

## **Hoofdstuk 5 Voorbeeldopgaven centraal examen vwo**

1. Toelichting / afbakening
2. Opgaven
3. Informatieboekje bij opgaven
4. Bijlage bij opgaven
5. Correctievoorschrift
6. Toetsmatrijs
7. Oorspronkelijke opgaven

## **Toelichting bij Voorbeeldopgaven Syllabus Nieuwe Scheikunde VWO**

De opgaven **Een industriële bereiding van aspirine** en **Loodwit en de Oude Meesters** zijn bewerkingen van CE-opgaven uit het eerste tijdvak 2007 Scheikunde 1,2. De oorspronkelijke versies van deze opgaven zijn na het correctievoorschrift opgenomen.

De opgave **HET BESTE BROOD** is een bewerking van een opgave die is ontwikkeld door de Werkgroep Schoolexamens Nieuwe Scheikunde.

De opgaven moeten beschouwd worden als los-van-elkaar-staand en niet als een voorbeeld van een compleet examen.

Bij de constructie is uitgegaan van de werkversie van de gehele syllabus Nieuwe Scheikunde. Er komen enkele vragen voor die betrekking hebben op uitsluitingen voor het CE 2010 Nieuwe Scheikunde.

De oorspronkelijke opgaven zijn zodanig bewerkt dat ze aansluiten bij de benadering van de Nieuwe Scheikunde:

- introductie van het centrale thema dat in de opgave aan de orde is;
- verband tussen verschijnselen op macro-niveau en beschrijving op micro-niveau en v.v.; dit komt met name tot uiting in de vragen 15 en 19;
- toetsen van concepten in de (nieuwe) context; dit geldt in principe voor alle vragen in deze voorbeeldopgaven;
- aandacht voor de vier competenties (zie bijgevoegde matrix);
- meer aandacht voor reflectie en oordeel: dit komt onder andere tot uiting in de vragen 2, 3, 6, 20 en 22.

Omdat de vernieuwingen van het nieuwe programma nog niet geheel zijn uitgekristalliseerd voor zowel docenten als examenmakers, zullen naar verwachting de examens tussen nu en de landelijke invoering een ontwikkeling laten zien naar een vorm die het beste past bij het nieuwe programma.

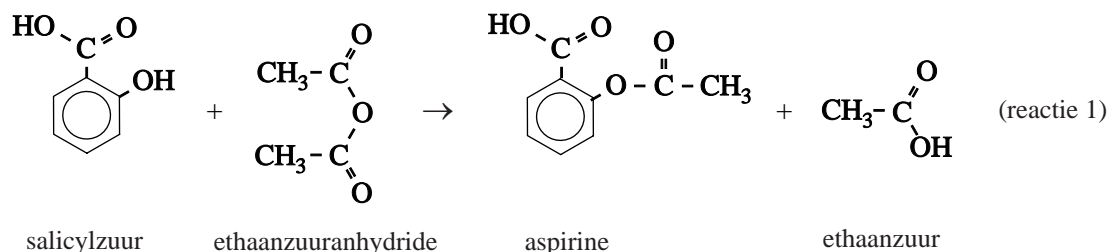
Examen VWO

# voorbeeldopgaven

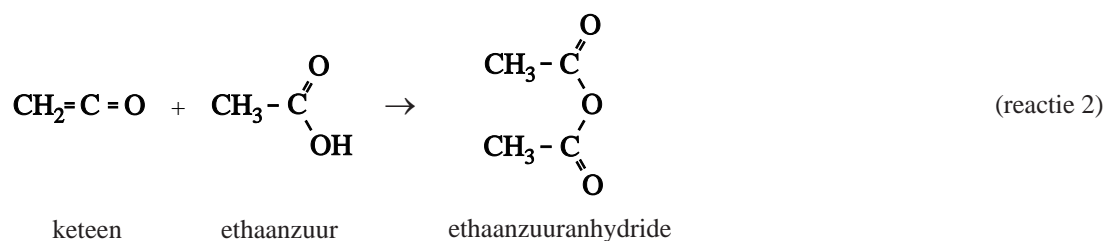
**nieuwe scheikunde**

## Een industriële bereiding van aspirine

Deze opgave gaat over een industrieel proces voor de bereiding van aspirine (acetylsalicylzuur). Van aspirine worden wereldwijd 80 – 100 miljard tabletten per jaar verkocht. Het productieproces berust op de reactie van salicylzuur met ethaanzuuranhydride:



Het ethaanzuuranhydride dat voor deze reactie nodig is, wordt gevormd door ethaanzuur met de stof keteen te laten reageren:



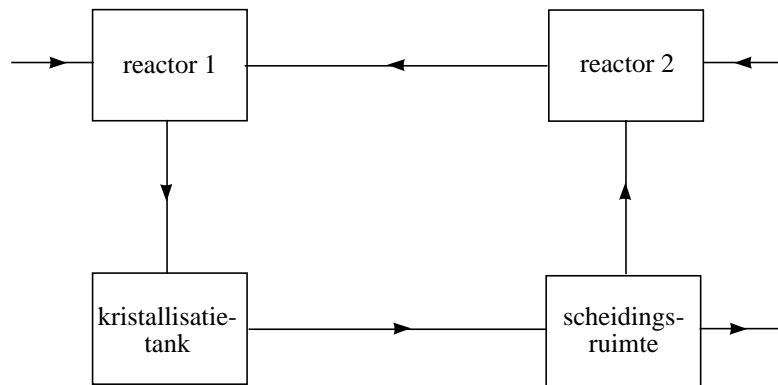
In het proces spelen de volgende vier stappen een rol:

- Stap 1 Ethaanzuuranhydride en salicylzuur laat men in een oplosmiddel in de molverhouding 1 : 1 gedurende 20 uur in een reactor (reactor 1) bij circa 90 °C met elkaar reageren.
- Stap 2 Het reactiemengsel wordt overgebracht naar een zogenoemde kristallisatietank. Daar kristalliseert de ontstane aspirine. Dit proces duurt ongeveer 80 uur en vindt plaats bij circa 20 °C.
- Stap 3 De vaste aspirine wordt vervolgens in een scheidingsruimte door middel van filtratie gescheiden van de rest van het vloeibare reactiemengsel.
- Stap 4 Het filtraat wordt overgebracht naar een tweede reactor (reactor 2). Daarin wordt het bij reactie 1 ontstane ethaanzuur met keteen omgezet tot ethaanzuuranhydride. De oplossing die hierbij ontstaat, wordt in reactor 1 geleid.

In deze opgave nemen we aan dat reactie 1 en reactie 2 aflopende reacties zijn en dat in de kristallisatietank alle aspirine kristalliseert.

Een ontwerp van deze industriële bereiding van aspirine, na de opstartfase, is hierna in een (onvolledig) blokschema weergegeven. In dit blokschema ontbreken de namen van de stoffen bij de stofstromen. Dit onvolledige blokschema is ook op de uitwerkbijlage bij deze opgave opgenomen.

### blokschema



- 4p 1 Zet in het blokschema op de uitwerkbijlage de namen van alle stoffen bij de stofstromen en geef aan in welke vorm de desbetreffende stof voorkomt. Kies daarbij uit onderstaande lijst.

*aspirine*                      *opgelost of vast of zuiver*

*ethaanzuur*                    *opgelost of zuiver*

*ethaanzuuranhydride*      *opgelost of zuiver*

*keteen*                            *opgelost of zuiver*

*salicylzuur*                    *opgelost of zuiver*

Houd rekening met het feit dat sommige combinaties meerdere malen moeten worden gebruikt.

Bij de uitvoering van dit ontwerp in de praktijk doet zich een probleem voor. Dit probleem hangt samen met het verschil in tijdsduur van de stappen 1 en 2.

- 1p 2 Welk probleem wordt hier bedoeld?

- 2p 3 Geef een manier om het ontwerp aan te passen, zodat dit probleem wordt opgelost.

Deze aspirinebereiding heeft een hoge atoomefficiëntie. Dat is een belangrijke factor om een proces duurzaam te maken. Maar een hoge atoomefficiëntie hoeft niet te betekenen dat zo'n proces ook een hoog rendement heeft.

Zo blijkt het proces om aspirine te bereiden via de reacties 1 en 2 in de praktijk minder ideaal te verlopen dan hiervoor is beschreven: er treden nevenreacties op. Ten gevolge van die nevenreacties verloopt in een bepaalde fabriek reactie 1 met een rendement van 73% en reactie 2 met een rendement van 95%. Deze fabriek produceert per jaar  $1,2 \cdot 10^3$  ton aspirine.

- 4p 4 Bereken hoeveel ton keteen in deze fabriek nodig is om per jaar  $1,2 \cdot 10^3$  ton aspirine te produceren.

Behalve de atoomefficiëntie en het rendement zijn er nog meer factoren die van invloed zijn op het duurzame karakter van een productieproces.

- 1p 5 Geef aan wat in het algemeen het belang is van een hoge atoomefficiëntie.

- 3p 6 Geef drie andere factoren die invloed hebben op het duurzame karakter van deze aspirinebereiding.

## Loodwit en de Oude Meesters

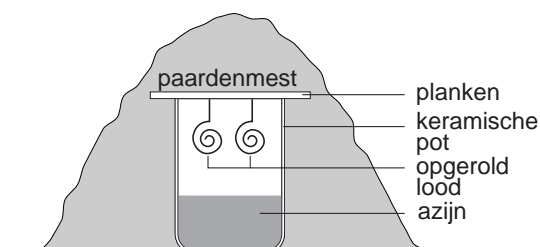
Veel schilderijen van bekende Oude Meesters als Rembrandt, Hals en Vermeer, vertonen beschadigingen die zijn terug te voeren op het gebruik van vervuild loodwit. In de Volkskrant verscheen daarover het artikel "De tijdbom van de Oude Meesters". Op de bijlage bij dit examen is een fragment uit dit artikel weergegeven (tekstfragment 1). Lees eerst dit fragment.

Loodwit is een zogenoemd dubbelzout. Het bestaat uit lood(II)ionen, hydroxide-ionen en carbonaationen. De hydroxide- en carbonaationen komen in loodwit in de molverhouding 1 : 1 voor.

2p **7** Geef de formule van loodwit.

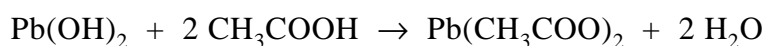
De bereiding van loodwit wordt in tekstfragment 1 globaal beschreven. De keramische potten waren niet volledig afgesloten: het lood stond via kieren in de planken in contact met de buitenlucht en met gasvormige stoffen die uit de broeiende paardenmest kwamen.

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:



Vervolgens reageert loodethanoaat door tot loodcarbonaat. Voor deze omzetting van loodethanoaat tot loodcarbonaat zijn twee stoffen nodig, die weliswaar in de lucht voorkomen, maar waarvan de concentraties te klein zijn voor de beschreven vorming van relatief grote hoeveelheden loodwit. Extra hoeveelheden van deze twee stoffen komen uit de azijn en uit de damp van de broeiende paardenmest. Uiteindelijk wordt bij deze bereiding van loodwit geen ethaanzuur verbruikt.

2p **8** Geef de formules van de twee stoffen uit de azijn en uit de damp van de broeiende paardenmest die nodig zijn voor de hierboven beschreven omzetting van loodethanoaat tot loodcarbonaat.

3p **9** Leg uit tot welk reactietype deze omzetting behoort.

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

3p **10** 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.

Ook de vorming van loodzeep wordt in het artikel niet zo nauwkeurig beschreven (zie regels 26 en 27 in tekstfragment 1). De journalist wil de lezer waarschijnlijk niet lastig vallen met chemische termen.

Uit onderzoek is gebleken dat die loodzeep voornamelijk uit loodpalmitaat en loodstearaat bestaat. Loodpalmitaat en loodstearaat zijn de loodzouten van de vetzuren palmitinezuur respectievelijk stearinezuur. De stoffen uit de 'organische fracties in de grondlaag' die bij de vorming van loodzeep zijn betrokken, zijn de triglyceriden uit de olie (zie regel 9). Die olie was bij de Oude Meesters meestal lijnolie.

Een leerling probeert een nauwkeurigere beschrijving voor de vorming van loodzeep te geven. Hij veronderstelt dat de omzetting van loodwit tot loodzeep begint met de hydrolyse van triglyceriden uit de lijnolie. Dit is mogelijk doordat de onderlaag van het schilderij in de loop van de tijd een geringe hoeveelheid water heeft opgenomen.

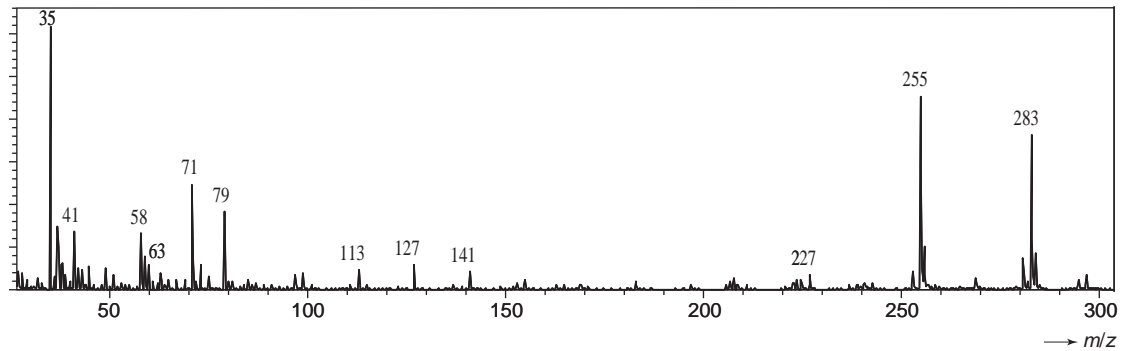
- 3p **11** Geef een nauwkeurigere beschrijving voor de vorming van loodzeep uit loodwit, gebruik makend van chemische vaktermen. Gebruik in je beschrijving ook gegevens uit deze opgave met betrekking tot de samenstelling van loodwit. Begin je beschrijving met:  
Door hydrolyse van triglyceriden uit de lijnolie ontstaan ...

Een leerling wil onderzoeken of de bewering van Boon klopt over de herkomst van het chloride in het loodwit van slechte kwaliteit (zie regels 17 t/m 19 in tekstfragment 1). Hij stelt zich de volgende onderzoeksvraag: „Bevat de damp die uit broeiende paardenmest komt stoffen die chloride-ionen bevatten?”

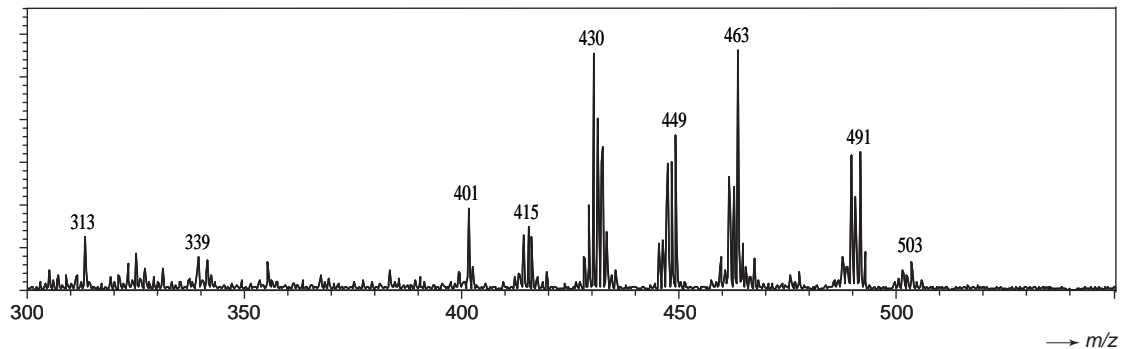
- 3p **12** Geef een globaal werkplan dat bij deze onderzoeksvraag hoort. Neem in je werkplan ook op met welke proef je de aanwezigheid van chloride-ionen wilt onderzoeken.

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 **13** 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 **14** 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.

Het ontstaan van de protrusies op de schilderijen (regels 21 tot en met 29) wordt in alledaagse termen beschreven: klonters (21), groeien (22), barsten (22), uitstulpingen (25), vochtgevoelig (28), zwellen (28).

- 2p **15** Geef een beschrijving van wat mogelijkwijs op microniveau gebeurt bij het zwellen van de 'aangedane plekken' als gevolg van het 'vochtgevoelig' zijn van de zepen

## HET BESTE BROOD

Deze opgave gaat over informatie die staat op de site [www.hetbestebrood.nl](http://www.hetbestebrood.nl). Op de bijlage bij deze opgave staan delen afgedrukt van deze site, zoals die in augustus 2009 was.

In '2. Tegen overgewicht' wordt uitgelegd hoe het komt dat HET BESTE BROOD een lage 'Glycemische index' heeft. Deze uitleg is chemisch gezien nogal 'kort door de bocht'. Dat is begrijpelijk omdat de site bestemd is voor de gemiddelde burger, die weinig tot geen verstand heeft van scheikunde.

- 4p **16** Geef een vollediger uitleg hoe het komt dat HET BESTE BROOD een lage 'Glycemische index' heeft. Geef in je uitleg onder andere aan welke reactie plaatsvindt bij het vrijkomen van de energie en welke reactie voorafgaand daaraan moet plaatsvinden; noem ook de soort koolhydraten die bij die reacties zijn betrokken.

Ondanks het feit dat suiker een nadelige invloed heeft op de Glycemische index blijkt er toch extra suiker te zijn toegevoegd bij het bereiden van HET BESTE BROOD. Zie de tabel 'HET BESTE BROOD, NORMEN EN WAARDEN'; de 1,7% die hierin wordt genoemd, moet worden opgevat als 1,7% van de hoeveelheid energie in het brood. In die tabel wordt een verouderde eenheid voor energie gebruikt: de kcal. Die toegevoegde suiker zit in de basterdsuiker en de gebrande suiker uit de lijst met ingrediënten.

- 4p **17** Bereken hoeveel gram extra suiker per 100 g bij de bereiding aan HET BESTE BROOD is toegevoegd. Ga er vanuit dat de toegevoegde suiker volledig uit het disacharide sacharose bestaat. Gebruik onder andere gegevens uit Binas-tabellen 5 en 56.

HET BESTE BROOD bevat kennelijk ook een emulgator: E472e. E472e is niet de aanduiding van een enkele stof. Volgens Binas-tabel 82C zijn de stoffen die tot de groep E472 horen 'veresterde mono- en diglyceriden van vetzuren'. Nadere informatie levert op dat de stoffen met nummer E472e mono- en diglyceriden van vetzuren zijn die zijn veresterd met mono- of diacetylwijnsteenzuur. Er zijn tal van stoffen die aan deze beschrijving voldoen.

- 2p **18** Geef de structuurformule van diacetylwijnsteenzuur.
- De acetylgroep ontstaat wanneer een molecuul ethaanzuur is veresterd.
  - Maak onder andere gebruik van Binas-tabel 66.
- 5p **19** Geef de structuurformule van een stof die kan worden aangeduid met het nummer E472e en leg aan de hand van deze structuurformule uit dat deze stof als emulgator kan worden gebruikt.
- Kies zelf het (de) veresterde vetzu(u)r(en); noteer de koolwaterstofrest hierin als  $C_xH_y$ , met daarin juiste waarden voor  $x$  en  $y$ .
  - Maak onder andere gebruik van Binas-tabel 67.
  - Ga er vanuit dat één molecuul diacetylwijnsteenzuur is veresterd in een molecuul E472e.

Aan de tabel 'VOEDINGSWAARDE' vallen enkele dingen op. In de eerste plaats staat er chemisch gezien een onjuistheid in, en dat is niet omdat het zout wordt aangeduid met 'Natrium'.

2p **20** Geef aan welke onjuistheid hier wordt bedoeld en verbeter die onjuistheid.

Bovendien is de som van de massa's van de stoffen die erin worden genoemd, minder dan 100 g. En dat komt niet alleen doordat het zout alleen wordt aangeduid met 'Natrium'. In de tabel wordt ook de stof water niet genoemd.

4p **21** Bereken hoeveel gram water per 100 g HET BESTE BROOD voorkomt. Neem aan dat de massa van eventueel ingesloten koolstofdioxide te verwaarlozen is.

2p **22** Leg uit waarom de stof water niet in de tabel met Voedingswaarden wordt genoemd.

# voorbeeldopgaven

**nieuwe scheikunde**

informatieboekje

## tekstfragment 1

### De tijdbom van de Oude Meesters

Een deel van de verouderingsproblemen is terug te voeren op het gebruik van loodwit als basis van olieverven. Er werden pigmenten doorheen geroerd om lichte kleuren te maken. Bovendien werd loodwit vaak gebruikt voor de grondering, de absorberende onderlaag van de schildering.

- 5 Loodwit werd verkregen door in keramische potten een laagje azijn<sup>1</sup> te doen, waarboven opgerold lood werd gehangen. De potten werden afgesloten met planken. Daar overheen ging een berg paardenmest, opdat het binnenin zou gaan broeien. De vaste stof die zich onder die omstandigheden afzet op het metaal, loodwit, werd in de schilderswerkplaats met olie<sup>2</sup> als bindmiddel
- 10 gemengd tot verfpasta.

Het onderzoeksteam van het Haagse Mauritshuis heeft samen met Boon, de onderzoeksleider van MOLART<sup>3</sup>, inmiddels geconstateerd dat loodwit een van de boosdoeners is wanneer het oppervlak van schilderijen schade gaat vertonen.

- 15 Het problematische loodwit, is inmiddels duidelijk, zit vaak niet in de afbeelding zelf maar in de grondlaag. Voor die grondlaag werd zeer waarschijnlijk goedkoop, inferieur loodwit gebruikt, aldus Boon. In de slechte varianten zitten vervuilingen, waaronder chloride, denkt hij, die uit die broeiende berg paardenmest kunnen komen.
- 20 Vervuild loodwit in de grondering lost dus op. 'Ervoor in de plaats komt transparant materiaal. Dat voegt zich samen tot klonters. Die hebben de neiging te gaan groeien. Daarbij barsten sommige door de bovenste verflaag heen. Het resultaat is dat je op de oppervlakte van het schilderij allemaal kleine rondjes ziet.' Protrusie, noemt Boon dat effect: vorming van
- 25 uitstulpingen. In het transparante materiaal van die klonters blijken zepen te zitten: bijvoorbeeld loodzeep die ontstaat wanneer oplossend loodwit zich verbindt met organische fracties in de grondlaag. 'Die zepen zijn vochtgevoelig, waardoor de aangedane plekken makkelijk kunnen zwellen', constateert Boon.

*naar: de Volkskrant*

noot 1 Azijn is een oplossing van ethaanzuur (azijnzuur) in water.

noot 2 Deze olie is, net als vet, een mengsel van triglyceriden; dit zijn tri-esters van glycerol en vetzuren.

noot 3 MOLART is een onderzoeksprogramma naar de veroudering van schilderijen.

# HET BESTE BROOD

## HET BESTE BROOD



**1. Lekker en Gezond**  
HET BESTE BROOD heeft het Ik Kies Bewust-logo. Dit logo helpt u een bewuste keuze te maken voor producten met een gezondere samenstelling. Ze dragen bij aan een lagere consumptie van suiker, zout en verzadigd vet. HET BESTE BROOD bevat ook meer noodzakelijke voedingsstoffen zoals vezels, vitamines en mineralen.

Naast de rijke aanwezigheid van lijnzaad, zonnebloempitten, havervlokken, zemelen en zuurdesem maakt het pure vakmanschap van de warme bakker dit brood elke dag weer tot "Het Beste".

**2. Tegen overgewicht**  
HET BESTE BROOD heeft een lage Glycemische Index. Dit houdt in dat met het eten van het brood de koolhydraten geleidelijker worden omgezet in energie en dat hierdoor een meer constantere bloedsuikerspiegel (aanvoer van energie) ontstaat waardoor er minder snel een "honger"gevoel ontstaat en de behoefte tot "snacken" afneemt. HET BESTE BROOD kan dan ook een belangrijke rol spelen in het zogenaamde gewichtmanagement van mensen die willen afvallen. Voor een volledige uiteenzetting over dit onderwerp zie: [www.lowgibread.org.uk](http://www.lowgibread.org.uk)

**3. Langdurige energie**  
HET BESTE BROOD houdt voor een langere periode de bloed- en glucosespiegel op peil, waardoor men er langer 'tegenaan' kan.

### Wat heeft HET BESTE BROOD te bieden

Het eerste brood gemaakt voor het ambacht wat het Keurmerk *IK KIES BEWUST* mag dragen.

*HET BESTE BROOD* voldoet aan internationale aanbevelingen voor gezondere voeding met minder verzadigd vet, suikers en zout (natrium).

#### Ingrediënten:

Tarwemeel, tarwebloem, water, zonnebloempitten, lijnzaad, pompoenpitten, tarwegluten, bakkersgist, havervlokken, roggebloem, zuurdesempoeder, tarwezemelen, zout, basterdsuiker, gebrande suiker, emulgator E472e.

#### Allergie-informatie:

Het recept bevat gluten (tarwe, haver en rogge). Vraag uw bakker voor meer informatie.

### HET BESTE BROOD, NORMEN EN WAARDEN

	Norm	HET BESTE BROOD
• Verzadigd vet:	≤ 1,4 g/100 g	1,3 g
• Transvet:	≤ 0,14 g/100 g	0,0 g
• Natrium:	≤ 500 mg/100 g	460 mg
• Toegevoegd suiker	≤ 13 energie %	1,7 %
• Vezels:	≥ 1,3 g/100 kcal	1,9 g

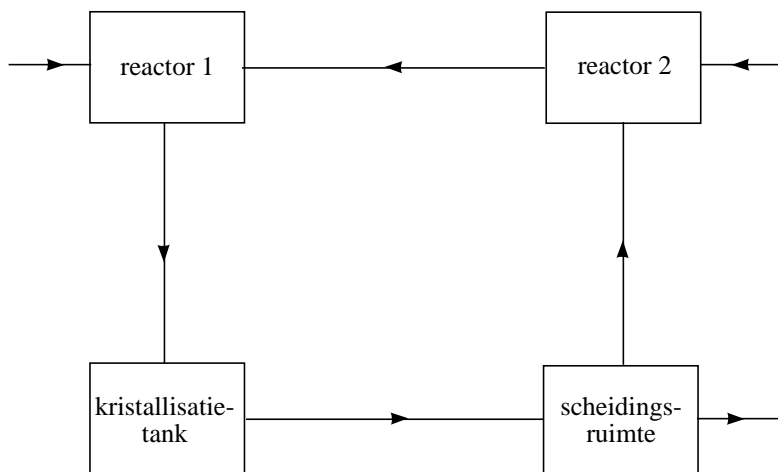
### VOEDINGSWAARDE

	100 g	BOTERHAM VAN 35 g
• Energie	273 Kcal	96 Kcal
• Eiwit	11 g	3,9 g
• Koolhydraten	38 g	13 g
Waarvan suikers	2,0 g	0,7 g
• Vet	8,4 g	2,9 g
waarvan verzadigd	1,3 g	0,4 g
enkelvoudig verzadigd	1,8 g	0,6 g
meervoudig onverzadigd	4,8 g	1,7 g
• Voedingsvezel	5,1 g	1,8 g
• Natrium	0,46 g	0,16 g

## uitwerkbijlage

Naam kandidaat \_\_\_\_\_ Kandidaatnummer \_\_\_\_\_

2

**VERGEET NIET DEZE UITWERKBIJLAGE IN TE LEVEREN**

Correctievoorschrift VWO

# voorbeeldopgaven

**nieuwe scheikunde**

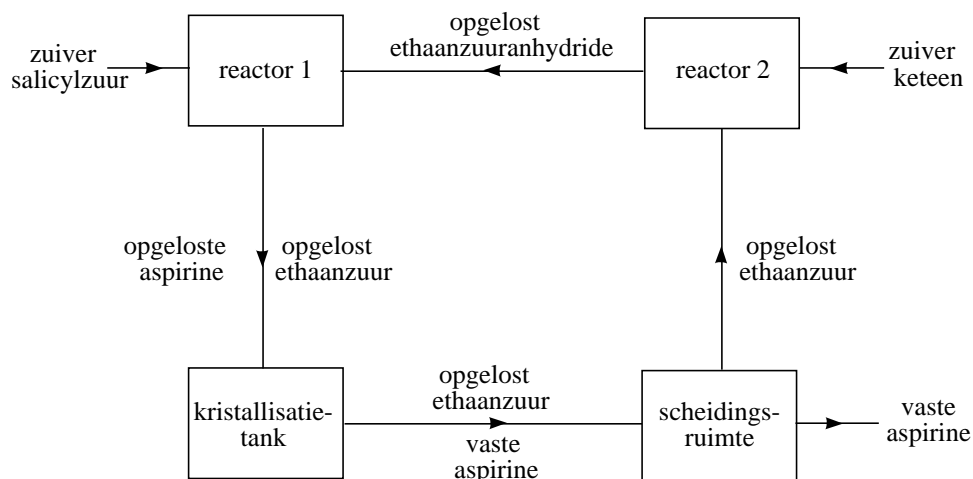
## 4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

### Een industriële bereiding van aspirine

#### 1 maximumscore 4

Een juist antwoord kan er bijvoorbeeld als volgt uitzien:



- salicylzuur bij de stofstroom die reactor 1 ingaat, keteen bij de stofstroom die reactor 2 ingaat en vaste aspirine bij de stofstroom die de scheidingsruimte verlaat 1
- 'zuiver' bij salicylzuur en keteen 1
- aspirine en ethaanzuur bij de stofstroom tussen reactor 1 en de kristallisatietank, ethaanzuur en aspirine bij de stofstroom tussen de kristallisatietank en de scheidingsruimte, ethaanzuur bij de stofstroom tussen de scheidingsruimte en reactor 2 en ethaanzuur bij de stofstroom tussen reactor 2 en reactor 1 1
- 'opgelost' bij ethaanzuur en aspirine tussen reactor 1 en de kristallisatietank, 'opgelost' bij ethaanzuur tussen de kristallisatietank en de scheidingsruimte en bij ethaanzuur tussen de scheidingsruimte en reactor 2 en bij ethaanzuur bij de stofstroom tussen reactor 2 en reactor 1 en 'vast' bij aspirine tussen de kristallisatietank en de scheidingsruimte 1

Indien in een overigens juist antwoord één stof op een verkeerde plaats voorkomt 3

Indien in een overigens juist antwoord twee of meer stoffen op verkeerde plaatsen voorkomen 2

*Opmerkingen*

- *Wanneer bij de stofstroom tussen de kristallisatietank en de scheidingsruimte en/of bij de stofstroom die de scheidingsruimte verlaat zuivere in plaats van vaste aspirine is vermeld, dit goed rekenen.*
- *Wanneer in plaats van ‘opgelost’ als toestandsaanduiding (aq) is gebruikt, dit goed rekenen.*

**2 maximumscore 1**

Een juist antwoord moet de notie bevatten dat (het kristallisatieproces zolang duurt dat) reactor 1 enige tijd / 60 uur moet worden stilgelegd.

Indien een antwoord is gegeven dat bovengenoemde notie niet bevat 0

*Opmerking*

*Wanneer een onjuiste tijdsduur is genoemd dat reactor 1 moet worden stilgelegd, dit niet aanrekenen.*

**3 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:  
Je moet vier kristallisatietanks gebruiken.

Indien een foutief aantal kristallisatietanks is genoemd of een antwoord is gegeven als: „Je moet meerdere kristallisatietanks gebruiken.” 1

Indien slechts een antwoord is gegeven als: „Je moet de kristallisatietank vier keer zo groot maken.” 1

Indien slechts een antwoord is gegeven als: „Je moet de kristallisatietank groter maken.” 0

Indien slechts een antwoord is gegeven als: „Je moet een opslagruimte tussen reactor 1 en de kristallisatietank plaatsen.” 0

*Opmerkingen*

- *Wanneer in vraag 2 een onjuiste tijdsduur is genoemd voor het stilleggen van reactor 1 en het antwoord op vraag 3 consequent daaraan is gegeven, dit goed rekenen.*
- *Wanneer een antwoord is gegeven als: „Je moet de temperatuur in reactor 1 zoveel lager maken dat de reactie vier keer zo langzaam verloopt.” dit goed rekenen.*
- *Wanneer een antwoord is gegeven als: „Je moet een opslagtank (waarin de temperatuur 90 °C is) waar drie/vier keer de inhoud van reactor 1 in kan tussen reactor 1 en de kristallisatietank plaatsen.” dit goed rekenen.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**4 maximumscore 4**

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{1,2 \cdot 10^3}{180,2} \times 42,04 \times \frac{10^2}{73} \times \frac{10^2}{95} = 4,0 \cdot 10^2 \text{ (ton)}$$

- berekening van het aantal Mmol aspirine in  $1,2 \cdot 10^3$  ton:  $1,2 \cdot 10^3$  (ton) delen door de massa van een Mmol aspirine (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 180,2 ton) 1
- notie dat het aantal Mmol aspirine dat in reactie 1 bij een rendement van 100% ontstaat gelijk is aan het aantal Mmol keteen dat in reactie 2 reageert (eventueel impliciet) 1
- omrekening van het aantal Mmol keteen dat nodig zou bij een rendement van 100% (is gelijk aan het aantal Mmol aspirine in  $1,2 \cdot 10^3$  ton) naar het aantal ton keteen dat nodig zou bij een rendement van 100%: vermenigvuldigen met de massa van een Mmol keteen (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 42,04 ton) 1
- omrekening van het aantal ton keteen dat nodig zou bij een rendement van 100% naar het aantal ton dat keteen dat in het proces nodig is: delen door 73(%) en vermenigvuldigen met  $10^2$ (%) en delen door 95(%) en vermenigvuldigen met  $10^2$ (%) 1

**5 maximumscore 1**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Bij een hoge atoomefficiëntie heb je (in principe) weinig afval/bijproducten.
- Een groot deel van de massa van de beginstoffen komt in het gewenste reactieproduct terecht.
- Veel van de atomen van de beginstoffen komen in het gewenste reactieproduct terecht.

**6 maximumscore 3**

Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:

- De aanvoer/verkrijgbaarheid/productie van het keteen en het salicylzuur.
- De hoeveelheid oplosmiddel.
- De warmtehuishouding / CO<sub>2</sub> belasting van het milieu.
- De verwerking van nevenproducten.

- per juist genoemde factor 1

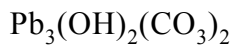
*Opmerking*

*Wanneer slechts een algemene term als 'de milieubelasting' is genoemd, hiervoor geen punt toekennen.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

## Loodwit en de Oude Meesters

### 7 maximumscore 2



- een formule met OH en CO<sub>3</sub> in de verhouding 1 : 1 en met Pb 1
- juiste indices 1

Indien in een overigens juist antwoord als formule is gegeven



Indien een antwoord als Pb<sub>3</sub>OH<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> is gegeven 1

*Opmerkingen*

- Ook de formule Pb(OH)<sub>2</sub>·2PbCO<sub>3</sub> is juist.
- Wanneer de formule Pb<sub>3</sub>(OHCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> is gegeven, dit goed rekenen.

### 8 maximumscore 2

- CO<sub>2</sub> 1
- H<sub>2</sub>O 1

Indien de formule H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> is gegeven en de formule van een andere stof (niet CO<sub>2</sub> of H<sub>2</sub>O) 1

*Opmerkingen*

- Wanneer uitsluitend de formule H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> is gegeven, dit goed rekenen.
- Wanneer het antwoord „H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> en H<sub>2</sub>O” of „H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> en CO<sub>2</sub>” is gegeven, dit goed rekenen.

### 9 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

De reactie is een zuur-base reactie, waarbij H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> / H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> optreedt als zuur (zodat carbonaationen worden gevormd) en ethanoaationen optreden als base (zodat azijnzuurmoleculen worden gevormd).

- de reactie is een zuur-base reactie 1
- H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> / H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> treedt op als zuur / geeft H<sup>+</sup> af 1
- ethanoaat(ionen) treedt/treden op als base / neemt/nemen H<sup>+</sup> op 1

Indien als antwoord is gegeven: „Het is een substitutie(reactie) omdat ethanoaationen worden vervangen door carbonaationen.” 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**10 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.

- notie dat (doordat broeien een exotherm proces is) de temperatuur hoger wordt (eventueel impliciet) 1
- (extra) ethaanzuur en/of water verdampt 1
- de reactiesnelheid neemt toe 1

Indien een antwoord is gegeven als: „De warmte die vrijkomt tijdens het broeien van paardenmest wordt gebruikt voor de (endotherme) vormingsreactie van loodwit. Ook stijgt de temperatuur, waardoor de reactiesnelheid toeneemt.” 2

*Opmerkingen*

- *Wanneer een antwoord is gegeven als: „Bij hogere temperatuur neemt de reactiesnelheid toe en verdampt meer ethaanzuur en/of water.” dit goed rekenen.*
- *Wanneer een antwoord is gegeven als: „Doordat bij het broeien warmte vrijkomt, verloopt de reactie sneller en verdampt meer ethaanzuur en/of water.” dit goed rekenen.*

**11 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Door hydrolyse van triglyceriden uit de lijnolie ontstaan (moleculen van) vetzuren. Met hydroxide(-ionen) en/of carbonaat(ionen) uit het loodwit worden (de moleculen van) deze vetzuren omgezet tot zuurrest(ion)en. Deze reageren met loodionen uit het loodwit tot loodzeep.

- door hydrolyse van triglyceriden uit de lijnolie ontstaan (moleculen van) vetzuren 1
- door reactie van deze (moleculen van) vetzuren met hydroxide(-ionen) en/of carbonaat(ionen) ontstaan zuurrest(ion)en (van vetzuren) 1
- loodionen vormen met zuurrest(ion)en loodzeep 1

Indien in een overigens juist antwoord over lood wordt gesproken in plaats van over loodionen 2

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

*Opmerkingen*

- Wanneer een juiste beschrijving is gegeven die niet begint met: „Door hydrolyse van triglyceriden uit de lijnolie ontstaan ...” dit goed rekenen.
- Wanneer in een overigens juist antwoord over alkaanzuren in plaats van vetzuren wordt gesproken, dit goed rekenen.

**12 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Paardenmest laten broeien. De damp die ervan afkomt door water leiden. Onderzoeken of de ontstane oplossing chloride(-ionen) bevat door een oplossing van zilvernitraat toe te voegen.

- de damp die van broeiende paardenmest afkomt door water leiden 1
- de ontstane oplossing onderzoeken op de aanwezigheid van chloride(-ionen) 1
- noemen van een geschikte oplossing om chloride(-ionen) aan te tonen 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Paardenmest verwarmen. De damp die ervan afkomt door water leiden. Onderzoeken of de ontstane oplossing chloride(-ionen) bevat door een oplossing van zilvernitraat toe te voegen.” 2

**13 maximumscore 2**

- chloride-ionen: bij  $m/z = 35$  en/of  $37$  1
- steeraationen: bij  $m/z = 283$  en/of  $284$  1

**14 maximumscore 2**

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

- de massa van het palmitaation is 255 u en één van de isotopen van lood heeft een massa van 208 u 1
- conclusie 1

Indien in een overigens juist antwoord niet de formule van de positieve ionsoort is gegeven, maar deze is aangegeven met de naam loodpalmitaat, al dan niet vergezeld van een plus-lading 1

*Opmerking*

Wanneer de plus-lading bij de formule niet is vermeld, hiervoor geen punt aftrekken.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**15 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

De ionen in de loodzeep binden (steeds meer) watermoleculen (die uit de lucht afkomstig zijn zodat het volume toeneemt).

- notie dat loodzeep uit ionen bestaat 1
- notie dat watermoleculen worden gebonden 1

Indien een antwoord is gegeven als:

„De ionen in de loodzeep binden water (en er wordt een hydraat gevormd).”

of

„In het ionrooster van de zeep wordt kristalwater opgenomen.” 1

*Opmerking*

*Wanneer in een overigens juist antwoord ‘polaire groepen’ is gebruikt in plaats van ‘ionen’, dit goed rekenen.*

## HET BESTE BROOD

### 16 maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Een lage ‘Glycemische index’ houdt in dat de energie die in het brood zit geleidelijk vrijkomt. Die energie komt vrij doordat glucose wordt verbrand / met zuurstof reageert. Deze glucose ontstaat bij de hydrolyse van het zetmeel/polysachariden uit het brood. Kennelijk verloopt die hydrolyse met ongeveer dezelfde snelheid als de verbranding van de glucose, zodat er een constante glucoseconcentratie in het bloed / bloedsuikerspiegel ontstaat.

- notie dat glucose de energie levert 1
- notie dat glucose uit zetmeel/polysachariden ontstaat 1
- glucose wordt verbrand en zetmeel hydrolyseert 1
- reactiesnelheden van verbranding van glucose en hydrolyse van zetmeel zijn (ongeveer) aan elkaar gelijk 1

### 17 maximumscore 4

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$\frac{1,7}{100} \times 273 \times 10^3 \times 4,184$$

$$\frac{\quad}{56,47 \cdot 10^5} \times 342,3 = 1,2 \text{ (g per 100 g)}$$

en

$$\frac{1,7}{2,0} \times \frac{56,47 \cdot 10^5}{342,3} \times 2,0 = 1,2 \text{ (g per 100 g)}$$

$$\frac{\quad}{273} \times 100$$

- berekening van het aantal kcal per 100 g brood dat voor rekening van de toegevoegde suiker komt: 1,7(%) delen door 100(%) en vermenigvuldigen met 273 (kcal) 1
- omrekening van het aantal kcal per 100 g brood dat voor rekening van de toegevoegde suiker komt naar het aantal J per 100 g brood dat voor rekening van de toegevoegde suiker komt: vermenigvuldigen met  $10^3$  (cal kcal<sup>-1</sup>) en met 4,184 (J cal<sup>-1</sup>) 1
- omrekening van het aantal J per 100 g brood dat voor rekening van de toegevoegde suiker komt naar het aantal mol suiker dat per 100 g brood extra is toegevoegd: delen door  $56,47 \cdot 10^5$  (J mol<sup>-1</sup>) 1
- omrekening van het aantal mol suiker dat per 100 g brood extra is toegevoegd naar het aantal g suiker dat per 100 g brood extra is toegevoegd: vermenigvuldigen met de massa van een mol suiker (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 342,3 g) 1

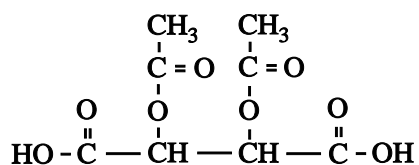
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

of

- berekening van het totaal aantal mol suiker per 100 g brood: 2,0 (g) delen door de massa van een mol suiker (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 342,3 g) 1
- omrekening van totaal aantal mol suiker per 100 g brood naar het aantal J dat door de totale hoeveelheid suiker wordt geleverd: vermenigvuldigen met  $56,47 \cdot 10^5$  ( $\text{J mol}^{-1}$ ) 1
- omrekening van het aantal J dat door de totale hoeveelheid suiker wordt geleverd naar het percentage van de hoeveelheid energie die door de totale hoeveelheid suikers kan worden geleverd: delen door  $4,184 \cdot 10^3$  ( $\text{J kcal}^{-1}$ ) en door 273 (kcal) en vermenigvuldigen met 100(%) 1
- berekening van het aantal g suiker dat extra is toegevoegd: 1,7(%) delen door het percentage van de hoeveelheid energie die door de totale hoeveelheid suikers kan worden geleverd en vermenigvuldigen met 2,0 (g) 1

**18 maximumscore 2**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

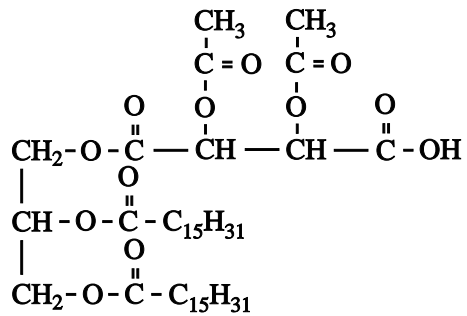


- een koestofketen met vier C atomen en twee carboxylgroepen 1
- acetylgroepen aan de koolstofatomen 2 en 3 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**19 maximumscore 5**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



Dit molecuul heeft een hydrofiele groep, namelijk de vrije COOH groep en hydrofobe groepen, namelijk de koolwaterstofgroepen van de vetzuren.

- glycerol met daaraan één of twee veresterde vetzuurmoleculen juist getekend 1
- correcte waarden voor  $x$  en  $y$  in de koolwaterstofrest van het (de) veresterde vetzuur (vetzuren) gebruikt 1
- één molecuul diacetylwijnsteenzuur veresterd via één carboxylgroep 1
- aangegeven dat in het molecuul groepen voorkomen die hydrofiel zijn en groepen die hydrofoob zijn 1
- aangegeven welke groep hydrofiel is en welke groep hydrofoob 1

**20 maximumscore 2**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

‘Enkelvoudig verzadigd’ moet ‘enkelvoudig onverzadigd’ zijn.

- onjuistheid juist aangegeven 1
- juiste verbetering 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**21 maximumscore 4**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

$$100 - \left( 11 + 38 + 8,4 + 5,1 + \frac{0,46}{22,99} \times 58,44 \right) = 36 \text{ (g)}$$

en

$$100 - \left\{ 11 + 38 + 8,4 + 5,1 + \left( 0,46 + \frac{0,46}{22,99} \times 35,45 \right) \right\} = 36 \text{ (g)}$$

- berekening van het aantal mol natriumchloride (is gelijk aan het aantal mol  $\text{Na}^+$ ): 0,46 (g) delen door de massa van een mol Na (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 22,99 g) 1
- omrekening van het aantal mol natriumchloride naar het gram zout: vermenigvuldigen met de massa van een mol NaCl (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 58,44 g) 1
- juiste massa's van eiwit, koolhydraten, vet, voedingsvezel en zout gebruikt: respectievelijk 11 (g), 38 (g), 8,4 (g), 5,1 (g) en het resultaat van de vorige twee bolletjes 1
- rest van de berekening 1

of

- berekening van het aantal mol chloride (is gelijk aan het aantal mol  $\text{Na}^+$ ): 0,46 (g) delen door de massa van een mol Na (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 22,99 g) 1
- berekening van het aantal g natriumchloride: het aantal mol chloride vermenigvuldigen met de massa van een mol Cl en het product optellen bij 0,46 (g) 1
- juiste massa's van eiwit, koolhydraten, vet, voedingsvezel en zout gebruikt: respectievelijk 11 (g), 38 (g), 8,4 (g), 5,1 (g) en het resultaat van de vorige twee bolletjes 1
- rest van de berekening 1

*Opmerking*

*Wanneer het antwoord is genoteerd als 36,3 (g), dit goed rekenen.*

**22 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Water is niet brandbaar, levert dus geen energie.
- Water is geen bouwstof of brandstof en behoort ook niet tot de vitamines of mineralen. Het heeft daarom geen voedingswaarde.

Indien slechts een antwoord is gegeven als: „Water heeft geen voedingswaarde.” 1

## Toetsmatrijs

opgave	vraag	score	Eindterm		COMPETENTIES			
					V	C	K	O
<b>Een industriële aspirinebereiding</b>	1	4	D5.4			II	III	
	2	1	A2.2	D5.1			III	II
	3	2	A2.2	D5.1			III	II
	4	4	A3.2.13				III	
	5	5	D6.5				II	
	6	6	D6.5				III	II
<b>Loodwit en de Oude Meesters</b>	7	2	A3.2.4				II	
	8	2	A3.2.5	C6.1			III	
	9	3	C6.1				III	
	10	3	C7.1	C5.2			IV	
	11	3	C6.1	C4.12		III	III	
	12	3	B5.5	B5.1	II		III	
	13	2	B5.7				II	
	14	2	B5.7				III	
	15	3	C3.2	C4.8			III	II
<b>HET BESTE BROOD</b>	16	4	E4.5	C6.1		II	III	
	17	4	A3.2.13				III	
	18	2	C4.12	C3.8		I	III	
	19	5	E4.9	C5.4		I	III	
	20	2	E4.9				II	I
	21	4	A3.2.13				II	
	22	2	E4				II	II
		68						

V: Vakmethoden voor kennisontwikkeling

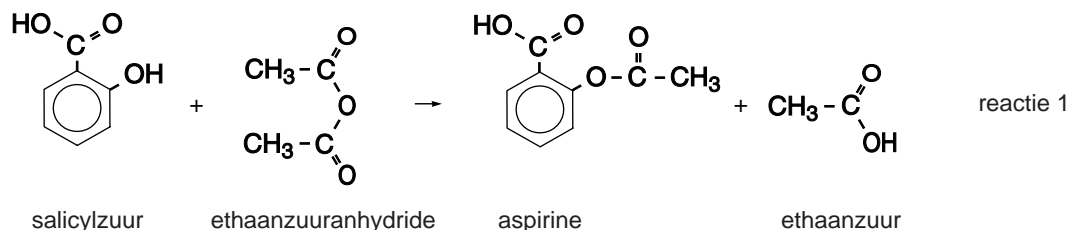
C: Communiceren

K: Vakkennis en vakinzicht

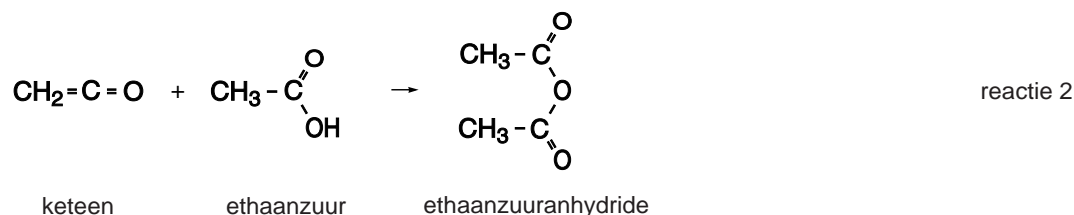
O: Reflecteren en oordelen

# Aspirinebereiding

Een van de industriële bereidingen van aspirine (acetylsalicylzuur) berust op de reactie van salicylzuur met ethaanzuuranhydride:



Het ethaanzuuranhydride dat voor deze reactie nodig is, wordt gevormd door ethaanzuur met de stof keteen te laten reageren:



Met behulp van de reacties 1 en 2 kan worden berekend hoeveel g keteen minimaal nodig is om 1,00 kg aspirine te produceren.

4p 1 Geef deze berekening.

Deze bereiding van aspirine kan vereenvoudigd worden weergegeven in de volgende vier stappen.

- Stap 1 Ethaanzuuranhydride en salicylzuur laat men in een oplosmiddel in de molverhouding 1 : 1 gedurende 20 uur in een reactor (reactor 1) bij circa 90 °C met elkaar reageren.
- Stap 2 Het reactiemengsel wordt overgebracht naar een zogenoemde kristallisatietank. Daar kristalliseert de ontstane aspirine. Dit proces duurt ongeveer 80 uur en vindt plaats bij circa 20 °C.
- Stap 3 De vaste aspirine wordt vervolgens in een scheidingsruimte door middel van filtratie gescheiden van de rest van het vloeibare reactiemengsel.
- Stap 4 Het filtraat wordt overgebracht naar een tweede reactor (reactor 2). Daarin wordt het bij reactie 1 ontstane ethaanzuur met keteen omgezet tot ethaanzuuranhydride. De oplossing die hierbij ontstaat, wordt in reactor 1 geleid.

Aangenomen mag worden dat reactie 1 en reactie 2 aflopende reacties zijn en dat in de kristallisatietank alle aspirine kristalliseert.



## Loodwit en de Oude Meesters

Veel schilderijen van bekende Oude Meesters als Rembrandt, Hals en Vermeer, vertonen beschadigingen die terug zijn te voeren op het gebruik van vervuild loodwit. In de Volkskrant verscheen daarover het artikel “De tijdbom van de Oude Meesters”. Hieronder is een fragment uit dit artikel weergegeven. Lees dit fragment en beantwoord daarna de vragen.

### tekstfragment 1

#### De tijdbom van de Oude Meesters

Een deel van de verouderingsproblemen is terug te voeren op het gebruik van loodwit als basis van olieverven. Er werden pigmenten doorheen geroerd om lichte kleuren te maken. Bovendien werd loodwit vaak gebruikt voor de grondering, de absorberende onderlaag van de schildering.

5 Loodwit werd verkregen door in keramische potten een laagje azijn<sup>1)</sup> te doen, waarboven opgerold lood werd gehangen. De potten werden afgesloten met planken. Daar overheen ging een berg paardenmest, opdat het binnenin zou gaan broeien. De vaste stof die zich onder die omstandigheden afzet op het metaal, loodwit, werd in de schilderswerkplaats  
10 met olie<sup>2)</sup> als bindmiddel gemengd tot verfpasta.

Het onderzoeksteam van het Haagse Mauritshuis heeft samen met Boon, de onderzoeksleider van MOLART<sup>3)</sup>, inmiddels geconstateerd dat loodwit een van de boosdoeners is wanneer het oppervlak van schilderijen schade gaat vertonen.

15 Het problematische loodwit, is inmiddels duidelijk, zit vaak niet in de afbeelding zelf maar in de grondlaag. Voor die grondlaag werd zeer waarschijnlijk goedkoop, inferieur loodwit gebruikt, aldus Boon. In de slechte varianten zitten vervuilingen, waaronder chloride, denkt hij, die uit die broeiende berg paardenmest kunnen komen.

20 Vervuild loodwit in de grondering lost dus op. 'Ervoor in de plaats komt transparant materiaal. Dat voegt zich samen tot klonters. Die hebben de neiging te gaan groeien. Daarbij barsten sommige door de bovenste verflaag heen. Het resultaat is dat je op de oppervlakte van het schilderij allemaal kleine rondjes ziet.' Protrusie, noemt Boon dat effect: vorming van

25 uitstulpingen. In het transparante materiaal van die klonters blijken zepen te zitten: bijvoorbeeld loodzeep die ontstaat wanneer oplossend loodwit zich verbindt met organische fracties in de grondlaag. 'Die zepen zijn vochtgevoelig, waardoor de aangedane plekken makkelijk kunnen zwellen', constateert Boon.

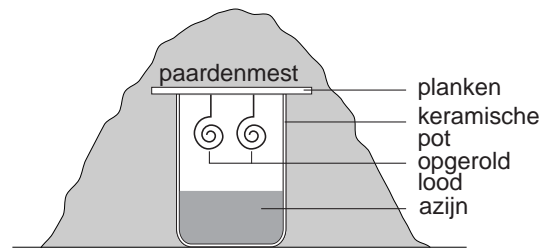
*naar: de Volkskrant*

noot 1 Azijn is een oplossing van ethaanzuur (azijnzuur) in water.

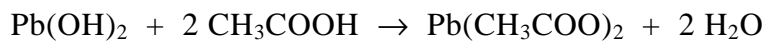
noot 2 Deze olie is, net als vet, een mengsel van triglyceriden; dit zijn tri-esters van glycerol en vetzuren.

noot 3 MOLART is een onderzoeksprogramma naar de veroudering van schilderijen.

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:



Vervolgens reageert loodethanoaat door tot loodcarbonaat. Dit is een zuur-base reactie. Voor deze omzetting van loodethanoaat tot loodcarbonaat zijn twee stoffen nodig, die weliswaar in de lucht voorkomen, maar waarvan de concentraties te klein zijn voor de beschreven vorming van relatief grote hoeveelheden loodwit. Extra hoeveelheden van deze twee stoffen komen uit de azijn en uit de damp van de broeiende paardenmest. Uiteindelijk wordt bij deze bereiding van loodwit geen ethaanzuur verbruikt.

- 3p 5 Geef de reactievergelijking voor de omzetting van loodethanoaat tot loodcarbonaat.
- 2p 6 Laat zien dat geen ethaanzuur wordt verbruikt.

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

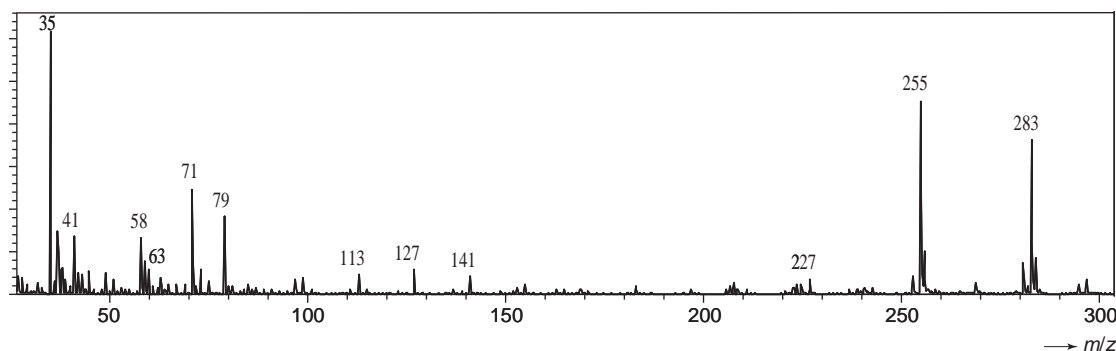
- 3p 7 Op welke twee manieren bevordert het feit dat het broeien van paardenmest een exotherm proces is de vorming van loodwit? Geef een verklaring voor je antwoord.

Uit onderzoek is gebleken dat de zepen die in regel 25 en verder worden genoemd, voornamelijk loodpalmitaat en loodstearaat zijn. Loodpalmitaat en loodstearaat zijn de loodzouten van de vetzuren palmitinezuur respectievelijk stearinezuur. De vorming van deze loodzepen wordt in het artikel eveneens niet zo nauwkeurig beschreven (zie regels 26 en 27). De journalist wil de lezer waarschijnlijk niet lastig vallen met chemische termen. Bij de vorming van loodzeep, die in principe ook uit onvervuild loodwit kan ontstaan, zijn stoffen uit 'organische fracties in de grondlaag' betrokken. Door gebruik te maken van gegevens uit het artikel met de daarbij verstrekte voetnoten, en gegevens met betrekking tot de samenstelling van loodwit, kan worden afgeleid welke stoffen uit de 'organische fracties in de grondlaag' betrokken zijn bij de vorming van loodzeep. Dan is het mogelijk een nauwkeurigere beschrijving voor de vorming van de loodzepen te geven.

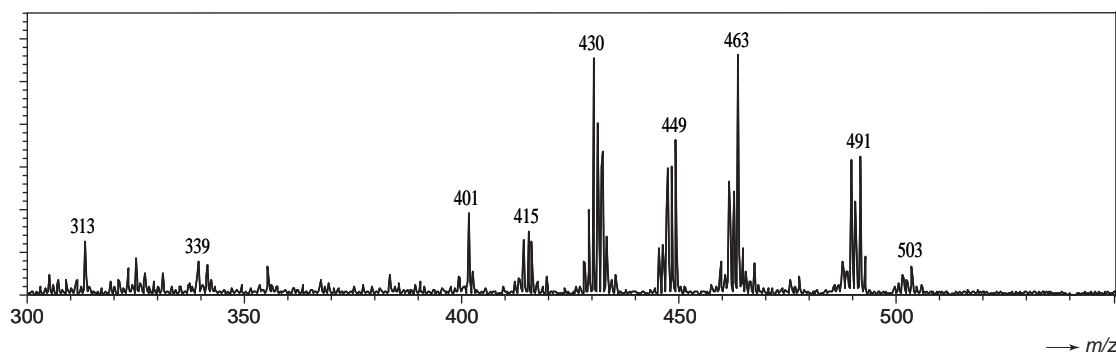
- 1p **8** Welke soort organische stof in de 'organische fracties in de grondlaag' is betrokken bij de vorming van loodzeep?
- 3p **9** Geef een nauwkeurigere beschrijving voor de vorming van loodzeep uit loodwit, gebruik makend van chemische vaktermen.

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 **10** 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 **11** 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.