


examenbundel.nl

# examen bundel



Meer dan alleen oefenexamens

Nu bij je boek  
**mijn.examenbundel.nl**  
Online oefenen, video's en meer

2024|2025

VWO

Scheikunde

ThiemeMeulenhoff



#

**examen  
bundel**>  
Slim leren, zeker slagen



#

**BESTEL  
MET  
STAPEL-  
KORTING!**

#

# Slim leren, zeker slagen met Examenbundel!

#




Oefenopgaven, samenvattingen, woordjes,  
examentips en inspiratie: op [examenbundel.nl](https://examenbundel.nl)  
vind je alles om je optimaal voor te bereiden  
op je examens.

#ikgazekerlagen #geenexamenstress [examenbundel.nl](https://examenbundel.nl)



examenbundel.nl

# examen bundel



Meer dan alleen oefenexamens

2024 | 2025

J.R. van der Vecht  
T.H.J. Heutmekers

VWO

Scheikunde



# Colofon

## Auteurs

J.R. van der Vecht  
T.H.J. Heutmekers

## Vormgeving binnenwerk

Maura van Wermeskerken, Apeldoorn

## Opmaak

Crius Group, Hulshout

## Redactie

Lineke Pijnappels, Tilburg

## Over ThiemeMeulenhoff

ThiemeMeulenhoff ontwikkelt slimme flexibele leeroplossingen met een persoonlijke aanpak. Voor elk niveau en elke manier van leren. Want niemand is hetzelfde.

We combineren onze kennis van content, leerontwerp en technologie, met onze energie voor vernieuwing. Om met en voor onderwijsprofessionals grenzen te verleggen. Zo zijn we samen de motor voor verandering in het primair, voortgezet en beroepsonderwijs.

## Samen leren vernieuwen.

[www.thiememeulenhoff.nl](http://www.thiememeulenhoff.nl)

Boek ISBN 978 90 06 48683 4  
Pakket ISBN 978 90 06 37398 1  
Eerste druk, eerste oplage, 2024

©ThiemeMeulenhoff, Amersfoort, 2024

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 23 augustus 1985, Stbl. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie (PRO), Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp ([www.stichting-pro.nl](http://www.stichting-pro.nl)). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet) dient men zich tot de uitgever te wenden. Voor meer informatie over het gebruik van muziek, film en het maken van kopieën in het onderwijs zie [www.auteursrechtenonderwijs.nl](http://www.auteursrechtenonderwijs.nl).

De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.

# Zo werk je met deze Examenbundel

De eerste stap om vol vertrouwen je examen voor dit vak in te gaan heb je gezet! Deze Examenbundel is namelijk de beste voorbereiding, omdat je oefent met echte examenopgaven. Kijk hoe het werkt.

## De indeling van het boek

Je Examenbundel bestaat uit verschillende delen:

- **De oriëntatietoets:** krijg snel een eerste indruk hoe je scoort op de verschillende examenonderwerpen.
- **Deel 1 - Oefenen op onderwerp:** oefen gericht met examenopgaven over de onderwerpen die jij lastig vindt.
- **Deel 2a - Examens met uitwerkingen:** oefen met hele examens met heldere uitleg van onze ervaren examendocenten.
- **Deel 2b - Examen 2024-I:** doe de generale repetitie voor het echte examen. De antwoorden en uitwerkingen staan op [mijnexamenbundel.nl](https://mijnexamenbundel.nl).

## Hints en uitwerkingen

### HINTS

Weet je niet hoe je een vraag moet aanpakken? Dan zijn er **hints** om je op weg te helpen.

### UITWERKINGEN

Kijk de vragen na met de **uitwerkingen**. Daarin staat het juiste antwoord. Maar belangrijker: je krijgt duidelijke uitleg waaróm dit het juiste antwoord is en hoe je daar komt.

Zo oefen je én leer je tegelijk!

## Online oefenen met Mijn Examenbundel

Bij dit boek hoort een online omgeving: [mijnexamenbundel.nl](https://mijnexamenbundel.nl). Het boek en Mijn Examenbundel werken met elkaar samen.



Maak de balans op



Leren en oefenen



Ook handig



### Boek

- oriëntatietoets maken
- hele examens maken
- examenopgaven oefenen per onderwerp
- onderwerpregister

### Mijn Examenbundel

- nakijken oriëntatietoets
  - nakijken hele examens
- Je scores worden bewaard!*
- uitlegvideo's per onderwerp
  - extra examenopgaven per onderwerp
- Je ziet je voortgang!*
- overzicht van de examenstof
  - hulpmiddelen
  - examentips
- Alle belangrijke info bij elkaar!*

Om optimaal gebruik te maken van boek én website, verwijst het boek op handige plekken naar [mijnexamenbundel.nl](http://mijnexamenbundel.nl).

### Voorbeeld



Wil je weten hoe je de toets hebt gemaakt? De antwoorden staan op [mijnexamenbundel.nl](http://mijnexamenbundel.nl). Vul je punten in en bekijk je score per onderwerp. Je scores worden bewaard.



## Activeer direct je code voor Mijn Examenbundel

Ga nu naar [mijnexamenbundel.nl](http://mijnexamenbundel.nl) en maak meteen je account aan. Met de **activatiecode** die je per mail hebt ontvangen of via de ELO van je school, heb je toegang tot alle extra's die bij je boek horen.

## Gebruik ook Samengevat

Wil jij je nóg beter voorbereiden op het eindexamen? Combineer **Examenbundel** dan met **Samengevat** - alle examenstof kort en bondig in één boek.

## Heel veel succes!

Namens team Examenbundel heel veel succes met je examens! #slimlereniszekerlagen

Heb je een vraag of opmerking over deze Examenbundel? Ga dan naar [examenbundel.nl/contact](http://examenbundel.nl/contact).

### Opmerking

De overheid stelt de regels op voor het examen. Bijvoorbeeld wat de examenonderwerpen zijn, welke hulpmiddelen je mag gebruiken en wanneer het examen is. De auteurs en uitgever hebben deze Examenbundel met grote zorg samengesteld. Soms veranderen de regels van de overheid echter of worden er nieuwe afspraken gemaakt over wat die regels betekenen. Raadpleeg daarom altijd je docent of onze website [www.examenbundel.nl](http://www.examenbundel.nl) voor actuele informatie die voor jouw examen van belang is.

## 7 Tips: hoe maak je examenopgaven bij scheikunde?

## Oriëntatietoets

11 Opgaven

### Deel 1

## Oefenen op onderwerp

### 1 Van atomen naar stoffen

21 Opgaven

30 Hints – uitwerkingen

### 2 Reacties en reactieomstandigheden

36 Opgaven

46 Hints – uitwerkingen

### 3 Zuur-basereacties

54 Opgaven

62 Hints – uitwerkingen

### 4 Redoxreacties

68 Opgaven

78 Hints – uitwerkingen

### 5 Koolstofchemie

84 Opgaven

98 Hints – uitwerkingen

### 6 Chemie van het leven (biochemie)

106 Opgaven

116 Hints – uitwerkingen

### 7 Chemische industrie en milieu

122 Opgaven

131 Hints – uitwerkingen

### 8 Analysemethoden en vaardigheden

138 Opgaven

150 Hints – uitwerkingen

### Deel 2a

## Examens met uitwerkingen

### Examen 2021-I

159 Opgaven

168 Hints – uitwerkingen

### Examen 2021-II

173 Opgaven

184 Hints – uitwerkingen

### Examen 2022-I

190 Opgaven

201 Hints – uitwerkingen

### Examen 2022-II

207 Opgaven

215 Hints – uitwerkingen

### Examen 2023-I

220 Opgaven

228 Hints – uitwerkingen

### Examen 2023-II

234 Opgaven

243 Hints – uitwerkingen

### Deel 2b

## Examen 2024-I

### Examen 2024-I

251 Opgaven

## Bijlagen

### Cijferbepaling

### Onderwerpregister





## Tips: hoe maak je examenopgaven bij scheikunde?

Bij het op de juiste manier oplossen van een probleem doorloop je in het algemeen drie stappen: de voorbereiding, de uitvoering en de controle.

### Vorbereiding



- Kijk eerst vluchtig alle opgaven door en begin met de opgaven die je vertrouwd voorkomen.
- Ga na hoeveel tijd gemiddeld beschikbaar is per opgave. Probeer te voorkomen dat je te lang met een bepaalde vraag bezig blijft en daardoor weinig punten scoort bij andere vragen.
- Lees de tekst van de gekozen opgave rustig en nauwkeurig. Onderstreep of markeer hierbij aanwijzingen, begrippen, formules, getallen e.d. die van belang kunnen zijn. Deze informatie is dan bij het beantwoorden van de vragen snel terug te vinden.
- Lees elke vraag nauwkeurig en ga na welke informatie je nodig denkt te hebben om de vraag te kunnen beantwoorden. Zoek die informatie op in de tekst van de opgave of in Binas of ScienceData.
- Bepaal welke tussenstappen je bij de beantwoording van de vraag zult moeten maken. Deze worden bepaald door het 'gat' dat er zit tussen de gegevens en het gevraagde. Je kunt daarbij zowel van de gegevens als van het gevraagde uitgaan.
- Begin pas aan de uitvoering, wanneer je de aanpak van het vraagstuk overziet.


### Uitvoering



- Reserveer op je papier voor elke opgave voldoende ruimte. Je werk wordt daardoor overzichtelijker en je kunt je antwoord makkelijker aanvullen.
- Schrijf alle tussenstappen overzichtelijk op, zodat zichtbaar wordt hoe je tot je antwoord bent gekomen.
- Indien om uitleg wordt gevraagd, mag die niet ontbreken.
- Schrijf bij twijfel altijd iets op (behalve als je zelf al kunt beoordelen dat je antwoord nergens op slaat).

### Controle



- Lees de vraag nog eens over. Is hij volledig beantwoord?
- Vind je het gevonden antwoord zinnig (klopt bv. de orde van grootte)? Zo niet, probeer je denk- of rekenfout op te sporen of maak daarover tenminste een opmerking. 
- Is de juiste eenheid vermeld?
- Is de afronding van een verkregen waarde in overeenstemming met de vraagstelling? Let op het juiste aantal significante cijfers.



Hoe zou je het nu al doen op een examen? De oriëntatietoets geeft je een eerste indruk.

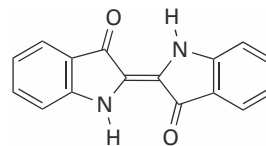


## Oriëntatietoets



### Blaauwe Luiersyndroom

In 1960 werd in de Verenigde Staten een zieke baby in het ziekenhuis opgenomen. Heel bijzonder was dat de urineplekken in de luiers van deze baby soms blauw waren. De behandelende artsen vermoedden dat de luiers blauw waren door de aanwezigheid van de stof indigo in de luiers.



indigo

Om vast te kunnen te stellen of de blauwe stof inderdaad indigo was, moest de blauwe stof geïsoleerd worden.

Hierbij werd de volgende werkwijze gehanteerd:

- de blauwe luiers werden gespoeld met aceton (propanon);
- door de verkregen vloeistof in te dampen werd een blauwe vaste stof verkregen;
- de blauwe stof werd vervolgens gemengd met water tot een suspensie;
- de verkregen suspensie werd door een filter geschonken en nog drie keer met water gewassen;
- uiteindelijk werd de overgebleven blauwe vaste stof gedroogd.

In het hierboven beschreven proces is gebruikgemaakt van meerdere scheidingsmethoden.

- 3p 1 Geef de naam van elke gebruikte scheidingsmethode en geef voor elke scheidingsmethode één voorbeeld uit de tekst.

In de beschreven werkwijze wordt gebruikgemaakt van het feit dat indigo slecht oplost in water. In een discussie met haar leraar, zegt Marian dat ze dit gek vindt. Ze had op grond van de structuurformule verwacht dat indigo wel oplosbaar in water zou zijn.

- 2p 2 Noem een argument dat Marian kan gebruiken om aannemelijk te maken dat indigo oplosbaar is in water. Geef aan met welk argument de leraar duidelijk kan maken dat indigo niet oplosbaar is in water.

Noteer je antwoord als volgt:

Argument Marian: ...

Argument leraar: ...

Toen de blauwe stof inderdaad indigo bleek te zijn, vermoedden de artsen dat het hier ging om het zogenoemde Blaauwe Luiersyndroom.

De ziekte (BDS) kenmerkt zich door een ongebruikelijke afbraak van het tryptofaan.

Eén van afbraakproducten van tryptofaan is het zogenoemde indol-3-azijnzuur.

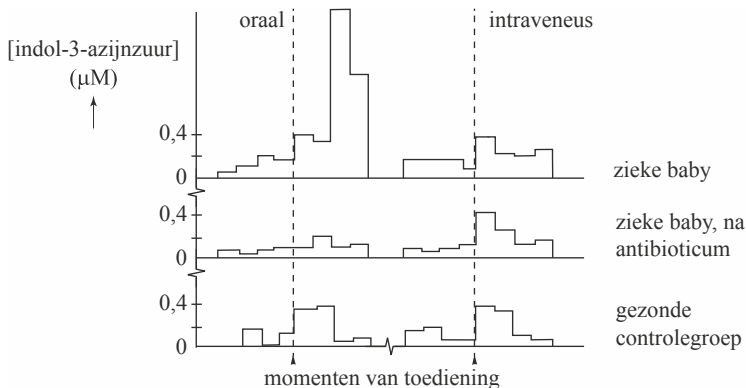
Bij BDS komt deze stof in afwijkende concentraties voor in de urine. Om vast te stellen of urine van het zieke kind inderdaad indol-3-azijnzuur bevatte, werd een chromatografieproef uitgevoerd.

- 2p 3 Beschrijf hoe je door middel van chromatografie kunt aantonen dat indol-3-azijnzuur in urine voorkomt. Geef ook aan waaruit blijkt dat in de onderzochte urine inderdaad indol-3-azijnzuur voorkomt.

Bij gezonde mensen worden eiwitten in de maag en in de darmen gehydrolyseerd, waarbij losse aminozuren ontstaan. Vanuit de darmen worden de aminozuren deels opgenomen in het bloed. Een deel dat niet opgenomen wordt, wordt door bacteriën omgezet. De in het bloed opgenomen aminozuren worden gebruikt voor de eiwitsynthese.

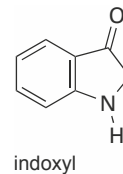
Overtollige aminozuren worden in de lever omgezet. De afbraakproducten worden uitgescheiden via de urine.

Om te onderzoeken in welke fase van de spijsvertering een afwijking optreedt, werd een test opgezet. In de test kreeg een zieke baby oraal (via de mond) tryptofaan toegediend. Op een later tijdstip kreeg de baby intraveneus (rechtstreeks in het bloed) tryptofaan toegediend. Deze test werd ook bij een controlegroep uitgevoerd. Deze test werd herhaald nadat de zieke baby vier dagen lang een antibioticum had geslikt. Het antibioticum doodt alle bacteriën in de darm. In de urine van de baby's werd de concentratie van indol-3-azijnzuur gemeten. De urine van alle baby's werd verzameld van 24 uur voor tot 24 uur na de toediening van tryptofaan. Hieronder staan de resultaten van de test weergegeven.



- 2p 4 Leg aan de hand van de onderzoeksresultaten uit of de afwijkende omzetting van tryptofaan tot indol-3-azijnzuur in de darmen of in de lever van de zieke baby plaatsvindt.

Omdat de blauwe kleur vaak niet meteen ontstond, maar pas als de luier enige tijd aan de lucht was blootgesteld, was de aanname dat indigo ontstaat uit in de urine aanwezig indoxyl. Indoxyl is bij BDS het belangrijkste afbraakproduct van tryptofaan.



- 3p 5 Geef de vergelijking van de halfreactie waarbij indoxyl wordt omgezet tot indigo. In de vergelijking van deze halfreactie komt onder andere ook  $H^+$  voor. Gebruik in de vergelijking bovenstaande weergaves van indoxyl en indigo.
- 1p 6 Geef aan waarom de luiers pas blauw kleurden nadat ze aan de lucht waren blootgesteld.

## Grensvlakpolymerisatie

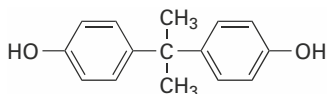
De kunststof lexaan wordt toegepast als coating van cd's en bijvoorbeeld als materiaal voor het venster in skibrillen. Lexaan is een zogeheten polycarbonaat. Lexaan wordt gemaakt uit twee monomeren. Eén van de monomeren van lexaan is het gas fosgeen ( $\text{COCl}_2$ ). Fosgeen is een zeer giftig zenuwgas en wordt daarom niet in grote hoeveelheden opgeslagen voor gebruik, maar ter plekke gemaakt uit chloor en koolstofmonoïxide.

In de bijlage die bij deze opgave hoort, is een vereenvoudigd en onvolledig blokschema voor de productie van lexaan weergegeven (zie na vraag 11).

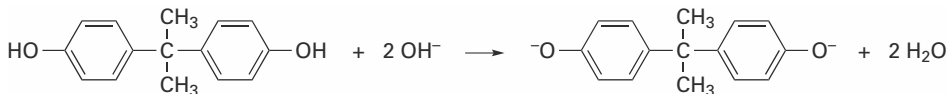
In reactor 1 (R1) laat men een overmaat koolstofmonoïxide reageren met chloor. Het chloor reageert hierbij volledig.

- 2p 7 Laat met een berekening zien of R1 moet worden verwarmd of gekoeld. De vormingswarmte van fosgeen bedraagt  $-2,23 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ .

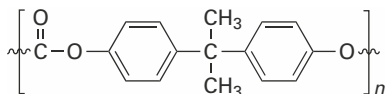
Het gevormde fosgeen wordt vervolgens gescheiden van de overmaat koolstofmonoïxide in scheidingsruimte S1. Fosgeen wordt onderin reactor R2 geleid. R2 bevat twee vloeistoffen die niet met elkaar mengen. De bovenste laag is natronloog. De onderste laag bevat dichloormethaan ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ). Behalve fosgeen wordt als grondstof voor lexaan bisfenol-A gebruikt, waarvan de structuurformule hieronder is weergegeven.



Bisfenol-A wordt bovenin R2 gebracht. Bisfenol-A reageert met het aanwezige natronloog tot bisfenolaationen, zoals hieronder is weergegeven.



De bisfenolaationen reageren vervolgens aan het grensvlak van beide vloeistoffen met fosgeen tot lexaan. Hieronder is een gedeelte van een polymeerketen van lexaan weergegeven.



De atomeconomie, ook wel atomefficiëntie genoemd, van de vorming van lexaan uit de grondstoffen, kan worden berekend op basis van de reacties die in R2 verlopen. Hierbij is onder andere de molecuulformule van de repeterende eenheid van lexaan nodig.

- 3p 8 Geef de beide reacties die verlopen in R2 in één vergelijking weer. Gebruik molecuulformules voor de organische stoffen.
- 2p 9 Bereken de atomeconomie van de vorming van lexaan in R2. De molaire massa van bisfenol-A bedraagt  $228,3 \text{ g mol}^{-1}$ .

Voor bepaalde toepassingen wordt een variant van het polymeer lexaan geproduceerd. Als aan R2 een bepaald percentage benzeen-1,3,5-triol wordt toegevoegd, ontstaat een netwerkpolymeer.

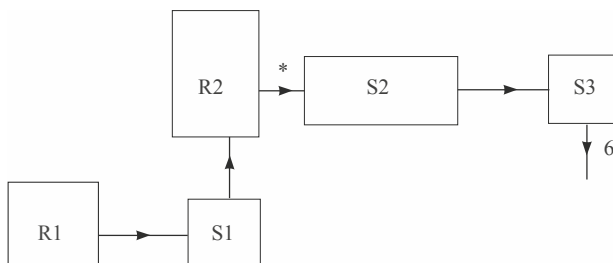
- 2p 10 Leg uit dat een netwerkpolymeer zal ontstaan als benzeen-1,3,5-triol in R2 wordt toegevoegd.

In scheidingsruimte S2 wordt het mengsel afkomstig van R2 gewassen met water. Hierbij worden het overgebleven bisfenol-A en natronloog afgescheiden van het lexaan en dichloormethaan. In S3 wordt lexaan ten slotte gescheiden van dichloormethaan. De overige stoffen afkomstig uit S2 worden opgeslagen.

- 4p 11 Maak het blokschema in de bijlage compleet.
- Noteer ontbrekende pijlen en ontbrekende stoffen bij de pijlen. Houd daarbij rekening met hergebruik van stoffen. Hergebruik van de uit S2 afkomstige overige stoffen hoeft niet te worden aangegeven.
  - Bij de stofstroom aangeduid met een \* hoef je niets in te vullen.
  - Geef de stofstromen in het schema weer met de volgende cijfers:
 

1 bisfenol-A / bisfenolaat	6 lexaan
2 chloor	7 natronloog
3 dichloormethaan	8 water
4 fosgeen	9 opgelost natriumchloride
5 koolstofmonoïxide	
  - Cijfers voor de verschillende stofstromen kunnen meerdere malen voorkomen.

#### bijlage bij vraag 11



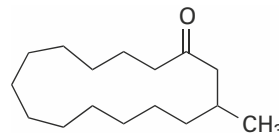


## Nitromusks

Muskus is een belangrijke geur die onderdeel uitmaakt van vrijwel alle parfums. Al ver voor het begin van onze jaartelling werd er gehandeld in muskus. Door het geringe aanbod was natuurlijke muskus altijd uiterst kostbaar.

De belangrijkste geurstof in muskus is muscon, een stof met de molecuulformule  $C_{16}H_{30}O$ .

De structuurformule van muscon is hiernaast schematisch weergegeven.

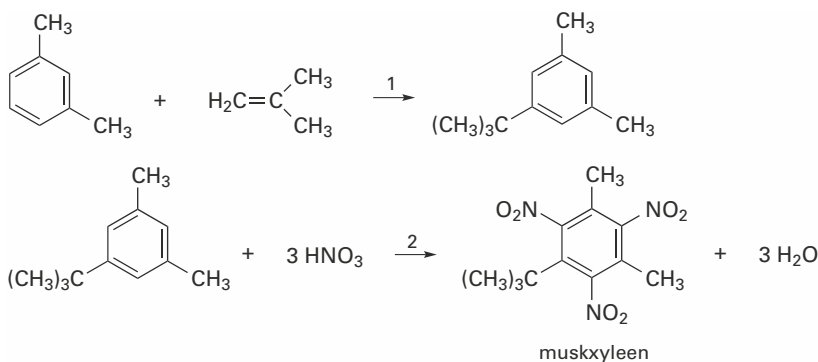


- 2p **12** Geef aan of er spiegelbeeldisomeren mogelijk zijn bij muscon. Licht je antwoord toe aan de hand van bovenstaande schematische structuurformule.

De productie van synthetische muscon is nooit van de grond gekomen. Het rendement van de voorgestelde bereidingswijzen was steeds erg laag, mede vanwege het grote aantal tussenstappen. Ook kwamen goedkopere vervangers voor muscon beschikbaar: de nitromusks.

De nitromusks zijn eenvoudig te bereiden uit goedkope grondstoffen.

Zo kan muskxyleen (MX) worden bereid in slechts twee stappen die in de onderstaande figuur zijn weergegeven.



In stap 1 (zie boven) laat men 1,3-dimethylbenzeen reageren met methylpropen. Deze omzetting heeft een rendement van 75%.

Vervolgens laat men de ontstane stof na zuivering reageren met geconcentreerd salpeterzuur tot MX en water. Deze tweede stap heeft een rendement van 88%.

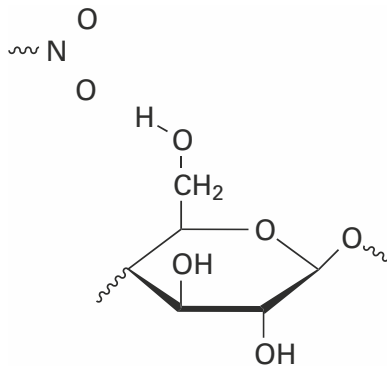
- 4p **13** Bereken de E-factor voor deze bereiding van MX uit 1,3-dimethylbenzeen. De molaire massa van MX bedraagt  $297,3 \text{ g mol}^{-1}$ .  
Neem aan dat bij de zuivering geen stof verloren gaat.

MX hecht goed aan textiel, waardoor de geur lang blijft hangen. MX is hydrofoob. Daarom is het opmerkelijk dat MX goed hecht aan bijvoorbeeld katoen. Katoen bestaat vooral uit cellulose. Van katoen is bekend dat het goed water kan binden. Het blijkt dat de binding aan katoen vooral door de in MX aanwezige  $\sim\text{NO}_2$  groepen plaatsvindt.

Met behulp van lewisstructuren kan worden verklaard waarom MX goed hecht aan katoen. In de bijlage zijn een nitrogroep van MX en een gedeelte van een molecuul cellulose schematisch en onvolledig weergegeven (zie volgende bladzijde).

- 3p **14** Geef in de bijlage de lewisstructuur van de nitrogroep van MX en de bovenste OH-groep van cellulose. Geef in de tekening formele en partiële ladingen aan. De weergegeven lewisstructuren moeten voldoen aan de octetregel.

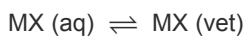
## bijlage bij vraag 14



Het bleek dat nitromusks kunnen worden aangetoond in oppervlaktewater en in het vetweefsel van vissen en mensen. Omdat nitromusks ervan worden verdacht kankerverwekkend te zijn, is het gebruik sterk teruggedrongen.

Uit kwalitatief onderzoek aan vissen bleek dat MX wordt opgenomen uit het water via de huid, waarna het zich in het onderhuids vetweefsel ophoopt.

Onderzoekers stelden de hypothese op dat MX de huid in beide richtingen kan passeren. Het verdelingsevenwicht van MX in het water en in het vetweefsel kan worden voorgesteld als:



- 2p 15 Beschrijf welk onderzoek moet worden uitgevoerd om de hypothese te toetsen. Geef ook aan welke uitkomst van dit onderzoek de hypothese zou bevestigen.

## Biogasfabricage uit afval

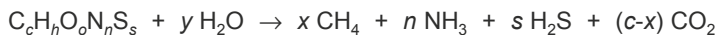
Methaan uit aardgas levert in Nederland per jaar ongeveer  $1,5 \cdot 10^{18}$  J aan energie.

In 2007 werd in het rapport 'Vol gas vooruit!' het doel gesteld dat op korte termijn 3,0% van deze energie wordt geleverd door biogas.

Biogas ontstaat wanneer biomassa door een mengsel van bacteriën wordt afgebroken onder zuurstofarme omstandigheden. De hoofdbestanddelen van biogas zijn koolstofdioxide en methaan.

De reactiewarmte bij de verbranding van biogas bedraagt gemiddeld  $-2,0 \cdot 10^7$  J m<sup>-3</sup>.

Deze energiewaarde kan vooral worden toegeschreven aan het aanwezige methaan. Hieronder is een reactievergelijking voor het totale proces van de vorming van biogas uit biomassa weergegeven. Voor biomassa wordt de verhoudingsformule  $\text{C}_c\text{H}_h\text{O}_o\text{N}_n\text{S}_s$  gebruikt.



$$x = 0,125(4c + h - 2o - 3n + 2s)$$

$$y = 0,250(4c - h - 2o + 3n + 2s)$$

Een bepaalde fractie biomassa kan worden voorgesteld met de volgende verhoudingsformule:  $\text{C}_{38}\text{H}_{60}\text{O}_{26}\text{N}_3$ .

- 5p 16 Bereken hoeveel ton van deze biomassa moet worden vergist tot biogas om bovengenoemde doelstelling te bereiken.  
Maak onder andere gebruik van de volgende gegevens:
- de molaire massa van  $C_{38}H_{60}O_{26}N_3$  bedraagt  $975 \text{ g mol}^{-1}$ ;
  - biogas bevat 46 vol% methaan;
  - het molair volume bedraagt  $2,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ .

Biomassa bestaat voornamelijk uit koolhydraten, vetten en eiwitten. De vorming van biogas uit biomassa gebeurt in vier stappen. Deze stappen verlopen tegelijkertijd. Stap 1: hydrolyse. Tijdens deze stap worden de koolhydraten, eiwitten en vetten met behulp van enzymen buiten de bacteriecellen afgebroken tot suikers, aminozuren, vetzuren en glycerol. De producten van de hydrolyse worden door bacteriën opgenomen.

- 4p 17 Geef de reactievergelijking in structuurformules voor de hydrolyse van het eiwitfragment ~ Ala – Ser – Met tot ~ Ala en de losse aminozuren.

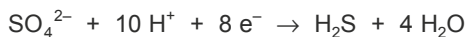
Stap 2: verzuring. De in stap 1 gevormde stoffen worden in de bacteriën omgezet tot zuren en alcoholen. Hierbij ontstaan tevens waterstof en koolstofdioxide. Als bijproducten worden ammoniak en waterstofsulfide ( $H_2S$ ) gevormd.

- 2p 18 Geef aan uit welke soort(en) stof(fen) die na stap 1 aanwezig zijn in het reactiemengsel, ammoniak en waterstofsulfide kunnen worden gevormd. Licht je antwoord toe.

Stap 3: azijnzuurvorming. Zogenaemde azijnzuurvormende bacteriën zetten de in stap 2 gevormde zuren en alcoholen met water om tot ethaanzuur en waterstof. Als in een zuur of alcohol een oneven aantal C-atomen aanwezig is, ontstaat hierbij tevens  $CO_2$ . Bij een even aantal C-atomen ontstaat geen  $CO_2$ . De reacties in stap 3 kunnen worden voorgesteld als evenwichtsreacties.

- 3p 19 Geef de reactievergelijking voor de omzetting van hexaanzuur in stap 3.

In stap 4 wordt door methaanvormende bacteriën ten slotte methaan en  $CO_2$  gevormd. Hierbij verbruiken ze het in stap 2 gevormde waterstof. In sommige bronnen van biomassa, zoals havenslib, zijn veel sulfaationen aanwezig. De aanwezigheid van sulfaat-afbrekende bacteriën in een reactor kan dan de methaanproductie verminderen. Deze bacteriën verbruiken namelijk het aanwezige waterstof om sulfaationen om te zetten tot  $H_2S$ . De vergelijking van de halfreactie van het sulfaation is hieronder weergegeven.



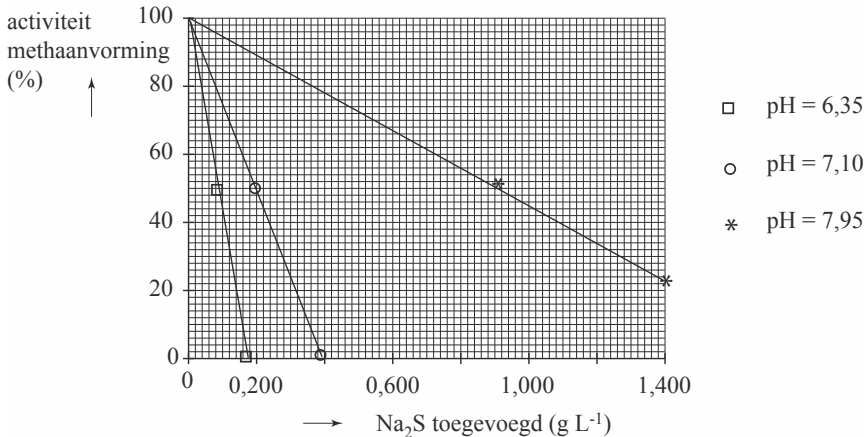
- 2p 20 Leid met behulp van de vergelijkingen van de halfreacties de totale reactievergelijking af voor deze bacteriële omzetting van  $SO_4^{2-}$  tot  $H_2S$ . Gebruik Binas-tabel 48.

Het gevormde  $\text{H}_2\text{S}$  en het tevens aanwezige  $\text{HS}^-$  zijn bij een hoge concentratie giftig voor de methaanvormende bacteriën.

Om het remmende effect van  $\text{H}_2\text{S}$  en  $\text{HS}^-$  op de methaanproductie te onderzoeken werd in een laboratoriumopstelling de methaanproductie van methaanvormende bacteriën bepaald na toevoeging van verschillende hoeveelheden  $\text{Na}_2\text{S}$ .

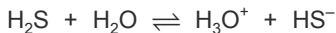
Dit experiment werd uitgevoerd bij drie pH-waarden, die met behulp van buffers werden ingesteld. De overige omstandigheden werden constant gehouden.

In onderstaand diagram is het resultaat van de metingen weergegeven.



Bij de gebruikte pH-waarden worden de opgeloste  $\text{S}^{2-}$ -ionen volledig omgezet tot  $\text{H}_2\text{S}$  en  $\text{HS}^-$ .

In de oplossing stelt zich het volgende evenwicht in:



- 3p 21 Leg met behulp van het diagram uit welk deeltje de methaanvorming het sterkst remt:  $\text{H}_2\text{S}$  of  $\text{HS}^-$ .

Bij pH = 7,10 is een afname van 50% van de methaanvorming gemeten na het toevoegen van 0,20 g  $\text{Na}_2\text{S}$  per liter. Berekend kan worden dat dan de concentratie  $\text{H}_2\text{S}$  0,041 gL<sup>-1</sup> bedraagt.

Bij pH = 7,95 is dezelfde afname van de methaanvorming gemeten na het toevoegen van 0,90 g  $\text{Na}_2\text{S}$  per liter. Hoewel in deze proef meer  $\text{Na}_2\text{S}$  is toegevoegd, is er toch ongeveer evenveel  $\text{H}_2\text{S}$  aanwezig als in de genoemde proef bij pH = 7,10.

- 5p 22 Bereken hoeveel gram  $\text{H}_2\text{S}$  per liter in de reactor bij pH = 7,95 aanwezig is, wanneer 0,90 g  $\text{Na}_2\text{S}$  per liter is toegevoegd ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $p = p_0$ ).  
Neem aan dat het  $\text{H}_2\text{S}$  in de reactor geheel is opgelost in water.



Wil je weten hoe je de toets hebt gemaakt? De antwoorden staan op mijnexamenbundel.nl. Vul je punten in en bekijk je score per onderwerp. Je scores worden bewaard.



Examenopgaven per onderwerp met  
hints om je op weg te helpen en uitleg  
bij de antwoorden.



Deel 1

Oefenen op onderwerp



# 1 Van atomen naar stoffen

## Nieuw element

Onderzoekers in Rusland en Duitsland hebben zich beziggehouden met het vervaardigen van nieuwe elementen. Ze maakten hierbij gebruik van de techniek die is beschreven in onderstaand tekstfragment.

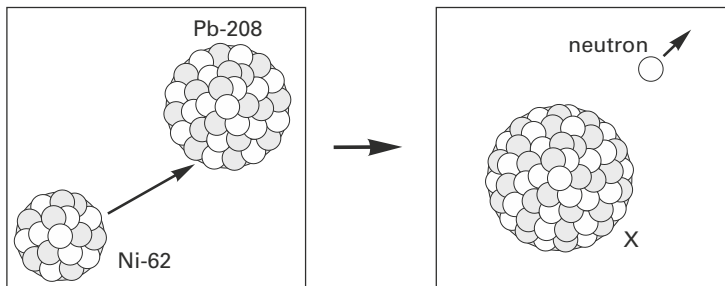
Een doelwit van lood wordt gebombardeerd met atomen van bijvoorbeeld nikkel, ijzer en titaan.

Deze atomen zijn eerst ontdaan van een aantal elektronen. Ze hebben daardoor elektrische lading waardoor zorgvuldig afgestelde elektrische velden voor een versnelling kunnen zorgen. Bij een bepaalde snelheid kan een botsing een heel enkele keer leiden tot kernfusie. Hierbij smelten de kernen samen tot de kern van een nieuw element. Bij zo'n succesvolle botsing wordt tegelijkertijd een neutron uitgezonden.

naar: *Natuur en Techniek*

- 1 Zijn de nikkeldeeltjes die gebruikt worden voor het bombarderen van het lood negatief of positief geladen? Verklaar je antwoord. Gebruik in je antwoord een gegeven uit bovenstaand tekstfragment.

Bij het samensmelten van de kern van een loodatoom met massagetal 208 (Pb-208) en de kern van een nikkelatoom met massagetal 62 (Ni-62) wordt onder andere een nieuwe kern gevormd van een atoom X. Dit proces is weergegeven in onderstaande figuur:



- 2 Wat is het aantal protonen, het aantal neutronen en het atoomnummer van een atoom X?

Noteer je antwoord als volgt:

aantal protonen:...

aantal neutronen:...

atoomnummer:...

## Diamant

Koolstof komt in verschillende vormen voor. Eén van die vormen is diamant, de hardste stof die bekend is. Die hardheid hangt samen met het kristalrooster van diamant.

- Geef de naam van het bindingstype dat er in diamant de oorzaak van is dat de deeltjes in het kristalrooster sterk aan elkaar gebonden zijn.
- Beschrijf de ruimtelijke ordening van de deeltjes in het kristalrooster van diamant.
- Noem nog drie vormen waarin koolstof kan voorkomen. Gebruik daarbij Binas.

## Thallium

Van het element thallium, symbool Tl, atoomnummer 81, komen zowel thallium(I)-ionen als thallium(III)ionen voor.

- Leg uit welke van beide ionsoorten je zou verwachten op grond van de plaats van thallium in het periodiek systeem.

Ionen zijn opgebouwd uit protonen, neutronen en elektronen. Van één van deze drie soorten deeltjes heeft een thallium(I)ion een ander aantal dan een thallium(III)ion.

- Neem de volgende zin over, vul op de plaats van de puntjes een woord in en kies bij 'meer/minder' het juiste woord:  
Een thallium(I)ion heeft twee ..... meer/minder dan een thallium(III)ion.

Er bestaat een zout met verhoudingsformule  $\text{TlFeFe}(\text{CN})_6$ .

In dit zout komen cyanide-ionen ( $\text{CN}^-$ ) voor. De twee ijzerionen die in de verhoudingsformule zijn weergegeven verschillen in lading.

- Leid af welke lading het thalliumion in dit zout heeft.

## Chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's)

Koelkasten bevatten een koelmiddel. Eén van de voorwaarden waaraan zo'n koelmiddel moet voldoen, is dat het gemakkelijk verdampt. Dit is een voorbeeld van een stof die geschikt is als koelmiddel:



- Welk type bindingen wordt verbroken als deze stof verdampt?

## Propana als brandstof

Sommige auto's gebruiken als brandstof (zuiver) propaan.

Propana is bij 298 K en  $p = p_0$  een gas. Door het gas samen te persen wordt het vloeibaar; in deze vorm wordt propaan opgeslagen en getransporteerd. De dichtheid van vloeibaar propaan bedraagt  $493 \text{ g L}^{-1}$  bij 298 K.

- Bereken het volume in  $\text{dm}^3$  van het propaangas dat ontstaat als 1,00 liter vloeibaar propaan bij 298 K en  $p = p_0$  verdampt. Maak hierbij onder andere gebruik van een gegeven uit Binas 7.



## Lichaamswater

In natuurlijk waterstof komen twee isotopen voor, H-1 en H-2. De isotoop H-2 heet deuterium en wordt weergegeven met het symbool D. In onderstaande tabel staan enkele gegevens van de twee waterstofisotopen.

	H	D
atoommassa	1,0078 u	2,0141 u
aanwezig in natuurlijk waterstof	99,985%	0,015%

De atoommassa 1,008 u die vermeld staat in Binas 99 is het gewogen gemiddelde van de atoommassa's uit bovenstaande tabel.

In natuurlijk water komen hoofdzakelijk moleculen  $\text{H}_2\text{O}$  en  $\text{HDO}$  voor; de hoeveelheid  $\text{D}_2\text{O}$ -moleculen is te verwaarlozen. De formule  $\text{HDO}$  staat voor een watermolecuul bestaande uit een H-1 atoom, een deuteriumatoom en een zuurstofatoom; in een molecuul  $\text{D}_2\text{O}$  zitten twee deuteriumatomen en een zuurstofatoom.

Men kan berekenen dat de concentratie  $\text{HDO}$  in natuurlijk water 0,017 mol per liter is (20 °C).

- 11 Geef die berekening. Gebruik daarbij het gegeven dat van alle waterstofatomen die in de watermoleculen aanwezig zijn, 0,015% deuteriumatomen (D) zijn. De dichtheid van natuurlijk water is 0,998 kg  $\text{dm}^{-3}$  (20 °C).

Als mensen een lever- en/of nierziekte hebben, is het soms nodig om te bepalen hoeveel massaprocent water het lichaam bevat. Op basis van de uitkomst van die bepaling kan de medicatie worden vastgesteld. Bij een onlangs ontwikkelde methode om het massapercentage lichaamswater te bepalen, wordt  $\text{D}_2\text{O}$  gebruikt.

Deze methode geeft binnen twee uur de uitslag.

Men laat een patiënt een afgewogen hoeveelheid (22 g)  $\text{D}_2\text{O}$  innemen. Met het water dat in het lichaam aanwezig is, treedt de volgende reactie op:



De  $\text{HDO}$ -moleculen verdelen zich over al het water dat in het lichaam aanwezig is. Deze situatie is twee uur na de inname van  $\text{D}_2\text{O}$  bereikt. Overal in het lichaam is dan de concentratie  $\text{HDO}$  in het lichaamswater verhoogd. Als gevolg daarvan is de concentratie  $\text{HDO}$  in de waterdamp van de uitgeademde lucht ook verhoogd.

De concentratie  $\text{HDO}$  in uitgeademde lucht kan worden gemeten. Daartoe worden (in speciale apparatuur)  $\text{H}_3\text{O}^+$ -ionen aan de uitgeademde lucht toegevoegd. Aan de  $\text{H}_3\text{O}^+$ -ionen binden zich drie watermoleculen waardoor er ionen  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{H}_2\text{O})_3$  ontstaan. De structuur van het  $\text{H}_3\text{O}^+$ -ion is in de tekening hiernaast

schematisch weergegeven:

In de gevormde ionen  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{H}_2\text{O})_3$  komen polaire atoombindingen en waterstofbruggen voor.



- 12 Geef in een tekening weer hoe in het ion  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{H}_2\text{O})_3$  de drie watermoleculen aan het  $\text{H}_3\text{O}^+$ -ion kunnen zijn gebonden. Teken daarbij:
- de watermoleculen in structuurformule
  - polaire atoombindingen met ononderbroken lijntjes (—)
  - waterstofbruggen met stippellijntjes (---)
  - de watermoleculen rechtstreeks aan het  $\text{H}_3\text{O}^+$ -ion.

De ruimtelijke structuur van  $\text{H}_3\text{O}^+$  verschilt van de schematische structuur die hierboven is weergegeven.

- 13 Bepaal aan de hand van de lewisstructuur wat de ruimtelijke bouw van het oxoniumion is. Geef een duidelijke beschrijving of maak een tekening.

## Sulfonzuurgroep

Nafion<sup>®</sup> is een polymeer dat wordt toegepast als membraan in elektrochemische cellen. Nafion<sup>®</sup> is een sterk hygroscopische stof. Dat wil zeggen dat het veel water kan opnemen. Deze eigenschap wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van sulfonzuurgroepen in de moleculen, weergegeven als  $-\text{SO}_3\text{H}$ .

Het zwavelatoom in de sulfonzuurgroep heeft covalentie 6. Dit betekent dat het zwavelatoom zes atoombindingen heeft met de omringende atomen. Eén van die bindingen is de binding met een koolstofatoom. De covalentie van de zuurstofatomen is 2 en de covalentie van het waterstofatoom is 1.

- 14 Geef de sulfonzuurgroep als lewisstructuur weer.

De covalentie 6 komt wel voor bij zwavel maar niet bij zuurstof. Toch zijn het allebei atoomsoorten uit de 16<sup>e</sup> groep van het periodiek systeem.

- 15 Waarom kan de covalentie 6 wel voorkomen bij zwavel maar niet bij zuurstof?

Er bestaat een tweede mesomere (lewis)grensstructuur van de sulfonzuurgroep, waarbij S de covalentie 4 heeft.

- 16 Geef die grensstructuur en geef daarin op de juiste plaatsen de formele ladingen aan.

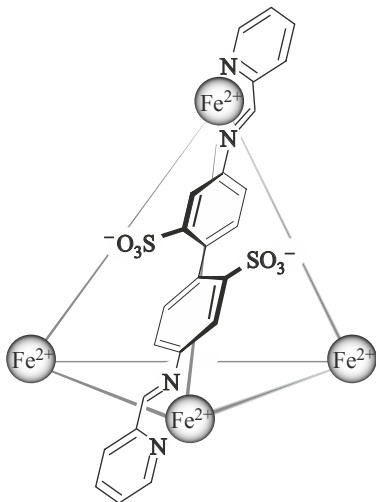
- 17 Leg uit hoe het komt dat sulfonzuurgroepen watermoleculen kunnen binden.

## Gekoid transport van geneesmiddelen

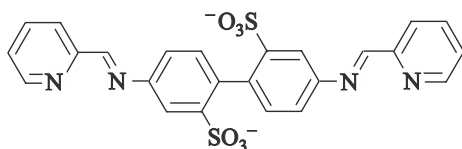
Britse en Finse geleerden hebben een nieuwe procedure ontwikkeld voor het transport van (kwetsbare of moeilijk oplosbare) stoffen. Deze methode zou kunnen worden toegepast om geneesmiddelen zo door het lichaam te transporteren dat ze 'ongeschonden' op de plaats van bestemming aankomen.

Het principe van deze methode is dat moleculen van de geneesmiddelen worden opgesloten in een oplosbare kooistructuur. Onderzocht is of het mogelijk is om cyclohexaan ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ) in onderstaand complex ion, aangeduid met  $\text{c}1$ , op te sluiten en zo in water oplosbaar te maken.

### Het complexe ion $\text{c}1$



Dit complex ion heeft een tetraëdervormige structuur, waarin elke ribbe wordt ingenomen door een groot ion. In de tekening is slechts één ribbe-ion weergegeven. Elk ribbe-ion bindt aan weerszijden met een  $\text{Fe}^{2+}$ -ion. Om de tetraëder te kunnen vormen is het noodzakelijk dat in de ribbe-ionen de stikstofatomen op één lijn liggen, zoals in onderstaande structuurformule te zien is.



Elk ribbe-ion is in de tetraëder zo georiënteerd dat de beide sulfonaatgroepen ( $\text{SO}_3^-$ ) uit de tetraëder naar buiten steken. De beide benzeenringen zijn hierdoor naar binnen gericht. Het zo gevormde  $\subset 1$  is oplosbaar in water. Dat komt omdat deeltjes  $\subset 1$  kunnen worden gehydrateerd.

- 18 Leg uit waarom deeltjes  $\subset 1$  kunnen worden gehydrateerd.

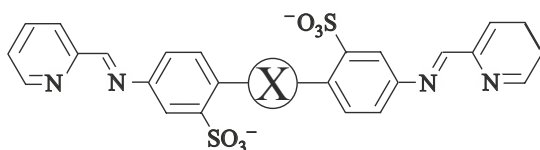
Een deeltje  $\subset 1$  kan één molecuul cyclohexaan opnemen. Het daarbij gevormde product wordt aangeduid met  $\text{C}_6\text{H}_{12}\subset 1$ . De cyclohexaanmoleculen zijn nu als het ware opgesloten in een kooi. Cyclohexaan lost niet in water op, maar  $\text{C}_6\text{H}_{12}\subset 1$  wel. Door cyclohexaan om te zetten tot  $\text{C}_6\text{H}_{12}\subset 1$ , is het dus mogelijk om cyclohexaanmoleculen door water te transporteren. Daarbij kunnen de cyclohexaanmoleculen niet uit de kooi ontsnappen.

- 19 Geef een verklaring voor het feit dat in een oplossing met  $\text{C}_6\text{H}_{12}\subset 1$  de cyclohexaanmoleculen niet uit de kooi kunnen ontsnappen. Gebruik in je verklaring onder andere namen van bindingen.

Cyclohexaan blijkt onder specifieke omstandigheden wel vrij te kunnen komen uit  $\text{C}_6\text{H}_{12}\subset 1$ . Eén manier is door een zuur aan de oplossing met  $\text{C}_6\text{H}_{12}\subset 1$  toe te voegen. Door vervolgens de oplossing weer neutraal of basisch te maken, ontstaat weer  $\text{C}_6\text{H}_{12}\subset 1$ .

Omdat de omgeving van een tumor vaak wat zuurder is dan elders, zou een dergelijke kooistructuur heel geschikt kunnen zijn om een geneesmiddelmolecuul bij een tumor te brengen. Een probleem is echter dat de meeste moleculen van geneesmiddelen groter zijn dan een molecuul cyclohexaan. Er moet dus een nieuw complex worden ontworpen waarin grotere moleculen passen. Dit complex wordt aangeduid met  $\subset 2$ ; een molecuul geneesmiddel opgesloten in  $\subset 2$  wordt aangeduid met geneesmiddel  $\subset 2$ .

Een groter complex kan worden verkregen door grotere ribbe-ionen met een lineaire structuur te gebruiken. Zo'n groter ribbe-ion zou kunnen worden gemaakt door tussen de benzeenringen van het oorspronkelijke ribbe-ion een groep X aan te brengen. Zie onderstaande structuurformule:



# examenbundel >

vwo Nederlands  
vwo Engels  
vwo Duits  
vwo Frans  
vwo Economie  
vwo Bedrijfseconomie  
vwo Maatschappijwetenschappen  
vwo Geschiedenis  
vwo Aardrijkskunde  
vwo Wiskunde A  
vwo Wiskunde B  
vwo Wiskunde C  
vwo Scheikunde  
vwo Biologie  
vwo Natuurkunde

# samengevat }

vwo Economie  
vwo Bedrijfseconomie  
vwo Maatschappijwetenschappen  
vwo Geschiedenis  
vwo Aardrijkskunde  
vwo Wiskunde A  
vwo Wiskunde B  
vwo Wiskunde C  
vwo Scheikunde  
vwo Biologie  
vwo Natuurkunde  
havo/vwo Nederlands 3F/4F  
havo/vwo Rekenen 3F

Tips, tricks en informatie die jou helpen bij het slagen voor je eindexamen vind je op [examenbundel.nl](https://examenbundel.nl)! Nog meer kans op slagen? Volg ons ook op social media. #geenexamenstress



examenidoom + examenbundel + samengevat + zeker slagen! = #geenexamenstress

# examenidoom #

vwo Engels  
vwo Duits  
vwo Frans

# zeker slagen !

voor vmbo, havo én vwo

