

Examenopgaven vwo scheikunde analysetechnieken en reactiesnelheid

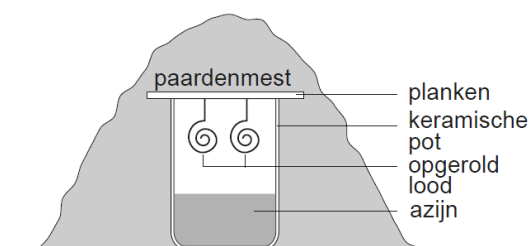


[Hier](#) staat een uitlegfilmpje over massaspectrometrie. [Hier](#) staat een overzicht van analysetechnieken. Via de linkjes/QR codes kom je steeds bij een uitlegfilmpje.

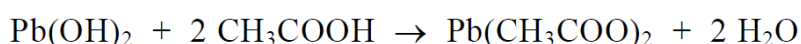


2007 I

Loodwit is een zogenoemd dubbelzout dat kan worden weergegeven met de formule $\text{Pb}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$. De bereiding van loodwit wordt niet zo nauwkeurig beschreven. De keramische potten waren niet volledig afgesloten: het lood stond via kieren in de planken in contact met de buitenlucht en met gasvormige stoffen die uit de broeiende paardenmest kwamen. Andere stoffen konden vanuit de paardenmest niet door of langs de planken in de pot terecht komen. Zie de figuur hiernaast.



Bij het proces ontstaat eerst loodhydroxide. Een deel van dit loodhydroxide wordt met de damp van ethaanzuur omgezet tot loodethanoaat:

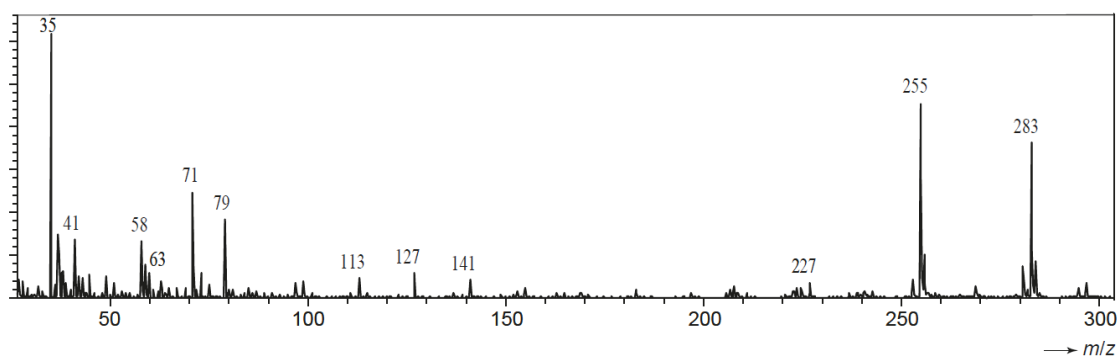


Het broeien van paardenmest is een exotherm proces. Dit feit bevordert op twee manieren de vorming van loodwit.

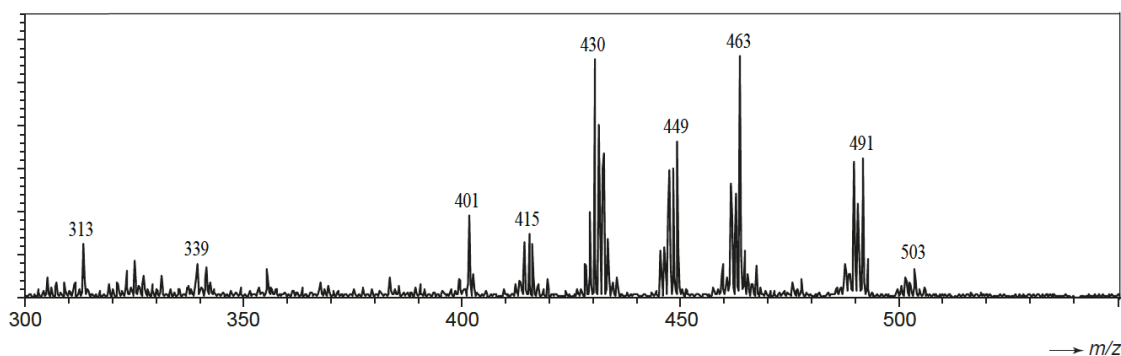
- 3p 11 Op welke twee manieren bevordert het feit dat het broeien van paardenmest een exotherm proces is de vorming van loodwit? Geef een verklaring voor je antwoord.

Massaspectrometrie speelt een belangrijke rol bij het onderzoek naar de samenstelling van de protrusies. Eén van de schilderijen waaraan dit onderzoek is gedaan, is het schilderij “Anatomische Les” van Rembrandt. Monsters uit de protrusies ondergingen in een massaspectrometer een zodanige bewerking dat daaruit negatieve en positieve ionen vrijkwamen. Er is een massaspectrum opgenomen van de negatieve ionen (massaspectrum 1) en één van de positieve ionen (massaspectrum 2).

massaspectrum 1



massaspectrum 2



Uit massaspectrum 1 blijkt de aanwezigheid van chloride-ionen in de protrusie en ook van palmitaationen en stearaationen.

De pieken bij $m/z = 463$ en $m/z = 491$ in massaspectrum 2 geven een sterke aanwijzing voor de aanwezigheid van loodpalmitaat en loodstearaat in de protrusie.

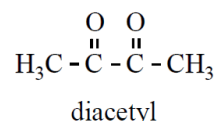
- 2p **14** Geef de m/z waarde van een piek van de chloride-ionen en de m/z waarde van een piek van de stearaationen in massaspectrum 1.
Noteer je antwoord als volgt:
chloride-ionen: bij $m/z = \dots$
stearaationen: bij $m/z = \dots$
- 2p **15** Leid, mede met behulp van een gegeven uit Binas-tabel 25, de formule af van de positieve ionsoort die de piek bij $m/z = 463$ in massaspectrum 2 veroorzaakt.

[Uitlegfilmpje](#)



2010 I

Eén van de angsten van bierbrouwers is dat hun product een slechte smaak heeft. Een slechte smaak kan worden veroorzaakt door diacetyl (zie de structuurformule hiernaast). Diacetyl geeft bier een botersmaak.



Met behulp van chromatografie kan worden aangetoond dat diacetyl in bier voorkomt.

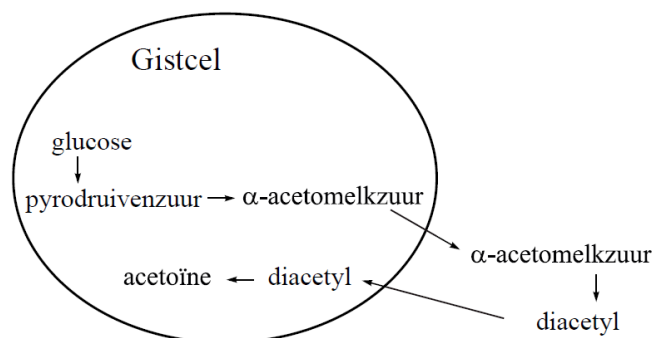
- 2p 10 Beschrijf hoe je door middel van chromatografie kunt aantonen dat diacetyl in bier voorkomt. Geef ook aan waaruit blijkt dat in het onderzochte bier inderdaad diacetyl voorkomt.

Tijdens het brouwen van bier wordt in gistcellen glucose in een aantal stappen enzymatisch omgezet. Daarbij wordt onder andere pyrodruivenzuur gevormd, een stof met de molecuulformule $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$. Een groot deel van het pyrodruivenzuur wordt door de gistcellen omgezet tot ethanol.

De gistcellen zullen echter uit pyrodruivenzuur ook de stof α -acetomelkzuur vormen. Bij de vorming van α -acetomelkzuur uit pyrodruivenzuur ontstaat één andere stof. α -Acetomelkzuur heeft de molecuulformule $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$.

Een deel van het ontstane α -acetomelkzuur wordt buiten de gistcel omgezet tot diacetyl. Het gevormde diacetyl kan door de gistcellen weer worden opgenomen en enzymatisch worden omgezet tot acetoïne. Acetoïne is minder nadelig voor de smaak van het bier dan diacetyl.

De hiervoor beschreven omzettingen van glucose tot diacetyl en acetoïne zijn hiernaast schematisch samengevat. Voor de omzettingen in de gistcel zijn enzymen nodig. De omzetting buiten de gistcel is een langzame reactie waarbij enzymen geen rol spelen.



Bij de bierproductie is het dus van belang dat het gistingsproces voldoende tijd krijgt. Een te korte gistingsduur kan nadelig zijn voor de smaak. De gistingsduur kan niet worden verkort door de temperatuur te verhogen, want gistcellen gaan boven $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dood.

Op internet staat een eenvoudige test beschreven, de zogenoemde diacetyl-test, waarmee kan worden nagegaan of het gistingsproces lang genoeg heeft geduurd.

diacetyl-test

- neem twee monsters van het brouwsel en nummer deze 1 en 2
- plaats monster 1 gedurende 10 - 20 minuten in een waterbad van 60 - 70 °C
- bewaar monster 2 bij kamertemperatuur
- koel monster 1 af tot kamertemperatuur
- proef beide monsters
- noteer of een botersmaak is waar te nemen

In principe zijn er voor de uitkomst van de test vier combinaties, die in onderstaande tabel met de letters A, B, C en D zijn aangegeven. Een + in deze tabel betekent dat een botersmaak wordt waargenomen. Een – geeft aan dat geen botersmaak wordt waargenomen.

	A	B	C	D
monster 1 (verwarmd)	+	–	+	–
monster 2 (niet verwarmd)	+	–	–	+

Op de website wordt aan de combinatie die onder de letter D staat geen aandacht besteed. Het is namelijk zeer onwaarschijnlijk dat de test resultaat D oplevert. De andere drie combinaties kunnen wel optreden.

- 2p **13** Leg uit waarom het zeer onwaarschijnlijk is dat de test resultaat D oplevert. Maak gebruik van in deze opgave verstrekte gegevens met betrekking tot de reacties die in en buiten de gistcel plaatsvinden.
- 2p **14** Geef twee mogelijke oorzaken voor de afwezigheid van een botersmaak in monster 2 en leg uit waarom men in dat geval ook het verwarmde monster moet proeven om na te gaan of het gistingsproces lang genoeg heeft geduurd.

[Uitlegfilmpje](#)



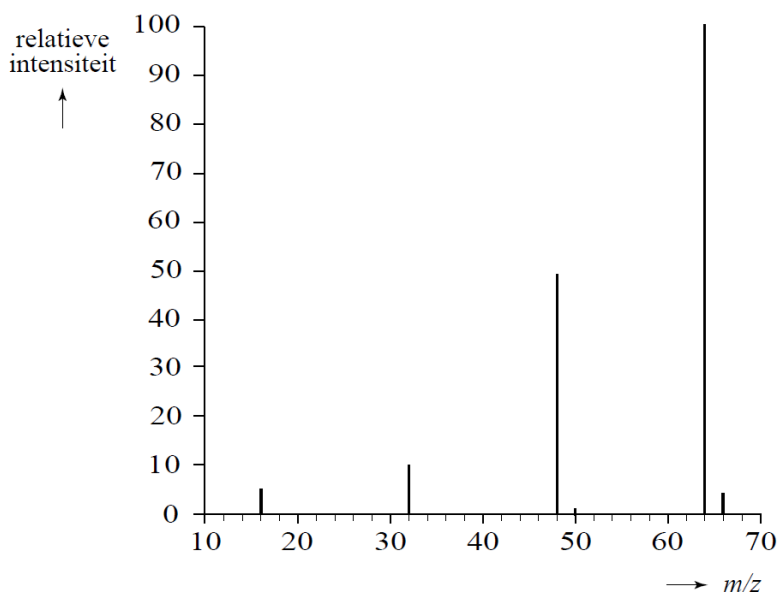
2011-I

Van de atoomsoort zwavel komen in de natuur meerdere stabiele isotopen voor. In onderstaande tabel staan gegevens van de twee meest voorkomende zwavelisotopen. In het vervolg van deze opgave mogen andere zwavelisotopen buiten beschouwing worden gelaten.

	^{32}S	^{34}S
atoommassa (u)	31,97207	33,96787
voorkomen in de natuur (%)	95,02	4,21

Als gevolg van het voorkomen van deze zwavelisotopen bestaan er dus sulfaationen met ^{32}S en met ^{34}S . Uit onderzoek is gebleken dat bij de bacteriële omzetting van SO_4^{2-} tot HS^- zogenoemde isotoopfractionering optreedt. Bacteriën blijken van één van de twee isotopen meer te gebruiken dan van de andere. Dit betekent dat wanneer aan bacteriën een sulfaatoplossing wordt aangeboden waarin SO_4^{2-} met een bepaalde $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ verhouding voorkomt, deze isotoopverhouding in het niet omgezette SO_4^{2-} na verloop van tijd zal zijn veranderd. Bovendien is dan ook de $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ verhouding in het ontstane HS^- anders dan de oorspronkelijke verhouding in het SO_4^{2-} .

Bij een experiment om deze isotoopfractionering te onderzoeken, werd een Na_2SO_4 oplossing aan een bacteriekweek aangeboden. Op verschillende tijdstippen werd een monster van de bacteriekweek genomen. Het eerste monster werd direct na toevoeging van de Na_2SO_4 oplossing genomen ($t = 0$). Het tweede monster werd enige tijd later genomen ($t = 1$). Aan de monsters werd een BaCl_2 oplossing toegevoegd, waardoor al het aanwezige SO_4^{2-} als BaSO_4 werd neergeslagen. Het ontstane mengsel werd vervolgens gefiltreerd en het BaSO_4 in het residu werd in een aantal stappen omgezet tot gasvormig SO_2 . Het ontstane gas werd onderzocht in een massaspectrometer. Hieronder is het massaspectrum gegeven van het gas dat ontstond na de behandeling van het eerste monster ($t = 0$).



De $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ verhouding werd afgeleid uit de verhouding van de hoogtes van de pieken bij $m/z = 66$ en $m/z = 64$. De $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ verhouding is echter niet gelijk aan de verhouding van de hoogte van de pieken bij $m/z = 66$ en $m/z = 64$.

Dat komt omdat de piek bij $m/z = 66$ niet alleen wordt veroorzaakt door deeltjes waarin ^{34}S voorkomt, maar ook door deeltjes waarin deze isotoop niet voorkomt. De verhouding van de piekhoogtes moet hiervoor worden gecorrigeerd.

- 2p 17 Geef de isotopensamenstelling van een deeltje dat geen ^{34}S bevat, maar dat in het massaspectrum van het ontstane gas wel bijdraagt aan de hoogte van de piek bij $m/z = 66$. Neem aan dat het onderzochte gas uitsluitend uit SO_2 bestond.

De verhouding $\frac{\text{piekhoogte bij } m/z = 66}{\text{piekhoogte bij } m/z = 64}$ in de onderzochte monsters is in onderstaande tabel weergegeven. In deze tabel is de correctie voor de aanwezigheid van andere isotopen dan ^{34}S reeds toegepast.

	$t = 0$	$t = 1$
$\frac{\text{piekhoogte bij } m/z = 66}{\text{piekhoogte bij } m/z = 64}$	0,0443	0,0452

- 2p 18 Leg op grond van deze resultaten uit wat bacteriën meer omzetten: $^{32}\text{SO}_4^{2-}$ of $^{34}\text{SO}_4^{2-}$.

In bovengenoemd experiment is de verandering van de $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ verhouding bepaald door het SO_4^{2-} te analyseren na een neerslagreactie. De verandering van de $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ verhouding kun je ook achterhalen door het HS^- , dat bij de bacteriële omzetting is ontstaan, te onderzoeken. Dit gaat echter niet eenvoudig met een neerslagreactie, omdat de meeste waterstofzouten dus ook de zouten met HS^- goed oplosbaar zijn. Om toch het HS^- in een bacteriekweek via een neerslagreactie en vervolgens met massaspectrometrie van SO_2 te onderzoeken, moeten enkele bewerkingen worden uitgevoerd.

- 3p 19 Beschrijf een methode om, uitgaande van het HS^- in de bacteriekweek, een vast zout te verkrijgen waarmee in een vervolgonderzoek de $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ verhouding kan worden bepaald. Vermeld in je beschrijving ook de namen van de stoffen en/of oplossingen die moeten worden gebruikt.

[uitlegfilmpje](#)

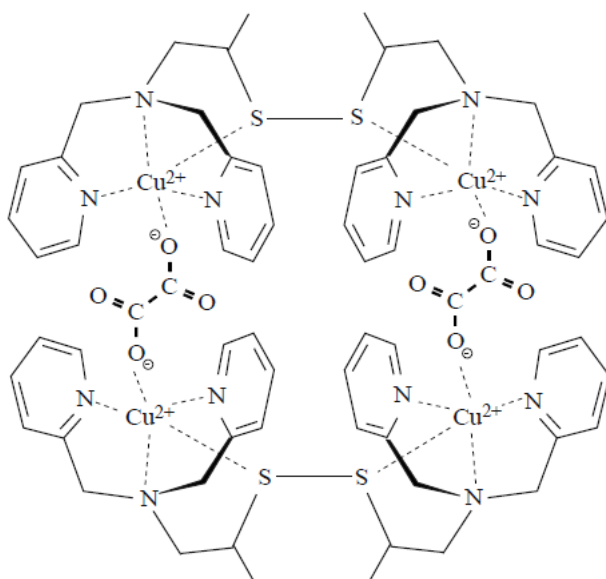


2012-II pilot

Aan de Universiteit van Leiden wordt onderzoek gedaan naar een methode om koolstofdioxide te binden. Bij deze methode wordt gebruikgemaakt van een koper(I)complex dat wordt aangeduid met P^{2+} . Men maakt dit complex door Cu^{2+} ionen te laten reageren met moleculen van een organische stof R-SH . De reactie tussen Cu^{2+} en R-SH is een redoxreactie, waarbij P^{2+} gevormd wordt.

Dat het koper(I)complex P^{2+} is gevormd, wordt aangetoond met behulp van massaspectrometrie. In het massaspectrum wordt onder andere een piek aangetroffen bij $m/z = 335$. Deze piek wordt toegeschreven aan het deeltje P^{2+} waarin uitsluitend de isotoop Cu-63 aanwezig is. Dit deeltje P^{2+} heeft $m = 670$ u en $z = 2+$.

Als een oplossing van P^{2+} aan de lucht wordt blootgesteld, ontstaan langzaam groenblauwe kristallen. Het blijkt dat de Cu^+ ionen worden omgezet in Cu^{2+} ionen. In deze reactie reageert niet zuurstof als oxidator, maar CO_2 . Hierbij ontstaat een nieuw complex Q^{4+} dat wordt gevormd uit twee deeltjes P^{2+} en 4 moleculen CO_2 . In figuur 1 is dit deeltje Q^{4+} met behulp van een schematische structuurformule weergegeven.



Dat dit deeltje Q^{4+} is gevormd, heeft men onder andere uit het massaspectrum van het reactieproduct afgeleid: daarin heeft men een piek gevonden bij $m/z = 379$. Deze waarde geldt voor Q^{4+} waarin van Cu en C alleen de isotopen Cu-63 en C-12 voorkomen. Dat CO_2 heeft gereageerd, heeft men kunnen bevestigen door een aanvullend experiment waarbij men gebruikmaakte van CO_2 met daarin uitsluitend de isotoop C-13.

- 2p 2 Laat met behulp van een berekening zien dat de piek bij $m/z = 379$ verwijst naar het deeltje Q^{4+} .
- 2p 3 Leg uit bij welke m/z waarde een piek zal voorkomen bij het aanvullende

Men kan een experiment uitvoeren, waarmee kan worden aangetoond dat CO_2 de oxidator is bij gelijktijdige aanwezigheid van koolstofdioxide en zuurstof.

- 2p 4 Geef een beschrijving van zo'n experiment. Geef aan hoe uit de resultaten kan worden geconcludeerd dat bij gelijktijdige aanwezigheid van koolstofdioxide en zuurstof de oxidator koolstofdioxide is.

Een oplossing met daarin Q^{4+} , waarin koolstofdioxide uit de lucht is gebonden, kan worden geëlektrolyseerd. Hierbij wordt het complex P^{2+} weer gevormd en ontstaan oxalaationen. Als in de oplossing lithiumionen aanwezig zijn, ontstaat een neerslag van lithiumoxalaat ($Li_2C_2O_4$).

Studenten voeren een experiment uit met 5,0 L lucht afkomstig uit een niet goed geventileerde ruimte. Het volumepercentage CO_2 in de lucht is vóór behandeling 0,55 volumepercent. Ze laten de lucht enige tijd met een oplossing van P^{2+} in aanraking komen. Vervolgens wordt het ontstane mengsel geëlektrolyseerd in aanwezigheid van lithiumionen. De massa van het ontstane neerslag van lithiumoxalaat blijkt 24 mg te zijn.

- 5p **5** Bereken hoeveel volumepercent koolstofdioxide de lucht na de behandeling bevat. Neem aan dat:
- het volume van de lucht na de behandeling nog steeds 5,0 L is;
 - alle lithiumoxalaat is neergeslagen;
 - het molair volume voor gassen bij de proefomstandigheden $24,5 \text{ L mol}^{-1}$ is;
 - de elektrolysereactie, waarbij het complex Q^{4+} wordt geregenereerd tot P^{2+} , voor 95% is verlopen.

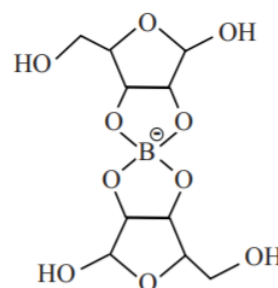
[Uitlegfilmpje](#)



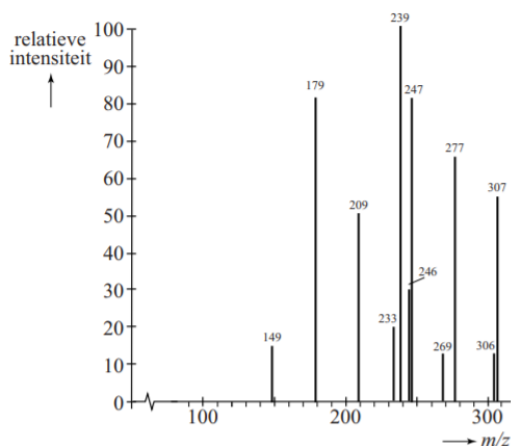
2015 II

Onderzoekers uit de VS hebben onderzocht of formosereacties waarin hydroxyethanal uiteindelijk leidt tot de vorming van ribose, mogelijk zijn in de aanwezigheid van boorverbindingen die in ruimtestof zouden kunnen voorkomen. Ze brachten hydroxyethanal en een reactieproduct van de tweede formosereactie samen met een boorverbinding. Van het mengsel dat ontstond maakten zij een massaspectrum, waarbij de apparatuur zodanig was ingesteld dat uitsluitend negatieve ionen werden gemeten. Dit massaspectrum is in de bijlage bij dit examen weergegeven.

De onderzoekers leidden uit het massaspectrum af dat er een pentose-boor verbinding was ontstaan. Zij vonden namelijk pieken die zij toekenden aan het hiernaast weergegeven negatieve ion $\text{B}(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_5)_2^-$: de molecuulionpieken met $m/z = 306$ en $m/z = 307$. Ook de relatieve intensiteit van deze pieken is in overeenstemming met dit ion.



- 3p **10** Leg uit dat aanwezigheid van de pieken met $m/z = 306$ en $m/z = 307$ én de relatieve intensiteit van deze pieken in overeenstemming zijn met het weergegeven ion. Maak hierbij gebruik van Binas-tabel 25 en houd voor C, H en O alleen rekening met de meest voorkomende isotopen.



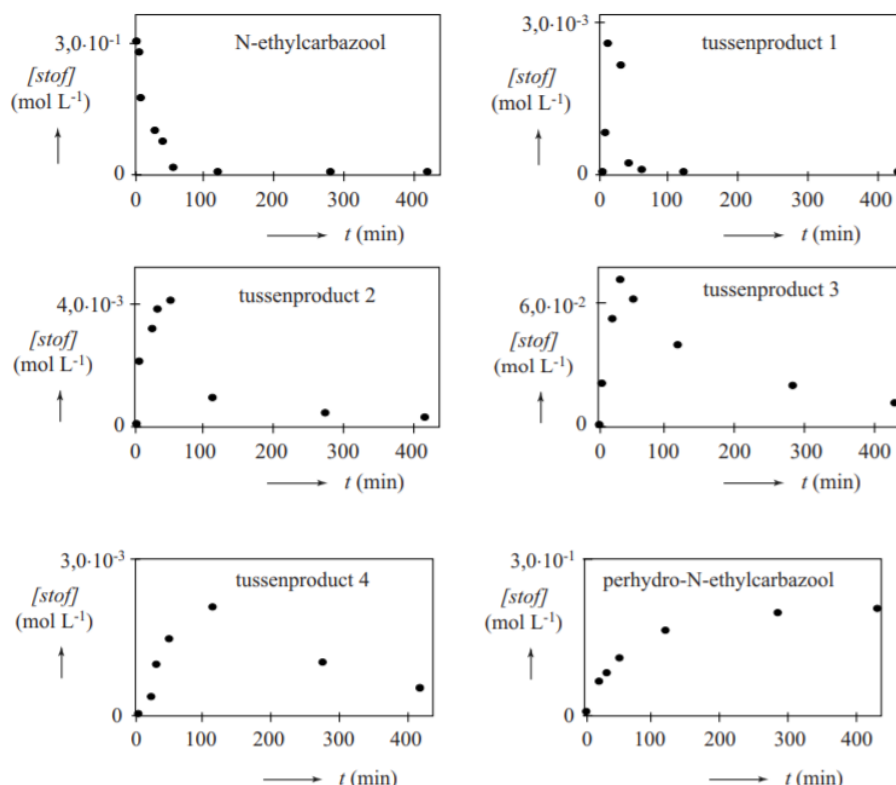
[Uitlegfilmpje](#)

2017 I



In een experiment is het verloop van de additie van waterstof aan N-ethylcarbazonol onderzocht. Het bleek dat in de loop van het experiment enkele tussenproducten konden worden aangetoond. Van de beginstof en het eindproduct en van een aantal tussenproducten is het verloop van de concentraties gemeten. In figuur 1 zijn enkele resultaten van de metingen weergegeven. De schaal op de y-assen verschilt per diagram. Het volume van het reactiemengsel was gedurende het gehele experiment constant.

figuur 1



- 2p 11 Leg aan de hand van de diagrammen in figuur 1 uit of na 400 minuten een volledige omzetting tot perhydro-N-ethylcarbazonol is bereikt.

Uit de diagrammen kan worden opgemaakt welke van de vijf weergegeven omzettingen de snelheidsbepalende stap is voor de omzetting van N-ethylcarbazonol tot perhydro-N-ethylcarbazonol.

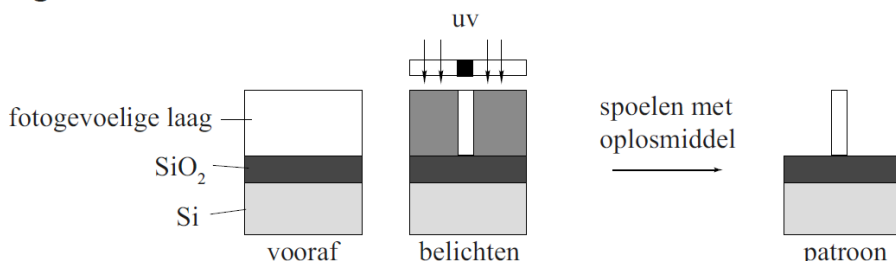
- 2p 12 Leg aan de hand van de diagrammen in figuur 1 uit welke omzetting de snelheidsbepalende stap is.

[Uitlegfilmpje](#)



Na het belichten zijn in de belichte delen alle BOC-4-hydroxystyreen-eenheden omgezet. Vervolgens wordt de wafer gespoeld met een oplosmiddel. In figuur 1 is het belichten en spoelen van een deel van de wafer schematisch weergegeven.

figuur 1

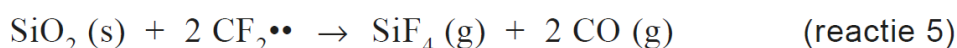
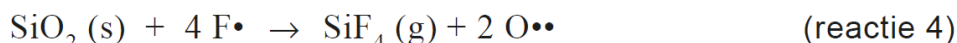


Nadat de wafer is ontwikkeld, wordt hij geëtsd met een gasmengsel van CF_4 en H_2 . Hierbij wordt de SiO_2 laag verwijderd op de plekken waar deze niet wordt beschermd door de fotogevoelige laag. Zo ontstaat het gewenste patroon in de SiO_2 laag.

Onder de gebruikte omstandigheden valt een groot deel van de moleculen CF_4 en H_2 uiteen en worden radicalen en dubbelradicalen gevormd. Het mengsel dat zo ontstaat wordt een plasma genoemd. In dit plasma treden de volgende reacties op:



Dit plasma reageert vervolgens met SiO_2 :



Op plekken waar de SiO_2 laag weg gereageerd is, kan het plasma ook met het silicium reageren volgens:



Het doel van het etsen is om uitsluitend de SiO_2 laag te verwijderen terwijl de Si laag intact blijft. De concentratie H_2 in het plasmamengsel beïnvloedt zowel de snelheid waarmee SiO_2 wordt geëtsd (de etssnelheid) als de mate waarin SiO_2 ten opzichte van Si wordt geëtsd (de selectiviteit).

- 3p 20 Neem onderstaande zinnen over en kies het juiste woord. Licht je antwoord toe aan de hand van bovenstaande reacties.
- Als de H_2 concentratie wordt verlaagd, neemt de etssnelheid toe/af.
 - Als de H_2 concentratie wordt verlaagd, neemt de selectiviteit toe/af.

[Uitlegfilmpje](#)



Daartoe werden water en een overmaat butaan-1-ol toegevoegd aan een hoeveelheid gehydrolyseerd plantenafval. Butaan-1-ol lost slecht op in water en vormt een laag boven op het water.

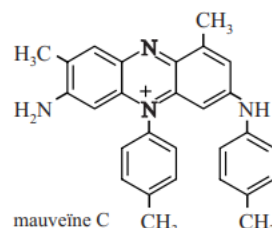
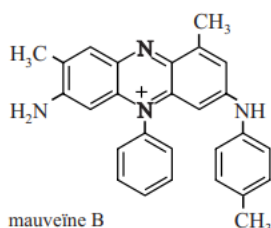
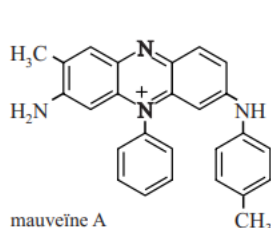
Het glutaminezuur vormt een di-ester met butaan-1-ol. De gevormde di-ester lost vervolgens op in de laag butaan-1-ol.

Behalve glutaminezuur reageren ook de andere aminozuren met butaan-1-ol tot esters. De vorming van deze esters treedt op aan het grensoppervlak van beide vloeistoffen. De omzetting verloopt sneller wanneer het reactiemengsel intensief wordt geroerd.

- 2p **22** Leg uit met behulp van het botsende deeltjesmodel waarom de omzetting van een aminozuur tot de ester sneller verloopt, wanneer het reactiemengsel intensief wordt geschud.

In het onderzoek van de monsters mauveïne is gebruikgemaakt van chromatografie. De onderzoekers gebruikten daarbij een hydrofobe stationaire fase en methanol als mobiele fase.

De structuurformules van de drie stoffen die het meest in het paarse mengsel aanwezig zijn, zijn hieronder weergegeven.



- 2p 2 Leg aan de hand van de structuurformules uit welke van deze drie mauveïnes de grootste retentietijd heeft in dit experiment.

Van het mengsel van mauveïnes van Perkin is een massaspectrum gemaakt. Met de gebruikte techniek zagen de onderzoekers alleen de pieken van de molecuulionen van de mauveïnes. De gegevens van de mauveïnes A, B en C afkomstig uit het massaspectrum zijn in onderstaande tabel gegeven.

tabel

	A	B	C
<i>m/z</i> -waarde	390	405	420
intensiteit	94	100	77

- 2p 3 Bereken de massaverhouding waarin de mauveïnes A, B en C in het mengsel van Perkin aanwezig waren. Geef je antwoord als volgt weer:
1,0 g A : g B : g C

[Uitlegfilmpje](#)



Het etheen komt vrij uit de appel en bevordert de rijping van andere appels. Om appels lang houdbaar te maken, moet de vorming van etheen worden geremd. De biosynthese van etheen kan worden geremd met het gas 1-methylcyclopropeen (MCP).

Het effect van MCP op de activiteit van de enzymen ACC-synthase en ACC-oxidase is onderzocht. Hiertoe werden appels direct na de pluk in drie groepen verdeeld en 20 uur lang onder verschillende omstandigheden bewaard:

- groep 1: in gewone lucht
- groep 2: in lucht met MCP
- groep 3: in lucht met MCP en etheen

Hierbij was $[MCP]_{\text{groep2}} = [MCP]_{\text{groep3}} = [etheen]_{\text{groep3}}$.

Direct na de pluk en na afloop van de bewaarperiode werd de activiteit van de beide enzymen gemeten. Ook werd het gehalte ACC in de appels bepaald. In de tabel zijn de resultaten van deze metingen weergegeven.

tabel

groep		activiteit ACC-synthase (nmol ACC per mg enzym per uur)	activiteit ACC-oxidase (nL etheen per mg enzym per uur)	gehalte ACC (nmol ACC per g appel)
	direct na pluk	1,0	40	2,1
1	gewone lucht	2,6	128	3,8
2	lucht met MCP	1,2	56	4,3
3	lucht met MCP en etheen	1,8	72	4,1

Uit deze resultaten is af te leiden dat de activiteit van beide enzymen door MCP wordt geremd.

- 2p **6** Leg uit aan de hand van gegevens uit de tabel van welk enzym de activiteit meer wordt geremd door MCP: van ACC-synthase of van ACC-oxidase.

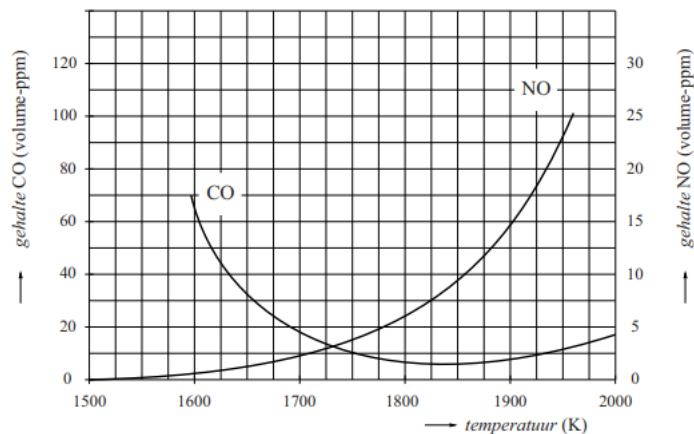
[Uitlegfilmpje](#)



Stikstofmono-oxide (NO) en stikstofdioxide (NO₂) zijn schadelijke gassen die ontstaan in het verkeer en bij grootschalige verbrandingsprocessen zoals bij de productie van elektriciteit.

In de afvalgassen van de gasturbine van een energiecentrale is gemeten hoe de uitstoot van onder andere CO en NO afhangt van de temperatuur in de turbine. In figuur 1 zijn de resultaten van deze metingen weergegeven.

figuur 1

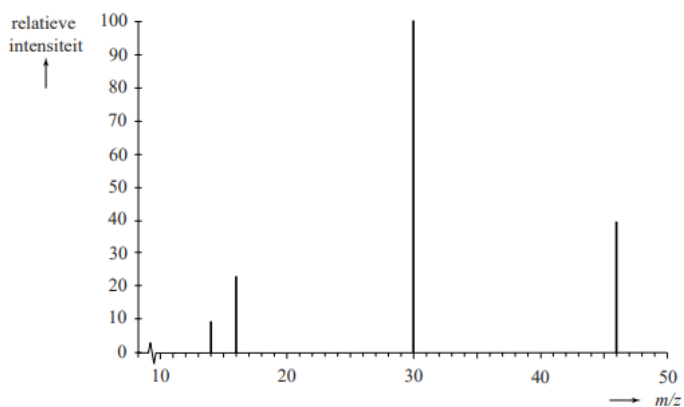


- 2p 22 Geef een verklaring voor de stijging van de lijn van NO in figuur 1. Gebruik (een) gegeven(s) uit Binas of ScienceData.

Stikstofdioxide wordt in de turbine gevormd door de reactie van stikstofmono-oxide met zuurstof. Een molecuul stikstofdioxide heeft een niet-cyclische structuur. Voor de volgorde van de atomen in het molecuul zijn twee mogelijkheden: NOO en ONO. Met behulp van massaspectrometrie kan worden bepaald welke van de twee mogelijkheden de juiste is.

Het massaspectrum van NO₂ is in figuur 2 weergegeven.

figuur 2



In dit massaspectrum zijn pieken waarin de isotopen N-15, O-17 en O-18 voorkomen niet weergegeven.

Uit de vier pieken in het massaspectrum kan geen conclusie worden getrokken over de volgorde van de atomen in NO₂.

- 2p 24 Leg uit waarom de piek in het massaspectrum van NO₂ met $m/z = 30$, geen uitsluitel geeft over de volgorde van de atomen in het molecuul NO₂.

Doordat bij een bepaalde m/z -waarde in het massaspectrum een piek ontbreekt, kan toch worden bepaald of de volgorde NOO of ONO is.

- 2p 25 Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef deze m/z -waarde van die piek.
 - Leg uit waarom op grond van die piek wél een uitspraak kan worden gedaan of de volgorde NOO of ONO is.

De vorming van stikstofdioxide uit stikstofmono-oxide en zuurstof is hieronder weergegeven.



De snelheid s_1 van reactie 1 is gedefinieerd als het aantal mol NO_2 dat per seconde per liter reactiemengsel ontstaat.

Bij het onderzoek naar de snelheid van reactie 1 werd in twee experimenten een aantal metingen uitgevoerd met verschillende beginconcentraties van NO en O_2 .

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in de tabel.

tabel

exp	meting	$[\text{NO}]_0$ (mol L ⁻¹)	$[\text{O}_2]_0$ (mol L ⁻¹)	s_1 op t_0 (mol L ⁻¹ s ⁻¹)
1	1.1	$8,0 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-8}$
	1.2	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-7}$
	1.3	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-7}$
	1.4	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$6,5 \cdot 10^{-7}$
2	2.1	$8,0 \cdot 10^{-5}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$
	2.2	$8,0 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$
	2.3	$8,0 \cdot 10^{-5}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-7}$
	2.4	$8,0 \cdot 10^{-5}$	$6,4 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-7}$

Op basis van de vergelijking van reactie 1 verwachtte men dat voor de snelheid van reactie 1 de volgende reactiesnelheidsvergelijking geldt:

$$s_1 = k_1 [\text{NO}]^2 [\text{O}_2] \quad (\text{snelheidsvergelijking 1})$$

De constante k_1 wordt de reactieconstante genoemd.

- 2p 26 Leg uit dat snelheidsvergelijking 1 in overeenstemming is met de gegevens in de tabel.

[Uitlegfilmpje](#)



Antwoorden

2007 I

11 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Voor het verdampen van (extra) ethaanzuur en/of water uit de azijn is warmte nodig die wordt geleverd door de broeiende paardenmest. Ook stijgt de temperatuur door de warmte die tijdens het broeien van de paardenmest vrijkomt, waardoor de reactiesnelheid toeneemt.

14 maximumscore 2

- chloride-ionen: bij $m/z = 35$ en/of 37
- stearaationen: bij $m/z = 283$ en/of 284

15 maximumscore 2

Een juiste uitleg leidt tot de conclusie $\text{PbC}_{15}\text{H}_{31}\text{COO}^+$ of $\text{PbC}_{16}\text{H}_{31}\text{O}_2^+$.

2010 I

10 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Je moet op chromatografiepapier / een TLC plaat een druppel bier en een druppel (zuiver) diacetyl opbrengen. Wanneer in het chromatogram van bier een vlek voorkomt op dezelfde hoogte / met dezelfde R_f waarde als diacetyl, bevat het bier diacetyl.
- Je moet (met een gaschromatograaf) een chromatogram opnemen van het bier (chromatogram 1) en (onder dezelfde omstandigheden, met dezelfde kolom) een chromatogram van (zuiver) diacetyl (chromatogram 2). Wanneer in chromatogram 1 een piek voorkomt met dezelfde retentietijd als de piek in chromatogram 2, bevat het bier diacetyl.
- Je moet (met een gaschromatograaf) een chromatogram opnemen van het bier (chromatogram 1) en (onder dezelfde omstandigheden, met dezelfde kolom) een chromatogram opnemen van bier met daaraan toegevoegd (zuiver) diacetyl (chromatogram 2). Wanneer bij een bepaalde retentietijd in chromatogram 2 een piek voorkomt die groter is dan de piek bij dezelfde retentietijd in chromatogram 1, bevat het bier diacetyl.

13 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Als de botersmaak in monster 2 zit, wijst dat op de aanwezigheid van diacetyl in het bier. Dan zal monster 1 ook een botersmaak moeten geven, want bij de hoge temperatuur waarbij monster 1 wordt bewaard, gaan de gistcellen dood en kan het diacetyl niet worden omgezet.

14 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

- 1 Het gistingsproces heeft lang genoeg geduurd; er is geen α -acetomelkzuur meer aanwezig om diacetyl te vormen.
- 2 De omzetting van α -acetomelkzuur tot diacetyl heeft (nog) niet plaatsgevonden.

Door te verhitten, kun je onderscheid tussen deze twee situaties maken, want bij hogere temperatuur zal de omzetting van α -acetomelkzuur tot diacetyl wel/versneld plaatsvinden.

2011 I

17 maximumscore 2

Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:

- Zo'n deeltje bestaat uit een (atoom) ^{32}S , een (atoom) ^{16}O en een (atoom) ^{18}O .
- Zo'n deeltje bestaat uit een (atoom) ^{32}S en twee (atomen) ^{17}O .

18 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De verhouding $\frac{\text{piekhoogte bij } m/z = 66}{\text{piekhoogte bij } m/z = 64}$ is toegenomen, dus zit op $t = 1$ in

het onderzochte SO_2 meer ^{34}S dan op $t = 0$. Dat betekent dat (in het achtergebleven SO_4^{2-} de hoeveelheid ^{34}S is toegenomen, en dat) de bacteriën meer sulfaat met ^{32}S omzetten dan sulfaat met ^{34}S .

19 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Voeg natronloog toe (zodat het HS^- wordt omgezet tot S^{2-}). Voeg daarna (een oplossing van) zinknitraat toe. Filtreer (en zet vervolgens het residu om tot SO_2 en onderzoek het SO_2 in de massaspectrometer).

2012-II pilot

2 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

$$m/z = \frac{2 \times 670 + 4 \times 44}{4} = 379$$

of

$$m/z = \frac{4 \times 335 + 4 \times 44}{4} = 379$$

3 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Het deeltje Q^{4+} bevat 4 CO_2 moleculen / twee oxalaationen / twee $C_2O_4^{2-}$ ionen, dus wordt de massa van een deeltje met 4 C-13 atomen erin 4 u hoger. De lading blijft $4+$, dus de verhouding m/z wordt 1 hoger. Er wordt dus een piek gevonden bij $m/z = 380$.
- $m/z = \frac{2 \times 670 + 4 \times 45}{4} = 380$

4 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Laat het mengsel met daarin P^{2+} enige tijd in contact komen met een mengsel van CO_2 en O_2 . In het massaspectrum kan een piek bij $m/z = 379$ worden gevonden.
- Laat het mengsel met daarin P^{2+} enige tijd in contact komen met een mengsel van CO_2 en O_2 . Analyseer daarna het gasmengsel. Als de $[CO_2]$ / het aantal mol CO_2 is afgenomen (en de $[O_2]$ / het aantal mol O_2 niet is afgenomen), heeft CO_2 gereageerd.
- Laat het mengsel met daarin P^{2+} enige tijd in contact komen met een mengsel van CO_2 en O_2 . Het massaspectrum zal hetzelfde zijn als het massaspectrum van Q^{4+} .

5 maximumscore 5

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$0,55 - \left(\frac{\left(\frac{24 \times 10^{-3}}{101,9} \times 2 \times \frac{10^2}{95} \times 24,5 \right)}{5,0} \times 10^2 \right) = 0,31 \text{ (vol\%)}$$

of

$$\left(\frac{0,55}{10^2} \times 5,0 \times 10^3 - \left(\frac{24}{101,9} \times 2 \times \frac{10^2}{95} \times 24,5 \right) \right) \times \frac{10^2}{5,0 \times 10^3} = 0,31 \text{ (vol\%)}$$

2017 I

11 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Uit de diagrammen blijkt dat na 400 minuten nog tussenproducten aanwezig zijn. Er is dus (nog) geen volledige omzetting.
- De beginconcentratie van het N-ethylcarbazon is $3 \cdot 10^{-1}$ M. De eindconcentratie van het perhydro-N-ethylcarbazon is lager / $2 \cdot 10^{-1}$ M. (Bij volledige omzetting zou deze $3 \cdot 10^{-1}$ M moeten zijn.) Er is dus (nog) geen volledige omzetting.

12 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Te zien is dat tussenproduct 3 gedurende het experiment de hoogste concentratie heeft van alle tussenproducten.

Dat betekent dat de reactie waarbij tussenproduct 3 wordt omgezet tot tussenproduct 4 de snelheidsbepalende stap is.

20 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Als de H_2 concentratie wordt verlaagd, neemt de etssnelheid toe.

Als de H_2 concentratie wordt verlaagd, neemt de selectiviteit af.

Toelichting:

Als de $[H_2]$ relatief laag is, verloopt reactie 2 minder. Er is dan minder $H^\bullet$ aanwezig is, waardoor reactie 3 ook minder zal verlopen. Hierdoor neemt de $[F^\bullet]$ toe, waardoor reactie 4 sneller verloopt.

Omdat $[F^\bullet]$ is toegenomen, zal ook reactie 6 sneller verlopen. Hierdoor neemt de selectiviteit af, omdat dan de Si laag niet intact blijft.

22 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

De reactie tussen de aminozuren en butaan-1-ol kan alleen optreden doordat de moleculen aan het grensvlak van de vloeistoffen botsen. Wanneer flink wordt geroerd, wordt het (totale oppervlak van het) grensvlak tussen de vloeistoffen groter, waardoor er meer (effectieve) botsingen (per tijdseenheid) kunnen plaatsvinden (waardoor de reactiesnelheid groter wordt).

2018 II

2 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- (De mobiele fase is methanol.) Moleculen methanol zijn polair/hydrofiel, dus een stof met apolaire/hydrofobe moleculen zal niet goed oplossen. Als een stof niet goed oplost in de mobiele fase zal deze een grote(re) retentietijd hebben. De moleculen van de drie soorten mauveïne verschillen in het aantal methylgroepen. Een molecuul mauveïne C heeft twee methylgroepen meer dan een molecuul mauveïne A (en één meer dan een molecuul mauveïne B). De moleculen van mauveïne C zijn hierdoor het meest apolair/hydrofoob. Mauveïne C heeft dus de grootste retentietijd.
- (De stationaire fase is hydrofoob.) Een stof met apolaire/hydrofobe moleculen zal goed hechten aan de stationaire fase, waardoor deze stof een grote(re) retentietijd zal hebben. De moleculen van de drie soorten mauveïne verschillen in het aantal methylgroepen. Een molecuul mauveïne C heeft twee methylgroepen meer dan een molecuul mauveïne A (en één meer dan een molecuul mauveïne B). De moleculen van mauveïne C zijn hierdoor het meest apolair/hydrofoob. Mauveïne C heeft dus de grootste retentietijd.

3 maximumscore 2

Een juiste berekening leidt tot het antwoord: 1,0 g A : 1,1 g B : 0,88 g C

$$\text{B: } \frac{1 \times \frac{100}{94} \times 405}{390} = 1,1$$
$$\text{C: } \frac{1 \times \frac{77}{94} \times 420}{390} = 0,88$$

6 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

De activiteit van ACC-oxidase is $\frac{128}{56} = 2,3$ keer zo klein / $\frac{56}{128} = 0,44$ keer

zo groot. De activiteit van ACC-synthase is $\frac{2,6}{1,2} = 2,2$ keer zo

klein / $\frac{1,2}{2,6} = 0,46$ keer zo groot. ACC-oxidase wordt dus meer geremd dan

ACC-synthase.

- berekening van de vermindering van de activiteit per enzym 1
- consequente conclusie 1

of

De remming van ACC-oxidase is $\frac{128-56}{128} = 0,56$. De remming van

ACC-synthase is $\frac{2,6-1,2}{2,6} = 0,54$. ACC-oxidase wordt dus meer geremd

dan ACC-synthase.

22 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De vorming van NO is een evenwicht (Binas-tabel 51/ScienceData-tabel 9.1.h). Het evenwicht verschuift naar rechts bij hogere temperatuur omdat de vorming van NO endotherm is (Binas-tabel 57A/ScienceData-tabel 9.2.a). / Het evenwicht verschuift naar rechts bij hogere temperatuur omdat K groter wordt (Binas-tabel 51/ScienceData-tabel 9.1.h).

24 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De piek met $m/z = 30$ wordt veroorzaakt door het fragment NO^+ . Dit fragment kan zowel uit NOO als uit ONO zijn ontstaan.

25 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Het fragment O_2^+ kan wel uit NOO worden gevormd, maar niet uit ONO. Dit fragment heeft massa 32 u. Dus uit het ontbreken van een piek bij $m/z = 32$ kan worden afgeleid dat (de volgorde NOO niet voorkomt en dus dat) de volgorde ONO juist is.

- O_2^+ aangemerkt als fragment dat wel uit NOO kan worden gevormd en niet uit ONO
- de m/z -waarde van de piek die bij dat fragment hoort

26 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Uit (bijvoorbeeld) de metingen 1.1 en 1.3 volgt dat wanneer $[\text{NO}]$ twee keer zo groot wordt, de reactiesnelheid vier keer zo groot wordt. (Dus de reactiesnelheid is evenredig met $[\text{NO}]^2$.) Uit (bijvoorbeeld) de metingen 1.1 en 2.2 volgt dat de reactiesnelheid recht evenredig is met $[\text{O}_2]$. (Dus is de reactiesnelheid evenredig met $[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$.)
- Wanneer je bij (bijvoorbeeld) de metingen 1.2 en 2.1 de waarde van k_1 berekent, komt er (afgerond) hetzelfde getal uit. (Dus is de reactiesnelheid evenredig met $[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$.)