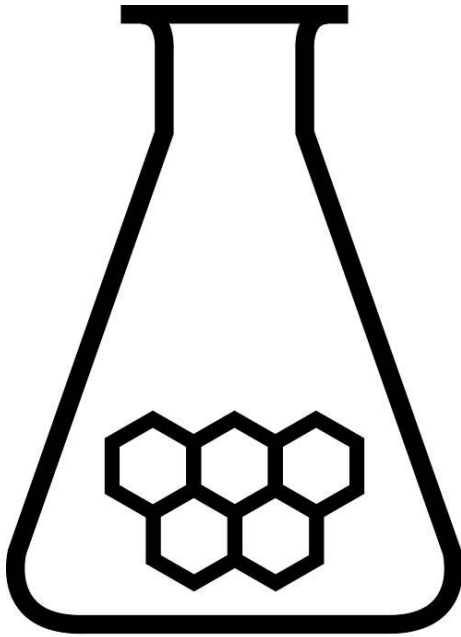


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE 2023

OPGAVEN VOORRONDE 2

af te nemen in de periode van
20 maart tot en met 24 maart 2023



SCHEIKUNDE OLYMPIADE



Universiteit Leiden

- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen en 3 opgaven met in totaal 17 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 94 punten.
- De voorronde duurt maximaal 3 klokuren.
- Benodigde hulpmiddelen: (grafisch) rekenapparaat en BINAS 6^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 $p = p_0$.

Opgave 1 Meerkeuzevragen

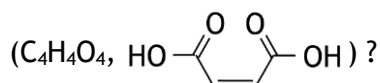
(totaal 40 punten)

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.

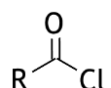
Koolstofchemie

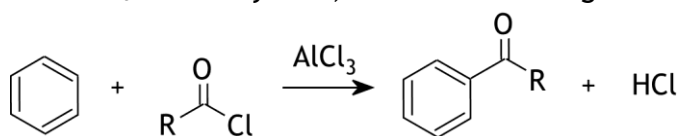
1 Hoeveel σ -bindingen en hoeveel π -bindingen heeft een molecuul maleïnezuur



	aantal σ -bindingen	aantal π -bindingen
A	4	6
B	6	3
C	6	6
D	7	3
E	8	3
F	8	6
G	9	3
H	9	6
I	11	3
J	11	6

2

Wanneer men een acylchloride, , laat reageren met benzeen, met $AlCl_3$ als katalysator, dan treedt de volgende reactie op:

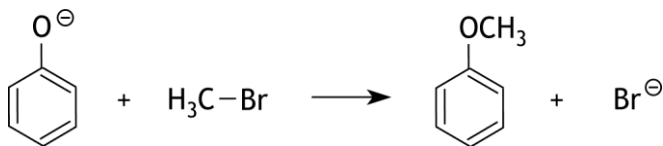


Wat voor soort reactie is dit?

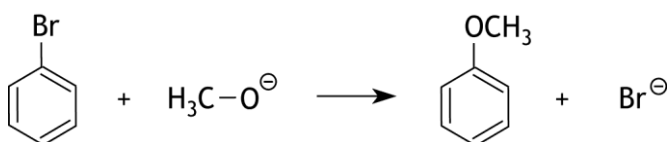
- A additie
- B condensatie
- C eliminatie
- D substitutie

- 3 Iemand wil anisol (methoxybenzeen) maken. Hij heeft daarvoor de volgende twee methodes bedacht:

Methode I: een reactie van fenol (hydroxybenzeen) met broommethaan in basisch milieu. Nadat de base een H^+ van een fenolmolecuul heeft gebonden, moet de volgende reactie optreden:



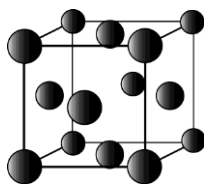
Methode II: een reactie van broombenzeen met methanol onder invloed van een zeer sterke base. Nadat de base een H^+ van een methanolmolecuul heeft gebonden, moet de volgende reactie optreden:



Welke methode(s) is(zijn) geschikt?

- A geen van beide
 - B alleen methode I
 - C alleen methode II
 - D allebei
- Structuren en formules**
- 4 Wat is de formele lading van het zwavelatoom in de lewisstructuur van SO_2 waarin alle atomen voldoen aan de oktetregel?
- A 4-
 - B 2-
 - C 1-
 - D 1+
 - E 2+
 - F 4+

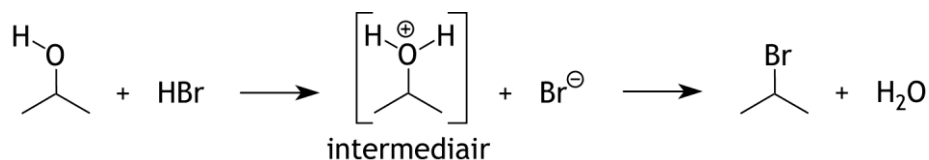
- 5 De eenheidscel van het metaal goud is een vlakgecentreerde kubus, FCC, zie onderstaande figuur.



De dichtheid van goud is $19,3 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

Hoe groot is de kleinste afstand tussen de kernen van twee goudatomen?

- A $1,44 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
 B $2,88 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
 C $4,08 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
 D $5,77 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
- 6 Bij de reactie tussen propaan-2-ol en waterstofbromide wordt 2-broompropaan gevormd. Eerst wordt een alcoholmolecuul geprotoneerd, waarbij een intermediair ontstaat:



Wat is de hybridisatie van het O atoom in een molecuul propaan-2-ol en in het intermediair?

in een molecuul propaan-2-ol

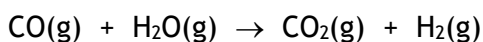
in het intermediair

- | | | |
|---|--------|--------|
| A | sp | sp |
| B | sp | sp^2 |
| C | sp | sp^3 |
| D | sp^2 | sp |
| E | sp^2 | sp^2 |
| F | sp^2 | sp^3 |
| G | sp^3 | sp |
| H | sp^3 | sp^2 |
| I | sp^3 | sp^3 |
- 7 Welke set kwantumgetallen kan overeenkomen met één van de valentie-elektronen in een O atoom in de grondtoestand?

	n	l	m_l	m_s
A	1	0	0	$+\frac{1}{2}$
B	1	1	0	$-\frac{1}{2}$
C	2	0	-1	$+\frac{1}{2}$
D	2	1	-1	$-\frac{1}{2}$
E	3	0	0	$+\frac{1}{2}$
F	3	1	0	$-\frac{1}{2}$

Thermochemie

- 8 In de water-gas-shift-reactie reageert koolstofmono-oxide met waterdamp, waarbij koolstofdioxide en waterstof worden gevormd:



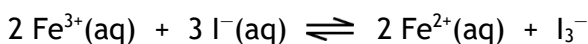
Bij deze reactie is de entropieverandering $\Delta S^0 = -42 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Ga er bij deze vraag vanuit dat ΔH en ΔS onafhankelijk zijn van de temperatuur en dat de reactie onder standaarddruk optreedt.

Er worden twee uitspraken gedaan:

- I Deze reactie is een exotherme reactie.
II Deze reactie vindt spontaan plaats bij temperaturen boven 1200 K.

Welke van bovenstaande uitspraken is/zijn waar?

- A geen van beide
B alleen I
C alleen II
D allebei
- 9 Wanneer aan een oplossing van ijzer(III)chloride een oplossing van kaliumjodide wordt toegevoegd, stelt zich het volgende evenwicht in:



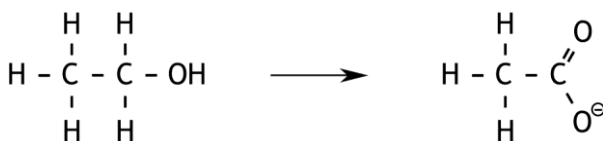
Voor de verandering in de Gibbs energie geldt: $\Delta G^0 = -nF\Delta E^0$.

Wat is de waarde van de evenwichtsconstante bij 298 K en $p = p_0$?

- A $1,7 \cdot 10^{-8}$
B $1,3 \cdot 10^{-4}$
C $7,8 \cdot 10^3$
D $6,0 \cdot 10^7$

Redox en elektrochemie

- 10 Gegeven is het redoxkoppel ethanol/ethanoaat:



Hoeveel elektronen (e^{-}) komen voor in de vergelijking van de halfreactie van dit redoxkoppel en aan welke kant van de pijl staan ze?

- A $2 e^{-}$ links van de pijl
B $2 e^{-}$ rechts van de pijl
C $4 e^{-}$ links van de pijl
D $4 e^{-}$ rechts van de pijl
E $6 e^{-}$ links van de pijl
F $6 e^{-}$ rechts van de pijl

- 11 Een oplossing die evenveel mol NiCl_2 als CuBr_2 bevat, wordt geëlektrolyseerd. Hierbij wordt het voltage van de stroombron die gebruikt wordt voor de elektrolyse langzaam opgevoerd.

Welke producten worden als eerste gevormd?

aan de negatieve elektrode		aan de positieve elektrode	
A	$\text{Br}_2(\text{aq})$		$\text{Cu}(\text{s})$
B	$\text{Br}_2(\text{aq})$		$\text{Ni}(\text{s})$
C	$\text{Cl}_2(\text{aq})$		$\text{Cu}(\text{s})$
D	$\text{Cl}_2(\text{aq})$		$\text{Ni}(\text{s})$
E	$\text{Cu}(\text{s})$		$\text{Br}_2(\text{aq})$
F	$\text{Cu}(\text{s})$		$\text{Cl}_2(\text{aq})$
G	$\text{Ni}(\text{s})$		$\text{Br}_2(\text{aq})$
H	$\text{Ni}(\text{s})$		$\text{Cl}_2(\text{aq})$

pH / zuur-base

- 12 Moleculen van aminozuren bevatten standaard een aminogroep en een carbonzuurgroep. De aminogroep kan als base optreden en de carbonzuurgroep als zuur. Voor glycine geldt dat de $\text{p}K_{\text{b}}$ van de aminogroep gelijk is aan 4,22 en de $\text{p}K_{\text{z}}$ van de carbonzuurgroep gelijk is aan 2,35.

In welke vorm komt glycine hoofdzakelijk voor in een oplossing waarvan de pH op 4,60 is gebracht met zoutzuur?

- A $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$
B $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
C $^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$
D $^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
- 13 Aan 1,50 L van een oplossing met 0,100 mol melkzuur (2-hydroxypropaanzuur, $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$) en 0,120 mol natriumlactaat (lactaat is het zuurrest-ion van melkzuur) wordt 0,020 mol NaOH toegevoegd.

Wat wordt de pH?

- A 3,61
B 3,77
C 3,93
D 4,10
E 4,27

Rekenen

- 14 Er wordt 600 mg ijzer(III)oxide afgewogen. Men laat dit reageren met waterstofgas. Hierbij ontstaan waterdamp en een vaste stof die uitsluitend uit ijzerionen en oxide-ionen bestaat. Op een bepaald moment is 22,6 mg waterdamp ontstaan.

Wat is de molverhouding tussen Fe en O in de overgebleven vaste stof?

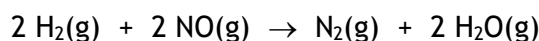
Fe : O

- A 1 : 1
B 3 : 4
C 4 : 5
D 5 : 6
E 6 : 7
F 7 : 8
- 15 Welk gas heeft een dichtheid van $2,16 \text{ g dm}^{-3}$ bij $200 \text{ }^\circ\text{C}$ en $3,00 \text{ atm}$?

- A argon
B krypton
C neon
D stikstof
E waterstof
F zuurstof

Reactiesnelheid en evenwicht

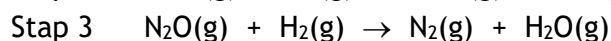
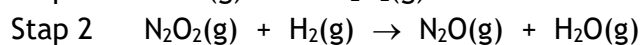
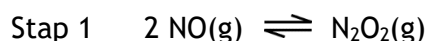
- 16 Voor de reactie



geldt de reactiesnelheidsvergelijking

$$s = k[\text{H}_2][\text{NO}]^2$$

Het volgende mechanisme wordt voorgesteld:



Welke bewering(en) over deze reactiesnelheidsvergelijking en het voorgestelde mechanisme kan(kunnen) juist zijn?

Bewering I Het mechanisme is in overeenstemming met de reactiesnelheidsvergelijking als stap 1 de snelheidsbepalende stap is.

Bewering II Het mechanisme is in overeenstemming met de reactiesnelheidsvergelijking als stap 2 de snelheidsbepalende stap is.

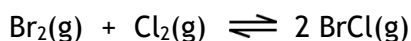
- A geen van beide
B alleen bewering I
C alleen bewering II
D allebei

- 17 Bij 50 mL van een 0,010 M BaCl₂ oplossing wordt langzaam een 0,015 M ZnF₂ oplossing toegevoegd. Na het toevoegen van 50 mL van deze oplossing ontstaat voor het eerst een neerslag van BaF₂.

Wat is het oplosbaarheidsproduct van BaF₂ volgens deze gegevens?

- A $2,8 \cdot 10^{-7}$
- B $1,1 \cdot 10^{-6}$
- C $9,0 \cdot 10^{-6}$
- D $3,8 \cdot 10^{-5}$
- E $7,5 \cdot 10^{-5}$
- F $1,5 \cdot 10^{-4}$

- 18 Men verhit een mengsel van 1,00 mol broom en 1,00 mol chloor tot 190 °C. Het volgende evenwicht stelt zich in:



De evenwichtsconstante K_c voor dit evenwicht bij 190 °C is 6,80.

Wat is het massapercentage BrCl in het evenwichtsmengsel bij 190 °C?

- A 28,3%
- B 32,4%
- C 36,1%
- D 56,6%
- E 64,8%
- F 72,3%
- G 77,2%

Analyse

- 19 Een leerling krijgt de opdracht om te onderzoeken of een witte vaste stof bariumcarbonaat, zinkcarbonaat of calciumhydroxide is.

De leerling stelt de volgende twee werkplannen voor:

Werkplan 1: Voeg aan een deel van de witte vaste stof een overmaat zoutzuur toe.

Werkplan 2: Voeg aan een deel van de witte vaste stof een overmaat zwavelzuuroplossing toe.

Met welk werkplan of welke werkplannen krijgt de leerling zichtbare waarnemingen waarmee kan worden vastgesteld welke stof de witte vaste stof is?

- A met geen van beide werkplannen
- B alleen met werkplan 1
- C alleen met werkplan 2
- D zowel met werkplan 1 als met werkplan 2

- 20 Een leerling bepaalt de concentratie van een gekleurde zoutoplossing door de extinctie te meten bij de golflengte waarbij de extinctie het grootst is (λ_{\max}) en de concentratie te berekenen met de wet van Lambert-Beer.
- Bij welke onderstaande handeling(en) vindt zij een hogere concentratie dan de werkelijke concentratie?
- I Ze spoelt de cuvet schoon met water en vult deze daarna met de zoutoplossing.
 - II Ze stelt de spectrofotometer in bij een hogere golflengte dan (λ_{\max}).
- A bij geen van beide
 - B alleen bij I
 - C alleen bij II
 - D bij beide

Open opgaven

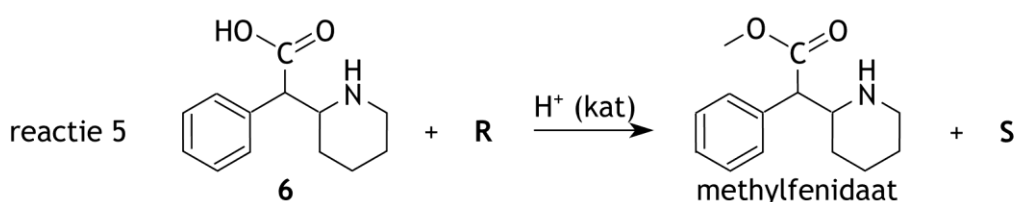
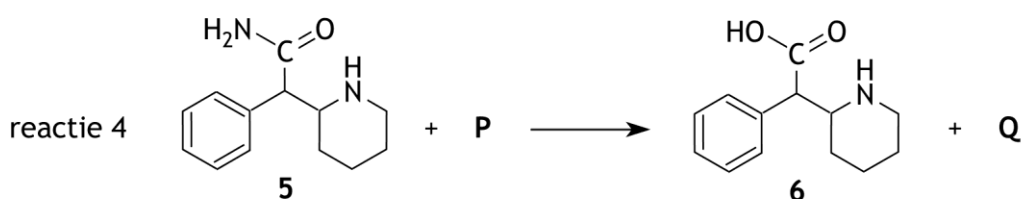
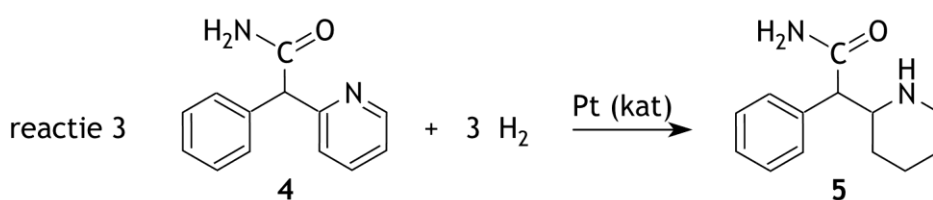
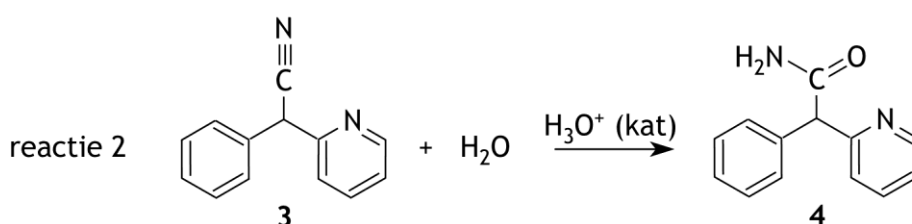
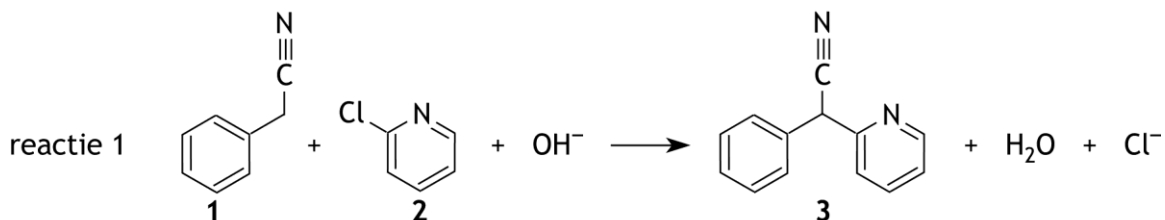
(totaal 54 punten)

■ Opgave 2 Methyfenidaat

25 punten

Methyfenidaat is het werkzame bestanddeel van het medicijn Ritalin®.

In 1944 werd methyfenidaat voor het eerst gesynthetiseerd door Panizzon. Hieronder is de syntheseroute weergegeven.

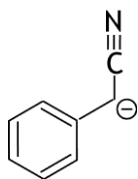


In deze syntheseroute treden reacties op waarbij stereo-isomeren worden gevormd. Mengsels van stereo-isomeren die tijdens de syntheseroute ontstaan, worden niet gescheiden.

□1 In welke reactie(s) neemt het aantal stereo-isomeren toe?

2

In reactie 1 reageert eerst een hydroxide-ion met een molecuul 1 onder vorming van het onderstaande negatieve ion.



In dit ion is de minlading niet gelokaliseerd op één atoom, maar verdeeld over meerdere atomen. Dit is te verklaren met behulp van mesomerie.

- 2 Neem de structuurformule van het negatieve ion over en geef daarin met sterretjes aan welke atomen, behalve het C atoom in bovenstaande formule, negatief geladen zijn. 2

Het ontstane negatieve ion reageert met een molecuul 2.

- 3 Neem de volgende zin over en maak daarbij de juiste keuzes tussen de cursief getypte alternatieven:

De reactie van het negatieve ion van 1 met een molecuul 2 onder vorming van een molecuul 3 is een *additiereactie/eliminatiereactie/substitutiereactie* waarbij het negatieve ion van 1 fungeert als *elektrofiel/nucleofiel* deeltje. 2

In reactie 2 reageert het gevormde molecuul 3 met water, waarbij zwavelzuur als katalysator optreedt. Het mechanisme van deze reactie is hieronder stap voor stap beschreven.




Stap 1: het vrije elektronenpaar op het N atoom van de CN groep in 3 bindt een H⁺ van een H₃O⁺ ion.

Stap 2: een watermolecuul wordt gebonden aan het C atoom van de CN groep, waarbij ook een neutrale NH groep ontstaat.

Stap 3: er vindt uitwisseling van een proton plaats tussen de gevormde OH₂⁺ groep en het N atoom.

Stap 4: er vindt overdracht plaats van een proton van de OH groep naar een watermolecuul, tevens verschuiven bindingen zodat 4 ontstaat.

- 4 Geef de stappen 1 tot en met 4 van het mechanisme weer met structuurformules.

- Gebruik de volgende notaties voor de zijgroepen:  = R₁ en  = R₂.
- Teken alle bindende en niet-bindende elektronenparen.
- Geef met kromme pijlen () aan hoe elektronenparen verschuiven bij het vormen en verbreken van bindingen.
- Zet alle formele ladingen op de juiste plaats

8

In reactie 3 reageert de pyridine-ring (R_2 bij vraag 4) met waterstof. Bij deze reactie reageert de benzeenring (R_1 bij vraag 4) niet met waterstof.

Dit ligt aan het verschil tussen de zogenoemde resonantie-energie (= mesomerie-energie) van beide groepen.

De resonantie-energie van de benzeenring ($1,50 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$) is het verschil van de energie die vrijkomt bij de volledige hydrogenering van drie mol $\text{C} = \text{C}$ bindingen en de energie die vrijkomt bij de volledige hydrogenering van een mol benzeenringen.

De resonantie-energie van de pyridine-ring ($1,07 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$) is het verschil van de energie die vrijkomt bij de volledige hydrogenering van twee mol $\text{C} = \text{C}$ bindingen plus één mol $\text{C} = \text{N}$ bindingen en de energie die vrijkomt bij de volledige hydrogenering van een mol pyridine-ringen.

Als verklaring voor het feit dat in reactie 3 de pyridine-ring met waterstof reageert en de benzeenring niet, veronderstelt Gerrit dat bij de reactie van de pyridine-ring met waterstof meer energie vrijkomt dan bij de reactie van de benzeenring met waterstof.

- 5 Ga door middel van een berekening na of bij de hydrogenering van een mol pyridine-ringen meer energie vrijkomt dan bij de hydrogenering van een mol benzeenringen.
- Maak gebruik van gegevens uit Binas tabel 58 of ScienceData tabel 9.3.
 - De resonantie-energie van de pyridine-ring is $1,07 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.
 - Bij de volledige hydrogenering van de benzeenring komt $2,1 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ vrij. 6
- 6 Geef een andere mogelijke verklaring voor het feit dat in reactie 3 de benzeenring niet wordt gehydrogeneerd. 1
- In reactie 4 laat men stof 5 reageren met zoutzuur.
- 7 Geef de formules van P en Q. Noteer je antwoord als volgt:
- P is
- Q is ... 2
- 8 Geef de formules van R en S. Noteer je antwoord als volgt:
- R is
- S is ... 2

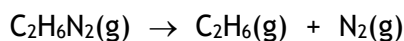
■ Opgave 3 De ontleding van azomethaan

(14 punten)

Azomethaan heeft de molecuulformule $C_2H_6N_2$. In een molecuul azomethaan zijn de twee stikstofatomen aan elkaar gebonden en is aan elk stikstofatoom een methylgroep gebonden.

- 9 Geef de lewisstructuur van een molecuul azomethaan. Noteer de methylgroepen als CH_3 . 2
- 10 Leg uit of er stereo-isomeren van azomethaan mogelijk zijn. 3

Azomethaan ontleedt gemakkelijk onder vorming van ethaan en stikstof:



Bij een onderzoek naar de kinetiek van deze reactie heeft men in een reactievat met een vast volume een bepaalde hoeveelheid azomethaan gebracht en de druk in het vat op een aantal tijdstippen gemeten. De temperatuur was tijdens het experiment constant. De volgende gegevens zijn verkregen:

t	10,0 min	21,0 min	35,0 min	∞
p_{totaal}	$0,656 \cdot 10^5$ Pa	$0,732 \cdot 10^5$ Pa	$0,813 \cdot 10^5$ Pa	$1,144 \cdot 10^5$ Pa

Op $t = \infty$ is alle azomethaan omgezet.

- 11 Laat zien dat de ontleding van azomethaan een eerste orde reactie is en bereken de reactiesnelheidsconstante k voor deze reactie bij deze temperatuur. 7
- 12 Geef aan wat je moet doen als je de activeringsenergie van deze reactie wilt bepalen. 2

■ Opgave 4 Superfosfaat

(15 punten)

De kunstmeststof superfosfaat is een mengsel van hoofdzakelijk calciumdiwaterstoffosfaat ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) en calciumsulfaat (CaSO_4). Superfosfaat wordt bereid door een erts dat hoofdzakelijk bestaat uit fluorapatiet ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) bij normale temperatuur en druk te laten reageren met zuiver zwavelzuur. Bij deze reactie ontstaan uitsluitend gasvormig waterstoffluoride (HF), vast calciumdiwaterstoffosfaat en vast calciumsulfaat.

- 13 Geef de vergelijking van deze reactie tussen fluorapatiet en zwavelzuur. Noteer in deze vergelijking ook alle toestandsaanduidingen. 3
- 14 Bereken het massapercentage calciumdiwaterstoffosfaat, afgerond op een geheel getal, in superfosfaat als dit bereid zou worden uit zuiver fluorapatiet en zuiver zwavelzuur. 3

Van de bestanddelen van superfosfaat is alleen calciumdiwaterstoffosfaat werkzaam als meststof. Calciumdiwaterstoffosfaat is bij kamertemperatuur goed oplosbaar in water. Men kan de andere bestanddelen uit superfosfaat verwijderen door aan het superfosfaat water toe te voegen en vervolgens de verkregen troebele vloeistof bij kamertemperatuur te filtreren.

Bij toevoeging van water aan superfosfaat vindt het volgende plaats:



en



Bij kamertemperatuur is calciumsulfaat matig oplosbaar in water. Wanneer echter water aan superfosfaat wordt toegevoegd, lost calciumsulfaat veel minder goed op, dan wanneer water aan zuiver calciumsulfaat wordt toegevoegd.

- 15 Leg uit hoe het komt dat bij toevoeging van water aan superfosfaat het calciumsulfaat veel minder goed oplost, dan wanneer water aan zuiver calciumsulfaat wordt toegevoegd. 2

Emmy wil van een kleine hoeveelheid superfosfaat bepalen hoeveel mmol calciumdiwaterstoffosfaat er in zit. Zij gaat daarbij als volgt te werk.

Aan de te onderzoeken hoeveelheid superfosfaat wordt water toegevoegd totdat het volume van de vloeistof 100,0 mL is. Al het calciumdiwaterstoffosfaat lost daarbij op. Nadat de niet opgeloste bestanddelen van het superfosfaat zijn bezonken, worden aan 10,00 mL van de ontstane heldere vloeistof twee oplossingen in overmaat toegevoegd: een oplossing van ammoniak en een oplossing van een bepaalde verbinding van molybdeen (Mo). Hierdoor reageren alle H_2PO_4^- ionen in de oplossing tot vast $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$. Deze vaste stof wordt vervolgens afgefiltreerd. De vaste stof wordt daarna toegevoegd aan een oplossing die 10,00 mmol opgelost NaOH bevat. De hoeveelheid opgelost NaOH is een kleine overmaat.

Bij de toevoeging van de vaste stof aan de NaOH oplossing reageert alle $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$ met OH^- ; daarbij worden uitsluitend MoO_4^{2-} , HPO_4^{2-} , H_2O en NH_3 gevormd.

Tenslotte wordt na toevoegen van een geschikte indicator de hoeveelheid niet gereageerd OH^- bepaald door titratie met zoutzuur.

Toen Emmy de bepaling op de hierboven beschreven manier uitvoerde, had ze voor de titratie 0,380 mmol H_3O^+ nodig. Aangenomen mag worden dat deze H_3O^+ alleen met OH^- reageert.

Om het aantal mmol calciumdiwaterstoffosfaat in de onderzochte hoeveelheid superfosfaat te kunnen berekenen, moet bekend zijn in welke molverhouding $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$ en OH^- met elkaar reageren.

Die (vrij extreme) verhouding kan gevonden worden door een deel van de reactievergelijking op te stellen en vervolgens te letten op de ladingen links en rechts van de pijl.

- 16 Stel een deel van de reactievergelijking op en leg uit, aan de hand van de ladingen links en rechts van de pijl, hoeveel mol OH^- reageert met 1 mol $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$. 3
- 17 Bereken het aantal mmol calciumdiwaterstoffosfaat in de onderzochte hoeveelheid superfosfaat. 4

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

Olav Altenburg
Alex Blokhuis
Johan Broens
Martin Groeneveld
Mees Hendriks
Jacob van Hengst
Emiel de Kleijn
Jasper Landman
Bob Lefeber
Marte van der Linden
Han Mertens
Geert Schulpen
Niels Vreeswijk
Eveline Wijbenga
Amin Zadeh
Emmy Zeetsen

De eindredactie was in handen van:

Kees Beers, Dick Hennink, Marijn Jonker en Piet Mellema

44^e Nationale Scheikundeolympiade 2023 voorronde 2

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		
totaal		