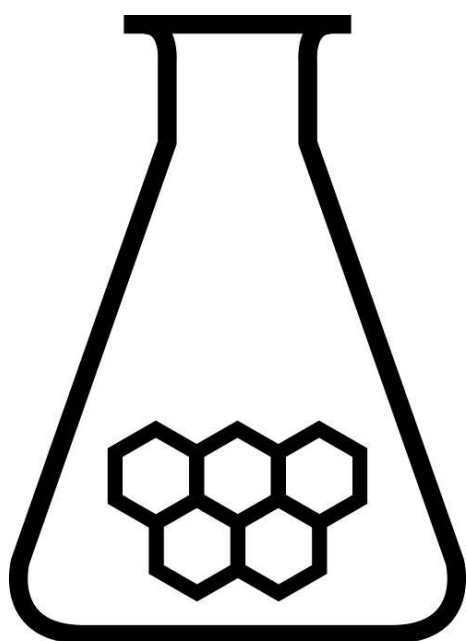


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE 2024

OPGAVEN VOORRONDE 2

af te nemen in de periode van
19 tot en met 22 maart 2024



SCHEIKUNDE OLYMPIADE



Maastricht University

- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen en 3 opgaven met in totaal 15 open vragen alsmede een antwoordblad voor de meerkeuzevragen en een uitwerkbijlage.
- 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.
- Zet je naam op alle pagina's van de uitwerkbijlage.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 95 punten.
- De voorronde duurt 3 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
Alex Blokhuis
Johan Broens
Martin Groeneveld
Mees Hendriks
Jacob van Hengst
Emiel de Kleijn
Jasper Landman
Bob Lefeber
Marte van der Linden
Han Mertens
Anna Reinhold
Joran de Ridder
Geert Schulpen
Niels Vreeswijk
Eveline Wijbenga
Amin Zadeh
Emmy Zeetsen

De eindredactie was in handen van:

Kees Beers, Dick Hennink, Marijn Jonker, Piet Mellema en Pia Scheffer

Opgave 1 Meerkeuzevragen

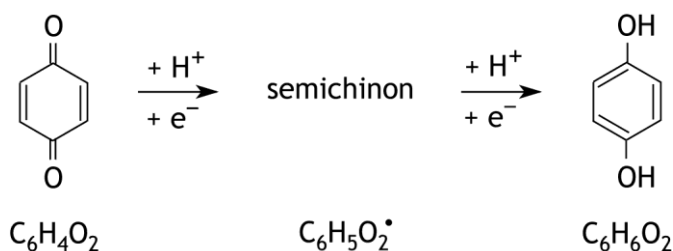
totaal 40 punten

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.

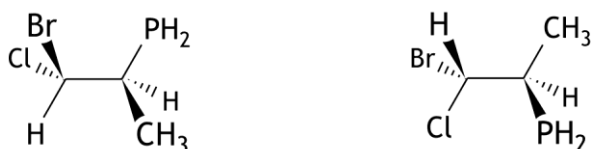
Koolstofchemie

- 1 Hieronder is de omzetting van chinon ($C_6H_4O_2$) tot hydrochinon ($C_6H_6O_2$) weergegeven. Bij deze omzetting ontstaat als tussenproduct semichinon ($C_6H_5O_2$). Het molecuul semichinon is een radicaal.



Hoeveel grensstructuren, zonder formele ladingen, heeft een molecuul semichinon?

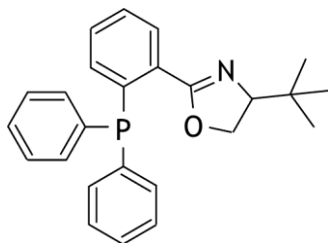
- A 1
 - B 2
 - C 3
 - D 4
 - E 5
 - F 6
 - G 7
 - H 8
- 2 Hieronder staan ruimtelijke structuurformules van twee moleculen.



Wat is de relatie tussen deze moleculen?

- A het zijn diastereomeren
- B het zijn enantiomeren
- C het zijn identieke moleculen
- D het zijn structuurisomeren

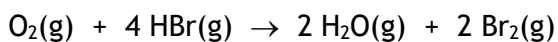
3 Hoeveel chirale centra zitten er in onderstaand molecuul?



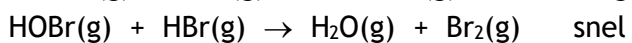
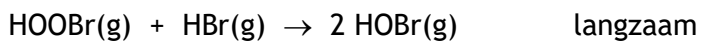
- A 0
- B 1
- C 2
- D 3
- E 4
- F 5

Reactiesnelheid en evenwicht

4 Voor de reactie:



wordt het volgende mechanisme voorgesteld:



Welke reactiesnelheidsvergelijking past bij dit mechanisme?

- A $s = k[\text{HBr}]$
- B $s = k[\text{O}_2][\text{HBr}]$
- C $s = k[\text{O}_2][\text{HBr}]^2$
- D $s = k[\text{O}_2][\text{HBr}]^4$

- 5 Een gas X dissocieert bij verhitting waarbij zich het volgende evenwicht instelt:
 $X(g) \rightleftharpoons Y(g) + Z(g)$
 Een hoeveelheid van X wordt bij een constante druk, p , verhit tot een bepaalde temperatuur. Na instellen van het evenwicht blijkt de partiële druk van X gelijk te zijn aan $\frac{1}{7}p$.

Welke waarde heeft de evenwichtsconstante K_p van bovenstaand evenwicht bij deze temperatuur?

- A $\frac{6}{7}p$
 B $\frac{9}{7}p$
 C $\frac{36}{7}p$
 D $6p$
 E $9p$

Structuren en formules

- 6 Hoe groot zijn de bindingshoeken in een molecuul chloorisocyanaat ($Cl - N = C = O$) bij benadering?

	$\angle CINC$	$\angle NCO$
A	$109,5^\circ$	$109,5^\circ$
B	$109,5^\circ$	120°
C	$109,5^\circ$	180°
D	120°	$109,5^\circ$
E	120°	120°
F	120°	180°
G	180°	$109,5^\circ$
H	180°	120°
I	180°	180°

- 7 Voor één elektron van een Ge atoom in de grondtoestand dat zich in de gasfase bevindt, geldt de set kwantumgetallen 4, 1, 1, $+\frac{1}{2}$ voor respectievelijk n , l , m_l en m_s . Welke set van de volgende sets kwantumgetallen **kan niet gelden** voor een ander elektron van dit atoom?

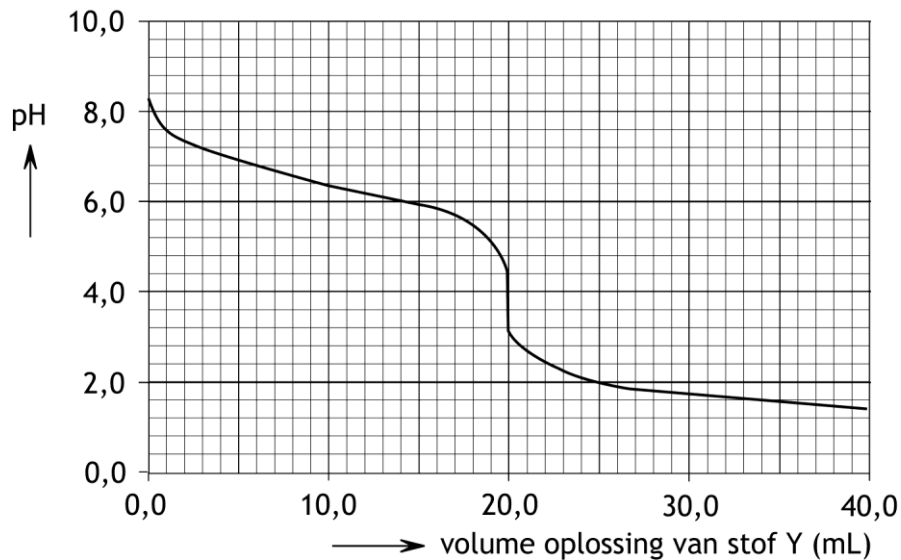
	n	l	m_l	m_s
A	3	2	1	$-\frac{1}{2}$
B	4	0	0	$+\frac{1}{2}$
C	4	1	1	$-\frac{1}{2}$
D	4	1	0	$+\frac{1}{2}$

- 8 Hoeveel σ -bindingen en hoeveel π -bindingen zitten er in een molecuul cyanogeen, $\text{N}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$?

	aantal σ -bindingen	aantal π -bindingen
A	1	2
B	1	4
C	1	6
D	3	2
E	3	4
F	5	2
G	5	4

pH / zuur-base

- 9 20 mL van een oplossing van stof X werd gepipetteerd in een erlenmeyer en getitreerd met een oplossing van stof Y uit een buret. Gedurende het experiment werd de pH gevolgd met een pH-meter. De resultaten zijn hieronder weergegeven.



Welke combinatie van X en Y is mogelijk?

	X	Y
A	KOH	CH_3COOH
B	NaHCO_3	HCl
C	CH_3COOH	NaHCO_3
D	KOH	HCl
E	HCl	NaHCO_3

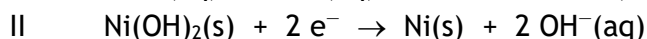
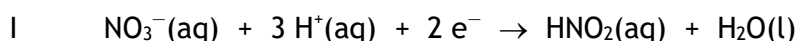
- 10 Aan 500 mL 0,200 M NaH_2PO_4 oplossing wordt geleidelijk 1,0 M NaOH oplossing toegevoegd totdat een bufferoplossing met $\text{pH} = 6,90$ is ontstaan. Hoeveel mL 1,0 M NaOH oplossing werd toegevoegd?
- A 25 mL
 B 33 mL
 C 50 mL
 D 67 mL
 E 75 mL
 F 100 mL

Redox en elektrochemie

- 11 Welke halfreacties vinden plaats bij de elektrolyse van een oplossing van zinksulfaat met beide elektroden van zink?

	bij de negatieve elektrode	bij de positieve elektrode
A	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	$2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$
B	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$
C	$2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$
D	$2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$	$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$
E	$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	$2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$
F	$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$
G	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$
H	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$	$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$

- 12 Bij welke van de volgende halfreacties is de elektrodepotentiaal afhankelijk van de pH ?



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

- 13 In een onderzoek aan een katalysator die gebruikt zou kunnen worden bij de elektrolyse voor de omzetting van koolstofdioxide tot methanol, wordt een elektrolyse uitgevoerd met een constante stroomsterkte van 0,370 A gedurende 200 minuten. Na afloop van de elektrolyse wordt de inhoud van de ruimte bij de negatieve elektrode geanalyseerd en deze bleek $5,30 \cdot 10^{-3}$ mol CH_3OH te bevatten.
- Hoeveel procent van de elektrische stroom is gebruikt voor de omzetting van koolstofdioxide tot methanol?
- A 11,5 %
 - B 23,0 %
 - C 46,1 %
 - D 69,1 %
 - E 92,1 %

Analyse

- 14 In een aangezuurde oplossing van kaliumdichromaat kan het dichromaat, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, worden omgezet tot chroom(III), Cr^{3+} . Dichromaationen geven aan een oplossing een oranje kleur en chroom(III)ionen geven aan een oplossing een groene kleur. Vanwege deze kleurverandering is een aangezuurde kaliumdichromaatoplossing dus een geschikt reagens om bepaalde stoffen te identificeren.
- Van de onderstaande vier stoffen werden waterige oplossingen gemaakt. Aan elke oplossing werd een aantal druppels van een aangezuurde kaliumdichromaatoplossing toegevoegd. Slechts één oplossing kreeg een oranje kleur.
- Welke oplossing was dat?
- A $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
 - B $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
 - C KI
 - D SnCl_2
- 15 Van een $3,00 \cdot 10^{-4}$ M kaliumpermanganaatoplossing wordt met behulp van een spectrofotometer bij een golflengte van 525 nm de extinctie gemeten: 0,600. Aan 50,0 mL van deze oplossing wordt 50,0 mL van een oplossing van natriumsulfiet toegevoegd. De volgende reactie treedt op:
- $$2 \text{MnO}_4^- + 5 \text{SO}_3^{2-} + 6 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{SO}_4^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O}$$
- Na afloop van de reactie wordt, ook bij een golflengte van 525 nm, de extinctie van de ontstane oplossing gemeten: 0,100.
- Wat was de molariteit van de natriumsulfietoplossing?
- A $8,00 \cdot 10^{-5}$ mol L^{-1}
 - B $1,00 \cdot 10^{-4}$ mol L^{-1}
 - C $2,50 \cdot 10^{-4}$ mol L^{-1}
 - D $5,00 \cdot 10^{-4}$ mol L^{-1}
 - E $6,25 \cdot 10^{-4}$ mol L^{-1}

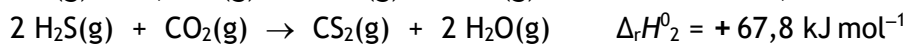
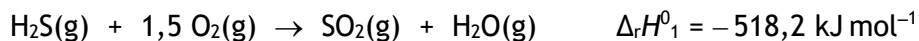
Rekenen

- 16 Welk edelgas heeft een dichtheid van $0,826 \text{ g dm}^{-3}$ bij 900 °C en $2,00 \text{ atm}$?
- A He
 - B Ne
 - C Ar
 - D Kr
 - E Xe
- 17 Op ijzeren schepen worden vaak blokken zink aangebracht als opofferingsmetaal. Het zink gaat het roesten van ijzer in water tegen doordat het zelf reageert. Zink is namelijk een sterkere reductor dan ijzer. Zink wordt hierbij omgezet tot zinkhydroxide. Een dergelijk blok met een oorspronkelijke massa van $113,0 \text{ g}$ heeft na enige tijd gebruikt te zijn een massa van $140,2 \text{ g}$.
- Wat is de verhouding $\text{Zn}(0) : \text{Zn}(\text{II})$ in dit blok? Ga ervan uit dat het blok oorspronkelijk uit zuiver zink bestond en dat het gevormde zinkhydroxide op het blok blijft zitten.
- A $0,0800 : 1,00$
 - B $1,08 : 1,00$
 - C $1,16 : 1,00$
 - D $2,16 : 1,00$
 - E $4,23 : 1,00$
 - F $5,32 : 1,00$
 - G $11,6 : 1,00$

Thermochemie en Groene chemie

- 18 Elementair koper kan worden geproduceerd uit chalcopyriet, CuFeS_2 . De reactievergelijking van dit proces is hieronder gegeven:
- $$2 \text{CuFeS}_2 + 5 \text{O}_2 + 2 \text{SiO}_2 \rightarrow 2 \text{Cu} + 4 \text{SO}_2 + 2 \text{FeSiO}_3$$
- De E -factor van deze productie is $6,5$.
- Wat is het rendement van deze reactie?
- A $7,0\%$
 - B 13%
 - C 32%
 - D 68%
 - E 87%
 - F 93%

- 19 Hieronder zijn standaard reactie-enthalpieën voor twee reacties van waterstofsulfide in de gasfase gegeven.



Wat volgt hieruit voor de standaard reactie-enthalpie $\Delta_r H^0_3$ voor de verbranding van koolstofdissulfide in de gasfase: $\text{CS}_2(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{SO}_2(\text{g})$?

- A $-450,4 \text{ kJ mol}^{-1}$
B $-586,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
C $-968,6 \text{ kJ mol}^{-1}$
D $-1104,2 \text{ kJ mol}^{-1}$
- 20 Voor welke reactie van de onderstaande reacties ligt $\Delta_r G^0$ het dichtst bij $\Delta_r H^0$?
- A $2 \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
B $2 \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
C $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
D $2 \text{NaCl}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

Open vragen

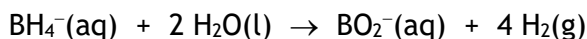
totaal 55 punten

Opgave 2 Waterstof voor een brandstofcel

15 punten

Voor duurzame energie lijkt waterstof een geschikte energiedrager te zijn. In een brandstofcel kan waterstof op een efficiënte manier gebruikt worden voor de productie van elektrische energie. Er kleeft wel een bezwaar aan het gebruik van waterstof en dat is de opslag van grote hoeveelheden van dit gas. Daarom wordt ook onderzocht of waterstof opgeslagen kan worden in de vorm van de vaste stof natriumboorhydride (NaBH_4). Natriumboorhydride is niet giftig en redelijk stabiel onder normale omstandigheden.

Door NaBH_4 te hydrolyseren komt het waterstofgas weer vrij:



Deze hydrolyse is een langzaam proces bij kamertemperatuur en daarom is een katalysator nodig. Katalysatoren op basis van ruthenium (Ru) zijn zeer actieve katalysatoren voor deze hydrolyse, zelfs bij kamertemperatuur. Ze zorgen voor de volledige omzetting van NaBH_4 tot H_2 . Uit kinetisch onderzoek is gebleken dat de katalytische hydrolyse van NaBH_4 een nulde orde reactie is met betrekking tot de concentratie van BH_4^- en recht evenredig is met de hoeveelheid Ru.

Per mol Ru wordt 92 mol H_2 per minuut gevormd bij 298 K.

- 1 Bereken hoeveel mg Ru nodig is voor de productie van $0,100 \text{ dm}^3 \text{ H}_2$ per minuut uit 100 mL 1,0 M NaBH_4 oplossing, bij 298 K en $p = p_0$. 3
- 2 Bereken gedurende hoeveel minuten dit systeem $0,100 \text{ dm}^3 \text{ H}_2$ per minuut kan produceren, bij 298 K en $p = p_0$. 4

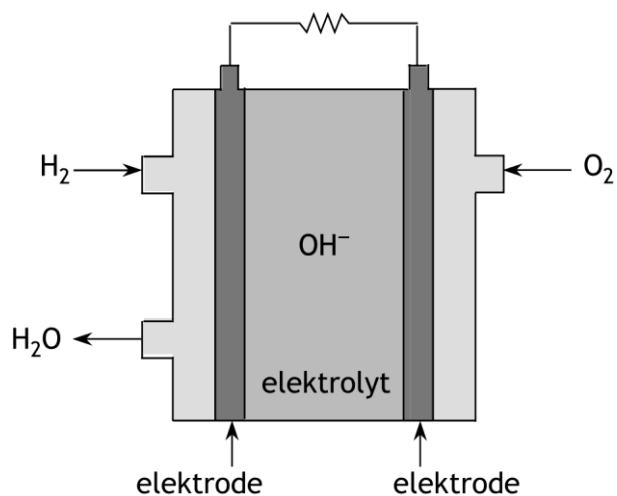
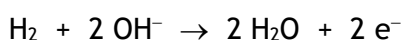
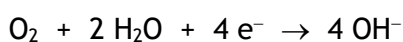
De activeringsenergie (E_a) voor de katalytische hydrolyse van NaBH_4 is 42 kJ mol^{-1} .

- 3 Bereken de temperatuur, in K, die nodig is om met dezelfde snelheid ($0,100 \text{ dm}^3 \text{ H}_2$ per minuut) waterstof te produceren terwijl slechts de helft aanwezig is van de hoeveelheid katalysator die werd gebruikt bij 298 K. 4

Hiernaast is een schematische tekening van een alkalische waterstofbrandstofcel gegeven.

Het essentiële gedeelte van de brandstofcel bestaat uit drie onderdelen: twee elektroden met daartussen de elektrolyt.

Bij de elektroden treden de volgende halfreacties op:



- 4 Bereken de gibbsenergie voor de vorming van $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ in de brandstofcel, onder standaardomstandigheden. Maak hierbij gebruik van $\Delta G^0 = -nF\Delta V^0$ 4

Opgave 3 Een hoge-temperatuur-supergeleider

24 punten

Supergeleiders zijn materialen waarin een elektrische stroom kan stromen zonder daarbij weerstand te ondervinden. Supergeleiding werd voor het eerst ontdekt in 1911 door de Leidse wetenschapper Heike Kamerlingh Onnes tijdens zijn baanbrekende werk op het gebied van extreem lage temperaturen. Supergeleiders zijn nuttig voor allerlei toepassingen, zoals bijvoorbeeld bij MRI. Een nadeel is echter dat de meeste materialen pas supergeleidend worden als ze tot vlak bij het absolute nulpunt worden afgekoeld. Het was daarom een doorbraak toen Georg Bednorz en Alex Müller een klasse van keramische materialen ontdekten die al supergeleidend zijn als je ze met vloeibare stikstof afkoelt. Voor deze ontdekking van hoge-temperatuur-supergeleiders kregen zij in 1987 de Nobelprijs voor de natuurkunde.

Tot de bekendste voorbeelden van deze keramische supergeleiders behoren de stoffen die kunnen worden weergegeven met YBCO. Deze zijn opgebouwd uit ionen van yttrium (Y), barium, koper en zuurstof. De ionen van yttrium (Y), barium en koper komen voor in de verhouding 1 : 2 : 3. Het aantal oxide-ionen in de verhoudingsformule van YBCO is afhankelijk van de hoeveelheid zuurstof die bij de bereiding van een YBCO verbinding reageert, maar is maximaal 7. De verhoudingsformule van een YBCO verbinding kan dan worden weergegeven met $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(7-x)}$.

Bij een bereiding van $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(7-x)}$ laat men yttrium(III)carbonaat, bariumcarbonaat en koper(II)carbonaat in aanwezigheid van zuurstof met elkaar reageren. Behalve $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(7-x)}$ ontstaat alleen koolstofdioxide.

- 5 Geef de reactievergelijking van deze bereiding van $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(7-x)}$. 3

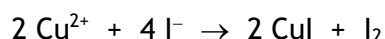
Bij de bereiding van een YBCO verbinding in aanwezigheid van zuurstof wordt een deel van de Cu^{2+} ionen omgezet tot Cu^{3+} ionen. Y^{3+} en Ba^{2+} worden niet omgezet.

- 6 Bereken de waarde van x in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{(7-x)}$ als daarin 20% van de Cu^{2+} ionen is omgezet tot Cu^{3+} ionen. 4

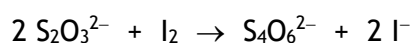
Om de waarde van x in een YBCO verbinding te bepalen, kan een jodometrische titratie worden uitgevoerd. Hierbij laat men eerst de YBCO verbinding reageren met zoutzuur. Daarbij ontstaat een oplossing waarin geen Cu^{3+} voorkomt, omdat dit met water heeft gereageerd. Deze reactie van Cu^{3+} met water is een redoxreactie waarbij onder andere Cu^{2+} en O_2 ontstaan.

- 7 Geef van de reactie van Cu^{3+} met water de vergelijkingen van de beide halfreacties en de totale reactievergelijking. 2

Daarna wordt aan de oplossing een overmaat kaliumjodide toegevoegd, waardoor de volgende reactie plaatsvindt:

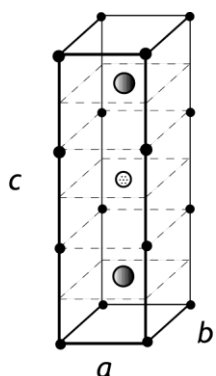


Het gevormde jood wordt tenslotte getitreerd met een oplossing van natriumthiosulfaat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. De volgende reactie treedt daarbij op:



Bij zo'n bepaling heeft men 160 mg YBCO verbinding gebruikt. Voor de titratie van het gevormde jood was 21,8 mL 0,0332 M natriumthiosulfaatoplossing nodig.

- 8 Bereken de waarde van x in de onderzochte YBCO verbinding. 7



- Cu^{2+} en Cu^{3+}
- ⊙ Y^{3+}
- Ba^{2+}

Hiernaast is de eenheidscel van het kristalrooster van een YBCO verbinding weergegeven.

De bariumionen en het yttriumion zitten binnenin de cel; met stippellijntjes zijn de horizontale vlakken weergegeven waarin deze ionen zich bevinden.

De koperionen zitten op de hoekpunten en op de ribben van de eenheidscel.

De oxide-ionen zijn niet getekend.

Om de tekening van de eenheidscel van $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ (YBCO met $x = 0$) compleet te maken, zouden 20 oxide-ionen getekend moeten worden. Sommige van deze oxide-ionen bevinden zich op ribben en sommige bevinden zich in buitenvlakken van de eenheidscel.

- 9 Bereken hoeveel oxide-ionen op ribben voorkomen en hoeveel in buitenvlakken in de eenheidscel van $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$.

4

De ribben van bovenstaande eenheidscel hebben de volgende lengtes: $a = 0,382$ nm, $b = 0,389$ nm en $c = 1,168$ nm.

- 10 Bereken de dichtheid in g cm^{-3} van $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$.

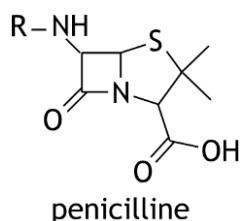
4

Opgave 4 Penicilline

16 punten

Penicilline wordt gebruikt als de verzamelnaam voor de groep van verschillende soorten penicilline. Penicilline heeft een bacteriedodend effect en is een veelgebruikt antibioticum om infectieziektes te bestrijden.

Hieronder is een molecuul penicilline schematisch weergegeven.

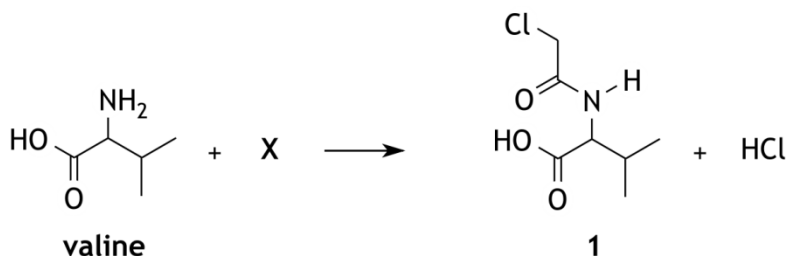


De moleculen van de verschillende soorten penicilline worden gekenmerkt door de aanwezigheid van twee cyclische structuren; ze onderscheiden zich van elkaar door de zijgroep R.

Sir Alexander Fleming ontdekte in 1928 penicilline (later penicilline G genoemd), als product van de schimmel *Penicillium notatum*. Fleming ontving in 1945 voor zijn ontdekking de Nobelprijs voor de geneeskunde, samen met Florey en Chain die de werking van penicilline onderzochten.

Vanwege de zeer nuttige eigenschappen van penicilline zijn er vele jaren besteed aan het ontwikkelen van syntheses ervan. In deze opgave wordt een deel van de synthese van een bepaalde soort penicilline beschouwd die ontwikkeld werd door professor J.C. Sheenan.

In de eerste reactie reageert het aminozuur valine met verbinding X waarbij verbinding 1 wordt gevormd. Bij deze omzetting komt HCl vrij als bijproduct.



□11 Geef de structuurformule van X.

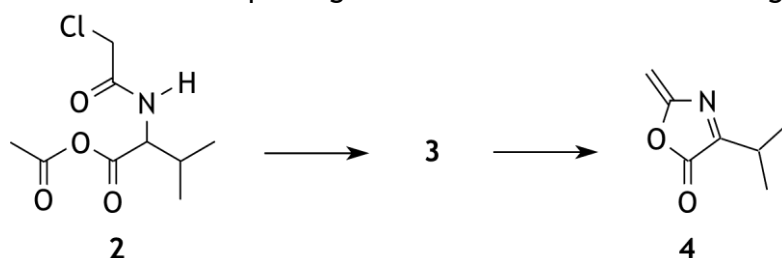
2

Het vervolg van de syntheroute gaat als volgt:

Men laat **1** reageren met azijnzuuranhydride waarbij **2** (zie hieronder) ontstaat.

Door de temperatuur te verhogen wordt **2** omgezet tot een tussenproduct **3**.

Uit **3** wordt na afsplitsing van ethanoaat en HCl verbinding **4** gevormd.



Het mechanisme voor de omzetting van **2** tot **3** verloopt als volgt:

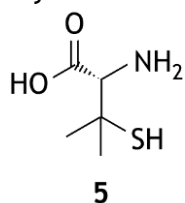
- reactie van een base met de NH groep;
- vorming van een structuur met een C = N binding;
- ringsluiting tot een structuur met een vijfring.

Op de uitwerkbijlage bij deze toets is de structuurformule weergegeven van **2** en B als formule voor de base.

- 12 Geef op de uitwerkbijlage het mechanisme weer van de omzetting van **2** tot **3** door:
- de structuurformules van de producten te tekenen;
 - niet-bindende elektronenparen te tekenen in de structuurformules voor en na de pijl;
 - met kromme pijlen (↷) aan te geven hoe elektronenparen verschuiven bij het vormen en verbreken van bindingen;
 - formele ladingen te plaatsen op de juiste posities.

4

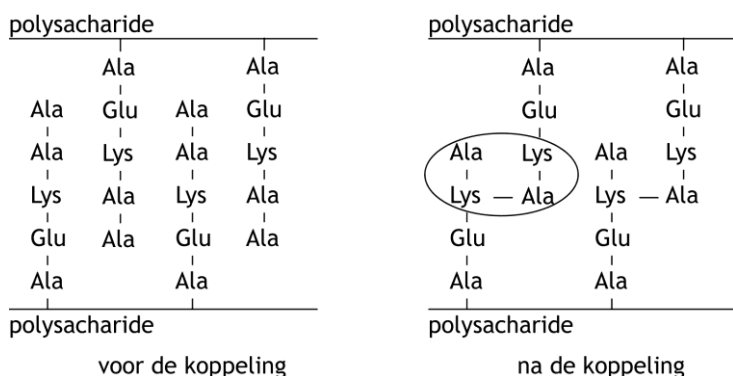
Via enkele reacties wordt **4** omgezet tot verbinding **5**, een belangrijk tussenproduct in de synthese van penicilline.



- 13 Leg uit of verbinding **5** de R- of S-configuratie heeft. Gebruik in je uitleg een tekening.

3

De bacteriedodende werking van penicilline berust op het feit dat de vorming van de celwand van de bacterie wordt verhinderd. De celwand van een bacterie bestaat onder andere uit een polysacharide. Aan dit polysacharide zijn peptideketens gebonden, gevormd uit een aantal aminozuren. Het eerste aminozuur dat aan het polysacharide is gebonden, is altijd alanine, waarbij steeds de aminogroep van alanine aan het polysacharide is gekoppeld. Bij het maken van de celwand worden twee naburige peptideketens aan elkaar gekoppeld. Die koppeling wordt gekatalyseerd door het enzym transpeptidase. Twee dergelijke koppelingen zijn hierna schematisch weergegeven.



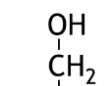
- 14 Teken de structuurformule van het ‘omcirkelde’ gedeelte. Uit deze structuurformule moet blijken hoe de vier aminozuurresten zijn gekoppeld. Maak gebruik van gegevens uit deze opgave en je tabellenboek. 4

Penicilline verhindert de hierboven beschreven koppeling van peptideketens doordat penicilline met het enzym transpeptidase reageert. Hierbij wordt het penicillinemolecuul aan het enzym gebonden. Deze reactie is niet omkeerbaar.

De ontstane stof is niet als enzym werkzaam. Transpeptidase is een polypeptide.

In een molecuul transpeptidase komt onder andere een serine-eenheid voor. Bij de reactie tussen penicilline en transpeptidase reageert de zijketen van de serine-eenheid met de peptidebinding in de kern van een molecuul penicilline. Hierbij wordt die peptidebinding verbroken en ontstaat een ester.

Op de uitwerkbijlage bij deze toets is de vergelijking van de reactie tussen penicilline en transpeptidase gedeeltelijk weergegeven. Het molecuul transpeptidase met daarin de zijketen van de serine-eenheid is daarbij als volgt schematisch weergegeven:



- 15 Maak op de uitwerkbijlage de vergelijking van de reactie tussen penicilline en transpeptidase af. Noteer het reactieproduct van deze reactie in structuurformule, op vergelijkbare wijze als voor de pijl voor penicilline en transpeptidase is gedaan. 3

45^e Nationale Scheikundeolympiade 2024 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		