$ geldt:

$$\Delta G_r^0(298 \text{ K}) = -(-0,456 \cdot 10^5 - 2,37 \cdot 10^5) + (-2,28 \cdot 10^5) = +0,55 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}.$$

$$\text{Dus } K_h = e^{-\frac{0,55 \cdot 10^5}{8,314 \cdot 298}} = 2,3 \cdot 10^{-10}.$$

De hydrolyseconstante van Cr^{3+} is $K_h = 10^{-3,90} = 1,3 \cdot 10^{-4}$.

Beide hydrolyseconstantes van Fe^{2+} en Ni^{2+} zijn dus veel kleiner dan de hydrolyseconstante van Cr^{3+} , zodat de hydrolyse-evenwichten van Fe^{2+} en Ni^{2+} veel meer links liggen dan dat van Cr^{3+} (en dus veel minder H^+ leveren dan het evenwicht van Cr^{3+}).

- berekening van $\Delta G_r^0(298 \text{ K})$ voor de hydrolyse-evenwichten van Fe^{2+} en Ni^{2+} 1
- omrekening van de gevonden waarden voor $\Delta G_r^0(298 \text{ K})$ naar K_h 1
- berekening van de K_h van Cr^{3+} 1
- vergelijking van de berekende hydrolyseconstantes van Fe^{2+} en Ni^{2+} met die van Cr^{3+} en conclusie 1

□10 Maximumscore 8

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Concentratie: de reactiesnelheid is afhankelijk van de concentratie van O_2 en van H^+ in het koelwater. Door de voortdurende aanvoer van vers koelwater, blijven deze concentraties constant. Daardoor zou de reactiesnelheid niet kunnen toenemen naarmate de reactie langer duurt.

Katalysator: om de oplossing in de pit neutraal te houden, zou migratie van chloride-ionen uit het koelwater naar de oplossing in de pit kunnen plaatsvinden. Daardoor komt er meer katalysator in de pitoplossing, wat het oplosproces versnelt.

Temperatuur: op de plaats van de pit blijft die constant / neemt die niet toe. Daardoor wordt de reactie niet versneld.

Verdelingsgraad: het metaaloppervlak wordt groter naarmate de pit groter wordt. Daardoor zou de reactiesnelheid ook groter kunnen worden.

- door de voortdurende aanvoer van vers koelwater blijven concentraties van O_2 en H^+ constant 1
- dus met de factor concentratie kan de toename van de snelheid van het oplossen van de metalen niet worden verklaard 1
- uitleg dat de concentratie van Cl^- in de pitoplossing kan toenemen 1
- dus met de factor katalysator kan de toename van de snelheid van het oplossen van de metalen worden verklaard 1
- de temperatuur blijft ter plaatse van de pit constant / neemt ter plaatse van de pit niet toe 1
- dus met de factor temperatuur kan de toename van de snelheid van het oplossen van de metalen niet worden verklaard 1
- het metaaloppervlak in de pit wordt groter 1
- dus met de factor verdelingsgraad zou de toename van de snelheid van het oplossen van de metalen kunnen worden verklaard 1

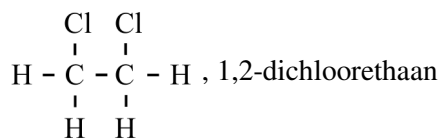
Opmerking

Wanneer is gesteld dat met de factor concentratie kan worden verklaard dat de snelheid van het oplossen van de metalen toeneemt, omdat door de toename van de concentratie H^+ in de pitoplossing de reactie van de metalen met H^+ (onder vorming van onder andere waterstof) sneller gaat, dit goed rekenen.

■ Opgave 3 VCM

(13 punten)

□11 Maximumscore 4

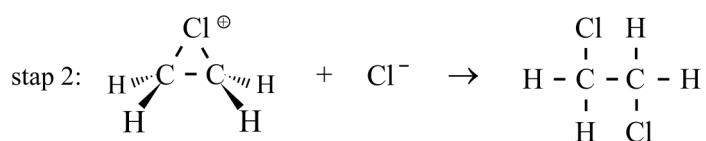
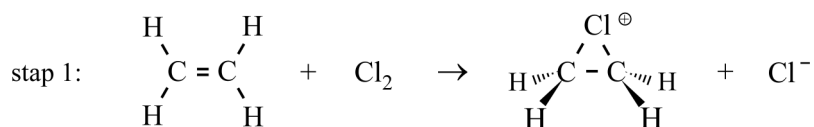


- juiste structuurformule 1
- ethaan als stamnaam 1
- dichloor als voorvoegsel 1
- juiste plaatsaanduiding 1

Indien een onjuiste structuurformule is gegeven met bijbehorende juiste naam 0

□12 Maximumscore 3

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



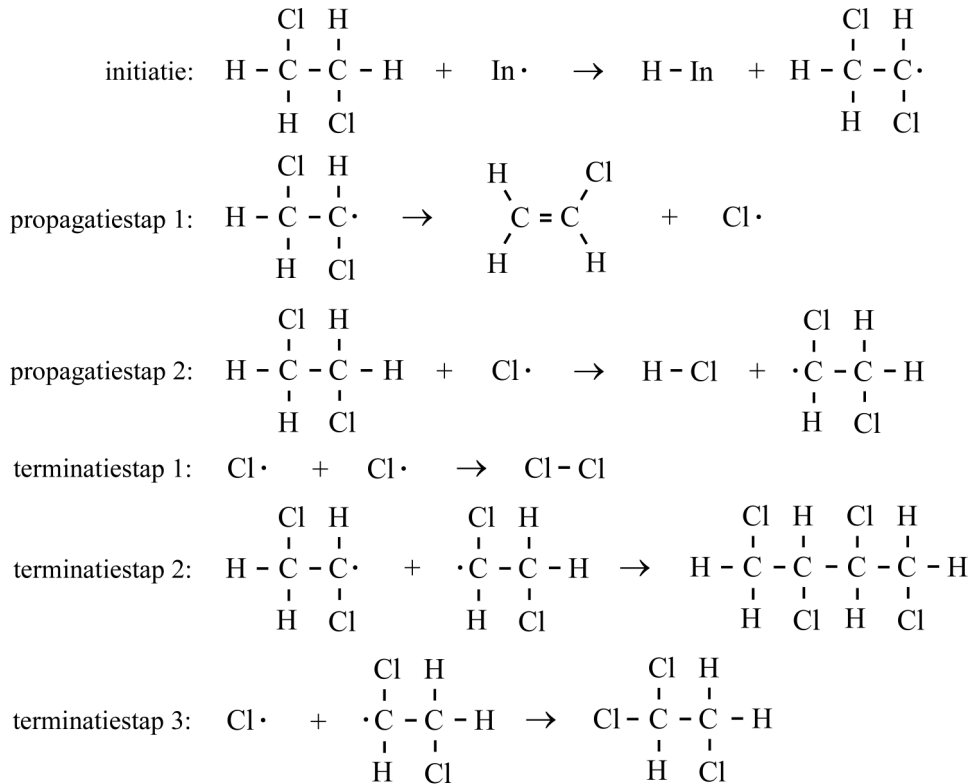
- stap 1 van het mechanisme juist 2
- stap 2 juist 1

Indien in een overigens juist antwoord in stap 1 na de pijl geen cyclisch chloroniumion is getekend,



□13 Maximumscore 6

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:

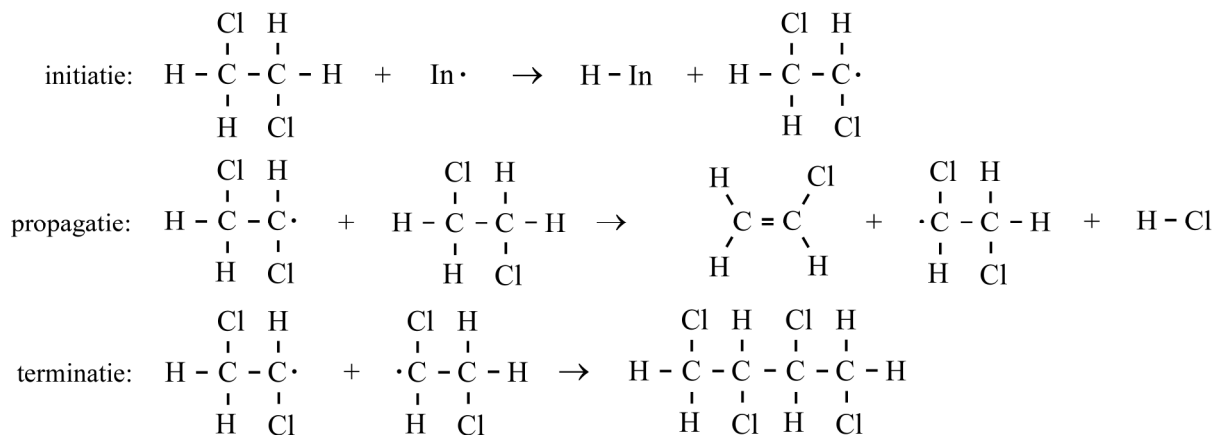


- initiatiestap juist 1
- propagatiestappen juist 2
- terminatiestappen juist 3

Indien in de initiatiestap een chloorradicaal is afgesplitst en de rest van het mechanisme consequent daaraan is weergegeven 4

Opmerking

Wanneer het volgende reactiemechanisme is gegeven, dit goed rekenen:



■ Opgave 4 Weekmakers

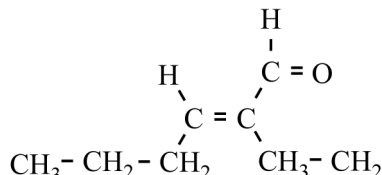
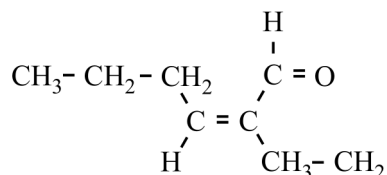
(17 punten)

□ 14 Maximumscore 2

H₂ en CO

- H₂ 1
- CO 1

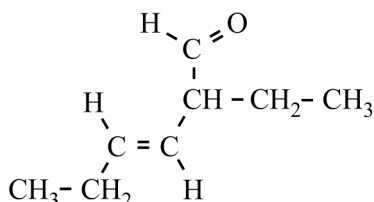
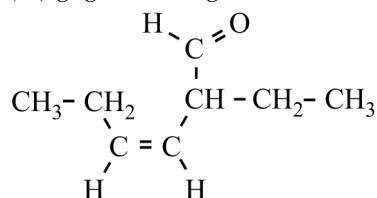
□ 15 Maximumscore 2



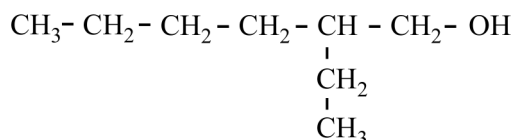
- structuurformule van de *cis*-vorm 1
- structuurformule van de *trans*-vorm 1

Opmerking

Wanneer behalve de hierboven vermelde structuurformules ook (één van) onderstaande formules zijn (is) gegeven, dit goed rekenen.

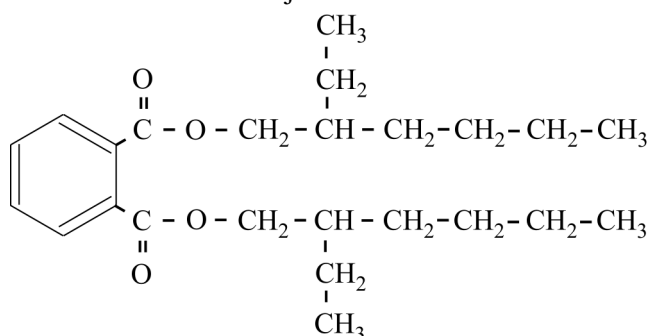


□ 16 Maximumscore 1



□ 17 Maximumscore 4

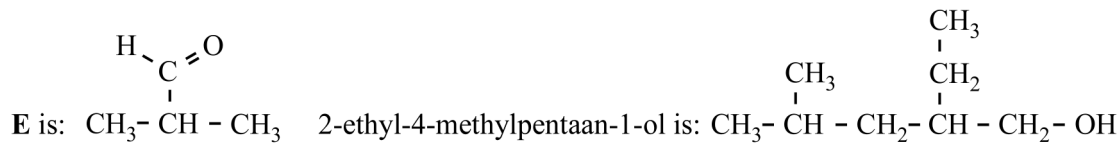
Een voorbeeld van een juist antwoord is:



In een molecuul DOP komen twee asymmetrische koolstofatomen voor. Maar het molecuul heeft een inwendig spiegelvlak, dus zijn er drie stereo-isomeren: *RR*, *SS* en *RS*.

- juiste structuurformule van DOP 1
- een molecuul DOP heeft twee asymmetrische koolstofatomen 1
- een molecuul DOP heeft een inwendig spiegelvlak 1
- conclusie 1

□18 Maximumscore 4



Wanneer **E** in een aldolcondensatie reageert met butanal, ontstaat een product, dat met waterstof wordt omgezet tot 2-ethyl-4-methylpentaan-1-ol.

- juiste structuurformule van **E** 1
- juiste structuurformule van 2-ethyl-4-methylpentaan-1-ol 1
- er treedt aldolcondensatie op tussen **E** en butanal 1
- het product van deze aldolcondensatie reageert met waterstof onder vorming van 2-ethyl-4-methylpentaan-1-ol 1

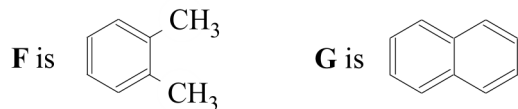
□19 Maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Nee, want alle stoffen die in **C** voorkomen, geven bij reactie met waterstof **D**.

- alle stoffen die in **C** voorkomen, geven bij reactie met waterstof **D** 1
- conclusie 1

□20 Maximumscore 2

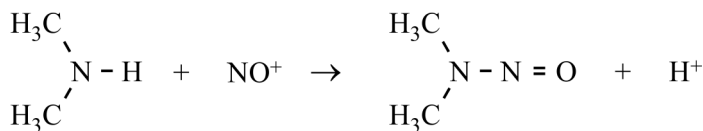


- **F** juist 1
- **G** juist 1

■ Opgave 5 Mutaties

(16 punten)

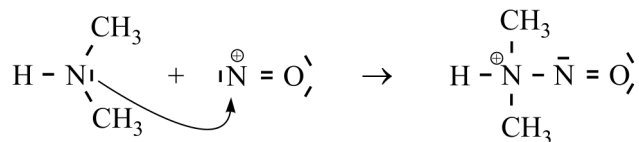
□21 Maximumscore 2



- structuurformules van dimethylamine voor de pijl en *N*-nitrosodimethylamine na de pijl 1
- NO^+ voor de pijl en H^+ na de pijl 1

□22 Maximumscore 3

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



- juiste elektronenformule van NO^+ met de pluslading op N 1
- juiste elektronenformule van dimethylamine 1
- aangegeven dat het niet-bindende elektronenpaar van het dimethylaminemolecuul een bindend elektronenpaar vormt met het stikstofatoom van het NO^+ ion 1

□23 Maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

In de gemethyleerde guanine-eenheid komt geen dubbelgebonden zuurstofatoom meer voor. Daardoor kan de gemethyleerde guanine-eenheid slechts twee in plaats van drie waterstofbruggen vormen en komt bij de vernieuwing van het DNA tegenover de gemethyleerde guanine-eenheid op de complementaire streng een thymine-eenheid (die ook twee waterstofbruggen kan vormen). Bij de volgende vernieuwing van het DNA komt tegenover die thymine-eenheid een adenine-eenheid te zitten.

- uitleg waarom de gemethyleerde guanine-eenheid twee in plaats van drie waterstofbruggen kan vormen 1
- dus komt bij de (eerste) vernieuwing van het DNA tegenover de gemethyleerde guanine-eenheid een thymine-eenheid 1
- bij de volgende vernieuwing van het DNA komt dan een adenine-eenheid tegenover de thymine-eenheid 1

□24 Maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Het triplet CCG op de coderende streng van het DNA levert ook het triplet CCG in het RNA. Dat is een code voor proline. Wanneer het triplet CCG op de coderende streng van het DNA is gewijzigd in CTG, wordt dat CUG in het RNA. Dat is een code voor leucine. Er wordt dus een leucine-eenheid in het eiwit ingebouwd op de plaats waar een proline-eenheid moest komen. Een proline-eenheid in een aminozuurketen heeft geen H aan het stikstofatoom van de peptidebinding. Daar kan dus geen waterstofbrug worden gevormd met een O atoom van de peptidebinding van een andere aminozuureenheid. Daar wordt de α -helix structuur dus verstoord. Een leucine-eenheid in een aminozuurketen heeft wel een H aan de N van de peptidebinding. Daar kan dus wel een α -helix structuur ontstaan.

- uitleg dat in het niet-gemuteerde geval proline in het eiwit wordt ingebouwd 1
- uitleg dat wanneer de mutatie is opgetreden leucine wordt ingebouwd 1
- een proline-eenheid heeft geen H aan de N van de peptidebinding en een leucine-eenheid wel 1
- conclusie 1

□25 Maximumscore 4

Glutamine of arginine

Indien bij een antwoord met een uitleg is gegeven, kan zo'n antwoord er als volgt uitzien:

De mutatie heeft kennelijk als gevolg dat een stopcodon, UAA of UAG of UGA, in het RNA is ontstaan. Dan zou er oorspronkelijk in het RNA de code CAA of CAG of CGA moeten voorkomen. Dat is de code voor glutamine (in het geval van CAA en CAG) of arginine (in het geval van CGA).

- er is een stopcodon ontstaan als gevolg van de mutatie 1
- juiste notatie van een stopcodon 1
- juiste notatie van het codon dat in het niet-gemuteerde geval in het RNA voorkomt 1
- conclusie 1

■ Opgave 6 MRI

(10 punten)

□26 Maximumscore 2

In aanwezigheid van een magnetisch veld kunnen de kernmagneetjes twee oriëntaties aannemen: met veld mee en tegen het veld in. De oriëntatie met het veld mee (is de meest stabiele situatie) heeft een lagere energie dan de oriëntatie tegen het veld in. (Vergelijk het bijvoorbeeld met tegen elkaar houden van twee magneten.)

- in een magnetisch veld kunnen de kernmagneetjes oriëntaties aannemen 1
- de oriëntatie met het veld mee heeft een lagere energie dan de oriëntatie tegen het veld in 1

□27 Maximumscore 1

$$B_0 = \frac{\Delta E}{\gamma} \times \frac{2\pi}{h} = \frac{2,0205 \cdot 10^{-25} \text{ (J)}}{42,576 \cdot 10^6 \text{ (s}^{-1}\text{T}^{-1})} \times \frac{2\pi}{6,62607 \cdot 10^{-34} \text{ (Js)}} = 45,001 \text{ T}$$

Opmerking

Wanneer de uitkomst van de berekening als 45 T is gegeven, dit niet aanrekenen.

□28 Maximumscore 2

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \text{ dus } \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6,62607 \cdot 10^{-34} \text{ (Js)} \times 2,997925 \cdot 10^8 \text{ (ms}^{-1})}{2,0205 \cdot 10^{-25} \text{ (J)}} = 0,98315 \text{ m}$$

- $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ 1
- rest van de berekening 1

□29 Maximumscore 1

$$\frac{N_j}{N_i} = e^{\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right)} = e^{\left(-\frac{2,0205 \cdot 10^{-25} \text{ (J)}}{1,38066 \cdot 10^{-23} \text{ (J K}^{-1})} \times 298 \text{ (K)}\right)} = 0,99995$$

□30 Maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Hoe sterker de magneet, hoe groter ΔE , hoe minder kernen in de hoogste energietoestand zitten.

- een sterkere magneet betekent een grotere ΔE 1
- rest van de verklaring 1

□31 Maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Je kunt de temperatuur verlagen. Maar dat zal voor de patiënt niet zo prettig zijn: hij/zij zou onderkoeld kunnen raken tijdens het onderzoek.

- temperatuur verlagen 1
- uitleg wat de beperking daarvan is 1

Opgave 7 Productie van LDPE

(15 punten)

□32 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De polymeermoleculen die in het begin van de buis ontstaan, zijn korter dan die aan het eind van de buis ontstaan. In het begin is er nog veel initiator aanwezig en worden er dus relatief veel (initiator)radicalen gevormd. Daardoor is de snelheid van de terminatiereacties ook (relatief) groot en blijven de ketens (relatief) kort.

Aan het eind van de buis is veel minder initiator aanwezig en worden dus veel minder radicalen gevormd. Omdat de etheenconcentratie nauwelijks is afgenomen, is de snelheid van de terminatiereacties kleiner dan aan het begin en worden de ketens dus langer.

- uitleg dat in het begin van de buis de hoeveelheid/concentratie radicalen groter is dan aan het eind van de buis 1
- notie dat de hoeveelheid/concentratie aanwezig etheen aan het begin en eind van de buis niet veel verschilt 1
- de snelheid van de terminatiereacties is dus aan het begin van de buis groter dan aan het eind van de buis en conclusie 1

□33 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\kappa = \frac{\pi \times \left(\frac{2,0 \cdot 10^{-2}}{2}\right)^2 (\text{m}^2)}{\frac{5,0 \cdot 10^3 (\text{kg uur}^{-1})}{4,0 \cdot 10^2 (\text{kg m}^{-3}) \times 3600 (\text{s uur}^{-1})}} = 9,0 \cdot 10^{-2} \text{ s m}^{-1}$$

- notie dat voor de verblijftijd geldt:
$$\frac{\text{volume reactor (in m}^3\text{)}}{\text{volume etheenstroom (in m}^3 \text{ per seconde)}} = \frac{\text{doorsnede (in m}^2\text{)} \times L \text{ (in m)}}{\text{volume etheenstroom (in m}^3 \text{ per seconde)}}$$
 1
- berekening van de straal van de reactor in m³: 2,0 (cm) vermenigvuldigen met 10⁻² (m cm⁻¹) en delen door 2 1
- berekening van de doorsnede van de buisreactor: het kwadraat van de berekende straal vermenigvuldigen met π 1
- berekening van de volumestroom in kg s⁻¹: 5,0 · 10³ (ton uur⁻¹) delen door de dichtheid van etheen (4,0 · 10² kg m⁻³) en door 3600 (s uur⁻¹) 1
- rest van de berekening 1

□34 Maximumscore 5

1. Maximumscore 4

Als 99,0% van de initiator is omgezet is, geldt: $\frac{[I]_t}{[I]_0} = 0,010$. Omdat de initiatiereactie (kennelijk) een

eerste orde reactie is, geldt: $\ln \frac{[I]_0}{[I]_t} = k_i t$. Dus $\ln 0,010 = -k_i t$, of $t = -\frac{\ln 0,010}{0,50} = 9,2 \text{ s}$.

- notie dat de initiatiereactie een eerste orde reactie is 1
- dus $\ln \frac{[I]_0}{[I]_t} = k_i t$ 1
- als 99,0% is omgezet, geldt $\frac{[I]_t}{[I]_0} = 0,01$ 1
- rest van de berekening 1

2. Maximumscore 1

$$L = \frac{\text{het aantal seconden dat het duurt tot 99\% van de initiator is omgezet}}{\kappa} = \frac{9,2 \text{ (s)}}{9,0 \cdot 10^{-2} \text{ (s m}^{-1}\text{)}} = 1,0 \cdot 10^2 \text{ m}$$

□35 Maximumscore 5

Voor de totale reactiesnelheid geldt: $s = s_p = k_p[M][R\bullet]$.

De snelheid waarmee de radicalen worden gevormd is: $s_i = \frac{1}{2} \frac{d[R\bullet]}{dt} = k_i[I]$, dus $\frac{d[R\bullet]}{dt} = 2k_i[I]$.

De snelheid waarmee de radicalen worden weggenomen is $s_t = -\frac{d[R\bullet]}{dt} = k_t[R\bullet]^2$.

Wanneer zich een steady state heeft ingesteld, geldt $s_i = -s_t$, dus $2k_i[I] = k_t[R\bullet]^2$.

Hieruit volgt: $[R\bullet] = \sqrt{\frac{2k_i}{k_t}[I]}$ en $s = k_p[M] \sqrt{\frac{2k_i}{k_t}[I]} = k_p \sqrt{\frac{2k_i}{k_t}} [M][I]^{\frac{1}{2}}$.

Dus de totale reactiesnelheidsconstante is:

$$k = k_p \sqrt{\frac{2k_i}{k_t}} = 3,0 \cdot 10^3 \text{ (L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}\text{)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,50 \text{ (s}^{-1}\text{)}}{1,0 \cdot 10^7 \text{ (L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}\text{)}}} = 0,95 \text{ L}^{-1/2} \text{ mol}^{1/2} \text{ s}^{-1}.$$

- voor de totale reactiesnelheid geldt: $s = s_p = k_p[M][R\bullet]$ 1
- juiste uitdrukkingen voor de snelheden waarmee de radicalen worden gevormd en weggenomen: 1
- bijvoorbeeld $s_i = \frac{1}{2} \frac{d[R\bullet]}{dt} = k_i[I]$ respectievelijk $s_t = -\frac{d[R\bullet]}{dt} = k_t[R\bullet]^2$ 1
- juiste verwerking van de steady state benadering leidend tot $[R\bullet] = \sqrt{\frac{2k_i}{k_t}[I]}$ en $s = k_p \sqrt{\frac{2k_i}{k_t}} [M][I]^{\frac{1}{2}}$ 1
- berekening van de totale reactiesnelheidsconstante 1
- juiste eenheid van de totale reactiesnelheidsconstante 1

□36 Maximumscore 1

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Polyetheen bestaat uit moleculen die niet allemaal even groot zijn.
- Poletheen is geen zuivere stof.

□37 Maximumscore 4

De vormingsenthalpie van etheen in kJ kg^{-1} is:

$$\frac{0,51 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}}{28,05 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}} \times 10^3 \text{ (g kg}^{-1}\text{)} \times 10^{-3} \text{ (kJ J}^{-1}\text{)} = 1,82 \cdot 10^3 \text{ kJ kg}^{-1}.$$

Dus de reactie-enthalpie is $-1,22 \cdot 10^3 - (1,82 \cdot 10^3) = -3,04 \cdot 10^3 \text{ kJ kg}^{-1}$.

Als een kg etheen reageert zou de temperatuur dus stijgen met $\frac{3,04 \cdot 10^3 \text{ (kJ kg}^{-1}\text{)}}{3,0 \text{ (kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{)}} = 1,01 \cdot 10^3 \text{ K}$.

Als de temperatuur $50 \text{ }^\circ\text{C}$ (is ook 50 K) mag stijgen, mag stijgen, mag slechts

$$\frac{50 \text{ (K)}}{1,01 \cdot 10^3 \text{ (K kg}^{-1}\text{)}} = 0,050 \text{ kg etheen reageren. Dat is } 5,0\%.$$

- berekening van de vormingsenthalpie van etheen in kJ kg^{-1} : de vormingsenthalpie van etheen (bijvoorbeeld via Binas-tabel 57B: $+0,51 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$) delen door de molaire massa van etheen (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: $28,05 \text{ g mol}^{-1}$) (en vermenigvuldigen met 10^3 g kg^{-1} en met $10^{-3} \text{ kJ J}^{-1}$) 1
- berekening de reactie-enthalpie: de berekende vormingsenthalpie van etheen bij $200 \text{ }^\circ\text{C}$ aftrekken van de berekende vormingsenthalpie van polyetheen bij $200 \text{ }^\circ\text{C}$ 1
- berekening van de temperatuurstijging per kg gereageerd etheen: de (absolute waarde van de) berekende reactie-enthalpie delen door $3,0 \text{ (kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{)}$ 1
- berekening van het percentage omzetting: 50 (K) delen door de berekende temperatuurstijging (in K kg^{-1}) per kg en de uitkomst delen door 1 (kg) en vermenigvuldigen met 10^{-2} 1

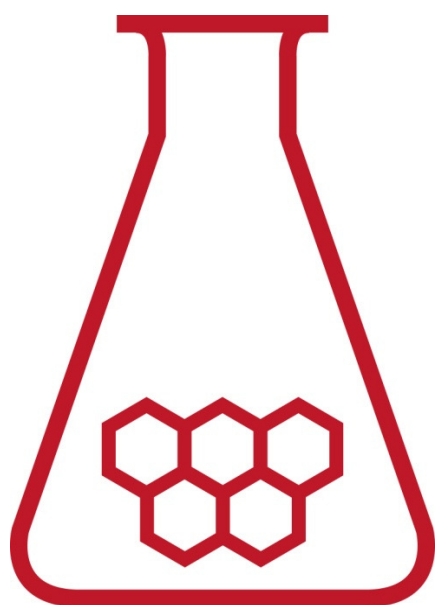
34^e Nationale Scheikundeolympiade

SABIC

Geleen

PRACTICUMTOETS correctievoorschrift

dinsdag 11 juni 2013



**SCHEIKUNDE
OLYMPIADE**



Opdracht 1 Het isoleren van kruidnagelolie uit kruidnagels

(4 punten)

- 1 Maximumscore 2

De NaCl oplossing zorgt ervoor dat de oplosbaarheid van het eugenol en de eugenolacetaat minder wordt. Hierdoor krijgen de componenten een grotere voorkeur voor de organische fase.

- 2 Maximumscore 2

$$\text{massapercentage} = \frac{\text{aantal g kruidnagelolie}}{\text{aantal g kruidnagels}} \times 100$$

Indien massapercentage $\geq 10\%$

2

Indien $10\% > \text{massapercentage} > 8\%$

1

Indien massapercentage $\leq 8\%$

0

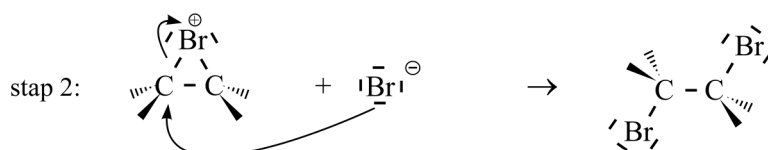
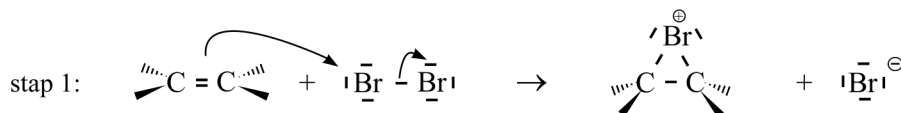
Opdracht 2 Het karakteriseren van de geïsoleerde kruidnagelolie

(12 punten)

- 3 Maximumscore 2

De bruine kleur in reageerbuis 1 verdwijnt en blijft in reageerbuis 2.

- 4 Maximumscore 4



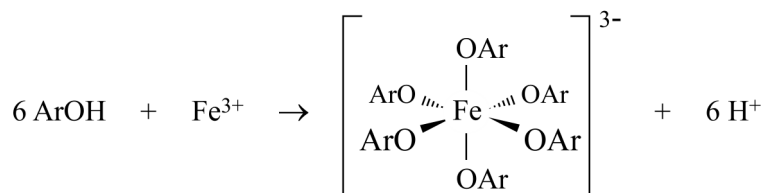
- 5 Maximumscore 2

De oplossing in reageerbuis 3 wordt rood/blauw/groen/paars en de oplossing in reageerbuis 4 blijft kleurloos.

- 6 Maximumscore 4

Er ontstaat een gekleurde oplossing door de vorming van een ijzer(III)complex met eugenol. Deze reactie is karakteristiek voor aromatische verbindingen met een OH groep aan de benzeenring (ArOH). Eugenolacetaat reageert niet op die manier want het heeft geen fenolische OH groep.

Reactievergelijking:



geel rood, blauw, groen of paars

Opdracht 3 Chromatografie

(16 punten)

- 7 Maximumscore 4
- Omdat eugenol meer polair is dan eugenolacetaat en het oplosmiddel apolair is, zal eugenol minder snel elueren. De vlek met de laagste R_f waarde is dus van eugenol, die met de hoogste R_f waarde van eugenolacetaat. 2
 - resultaat van de proef 2
 - eugenol: $R_f = 0,47 \pm 0,04$
 - eugenolacetaat: $R_f = 0,74 \pm 0,04$
- 8 Maximumscore 2
kolomchromatografie
- 9 Maximumscore 10
- Eugenol reageert met loog tot eugenolaat. Het eugenolaat verhuist naar de waterige fase. 2
 - Door het extra wassen met dichloormethaan verwijder je onzuiverheden uit de waterige fase. 2
 - Toevoegen van zoutzuur zorgt ervoor dat het eugenolaat wordt omgezet tot eugenol. 2
 - Door extractie met dichloormethaan (DCM) verhuist het eugenol naar de organische fase. dus het eugenolacetaat wordt na stap ii. in de organische fase aangetroffen en het eugenol wordt na stap 4 aangetroffen in de organische fase: 2

