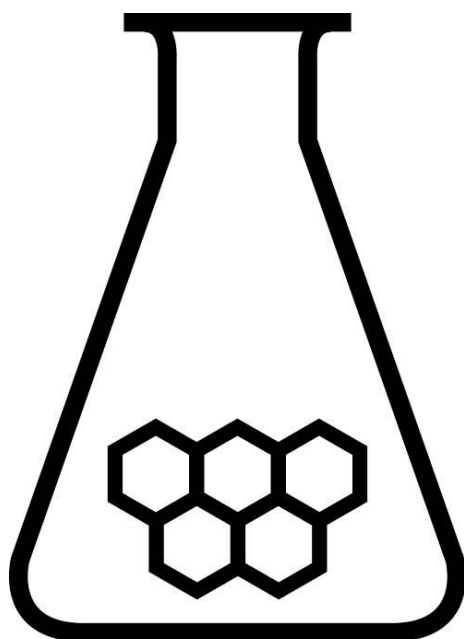


- NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE 2025

OPGAVEN VOORRONDE 1

af te nemen in de periode van
13 tot en met 31 januari 2025



**SCHEIKUNDE
OLYMPIADE**



Symeres

Making Molecules Matter. Together.

- Deze voorronde bestaat uit 25 meerkeuzevragen verdeeld over 9 onderwerpen en 2 opgaven met in totaal 8 open vragen alsmede een antwoordblad voor de meerkeuzevragen.
- Gebruik voor de beantwoording van de meerkeuzevragen het antwoordblad.
- Gebruik voor de beantwoording van elke opgave met open vragen een apart antwoordvel, voorzien van naam.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 76 punten.
- De voorronde duurt 2 klokuren.
- Benodigde hulpmiddelen: (grafisch) rekenapparaat en BINAS 6^e of 7^e druk of ScienceData 1^e druk.
- Bij elke vraag is het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert.
- Tenzij anders is vermeld, is er sprake van standaardomstandigheden: $T = 298\text{ K}$ en $p = p_0$.

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

Olav Altenburg
Kees Beers
Alex Blokhuis
Johan Broens
Jacob van Hengst
Dick Hennink
Marijn Jonker
Emiel de Kleijn
Jasper Landman
Bob Lefeber
Marte van der Linden
Han Mertens
Anna Reinhold
Joran de Ridder
Geert Schulpen
Nena Slaats
Eveline Wijbenga
Emmy Zeetsen

De eindredactie was in handen van:
Martin Groeneveld, Piet Mellema en Pia Scheffer

Opgave 1 Meerkeuzevragen

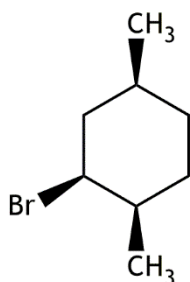
(totaal 50 punten)

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

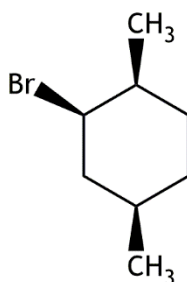
Normering: 2 punten per juist antwoord.

Koolstofchemie

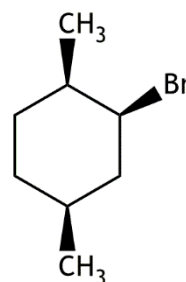
- 1 Welke van de stoffen I en II hieronder is een stereo-isomeer / zijn stereo-isomeren van stof X?



X



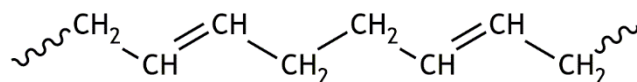
I



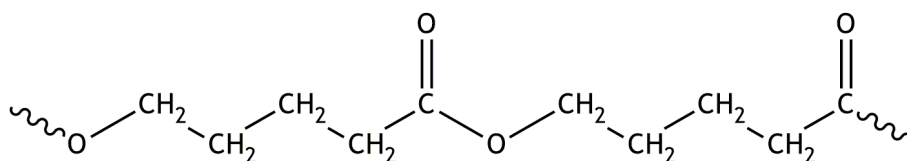
II

- A geen van beide
B alleen I
C alleen II
D beide

- 2 Hieronder staan fragmenten van twee polymeerketens.



polymeer I



polymeer II

Wat zijn molecuulformules van de monomeren waaruit bovenstaande polymeerketens kunnen zijn ontstaan?

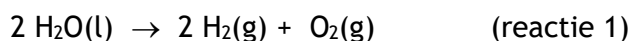
- | | polymeer I | polymeer II |
|---|-------------------------------|---|
| A | C ₂ H ₄ | C ₅ H ₁₀ O ₂ |
| B | C ₂ H ₄ | C ₅ H ₁₀ O ₃ |
| C | C ₄ H ₆ | C ₅ H ₁₀ O ₂ |
| D | C ₄ H ₆ | C ₅ H ₁₀ O ₃ |
| E | C ₄ H ₈ | C ₅ H ₁₀ O ₂ |
| F | C ₄ H ₈ | C ₅ H ₁₀ O ₃ |

- 3 Hoeveel alcoholen met de molecuulformule $C_5H_{12}O$ zijn er? Houd rekening met eventuele stereo-isomerie.
- A 6
 - B 7
 - C 8
 - D 9
 - E 10
 - F 11
 - G 12

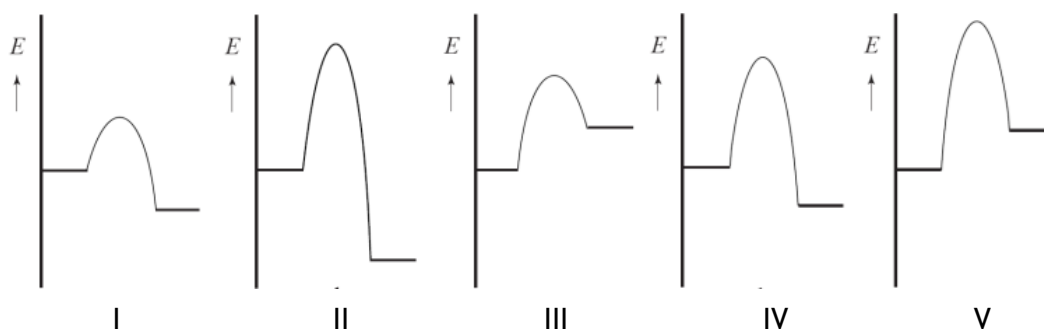
Thermochemie

- 4 Natriumperchloraat, $NaClO_4$, is bij kamertemperatuur een vaste stof. Bij verwarming smelt het en treedt thermolyse op:
- $$NaClO_4(l) \rightarrow NaCl(s) + 2 O_2(g) \quad (\text{reactie 1})$$
- Wat is de reactiewarmte van reactie 1?
- Gebruik hiervoor onder andere de volgende thermodynamische gegevens van natriumperchloraat:
- de vormingswarmte van $NaClO_4(s)$ is $-382,75 \text{ kJ mol}^{-1}$;
 - de hoeveelheid energie die nodig is voor het smelten van 1 mol $NaClO_4(s)$ is 14,7 kJ;
 - neem aan dat gegevens die gelden bij 298 K ook bij de omstandigheden van reactie 1 kunnen worden gebruikt.
- A -809 kJ mol^{-1}
 - B -779 kJ mol^{-1}
 - C -43 kJ mol^{-1}
 - D -13 kJ mol^{-1}
 - E $+13 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - F $+43 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - G $+779 \text{ kJ mol}^{-1}$
 - H $+809 \text{ kJ mol}^{-1}$

- 5 Bij de elektrolyse van water ontstaan waterstof en zuurstof:



Hieronder staan vijf energiediagrammen (I, II, III, IV en V). In deze diagrammen behoort het linker niveau tot het energieniveau van de beginstoffen en het rechter niveau tot het energieniveau van de reactieproducten. Eén van de diagrammen geeft het verloop van reactie 1 zonder katalysator weer en één van de andere diagrammen geeft het verloop van reactie 1 met katalysator weer. In alle diagrammen heeft de verticale as dezelfde schaal.



Welk van bovenstaande diagrammen geeft het verloop van reactie 1 zonder katalysator weer en welk van de diagrammen geeft het verloop van reactie 1 met katalysator weer?

	zonder katalysator	met katalysator
A	I	IV
B	I	II
C	II	I
D	II	IV
E	III	V
F	IV	I
G	IV	II
H	V	III

Reactiesnelheid en evenwicht

- 6 10 mL 0,50 M kaliumsulfaatoplossing en 10 mL 0,50 M zilvernitraatoplossing worden samengevoegd.

Er ontstaat een heterogeen mengsel waarin evenwicht heerst.

Wat is de juiste ordening van de concentraties van de ionen in dit mengsel?

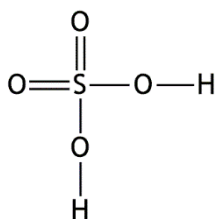
- A $[\text{K}^+] = [\text{NO}_3^-] > [\text{Ag}^+] > [\text{SO}_4^{2-}]$
 B $[\text{K}^+] = [\text{NO}_3^-] > [\text{SO}_4^{2-}] > [\text{Ag}^+]$
 C $[\text{K}^+] > [\text{NO}_3^-] > [\text{Ag}^+] > [\text{SO}_4^{2-}]$
 D $[\text{K}^+] > [\text{NO}_3^-] > [\text{SO}_4^{2-}] > [\text{Ag}^+]$
 E $[\text{K}^+] > [\text{NO}_3^-] > [\text{SO}_4^{2-}] = [\text{Ag}^+]$
 F $[\text{K}^+] > [\text{NO}_3^-] = [\text{SO}_4^{2-}] = [\text{Ag}^+]$

- 7 Beschouw het volgende evenwicht:
- $$2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \quad \text{met evenwichtsconstante } K.$$
- Er wordt een extra hoeveelheid NO_2 toegevoegd. Daarna stelt het evenwicht zich opnieuw in. Tijdens het toevoegen van de NO_2 en het zich opnieuw instellen van het evenwicht worden het volume en de temperatuur constant gehouden.
- Is de waarde van K na het opnieuw instellen van het evenwicht kleiner geworden, even groot gebleven of groter geworden?
- Is de snelheid van de reactie naar links na het opnieuw instellen van het evenwicht kleiner geworden, even groot gebleven of groter geworden?
- | | waarde van K | reactiesnelheid naar links |
|---|----------------|----------------------------|
| A | kleiner | kleiner |
| B | kleiner | even groot |
| C | kleiner | groter |
| D | even groot | kleiner |
| E | even groot | even groot |
| F | even groot | groter |
| G | groter | kleiner |
| H | groter | even groot |
| I | groter | groter |
- 8 In een afgesloten ruimte van 250 cm^3 wordt $2,50 \text{ g}$ calciumcarbonaat verhit tot een constante temperatuur. Hierbij stelt zich het volgende evenwicht in:
- $$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$$
- Bij het bereiken van het evenwicht blijkt nog $1,70 \text{ g}$ CaCO_3 aanwezig te zijn.
- Wat is de waarde van de evenwichtsconstante, K_c , van dit evenwicht bij deze temperatuur?
- A 0,0080
 B 0,015
 C 0,032
 D 0,068
 E 31
 F 66
 G $1,3 \cdot 10^2$

- 9 Beschouw het volgende evenwicht:
- $$2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$$
- Voor de reactie naar rechts geldt $\Delta E = -196 \text{ kJ mol}^{-1}$.
- Hoe moet bij constante temperatuur de druk worden veranderd om de reactie naar rechts te bevorderen?
- Hoe moet bij constante druk de temperatuur worden veranderd om de reactie naar rechts te bevorderen?
- | | | |
|---|------------------------------|-------------------------------------|
| | druk
(bij constante T) | temperatuur
(bij constante p) |
| A | verlagen | verlagen |
| B | verlagen | verhogen |
| C | verhogen | verlagen |
| D | verhogen | verhogen |

Structuren en formules

- 10 De structuurformule van zwavelzuur is



Wat zijn de partiële ladingen van de atomen in dit molecuul?

	H atoom	S atoom	dubbel gebonden O atomen ($\text{O}=\text{O}$)	O atomen in $\text{O}-\text{H}$ groepen
A	δ^+	δ^+	δ^-	δ^+
B	δ^+	δ^+	δ^-	δ^-
C	δ^+	δ^-	δ^-	δ^+
D	δ^+	δ^-	δ^-	δ^-
E	δ^-	δ^+	δ^+	δ^+
F	δ^-	δ^+	δ^+	δ^-
G	δ^-	δ^-	δ^+	δ^+
H	δ^-	δ^-	δ^+	δ^-

- 11 Een atoom ^{232}Th wordt omgezet tot een atoom ^{208}Pb na uitzenden van een aantal alfadeeltjes. Een alfadeeltje is de kern van een He-4 atoom. Tijdens deze omzetting wordt in de atoomkern tevens een aantal neutronen omgezet tot protonen. Elektronen worden bij deze omzetting buiten beschouwing gelaten.

Wat is het aantal alfadeeltjes dat bij deze omzetting wordt uitgezonden?

Wat is het aantal neutronen dat wordt omgezet tot protonen?

	aantal uitgezonden alfadeeltjes	aantal neutronen omgezet tot protonen
A	4	4
B	4	8
C	6	4
D	6	12
E	8	8
F	8	12

- 12 Hoeveel valentie-elektronen bevat het deeltje ClO_3^- ?

- A 24
- B 25
- C 26
- D 31
- E 32
- F 33

- 13 Hoeveel grensstructuren zijn er te tekenen van het oxalaation ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)?
Ga ervan uit dat alle atomen aan de oktetregel voldoen.

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5
- F 6

pH en zuur-base

- 14 Van het eenwaardig zwakke zuur HZ wordt 0,320 mol opgelost in water en aangevuld met water tot een volume van 1,00 L.
In deze oplossing is 10,2% van het zuur geïoniseerd.

Wat is de K_z van HZ?

- A $3,33 \cdot 10^{-3}$
- B $3,71 \cdot 10^{-3}$
- C $1,16 \cdot 10^{-2}$
- D $3,26 \cdot 10^{-2}$

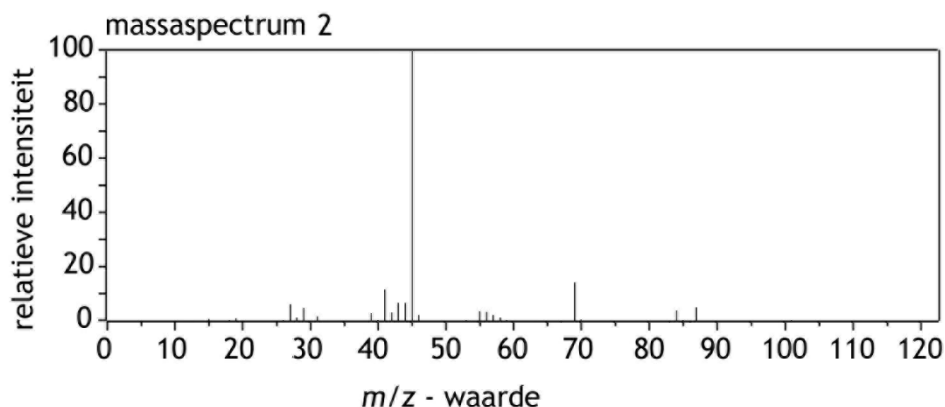
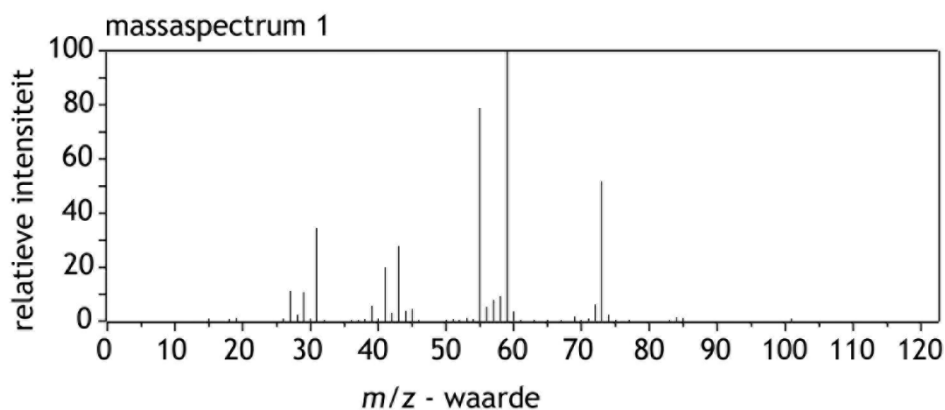
- 15 100 mL oplossing van natriumhydroxide (NaOH) heeft een pH van 9,20.
Hoeveel mL 0,10 M HCl oplossing moet hieraan toegevoegd worden om de pH te verlagen tot 8,20?
- A 0,00014 mL
B 0,0016 mL
C 0,014 mL
D 0,016 mL
E 0,10 mL
- 16 Men maakt vier oplossingen door 0,1 mol van de volgende stoffen op te lossen tot 1 L oplossing: K_2CO_3 , K_2O , NaOH, Na_2SO_4 .
Welke van deze oplossingen heeft de hoogste pH?
- A de oplossing met 0,1 mol K_2CO_3
B de oplossing met 0,1 mol K_2O
C de oplossing met 0,1 mol NaOH
D de oplossing met 0,1 mol Na_2SO_4

Redox en elektrochemie

- 17 Om de spaceshuttles in de ruimte te krijgen werden twee “Solid Rocket Boosters” gebruikt. Deze werkten op basis van een redoxreactie tussen ammoniumperchloraat en aluminium.
De onvolledige reactievergelijking, waarin alleen de coëfficiënten ontbreken, is hieronder weergegeven.
- $$NH_4ClO_4 + Al \rightarrow Al_2O_3 + NO + HCl + H_2O$$
- Wat is de verhouding tussen de coëfficiënten van Al en HCl in de kloppend gemaakte vergelijking van deze reactie?
- Al : HCl
- A 8 : 3
B 2 : 1
C 1 : 1
D 1 : 2
E 2 : 3
- 18 In een elektrochemische cel bevat één van de halfcellen een 1 M oplossing van lood(II)nitraat en een elektrode.
De halfreactie die tijdens stroomlevering optreedt in deze halfcel is:
- $$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$$
- Welk materiaal kan voor de elektrode worden gebruikt?
Is deze elektrode bij stroomlevering de positieve of negatieve elektrode?
- | materiaal | elektrode is de |
|-----------|-----------------|
| A koper | positieve |
| B koper | negatieve |
| C zink | positieve |
| D zink | negatieve |

Analyse

- 19 Er bestaan drie isomere hexanolen met een onvertakte keten: hexaan-1-ol, hexaan-2-ol en hexaan-3-ol.
De massaspectra van twee van deze structuurisomeren zijn hieronder weergegeven.



Van alcoholen is bekend dat een C – C binding naast de alcoholgroep kan worden verbroken. Eén van deze twee C atomen is dus gebonden aan het O atoom van de alcoholgroep.

In bovenstaande massaspectra kan beide keren de piek met de hoogste intensiteit toegekend worden aan een fragment dat ontstaat wanneer een C – C binding naast een alcoholgroep verbroken wordt.

Bij welke stof hoort massaspectrum 1 en bij welke stof hoort massaspectrum 2?

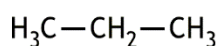
	massaspectrum 1	massaspectrum 2
A	hexaan-1-ol	hexaan-2-ol
B	hexaan-1-ol	hexaan-3-ol
C	hexaan-2-ol	hexaan-1-ol
D	hexaan-2-ol	hexaan-3-ol
E	hexaan-3-ol	hexaan-1-ol
F	hexaan-3-ol	hexaan-2-ol

20 Welk onderstaand zout is slecht oplosbaar in water, maar geeft wel een heldere oplossing in een oplossing met voldoende waterstofjodide?

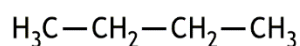
- A lood(II)chloride
- B lood(II)oxide
- C magnesiumchloride
- D magnesiumoxide

21 Bij gaschromatografie wordt in een apolaire kolom een mengsel van de onderstaande stoffen I, II en III gescheiden.

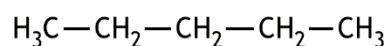
Welke stof heeft de kortste retentietijd en welke de langste?



I



II



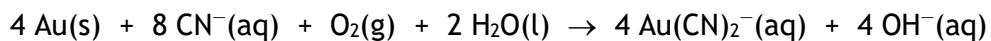
III

	kortste retentietijd	langste retentietijd
--	-------------------------	-------------------------

- | | | |
|---|-----|-----|
| A | I | II |
| B | I | III |
| C | II | I |
| D | II | III |
| E | III | I |
| F | III | II |

Rekenen

22 Natriumcyanide (NaCN) wordt gebruikt om goud uit erts te halen volgens onderstaande reactievergelijking.



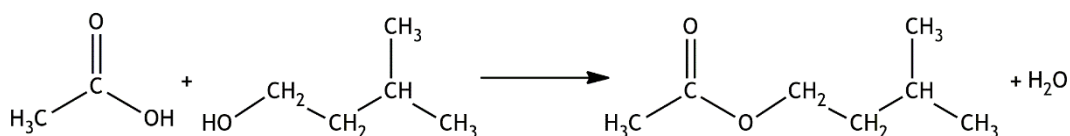
Hoeveel liter van een 0,0100 M natriumcyanide-oplossing is nodig om 11,8 g goud volledig om te zetten volgens bovenstaande reactievergelijking?

- A 0,749 L
- B 1,50 L
- C 2,99 L
- D 5,99 L
- E 12,0 L

- 23 Ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) wordt door dichroomaat in zuur milieu omgezet tot ethanal (CH_3CHO) volgens onderstaande reactievergelijking.
- $$3 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq}) + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 3 \text{CH}_3\text{CHO}(\text{aq}) + 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
- Met welke snelheid verandert de $[\text{CH}_3\text{CHO}]$ als de $[\text{Cr}^{3+}]$ toeneemt met $0,18 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ volgens bovenstaande reactievergelijking?
- A de $[\text{CH}_3\text{CHO}]$ neemt af met $0,12 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 B de $[\text{CH}_3\text{CHO}]$ neemt af met $0,27 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 C de $[\text{CH}_3\text{CHO}]$ neemt toe met $0,12 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 D de $[\text{CH}_3\text{CHO}]$ neemt toe met $0,27 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$
- 24 Op een lepel wordt een laagje zilver aangebracht door elektrolyse van een oplossing van $1,0 \text{ M}$ zilvernitraat met een stroomsterkte van $0,10 \text{ A}$. Hoeveel minuten moet er geëlektrolyseerd worden om ervoor te zorgen dat $0,10 \text{ g}$ zilver op de lepel wordt aangebracht?
- 1 A is 1 C s^{-1} en de lading van 1 mol elektronen is gelijk aan $9,65 \cdot 10^4 \text{ C}$.
- A $1,5 \text{ min}$
 B $5,0 \text{ min}$
 C 10 min
 D 15 min
 E 30 min

Groene chemie

- 25 Bij de productie van de ester met bananengeur treedt de volgende reactie op:



Het ontstane water bij deze reactie wordt beschouwd als afval.

Wat is het rendement van dit proces wanneer de E -factor gelijk is aan $0,34$?

- A 34%
 B 66%
 C 75%
 D 85%

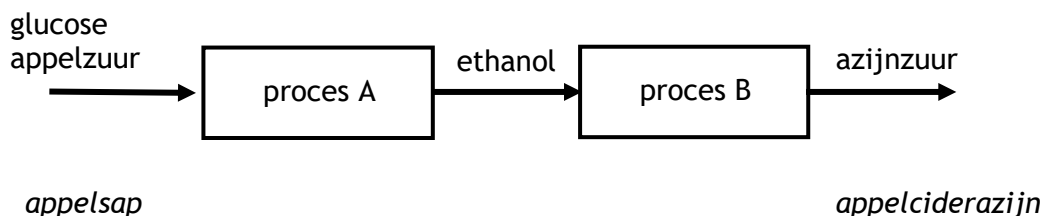
Open vragen

(totaal 26 punten)

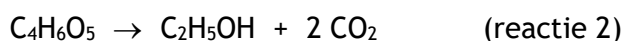
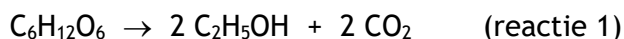
■ Opgabe 2 Appeldiderazijn

(12 punten)

Appeldiderazijn wordt gebruikt als salade dressing en als conserveermiddel voor levensmiddelen. Appeldiderazijn wordt gemaakt uit appelsap door twee processen uit te voeren. Dat is in onderstaand blokschema vereenvoudigd weergegeven.



In proces A worden glucose en appelzuur (2-hydroxybutaandizuur, $C_4H_6O_5$) uit appelsap omgezet tot ethanol. De reactievergelijkingen van de twee reacties die plaatsvinden in proces A zijn hieronder weergegeven.



In proces B wordt ethanol met zuurstof uit de lucht omgezet tot onder andere azijnzuur (ethaanzuur). De ontstane oplossing is appeldiderazijn.

- 1 Tekende structuurformule van appelzuur. 2
- 2 Geef de vergelijking van de reactie die plaatsvindt in proces B. Gebruik molecuulformules. 2

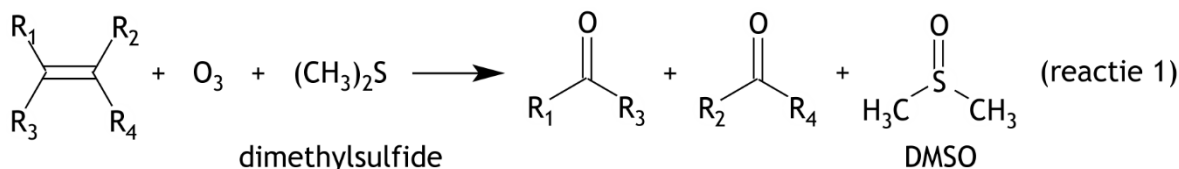
Van appelsap waaruit appeldiderazijn wordt geproduceerd, is het gehalte aan opgelost appelzuur via een zuur-base titratie bepaald. Daartoe heeft men 10,00 mL appelsap getitreerd met 0,1000 M natronloog en fenolftaleïne als indicator. Bij deze bepaling bleek dat het gehalte aan appelzuur $7,382 \text{ g L}^{-1}$ was.

- 3 Bereken hoeveel mL 0,1000 M natronloog nodig was voor deze titratie. 4
- Het azijnzuurgehalte van de geproduceerde appeldiderazijn was $1,086 \text{ mol L}^{-1}$.
- 4 Bereken het glucosegehalte in de appelsap in g L^{-1} . 4
- Neem het volgende aan:
- het volume van de oplossing verandert niet gedurende proces A en B;
 - de processen A en B verlopen met een rendement van 100 %.

Opgave 3 Ozonolyse

(14 punten)

Ozonolyse is een chemische reactie waarbij een alkeen reageert met ozon. Hierin wordt de C = C binding verbroken tot carbonylgroepen. Als een alkeen reageert met ozon en daarna met dimethylsulfide, ontstaan aldehyden en/of ketonen en DMSO. Deze reacties kunnen in één vergelijking (reactie 1) worden weergegeven:



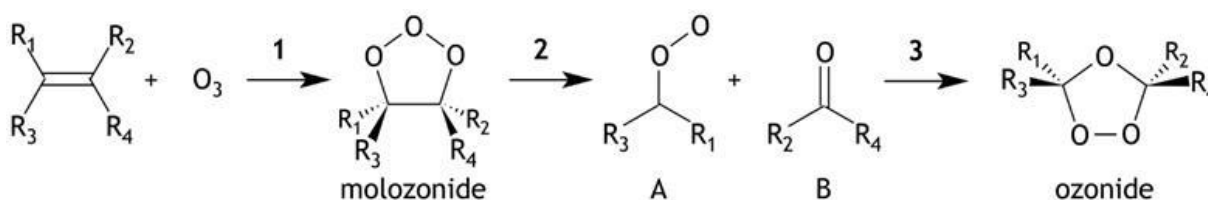
Hierin stellen R_1 tot en met R_4 koolwaterstofgroepen en/of H atomen voor.

- 5 Geef de structuurformules van de twee carbonylverbindingen die ontstaan als 2-methylhex-2-een reageert volgens reactie 1.

2

Bij ozonolyse reageert het alkeen eerst met ozon tot een zogenoemd ozonide. Deze reactie verloopt in drie stappen via een aantal tussenproducten. In figuur 1 zijn deze stappen weergegeven. Hierin is de structuurformule van A niet compleet.

figuur 1



In stap 1 reageert een alkeenmolecuul met een ozonmolecuul tot een molecuul molozonide. In stap 2 vindt in het molozonidemolecuul een verplaatsing van elektronenparen plaats zodat A en B ontstaan. In de structuurformule van A ontbreekt één atoombinding. Beide zuurstofatomen in molecuul A hebben een formele lading. Alle atomen in molecuul A voldoen aan de oktetregel.

- 6 Voer de volgende opdrachten uit:
- Teken de onvolledige structuurformule van A over uit figuur 1 en teken daarin de ontbrekende atoombinding en maak de lewisstructuur van A compleet. Geef ook de formele ladingen weer.
 - Teken de structuurformule van het molozonide over uit figuur 1 en teken daarin de niet-bindende elektronenparen.
 - Geef met kromme pijlen weer hoe elektronenparen in een molozonidemolecuul zich verplaatsten zodat A en B ontstaan.

4

Ten slotte wordt in stap 3 het ozonidemolecuul gevormd.

Aan het gevormde ozonide wordt vervolgens dimethylsulfide toegevoegd om het ozonide om te zetten tot carbonylverbindingen. Dit is een redoxreactie.

- 7 Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef de vergelijking van de halfreactie waarin het ozonide op bovenstaande manier wordt omgezet. Gebruik hierbij voor ozonide de formule $C_2H_4O_3$. Hierin zijn R_1 tot en met R_4 dus H atomen. Bij deze omzetting ontstaat één carbonylverbinding. In deze vergelijking komen onder andere ook H_2O en H^+ voor.
 - Leg uit, aan de hand van deze vergelijking, of dimethylsulfide als oxidator of als reductor reageert.

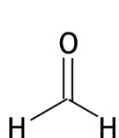
3

Onverzadigde verbindingen die meer dan één $C = C$ binding per molecuul bevatten, kunnen ook worden geozonolyseerd. Zo'n ozonolyse vindt op dezelfde wijze plaats als hierboven is beschreven: elke afzonderlijke $C = C$ binding reageert op de beschreven wijze.

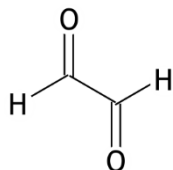
Ozonolyse werd vroeger gebruikt bij de structuuranalyse van organische verbindingen. Een voorbeeld van een dergelijke analyse is de volgende:

Een hoeveelheid koolwaterstof X met meer dan één $C = C$ binding per molecuul, ondergaat een volledige ozonolyse.

De carbonylverbindingen die hierbij uitsluitend ontstaan, zijn formaldehyde en glyoxaal.



formaldehyde



glyoxaal

Door volledige ozonolyse van een bepaalde hoeveelheid van stof X wordt 4,8 mg formaldehyde en 14 mg glyoxaal gevormd.

- 8 Leid met behulp van een berekening de structuurformule van X af.

5

46^e Nationale Scheikundeolympiade 2025 voorronde 1
Antwoordblad meerkeuzevragen

naam:

nr.	keuze letter	(score)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
Totaal		