

# **Antwoorden Oefenvragen**

## **VWO**



**Examenjaar 2026-2027**

# Inhoudsopgave

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>Inhoudsopgave</b>                                | <b>2</b>  |
| <b>1. Materie</b>                                   | <b>5</b>  |
| <b>1.1 Deeltjesmodellen</b>                         | <b>5</b>  |
| 1. Scheikunde VWO 2023, tijdvak 1, vraag 22         | 5         |
| 2. Scheikunde VWO 2023, tijdvak 2, vraag 8          | 6         |
| 3. Scheikunde VWO 2026, tijdvak 1, vraag 8          | 7         |
| 4. Scheikunde VWO 2026, tijdvak 1, vraag 1          | 8         |
| 5. Scheikunde VWO 2024, tijdvak 1, vraag 17         | 9         |
| 6. Scheikunde VWO 2023, tijdvak 2, vraag 2          | 10        |
| 7. Scheikunde VWO 2025, tijdvak 2, vraag 13         | 11        |
| 8. Scheikunde VWO 2024, tijdvak 2, vraag 1          | 12        |
| 9. Scheikunde VWO 2024, tijdvak 2, vraag 13         | 13        |
| 10. Scheikunde VWO 2022, tijdvak 3, vraag 1         | 14        |
| <b>1.2 Eigenschappen en modellen</b>                | <b>14</b> |
| <b>1.3 Bindingen en eigenschappen</b>               | <b>15</b> |
| 11. Scheikunde VWO 2026, tijdvak 2, vraag 7         | 15        |
| <b>1.4 Bindingen, structuren en eigenschappen</b>   | <b>16</b> |
| 12. Scheikunde VWO 2014 (pilot), tijdvak 2, vraag 1 | 16        |
| <b>2. Reacties</b>                                  | <b>17</b> |
| <b>2.1 Chemische processen</b>                      | <b>17</b> |
| 13. Scheikunde VWO 2026, tijdvak 2, vraag 1         | 17        |
| 14. Scheikunde VWO 2025, tijdvak 2, vraag 7         | 18        |
| 15. Scheikunde VWO 2023, tijdvak 1, vraag 1         | 19        |
| 16. Scheikunde VWO 2021, tijdvak 2, vraag 1         | 20        |
| 17. Scheikunde VWO 2024, tijdvak 1, vraag 6         | 21        |
| 18. Scheikunde VWO 2022, tijdvak 3, vraag 5         | 23        |
| 19. Scheikunde VWO 2017, tijdvak 1, vraag 21        | 24        |
| <b>2.2 Reactiekinetiek</b>                          | <b>25</b> |
| 20. Scheikunde VWO 2023, tijdvak 2, vraag 14        | 25        |
| <b>2.3 Reactiesnelheid en katalyse</b>              | <b>26</b> |



|            |                                                        |           |
|------------|--------------------------------------------------------|-----------|
| 21.        | Scheikunde VWO 2023, tijdvak 2, vraag 20               | 26        |
| <b>2.4</b> | <b>Chemisch evenwicht</b>                              | <b>27</b> |
| 22.        | Scheikunde VWO 2025, tijdvak 1, vraag 22               | 27        |
| <b>2.5</b> | <b>Energie</b>                                         | <b>28</b> |
| 23.        | Scheikunde VWO 2024, tijdvak 1, vraag 1                | 28        |
| 24.        | Scheikunde VWO 2024, tijdvak 2, vraag 18               | 30        |
| 25.        | Scheikunde VWO 2021, tijdvak 1, vraag 17               | 31        |
| 26.        | Scheikunde VWO 2019, tijdvak 1, vraag 22               | 32        |
| 27.        | Scheikunde VWO 2018, tijdvak 2, vraag 20               | 33        |
| <b>3.</b>  | <b>(Chemisch) rekenen en analyse</b>                   | <b>34</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Grootheden en relaties</b>                          | <b>34</b> |
| 28.        | Scheikunde VWO 2025, tijdvak 2, vraag 20               | 34        |
| 29.        | Scheikunde VWO 2025, tijdvak 2, vraag 15               | 36        |
| 30.        | Scheikunde VWO 2021, tijdvak 1, vraag 20               | 37        |
| 31.        | Scheikunde VWO 2017, tijdvak 1, vraag 10               | 38        |
| 32.        | Scheikunde VWO 2017, tijdvak 2, vraag 7                | 39        |
| 33.        | Scheikunde VWO 2026, tijdvak 1, vraag 9                | 40        |
| <b>3.2</b> | <b>Scheiding en analyse</b>                            | <b>41</b> |
| 34.        | Scheikunde VWO 2022, tijdvak 2, vraag 7                | 41        |
| 35.        | Scheikunde VWO 2014 (pilot), tijdvak 1, vraag 13       | 42        |
| <b>3.3</b> | <b>Behoudswetten en kringlopen</b>                     | <b>42</b> |
| <b>4.</b>  | <b>Technologie en duurzaamheid</b>                     | <b>43</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Industriële processen</b>                           | <b>43</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Groene chemie</b>                                   | <b>43</b> |
| 36.        | Scheikunde VWO 2024, tijdvak 2, vraag 8                | 43        |
| 37.        | Scheikunde VWO 2021, tijdvak 2, vraag 2                | 44        |
| 38.        | Scheikunde VWO 2015 (pilot), tijdvak 1, vraag 4        | 45        |
| <b>4.3</b> | <b>Milieu en gezondheid</b>                            | <b>45</b> |
| <b>4.4</b> | <b>Energieomzettingen en duurzame energieproductie</b> | <b>45</b> |
| <b>4.5</b> | <b>Duurzaamheid</b>                                    | <b>45</b> |
| <b>5.</b>  | <b>Chemie van het leven</b>                            | <b>46</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Chemie van het leven</b>                            | <b>46</b> |



|            |                                          |           |
|------------|------------------------------------------|-----------|
| 39.        | Scheikunde VWO 2022, tijdvak 2, vraag 20 | 46        |
| 40.        | Scheikunde VWO 2019, tijdvak 2, vraag 14 | 47        |
| 41.        | Scheikunde VWO 2017, tijdvak 2, vraag 25 | 48        |
| 42.        | Scheikunde VWO 2018, tijdvak 2, vraag 13 | 49        |
| 43.        | Scheikunde VWO 2021, tijdvak 1, vraag 12 | 50        |
| <b>5.2</b> | <b>Reactiviteit en selectiviteit</b>     | <b>50</b> |



# 1. Materie

## 1.1 Deeltjesmodellen

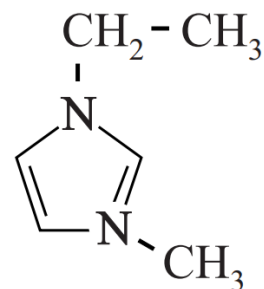
### 1. Scheikunde VWO 2023, tijdvak 1, vraag 22



#### Oefenvraag examen 2023 tijdvak 1 – vraag 22

Om in een batterij zoveel mogelijk lading op te slaan in zo weinig mogelijk massa, worden batterijen ontworpen waarin zuurstof uit de lucht als oxidator optreedt. [...] De aluminium-luchtbatterij is bijvoorbeeld al verkrijgbaar en veel onderzoek wordt verricht aan de lithium-luchtbatterij. [...]

Het membraan in de lithium-luchtbatterij is een composiet die bestaat uit een polymeer en een zogeheten ionische vloeistof. Een ionische vloeistof is een zout dat bij kamertemperatuur vloeibaar is. Hiernaast is een van de aanwezige ionen van het gebruikte zout weergegeven. De lading van het ion is hierbij weggelaten.



Leid af wat de lading is van dit ion.

*Maximumscore 2 punten*

*Een voorbeeld van een juist antwoord is:*

Het ion bevat een N-atoom met vier atoombindingen / vier bindende elektronenparen. Dit atoom heeft een formele lading van 1+. (De aanwezige C- en H-atomen hebben geen formele lading.) Het ion heeft dus ook de lading 1+.

- Het ion bevat een N-atoom met vier atoombindingen / vier bindende elektronenparen.
- Consequente conclusie.



## 2. Scheikunde VWO 2023, tijdvak 2, vraag 8



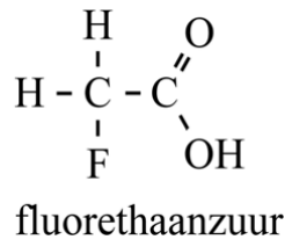
### Oefenvraag examen 2023 tijdvak 2 – vraag 8

In Zuid-Afrika groeit de gifblaar, een plant die giftig is voor veel dieren. In 1944 slaagde de Zuid-Afrikaanse onderzoeker Marais erin de gifstof uit deze plant te isoleren: fluorethaanzuur (zie figuur 1).

Om de molecuulformule van de gifstof te bepalen, gebruikte Marais onder andere een element-analyse. Bij een van de proeven werd hiervoor het fluorethaanzuur met behulp van een calciumhydroxide-oplossing omgezet tot de geconjugeerde base fluorethanoaat. Bij indampen ontstond hieruit calciumfluorethanoaat.

Geef de verhoudingsformule van het gevormde calciumfluorethanoaat.

figuur 1



*Maximumscore 1 punt*

*Het juiste antwoord is:*

- $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2\text{F})_2$  /  $\text{Ca}(\text{CH}_2\text{FCOO})_2$



### 3. Scheikunde VWO 2026, tijdvak 1, vraag 8



#### Oefenvraag examen 2026 tijdvak 1 – vraag 8

Een superabsorberend polymeer (SAP) is een materiaal dat grote hoeveelheden water kan absorberen. Dit kan bijvoorbeeld worden toegepast in luiers. Onderzoekers hebben een biologisch afbreekbaar superabsorberend polymeer (bio-SAP) ontwikkeld op basis van gebruikt katoen. Katoen bestaat voornamelijk uit cellulose en voor een klein deel uit pectine. Pectine is een polysacharide opgebouwd uit eenheden ( $\alpha$ )-D-galacturonzuur.

Een eenheid ( $\alpha$ )-D-galacturonzuur kan worden voorgesteld als een eenheid ( $\beta$ )-D-galactose, waarin de oriëntatie van de OH-groep op C1 anders is. Verder is de  $\text{CH}_2\text{OH}$ -groep vervangen door een carboxylgroep. In pectine zijn de eenheden ( $\alpha$ )-D-galacturonzuur aan elkaar verbonden door middel van de OH-groepen aan de C-atomen met nummers 1 en 4.

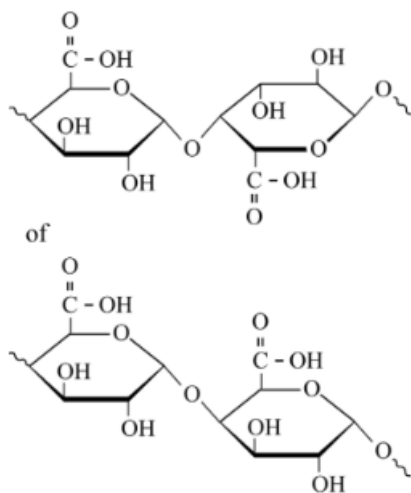
Teken de structuurformule van een fragment uit het midden van een keten van pectine.

Dit fragment moet bestaan uit twee eenheden ( $\alpha$ )-D-galacturonzuur.

- Gebruik de ruimtelijke notatie die ook in je informatieboek wordt gehanteerd.
- Gebruik Binas-tabel 67F1 of ScienceData-tabel 13.1.d.

**Maximumscore 3 punten**

**Voorbeelden van een juist antwoord zijn:**



- de ringstructuren van ( $\alpha$ )-D-galacturonzuur weergegeven met de juiste oriëntatie van het O-atoom aan C1
- de carboxylgroepen juist
- juiste koppeling tussen twee eenheden en begin en einde van het fragment juist weergegeven, bijvoorbeeld met ~



## 4. Scheikunde VWO 2026, tijdvak 1, vraag 1



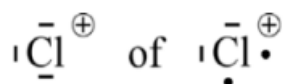
### Oefenvraag examen 2026 tijdvak 1 – vraag 1

Een bubbelbad is een verwarmd zitbad voor meerdere personen. De watertemperatuur is meestal zo rond de 37 °C. Het water in een bubbelbad moet vrij worden gehouden van micro-organismen zoals bacteriën en van zogeheten zwemmersvuil (bijvoorbeeld zweet, cosmetica). Oplossingen van onderchlorigzuur (HClO) en natriumhypochloriet (NaClO) zijn hiervoor effectieve middelen. Beide oplossingen bevatten een sterke oxidator die zwemmersvuil afbreekt. Het chlooratoom in HClO en  $\text{ClO}^-$  wordt 'actief chloor' genoemd, en kan worden beschouwd als een  $\text{Cl}^+$  deeltje. Dit  $\text{Cl}^+$  is een reactief deeltje.

Geef de lewisstructuur van  $\text{Cl}^+$  en leg uit dat  $\text{Cl}^+$  een reactief deeltje is.

*Maximumscore 2 punten*

*Voorbeelden van een juist antwoord zijn:*



$\text{Cl}^+$  heeft een elektronenpaar te weinig /  $\text{Cl}^+$  voldoet niet aan de oktetregel /  $\text{Cl}^+$  is een (bi)radicaal (en is daarom reactief).

- de lewisstructuur
- consequente uitleg



## 5. Scheikunde VWO 2024, tijdvak 1, vraag 17



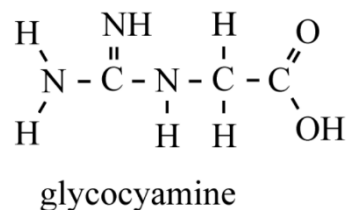
### Oefenvraag examen 2024 tijdvak 1 – vraag 17

Creatine speelt een belangrijke rol in de energiehuishouding van de spieren en de hersenen. In de biosynthese van creatine wordt onder invloed van het enzym AGAT eerst de stof glycocyamine (zie figuur 1) gevormd uit de aminozuren glycine en arginine.

Bij de vorming van glycocyamine wordt het stikstofatoom van glycine aan een van de koolstofatomen in de restgroep van arginine gekoppeld. Hierbij ontstaat ook ornithine.

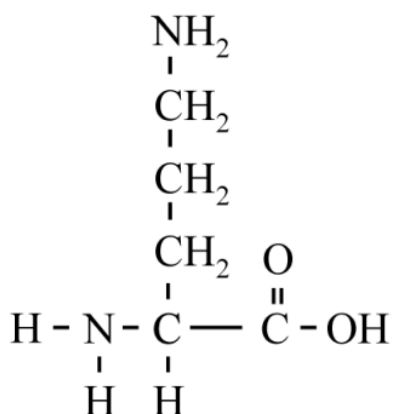
Ornithine is een aminozuur dat niet is vermeld in het informatieboek.  
Teken de structuurformule van ornithine.

figuur 1



*Maximumscore 2 punten*

*Het juiste antwoord is:*



- een aminozuur met in totaal 5 koolstofatomen
- de rest van de structuurformule 1

Opmerking

Als de juiste molecuulformule is gegeven, één scorepunt toekennen.



## 6. Scheikunde VWO 2023, tijdvak 2, vraag 2



### Oefenvraag examen 2023 tijdvak 2 – vraag 2

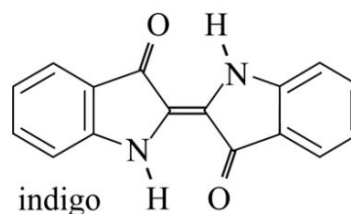
Jaarlijks worden drie miljoen spijkerbroeken geproduceerd, die zijn gekleurd met het blauwe pigment indigo (zie figuur 1). Indigo wordt door extractie gewonnen uit de indigoplant. Indigo is slecht oplosbaar in water, met een maximale oplosbaarheid van  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ .

Een molecuul indigo is vlak. Dit kan alleen worden verklaard als alle mogelijke grensstructuren worden meegenomen in de redenering.

Op basis van figuur 1 zou de conclusie moeten zijn dat een indigomolecuul niet vlak is.

Leg uit dat de structuur uit figuur 1 niet vlak is. Gebruik hierbij de VSEPR-theorie.

figuur 1



**Maximumscore 2 punten**

**Een voorbeeld van een juist antwoord is:**

(Alle C-atomen (met een dubbele binding) hebben omringingsgetal 3.) De N-atomen hebben omringingsgetal 4. / De N-atomen hebben drie bindingen en een niet-bindend elektronenpaar.

De groepen rondom de N-atomen zijn dus gerangschikt in een tetraëder / bevinden zich niet in een vlak.

- De N-atomen hebben omringingsgetal 4 / de N-atomen hebben drie bindingen en een niet-bindend elektronenpaar.
- Dat is een tetraëder / dat is niet vlak.



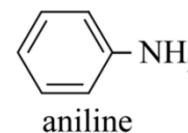
## 7. Scheikunde VWO 2025, tijdvak 2, vraag 13



### Oefenvraag examen 2025 tijdvak 2 – vraag 13

Aniline (figuur 1) behoort tot de meest geproduceerde stoffen in de chemische industrie. Het wordt gebruikt als grondstof voor veel synthetische kleurstoffen en kunststoffen. Ruim 100 jaar geleden werd aniline industrieel geproduceerd met het Béchamp-proces: in enkele stappen reageert nitrobenzeen ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ ) met ijzer en water tot aniline en  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

figuur 1



Geef de systematische naam van aniline.

*Maximumscore 2 punten*

*Het juiste antwoord is:*

benzeenamine/benzeen-1-amine

- benzeen
- amine



## 8. Scheikunde VWO 2024, tijdvak 2, vraag 1

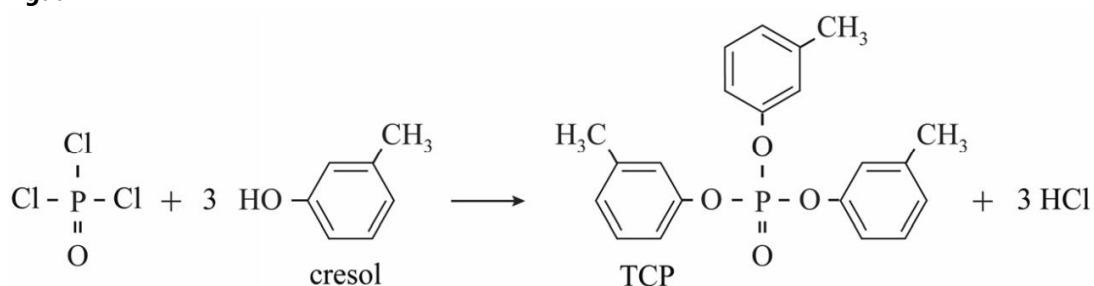


### Oefenvraag examen 2024 tijdvak 2 – vraag 1

Het aerotoxisch syndroom is een aandoening die in verband wordt gebracht met regelmatig vliegen. Een van de mogelijke oorzaken van deze aandoening is verontreiniging van de lucht in het vliegtuig door minimale hoeveelheden tri-cresylfosfaat (TCP). TCP wordt toegevoegd aan de smeerolie van straalmotoren en kan via kleine lekkages in de lucht van het vliegtuig terechtkomen.

In figuur 1 is de reactievergelijking gegeven van de vorming van TCP uit onder andere cresol.

figuur 1



De reactie in figuur 1 is slechts een voorbeeld. Het gebruikte cresol is namelijk een mengsel van drie structuurisomeren met dezelfde naam van de hoofdketen.

Geef de systematische namen van deze drie structuurisomeren.

**Maximumscore 2 punten**

**Voorbeelden van een juist antwoord zijn:**

- 2-methylbenzenol, 3-methylbenzenol en 4-methylbenzenol
  - 2-methylfenol, 3-methylfenol en 4-methylfenol
  - 2-methylbenzeen-1-ol, 3-methylbenzeen-1-ol en 4-methylbenzeen-1-ol
- 
- benzenol/fenol/benzeen-1-ol
  - drie namen gegeven en de rest van de naamgeving



## 9. Scheikunde VWO 2024, tijdvak 2, vraag 13

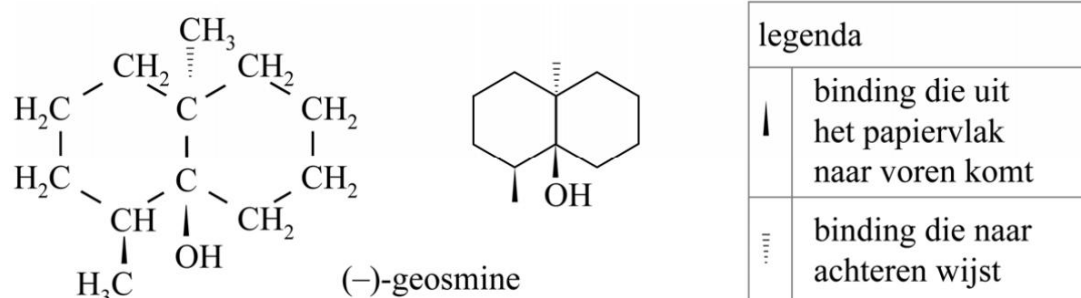


### Oefenvraag examen 2024 tijdvak 2 – vraag 13

Als na een langere periode van droogte in de zomer een regenbui valt, ruik je buiten een karakteristieke geur. Deze geur wordt mede veroorzaakt door de stof geosmine. Geosmine wordt geproduceerd door bepaalde bacteriën in de bodem.

In figuur 1 zijn de volledige en de schematische structuurformule van (–)-geosmine weergegeven. Deze isomeer van geosmine is de enige stereo-isomeer die wordt gevormd door de bacteriën.

figuur 1



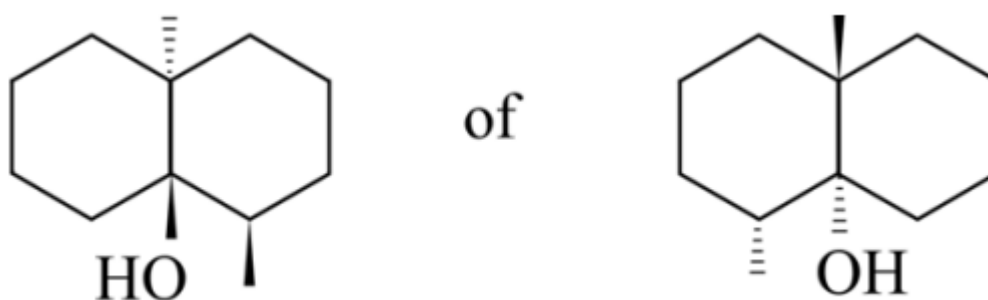
In het laboratorium is het spiegelbeeld van (–)-geosmine gesynthetiseerd.

Teken de schematische structuurformule van het spiegelbeeld van (–)-geosmine.

**Maximumscore 2 punten**

**Een voorbeeld van een juist antwoord is:**

Indien een van de volgende antwoorden is gegeven, 2 punten toekennen:



Indien een stereo-isomeer van geosmine is gegeven die geen spiegelbeeld is 1 punt

Indien een structuurisomeer van geosmine is gegeven 0 punten

Opmerking

Als een juiste volledige structuurformule is gegeven, dit niet aanrekenen.



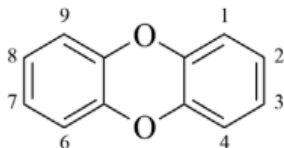
## 10. Scheikunde VWO 2022, tijdvak 3, vraag 1



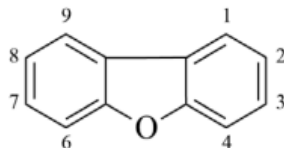
### Oefenvraag examen 2022 tijdvak 3 – vraag 1

Dioxines en PCB's zijn zeer giftige chloorbevattende stoffen die zich gemakkelijk ophopen in vetweefsel. Onder de term dioxines vallen twee groepen stoffen: PC-DD's en PC-DF's. In figuur 1 is de basisstructuur van de PC-DD's, PC-DF's en PCB's weergegeven.

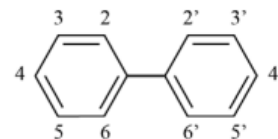
**Figuur 1**



PC-DD



PC-DF



PCB

In elke weergegeven structuur kunnen een of meer waterstofatomen zijn vervangen door chlooratomen. In de afkortingen wordt daarom PC (polychloor) gebruikt.

Geef het aantal mogelijke structuurisomeren voor elke groep stoffen in figuur 1, wanneer in de structuurformules één chlooratoom aanwezig is. Noteer je antwoord als volgt:

PC-DD: ... isomeren

PC-DF: ... isomeren

PCB: ... isomeren

**Maximumscore 3 punten**

**Het juiste antwoord is:**

- PC-DD: twee isomeren.
- PC-DF: vier isomeren.
- PCB: drie isomeren.

## 1.2 Eigenschappen en modellen

-



## 1.3 Bindingen en eigenschappen

### 1.1. Scheikunde VWO 2026, tijdvak 2, vraag 7



#### Oefenvraag examen 2026 tijdvak 2 – vraag 7

Voor het monitoren van infectieziekten en het ontwikkelen van vaccins wordt gebruikgemaakt van analysetechnieken. Hiermee kan de volgorde van de basenparen in het DNA van bijvoorbeeld virussen worden bepaald. In een van de stappen wordt dubbelstrengs-DNA omgezet tot enkelstrengs-DNA.

Noem de twee soorten bindingen die hierbij tussen de DNA-strengen worden verbroken.

*Maximumscore 2 punten*

*Het juiste antwoord is:*

- vanderwaalsbinding(en)/molecuulbinding(en)
- waterstofbrug(gen)

*Opmerking*

*Als in plaats van waterstofbrug(gen) dipool-dipoolbinding(en) is/zijn genoemd, dit goedrekenen.*



## 1.4 Bindingen, structuren en eigenschappen

### 12. Scheikunde VWO 2014 (pilot), tijdvak 2, vraag 1



#### Oefenvraag pilot examen 2014 tijdvak 2 – vraag 1

PVC wordt in de chemische industrie op grote schaal gemaakt door polymerisatie van vinylchloride (chlooretheen). PVC wordt vervolgens in korrelvorm geleverd aan fabrieken waar men van PVC bijvoorbeeld kozijnen, deuren, waterleidingen en kabels maakt. Hierbij wordt gebruikgemaakt van het feit dat PVC een thermoplast is.

Leg uit met behulp van begrippen op deeltjesniveau dat PVC een thermoplast is.

*Maximumscore 2 punten*

*Voorbeelden van een juist antwoord zijn:*

- Als chlooretheen polymeriseert ontstaan lange ketens zonder dwarsverbindingen. De ketens kunnen langs elkaar bewegen (bij verwarmen).
- Als chlooretheen polymeriseert ontstaan lange ketens. Deze zijn onderling niet verbonden met atoombindingen / verbonden met vanderwaalsbindingen (en dipool-dipool bindingen), waardoor ze langs elkaar kunnen bewegen (bij verwarmen).



## 2. Reacties

### 2.1 Chemische processen

#### 13. Scheikunde VWO 2026, tijdvak 2, vraag 1



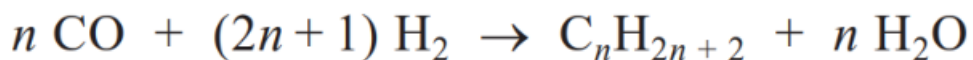
#### Oefenvraag examen 2026 tijdvak 2 – vraag 1

In de jaren 20 van de vorige eeuw ontwikkelden de Duitse geleerden Fischer en Tropsch een proces om synthesesegas om te zetten tot vloeibare brandstoffen. Synthesegas is een gasmengsel van koolstofmono-oxide en waterstof. Bij de zogeheten Fischer-Tropsch-reactie ontstaan diverse koolwaterstoffen, vooral alkanen. Als bijproduct ontstaat alleen water.

Geef de reactievergelijking voor de vorming van een alkaan via de Fischer-Tropsch-reactie.  
Gebruik  $C_nH_{2n+2}$  als algemene formule van een alkaan.

*Maximumscore 3 punten*

*Het juiste antwoord is:*



- links van de pijl CO en H<sub>2</sub> en rechts van de pijl C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub> en H<sub>2</sub>O
- de C-balans en de O-balans juist
- de H-balans juist bij uitsluitend de juiste formules voor en na de pijl



## 14. Scheikunde VWO 2025, tijdvak 2, vraag 7



### Oefenvraag examen 2025 tijdvak 2 – vraag 7

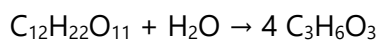
Veel mensen krijgen er vroeg of laat in hun leven mee te maken: een gaatje in een kies of tand. Gaatjes worden veroorzaakt door bacteriën in tandplak die suikers uit voeding omzetten tot zuren, waardoor de pH in de tandplak daalt. Een voorbeeld van zo'n bacteriële omzetting is de reactie van sacharose met één andere stof tot 2-hydroxypropaanzuur. Hierbij is 2-hydroxypropaanzuur het enige reactieproduct.

Geef de vergelijking van deze omzetting.

- Gebruik molecuulformules.
- Gebruik Binas-tabel 67F2 of ScienceData-tabel 13.1.

**Maximumscore 2 punten**

**Het juiste antwoord is:**



- rechts van de pijl  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$
- links van de pijl  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  en  $\text{H}_2\text{O}$  en de elementbalans juist

*Opmerking*

*Als juiste structuurformules zijn gegeven (al dan niet met verkorte notatie) in plaats van molecuulformules, dit goed rekenen.*



## 15. Scheikunde VWO 2023, tijdvak 1, vraag 1



### Oefenvraag examen 2023 tijdvak 1 – vraag 1

In het project Algaeparc van Wageningen University & Research wordt onderzoek gedaan naar de productie van biodiesel uit algenolie. Algenolie is een mengsel van triglyceriden, dat in een aantal stappen in de algen wordt gevormd:

- Door fotosynthese ontstaat eerst glucose, waarbij tevens zuurstof ontstaat.
- Glucose wordt vervolgens met een **deel** van deze zuurstof volledig omgezet tot pyrodruivenzuur ( $C_3H_4O_3$ ) en water.
- Pyrodruivenzuur wordt ten slotte omgezet tot algenolie.

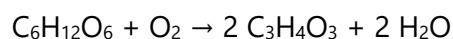
Uit het onderzoek bleek onder andere dat de algengroei wordt geremd door de ontstane zuurstof. Bij een bepaalde algensoort neemt de vorming van algenolie sterk af als het gehalte zuurstof, dat na de omzettingen is overgebleven in de bioreactor, hoger is dan  $44,2 \text{ g m}^{-3}$ .

De algen groeien in een buisvormige bioreactor die afgesloten is van de buitenlucht.

Geef de reactievergelijking van de omzetting van glucose tot pyrodruivenzuur.

*Maximumscore 2 punten*

*Het juiste antwoord is:*



- Links van de pijl  $C_6H_{12}O_6$  en rechts van de pijl  $C_3H_4O_3$  en  $H_2O$ .
- Links van pijl  $O_2$  en de elementbalans in een vergelijking met uitsluitend de juiste formules.



## 16. Scheikunde VWO 2021, tijdvak 2, vraag 1



### Oefenvraag examen 2021 tijdvak 2 – vraag 1

Omdat de opslag van waterstof een probleem is, wordt onderzoek gedaan naar manieren om waterstof om te zetten tot stoffen met een hogere dichtheid. Een voorbeeld van zo'n stof is methaanzuur (HCOOH).

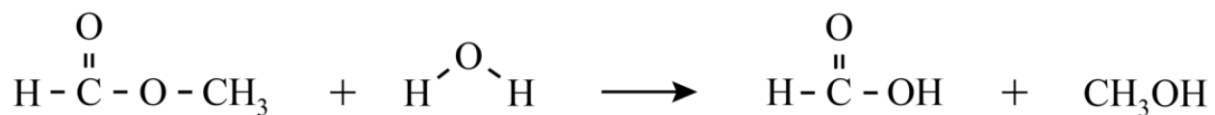
Methaanzuur wordt momenteel industrieel bereid in drie stappen:

- 1 Waterstof reageert met koolstofdioxide tot methanol en water.
- 2 Methanol reageert met koolstofmono-oxide tot methylmethanoaat.
- 3 Methylmethanoaat reageert met water tot methaanzuur en methanol.

Geef de reactievergelijking van stap 3 in structuurformules.

*Maximumscore 3 punten*

*Een voorbeeld van een juist antwoord is:*



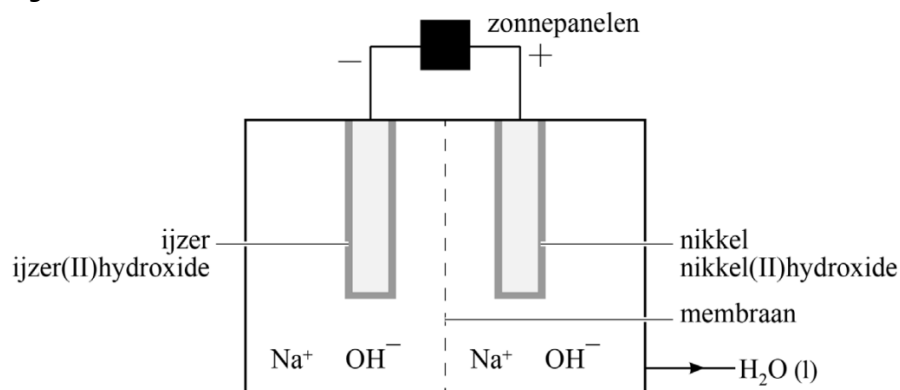
## 17. Scheikunde VWO 2024, tijdvak 1, vraag 6



### Oefenvraag examen 2024 tijdvak 1 – vraag 6

Onderzoekers van de TU Delft hebben de battolyser ontwikkeld. De battolyser ontleent zijn naam aan twee functies: het is een oplaadbare batterij die kan worden gebruikt voor energieopslag en voor de elektrolyse van water. De vrijgekomen waterstof kan worden gebruikt als brandstof of als grondstof voor de productie van andere (brand)stoffen. In figuur 1 is de battolyser schematisch weergegeven voorafgaand aan het opladen.

**Figuur 1**

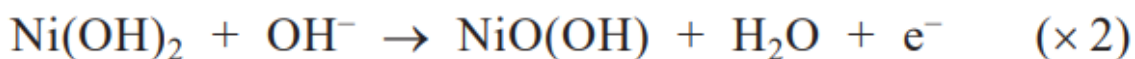
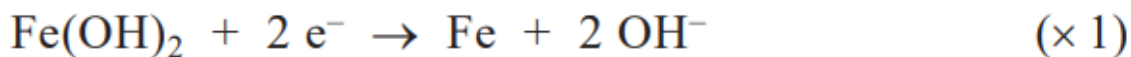


Als de batterij wordt opgeladen, wordt aan de linker elektrode ijzer(II)hydroxide omgezet tot onder andere ijzer. Aan de rechter elektrode wordt nikkel(II)hydroxide omgezet tot onder andere de vaste stof nikkel(III)oxidehydroxide,  $\text{NiO}(\text{OH})$ . De elektrolyt-oplossing is natronloog. Tijdens de elektrolyse bewegen alleen hydroxide-ionen door het membraan.

Geef de vergelijkingen van de halfreacties die verlopen tijdens het opladen en geef de totaalvergelijking.

**Maximumscore 3 punten**

**Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:**



- De halfreactie van ijzer(II)hydroxide
- De halfreactie van nikkel(III)oxidehydroxide
- De gegeven halfreacties in de juiste verhouding opgeteld en  $\text{OH}^-$  en  $\text{e}^-$  links en rechts van de pijl tegen elkaar weggestreept



### Opmerkingen

- De volgende halfreacties goed rekenen:  
 $\text{Ni(OH)}_2 \rightarrow \text{NiO(OH)} + \text{H}^+ + \text{e}^-$   
en  $\text{Ni(OH)}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NiO(OH)} + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{e}^-$
- Wanneer evenwichtstekens zijn gebruikt in plaats van reactiepijlen, dit goed rekenen.



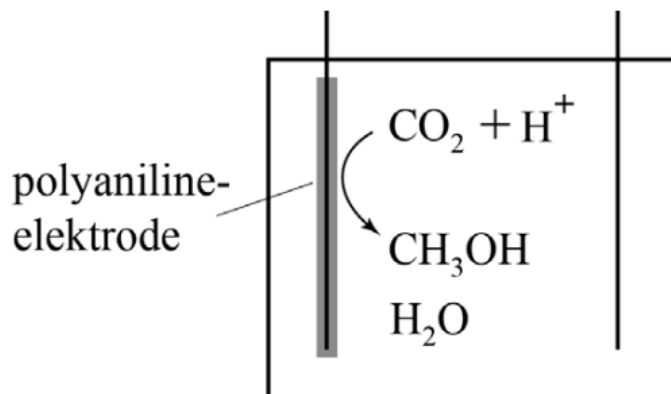
## 18. Scheikunde VWO 2022, tijdvak 3, vraag 5



### Oefenvraag examen 2022 tijdvak 3 – vraag 5

De stijging van het CO<sub>2</sub>-gehalte in de atmosfeer heeft geleid tot onderzoek naar het gebruik van CO<sub>2</sub> als grondstof voor brandstoffen. Zo is bijvoorbeeld de elektrochemische omzetting van CO<sub>2</sub> tot methanol onderzocht. Hierbij is gebruikgemaakt van een elektrochemische cel zoals is weergegeven in figuur 1.

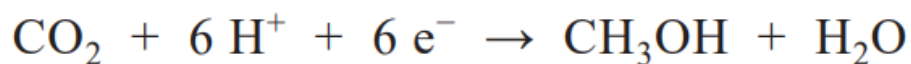
Figuur 1



Geef met behulp van figuur 1 de vergelijking van de halfreactie waarbij CO<sub>2</sub> wordt omgezet tot methanol.

*Maximumscore 3 punten*

*Het juiste antwoord is:*



## 19. Scheikunde VWO 2017, tijdvak 1, vraag 21



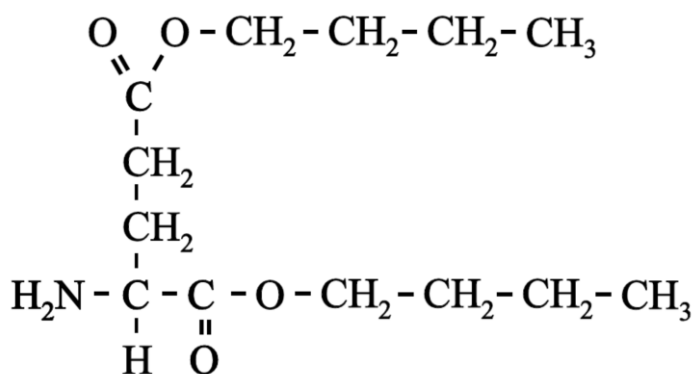
### Oefenvraag examen 2017 tijdvak 1 – vraag 21

Chemicaliën die in de chemische industrie in grote hoeveelheden worden gebruikt (bulkchemicaliën) worden nu vaak gemaakt van aardolie. Om het gebruik van aardolie terug te dringen, wordt veel onderzoek gedaan om deze bulkchemicaliën te produceren op basis van biomassa. Glutaminezuur is in veel plantenaafval het meest voorkomende aminozuur. In een onderzoek is gekeken of glutaminezuur uit plantenaafval gewonnen kan worden met behulp van een zogenoemde reactieve extractie. Daartoe werden water en een overmaat butaan-1-ol toegevoegd aan een hoeveelheid gehydrolyseerd plantenaafval. 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 diester lost vervolgens op in de laag butaan-1-ol.

Geef de structuurformule van de di-ester van glutaminezuur en butaan-1-ol. Gebruik Binas-tabel 67H1.

*Maximumscore 2 punten*

*Het juiste antwoord is:*



## 2.2 Reactiekinetiek

### 20. Scheikunde VWO 2023, tijdvak 2, vraag 14



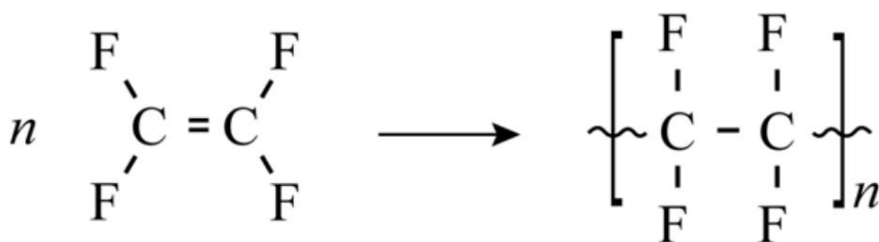
#### Oefenvraag examen 2023 tijdvak 2 – vraag 14

Teflon™ wordt onder andere gebruikt voor anti-aanbakpannen. Het is een polymeer van tetrafluoretheen.

Geef de vergelijking voor de vorming van polytetrafluoretheen uit tetrafluoretheen. Gebruik hierbij structuurformules.

*Maximumscore 2 punten*

*Voorbeelden van een juist antwoord zijn:*



of



## 2.3 Reactiesnelheid en katalyse

### 21. Scheikunde VWO 2023, tijdvak 2, vraag 20



#### Oefenvraag examen 2023 tijdvak 2 – vraag 20

Bij hoogspanningsschakelaars en windturbines ontstaan er soms grote vonken als de stroom wordt in- en uitgeschakeld. Deze vonken geven storingen op het elektriciteitsnet en kunnen apparatuur beschadigen. Daarom zitten de contactpunten van dergelijke schakelaars in een behuizing die gevuld is met een vonkremmend gas.

Een vonkremmend gas heeft een hoge doorslagspanning, dat is de spanning waarbij geleiding optreedt (bij bepaalde druk).

De geleiding treedt op omdat bij hoge spanning gasmoleculen (X) bij de contactpunten geïoniseerd raken volgens  $X(g) + e^- \rightarrow X^+(g) + 2e^-$ .

Bij lage druk is de doorslagspanning groot.

Leg uit dat bij lage druk de doorslagspanning groot is. Gebruik hierbij begrippen uit het botsende-deeltjes-model.

**Maximumscore 2 punten**

**Een voorbeeld van een juist antwoord is:**

Bij lage druk is de concentratie van het gas laag / is de afstand tussen de deeltjes groot. Er zullen dan minder / minder vaak botsingen van gasdeeltjes plaatsvinden met andere gasmoleculen / met de contactpunten van de schakelaar. (Waardoor de ionisatie minder / minder vaak optreedt.)

- Verband gegeven tussen druk en concentratie / tussen druk en afstand tussen de deeltjes.
- Verband gegeven tussen concentratie en aantal botsingen.

*Opmerking*

*Een antwoord als het volgende goed rekenen:*

*Bij lage druk is de concentratie van het gas laag. Er zullen dan minder / minder vaak botsingen van gasdeeltjes plaatsvinden met elektronen. (Waardoor de ionisatie minder / minder vaak optreedt.)*



## 2.4 Chemisch evenwicht

### 22. Scheikunde VWO 2025, tijdvak 1, vraag 22



#### Oefenvraag examen 2025 tijdvak 1 – vraag 22

Dystrofine is een groot eiwit dat ervoor zorgt dat spiercellen na uitrekken weer terugveren en hun stevigheid behouden. In dystrofine kunnen drie belangrijke delen worden aangewezen: domeinen A, B en C.

Domein A van dystrofine bindt aan het eiwit actine. In een onderzoek naar deze binding heeft men een verkort dystrofine-eiwit gemaakt dat alleen uit domein A bestaat.

Het binden van actinemoleculen aan moleculen dystrofine-A (Dys-A) kan worden opgevat als een evenwicht (evenwicht 1).



In een experiment is een oplossing gebruikt met  $3,0 \mu\text{M}$  actine en  $6,0 \mu\text{M}$  dystrofine-A. Toen het evenwicht zich had ingesteld, bleek dat 28% van de actinemoleculen aan moleculen Dys-A was gebonden.

Voer de volgende opdrachten uit:

- Geef de evenwichtsvoorwaarde van evenwicht 1.
- Bereken de waarde van de evenwichtsconstante van evenwicht 1.

*Maximumscore 3 punten*

*Een voorbeeld van een juist antwoord is:*

$$K = \frac{[\text{Actine-Dys-A}]}{[\text{Actine}][\text{Dys-A}]}$$

$$[\text{Actine-Dys-A}] = \frac{28}{100} \times 3,0 \cdot 10^{-6} = 8,4 \cdot 10^{-7} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$$

$$K = \frac{8,4 \cdot 10^{-7}}{(3,0 \cdot 10^{-6} - 8,4 \cdot 10^{-7}) \times (6,0 \cdot 10^{-6} - 8,4 \cdot 10^{-7})} = 7,5 \cdot 10^4$$

$$K = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2$$

- de evenwichtsvoorwaarde
- berekening van  $[\text{Actine-Dys-A}]$  (eventueel impliciet)
- rest van de berekening



## 2.5 Energie

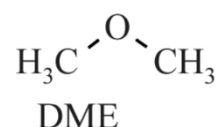
### 23. Scheikunde VWO 2024, tijdvak 1, vraag 1



#### Oefenvraag examen 2024 tijdvak 1 – vraag 1

De stof methoxymethaan (DME, zie de figuur) staat in de belangstelling als brandstof. DME kan namelijk worden gemaakt op basis van uitsluitend koolstofdioxide en waterstof.

figuur



In een onderzoek is een voorstel voor een productieproces onderzocht. Dit proces is opgebouwd uit twee opeenvolgende reacties, die hieronder zijn weergegeven.



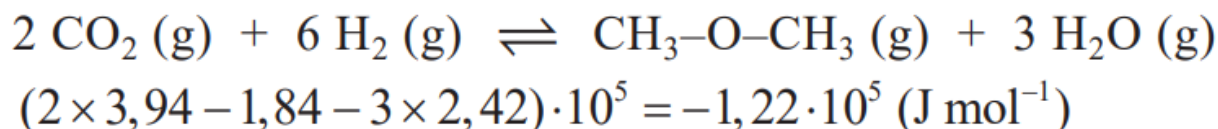
De vormingswarmte van DME bedraagt  $-1,84 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ .

Voer de volgende opdrachten uit:

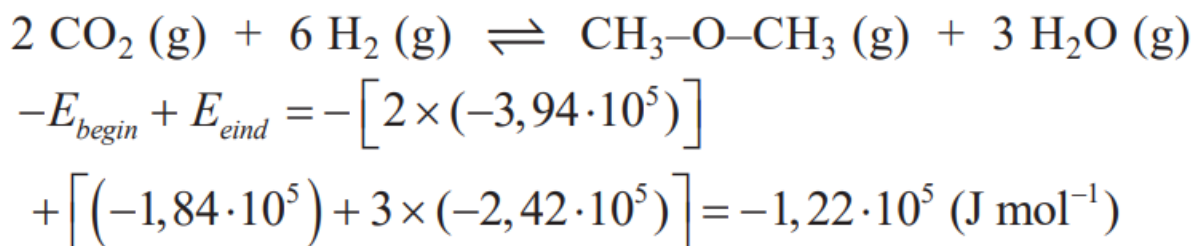
- Geef de totaalvergelijking van de vorming van DME uit  $\text{CO}_2$  en  $\text{H}_2$ .
- Bereken de reactiewarmte van deze vorming van DME per mol DME.

**Maximumscore 4 punten**

**Voorbeelden van een juist antwoord zijn:**



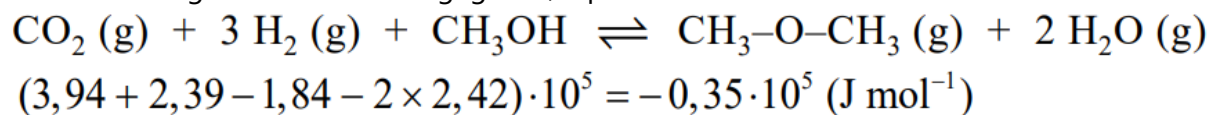
Of



- Links van de pijl uitsluitend  $\text{CO}_2$  en  $\text{H}_2$
- Rechts van de pijl uitsluitend  $\text{H}_2\text{O}$  en  $\text{CH}_3\text{--O--CH}_3/\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  en de elementbalans
- Absolute waarden van de vormingswarmtes en verwerking van de coëfficiënten
- Rest van de berekening



Indien het volgende antwoord is gegeven, 3 punten toekennen:



Opmerkingen

- Als in plaats van een evenwichtsteken een reactiepijl is gebruikt, dit goed rekenen.
- De volgende berekening goed rekenen:  
 $2 \times 3,94 - 1,84 - 3 \times 2,42 = -1,22 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}$



## 24. Scheikunde VWO 2024, tijdvak 2, vraag 18



### Oefenvraag examen 2024 tijdvak 2 – vraag 18

Distikstoftetraoxide ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) is een sterke oxidator, die onder andere wordt gebruikt in raketmotoren.  $\text{N}_2\text{O}_4$  ontstaat als bijproduct bij de productie van salpeterzuur ( $\text{HNO}_3$ ). Door de toegenomen vraag naar  $\text{N}_2\text{O}_4$  wordt onderzoek gedaan of het mogelijk is om salpeterzuurfabrieken om te bouwen naar  $\text{N}_2\text{O}_4$ -fabrieken.

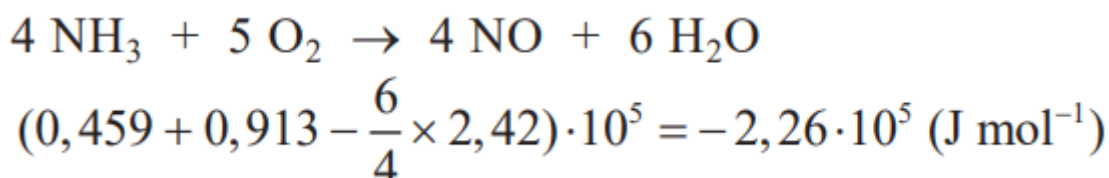
Op basis van het onderzoek werd een aangepast proces voorgesteld met twee reactoren. In reactor 1 (R1) reageert ammoniak met een overmaat zuurstof tot stikstofmono-oxide en waterdamp.

Voer de volgende opdrachten uit:

- Geef de vergelijking van de reactie die verloopt in R1.
- Bereken de reactiewarmte van deze reactie in joule per mol ammoniak.

**Maximumscore 4 punten**

**Voorbeelden van een juist antwoord zijn:**



Of

$$4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$$
$$-E_{\text{begin}} + E_{\text{eind}} = - \left[ -0,459 \cdot 10^5 \right]$$
$$+ \left[ (0,913 \cdot 10^5) + \frac{6}{4} \times (-2,42 \cdot 10^5) \right] = -2,26 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}$$

- Links van de pijl uitsluitend  $\text{NH}_3$  en  $\text{O}_2$
- Rechts van de pijl uitsluitend  $\text{NO}$  en  $\text{H}_2\text{O}$  en de elementbalans
- Absolute waarden van de vormingswarmtes en verwerking van de coëfficiënten
- Rest van de berekening

Opmerking

De volgende berekening goed rekenen:

$$0,459 + 0,913 - 1,5 \times 2,42 = 2,26 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}$$

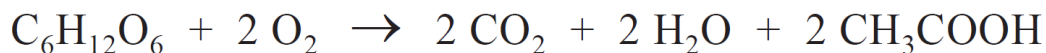


## 25. Scheikunde VWO 2021, tijdvak 1, vraag 17



### Oefenvraag examen 2021 tijdvak 1 – vraag 17

Een suikerbatterij maakt gebruik van glucose als energiebron. In de eerste suikerbatterij die is gemaakt, werd glucose met behulp van enzymen geoxideerd tot onder andere ethaanzuur. De totaalvergelijking van deze omzetting is hieronder weergegeven.



De maximale energie per mol glucose die in een batterij vrij kan komen, is gelijk aan de verbrandingsenergie van glucose, dat is de energie die vrijkomt bij de volledige verbranding. De vormingswarmte van glucose is  $-12,61 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ .

Bereken hoeveel procent van de maximale energie vrijkomt wanneer glucose in deze suikerbatterij wordt omgezet.

- Het gevormde water komt vrij als vloeistof.
- Gebruik Binas-tabel 56 en 57 of ScienceData-tabel 8.7.a en 9.2.

**Maximumscore 4 punten**

**Voorbeelden van een juiste berekening zijn:**

$$\frac{-\left[(-12,61 \cdot 10^5)\right] + \left[2 \times (-3,94 \cdot 10^5) + 2 \times (-2,86 \cdot 10^5) + 2 \times (-4,84 \cdot 10^5)\right]}{-28,16 \cdot 10^5} \times 10^2 = 37,89(\%)$$

Of:

- De reactiewarmte van de reactie in de batterij is  $-E_{\text{begin}} + E_{\text{eind}} = -[-12,61 \cdot 10^5] + [2 \times (-3,94 \cdot 10^5) + 2 \times (-2,86 \cdot 10^5) + 2 \times (-4,84 \cdot 10^5)] = -10,67 \cdot 10^5 \text{ (J per mol glucose)}$ .
- Het percentage is  $\frac{(-)10,68 \cdot 10^5}{(-)28,16 \cdot 10^5} \times 10^2 = 37,89(\%)$ .



## 26. Scheikunde VWO 2019, tijdvak 1, vraag 22



### Oefenvraag examen 2019 tijdvak 1 – vraag 22

Wereldwijd wordt jaarlijks ongeveer  $1,0 \cdot 10^8$  ton ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) geproduceerd om stikstofrijke verbindingen te maken voor kunstmest. In fabrieken wordt hiervoor aardgas gebruikt als energiebron en als bron van waterstofatomen.

Het totaalproces kan worden gezien als een reactie van methaan met zuurstof, water en stikstof. Als reactieproducten ontstaan koolstofdioxide en ammoniak. In het proces wordt gemiddeld een mol methaan ingevoerd per mol  $\text{N}_2$ . Het water wordt als vloeistof in het proces ingevoerd.

Bereken de reactiewarmte van het totaalproces in joule per mol ammoniak.

*Maximumscore 3 punten*

*Voorbeelden van een juiste berekening zijn:*

$$\begin{aligned} -E_{\text{begin}} + E_{\text{eind}} &= -\left[0,5 \times (-0,75 \cdot 10^5) + 0,5 \times (-2,86 \cdot 10^5)\right] \\ &+ \left[0,5 \times (-3,94 \cdot 10^5) + (-0,459 \cdot 10^5)\right] = -0,62 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)} \end{aligned}$$

Of:

$$\begin{aligned} -E_{\text{begin}} + E_{\text{eind}} &= -\left[\frac{9}{16} \times (-0,75 \cdot 10^5) + \frac{6}{16} \times (-2,86 \cdot 10^5)\right] \\ &+ \left[\frac{9}{16} \times (-3,94 \cdot 10^5) + (-0,459 \cdot 10^5)\right] = -1,18 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)} \end{aligned}$$



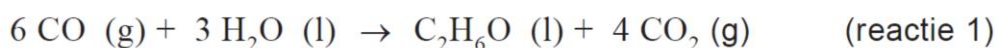
## 27. Scheikunde VWO 2018, tijdvak 2, vraag 20



### Oefenvraag examen 2018 tijdvak 2 – vraag 20

Afvalgassen uit de staal- en petrochemische industrie bevatten behalve koolstofdioxide vaak ook veel koolstofmono-oxide. Het bedrijf Lanzatech heeft een proces ontwikkeld waarbij deze afvalgassen worden gemengd met waterstof en andere gassen afkomstig van vergaste biomassa en vergaste kolen. Het verkregen mengsel wordt vervolgens door speciale micro-organismen omgezet tot ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) en andere alcoholen.

De totaalvergelijking van één van de biochemische routes waarmee deze micro-organismen ethanol produceren, is weergegeven met reactie 1.



Bereken de reactiewarmte van reactie 1 per mol ethanol.

**Maximumscore 3 punten**

**Een juiste berekening kan als volgt zijn weergegeven:**

- $\Delta E = - (6 \times -1,11 \cdot 10^5) - (3 \times -2,86 \cdot 10^5) + (-2,78 \cdot 10^5) + (4 \times -3,94 \cdot 10^5) = -3,30 \cdot 10^5 \text{ (J per mol ethanol).}$



### 3. (Chemisch) rekenen en analyse

#### 3.1 Grootheden en relaties

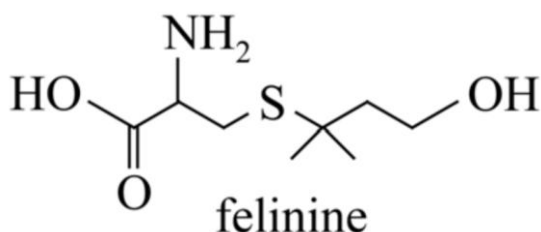
#### 28. Scheikunde VWO 2025, tijdvak 2, vraag 20



#### Oefenvraag examen 2025 tijdvak 2 – vraag 20

Urine van katers (kater-urine) heeft een penetrante en onprettige geur. Dat komt door de afbraakproducten van het aminozuur felinine (figuur 1). Katers ouder dan drie maanden hebben in hun urine een hoog gehalte van het aminozuur felinine. Bij poezen is dat gehalte een stuk lager. Een volwassen kater plast gemiddeld drie keer per dag, en per keer gemiddeld 30 mL urine. Per dag scheidt een volwassen kater gemiddeld 122  $\mu\text{mol}$  felinine per kilogram lichaamsgewicht uit.

Figuur 1



Bereken het gemiddelde gehalte felinine in  $\text{g L}^{-1}$  urine voor een volwassen kater van 4,6 kg.

*Maximumscore 3 punten*

*Voorbeelden van een juiste berekening zijn:*

De molaire massa van felinine ( $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{NO}_3\text{S}$ ) is  $207 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}$ .

De chemische hoeveelheid felinine die per dag wordt uitgescheiden, is  $122 \cdot 10^{-6} \times 4,6 = 5,61 \cdot 10^{-4} \text{ (mol)}$ .

De massa felinine is  $5,61 \cdot 10^{-4} \times 207 = 1,16 \cdot 10^{-1} \text{ (g)}$ .

Per dag wordt  $3 \times 30 \cdot 10^{-3} = 9,0 \cdot 10^{-2} \text{ (L)}$  urine uitgescheiden.

Het gehalte felinine is  $\frac{1,16 \cdot 10^{-1}}{9,0 \cdot 10^{-2}} = 1,3 \text{ (g L}^{-1}\text{)}$ .

Of



De molaire massa van felinine ( $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{NO}_3\text{S}$ ) is  $207 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}$ .

De massa felinine die per dag per kg lichaamsgewicht wordt uitgescheiden, is  $122 \cdot 10^{-6} \times 207 = 2,52 \cdot 10^{-2} \text{ (g)}$ .

Per dag wordt  $3 \times 30 \cdot 10^{-3} = 9,0 \cdot 10^{-2} \text{ (L)}$  urine uitgescheiden.

Het gehalte felinine dat per kg lichaamsgewicht wordt uitgescheiden is

$$\frac{2,52 \cdot 10^{-2}}{9,0 \cdot 10^{-2}} = 2,81 \cdot 10^{-1} \text{ (g L}^{-1}\text{Kg}^{-1}\text{)}.$$

Voor een volwassen kater van  $4,6 \text{ kg}$  is dat  $2,81 \cdot 10^{-1} \times 4,6 = 1,3 \text{ (g L}^{-1}\text{)}$ .

- de molaire massa van felinine
- juiste verwerking van  $122 \cdot 10^{-6}$  en van de berekende molaire massa
- omrekening naar het gehalte in  $\text{g L}^{-1}$



## 29. Scheikunde VWO 2025, tijdvak 2, vraag 15



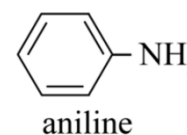
### Oefenvraag examen 2025 tijdvak 2 – vraag 15

Aniline (figuur 1) behoort tot de meest geproduceerde stoffen in de chemische industrie. Het wordt gebruikt als grondstof voor veel synthetische kleurstoffen en kunststoffen. Ruim 100 jaar geleden werd aniline industrieel geproduceerd met het Béchamp-proces: in enkele stappen reageert nitrobenzeen ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ ) met ijzer en water tot aniline en  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

Het Béchamp-proces wordt niet meer ingezet voor de productie van aniline, maar wel voor de productie van  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , dat als zwart pigment wordt gebruikt.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  is een dubbelzout. In  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  komen zowel  $\text{Fe}^{2+}$ -ionen als  $\text{Fe}^{3+}$ -ionen voor.

Leid de molverhouding tussen  $\text{Fe}^{2+}$ -ionen en  $\text{Fe}^{3+}$ -ionen in dit dubbelzout af.

figuur 1



*Maximumscore 2 punten*

*Een voorbeeld van een juist antwoord is:*

In  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  bevinden zich 4  $\text{O}^{2-}$ -ionen. De totale negatieve lading is dus 8−.

De positieve lading van de ijzerionen is dan 8+.

Deze lading krijg je met  $1 \times \text{Fe}^{2+}$  en  $2 \times \text{Fe}^{3+}$ .

De verhouding is dus  $\text{Fe}^{2+} : \text{Fe}^{3+} = 1 : 2$ .

- In de afleiding is gebruikgemaakt van de totale negatieve lading.
- juiste verhouding



### 30. Scheikunde VWO 2021, tijdvak 1, vraag 20



#### Oefenvraag examen 2021 tijdvak 1 – vraag 20

De politie controleert regelmatig op bezit van harddrugs. Voor een snelle test is onder andere het Marquis-reagens ontwikkeld. Aan een zakje van dit reagens voegt men wat van het te onderzoeken monster toe. Als het monster drugs bevat, ontstaat een kenmerkende kleur.

Het Marquis-reagens wordt bereid door oplossingen van zwavelzuur en methanal te mengen in de volumeverhouding 20 : 1,0. In de tabel staan enkele gegevens van de gebruikte oplossingen.



|                      | gehalte<br>(massa%) | dichtheid<br>(g mL <sup>-1</sup> ) |
|----------------------|---------------------|------------------------------------|
| zwavelzuur-oplossing | 98                  | 1,84                               |
| methanal-oplossing   | 37                  | 1,09                               |

Bereken de molverhouding tussen methanal en zwavelzuur in Marquisreagens.

Noteer de verhouding als volgt: zwavelzuur : methanal = ..... : 1,0.

**Maximumscore 4 punten**

**Voorbeelden van een juiste berekening zijn:**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- $$\frac{20 \times 1,84 \times \frac{98}{10^2}}{98,1} : \frac{1,0 \times 1,09 \times \frac{37}{10^2}}{30,0} = 27 : 1$$
- Zwavelzuur: methanal = 27 : 1,0

Of:

- Er is dan  $20 \times 1,84 \times \frac{98}{10^2} = 36,1$  (g) zwavelzuur en  $1,0 \times 1,09 \times \frac{37}{10^2} = 0,403$  (g) methanal. Dat komt overeen met  $\frac{36,1}{98,1} = 0,368$  (mol) zwavelzuur en  $\frac{0,403}{30,0} = 1,34 \cdot 10^{-2}$  (mol) methanal. De verhouding is dus zwavelzuur: methanal =  $\frac{0,368}{1,34 \cdot 10^{-2}} = 27 : 1,0$ .

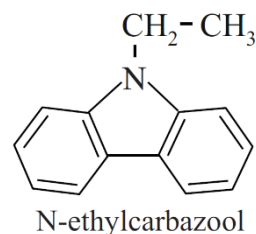


### 31. Scheikunde VWO 2017, tijdvak 1, vraag 10



#### Oefenvraag examen 2017 tijdvak 1 – vraag 10

Waterstof als brandstof heeft als groot nadeel dat het onder hoge druk moet worden opgeslagen. Daarom wordt veel onderzoek gedaan naar manieren om waterstof chemisch te binden aan een drager. Recent onderzoek richt zich op N-ethylcarbazool als waterstofdrager. N-ethylcarbazool bindt waterstof door additie. Alle dubbele bindingen in N-ethylcarbazool worden hierbij omgezet tot enkelvoudige bindingen. Het product wordt perhydro-N-ethylcarbazool genoemd. De massa neemt hierbij minder dan 10% toe.



Bereken met welk percentage van zijn oorspronkelijke massa de massa van N-ethylcarbazool toeneemt als alle dubbele bindingen in N-ethylcarbazool worden omgezet tot enkelvoudige bindingen. Geef je antwoord in twee significante cijfers.

**Maximumscore 2 punten**

**Een voorbeeld van een juiste berekening is:**

$$\frac{6 \times 2,016}{195,25} \times 10^2 = 6,2(\%).$$



## 32. Scheikunde VWO 2017, tijdvak 2, vraag 7



### Oefenvraag examen 2017 tijdvak 2 – vraag 7

Stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ) worden voornamelijk uitgestoten door motorvoertuigen en zijn een belangrijke veroorzaker van luchtvervuiling en zure regen. Vooral het roodbruine  $\text{NO}_2$  is giftig en een belangrijke veroorzaker van smog. In Makati, een grote stad in de Filipijnen, is een groot project van start gegaan om de  $\text{NO}_x$ -uitstoot te verminderen. Het gemeten gemiddelde volumepercentage  $\text{NO}_2$  op de plek van het project (metrostation Guadalupe) was in 2009 meer dan  $9,6 \cdot 10^{-6} \%$ .

Laat met een berekening zien of het gemeten gemiddelde volumepercentage  $\text{NO}_2$  hoger of lager was dan de grenswaarde van  $\text{NO}_2$  (TGG 8 uur). ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $p = p_0$ )

*Maximumscore 3 punten*

*Het juiste antwoord is:*

Een juiste berekening leidt tot de conclusie dat de gemeten concentratie lager is dan de grenswaarde.

$$\frac{\left( \frac{9,6 \cdot 10^{-6}}{10^2} \right)}{2,45 \cdot 10^{-2}} \times 46,006 \times 10^3 = 0,18 \text{ (mg m}^{-3}\text{)}, \text{ dit is lager dan de grenswaarde van } 0,4 \text{ mg m}^{-3}.$$



### 33. Scheikunde VWO 2026, tijdvak 1, vraag 9



#### Oefenvraag examen 2026 tijdvak 1 – vraag 9

Een superabsorberend polymeer (SAP) is een materiaal dat grote hoeveelheden water kan absorberen. Dit kan bijvoorbeeld worden toegepast in luiers. Onderzoekers hebben een biologisch afbreekbaar superabsorberend polymeer (bio-SAP) ontwikkeld op basis van gebruikt katoen. Katoen bestaat voornamelijk uit cellulose en voor een klein deel uit pectine. [...]

In de productie van het bio-SAP wordt eerst cellulose gewonnen uit gebruikt katoen, waarna de cellulose wordt omgezet tot carboxymethylcellulose (CMC). De omzetting vindt plaats in oplossing A bij 30 °C. Oplossing A wordt bereid door ethanol ( $C_2H_5O$ ) en natriumhydroxide (NaOH) in een molverhouding van 1 : 1 in water op te lossen.

Het uiteindelijke massapercentage van ethanol en natriumhydroxide samen bedraagt 18%.

De dichtheid van oplossing A is  $1,13 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ .

Bereken de pH van oplossing A bij 30 °C.

Maak onder andere gebruik van een gegeven uit Binas-tabel 50A of ScienceData-tabel 9.1.e.

**Maximumscore 4 punten**

**Een voorbeeld van een juiste berekening is:**

Per liter is de massa van NaOH en  $C_2H_5OH$  samen

$$\frac{18}{10^2} \times 1,13 \cdot 10^3 = 2,03 \cdot 10^2 \text{ (g)}.$$

De molaire massa van NaOH en  $C_2H_5OH$  samen is

$$40,0 + 46,1 = 86,1 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}.$$

De chemische hoeveelheid NaOH (en  $C_2H_5OH$ ) per liter mengsel is dus

$$\frac{2,03 \cdot 10^2}{86,1} = 2,36 \text{ (mol)}, \text{ dus } [OH^-] 2,36 \text{ (mol L}^{-1}\text{)}.$$

$$pOH = -\log 2,36 = -0,373.$$

$$\text{Bij } 30^\circ\text{C geldt: } pH + pOH = 13,83.$$

$$pH = 13,83 - -0,373 = 14,20.$$

- berekening per liter van de gezamenlijke massa van NaOH en  $C_2H_5OH$
- omrekening naar de chemische hoeveelheid NaOH en  $C_2H_5OH$
- omrekening naar de pOH
- omrekening naar de pH met behulp van de  $K_w$  bij 30°C



## 3.2 Scheiding en analyse

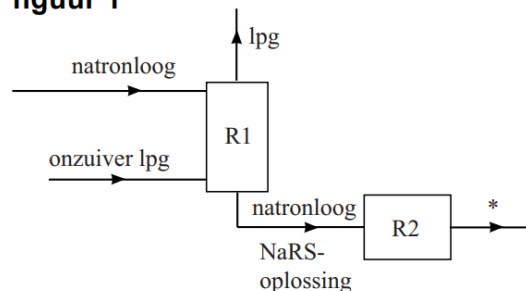
### 34. Scheikunde VWO 2022, tijdvak 2, vraag 7



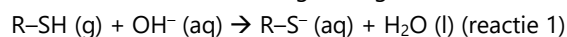
#### Oefenvraag examen 2022 tijdvak 2 – vraag 7

Het Merox-proces is een industrieel proces om zwavelhoudende verbindingen te verwijderen uit aardolieproducten zoals lpg. Lpg is een mengsel van koolwaterstoffen met een laag kookpunt. De zwavelhoudende verbindingen kunnen worden aangeduid met R-SH, waarbij de groep R staat voor een koolwaterstofketen. In figuur 1 is het blokschema van het Merox-proces onvolledig weergegeven.

figuur 1



Het is niet mogelijk om lpg en R-SH te scheiden met behulp van water. Daarom wordt het gasvormige, nog onzuivere lpg in reactor 1 (R1) in contact gebracht met een overmaat natronloog. In R1 reageren de zwavelhoudende verbindingen volgens reactie 1.



In een basische oplossing kunnen de zwavelhoudende verbindingen wel van het lpg worden afgescheiden. Dit wordt veroorzaakt door de vorming van bindingen tussen watermoleculen en deeltjes die in R1 zijn ontstaan.

Geef de naam van de scheidingsmethode die wordt toegepast in R1.

**Maximumscore 1 punt**

**Het juiste antwoord is:**

- Extractie.



## 35. Scheikunde VWO 2014 (pilot), tijdvak 1, vraag 13



### Oefenvraag pilot examen 2014 tijdvak 1 – vraag 13

Rond 1944 had het drinkwater nabij de Niagara watervallen in de staat New York na de gebruikelijke behandeling met chloor een ziekenhuisachtige bijmaak. Onderzoek naar de oorzaak van de bijmaak leverde op dat in het gezuiverde water een zeer geringe hoeveelheid 2-chloorbenzenol aanwezig was.

Beschrijf hoe je door middel van chromatografie kunt aantonen dat 2-chloorbenzenol in gezuiverd water voorkomt. Geef ook aan waaruit blijkt dat in het onderzochte water inderdaad 2-chloorbenzenol voorkomt.

*Maximumscore 2 punten*

*Een voorbeeld van een juist antwoord is:*

- Je moet op chromatografiepapier / een TLC-plaat een druppel van het (gezuiverde) water en een druppel (zuiver) 2-chloorbenzenol opbrengen. (Breng het geheel in een geschikte loopvloeistof.) Wanneer in het chromatogram van het water een vlek voorkomt op dezelfde hoogte / met dezelfde  $R_f$ -waarde als 2-chloorbenzenol, bevat het water 2-chloorbenzenol.

## 3.3 Behoudswetten en kringlopen



## 4. Technologie en duurzaamheid

### 4.1 Industriële processen

### 4.2 Groene chemie

## 36. Scheikunde VWO 2024, tijdvak 2, vraag 8



### Oefenvraag examen 2024 tijdvak 2 – vraag 8

Hout bevat vooral de biopolymeren cellulose en lignine. Bij de isolatie van cellulose voor bijvoorbeeld papier, komt een grote hoeveelheid lignine vrij. De stof lignine kent nog weinig toepassingen. [...]  
Het kraft-proces is het meest gebruikte proces om cellulose te verkrijgen uit hout. Het kraft-proces omvat enkele stappen. Eerst wordt houtpulp met water en chemicaliën verhit, zodat de lignine gedeeltelijk wordt gehydrolyseerd. Daarna wordt cellulose afgescheiden van het mengsel van lignine en chemicaliën. Ten slotte wordt de cellulose gedroogd en de chemicaliën worden deels teruggewonnen.  
De benodigde warmte voor het drogen van cellulose wordt verkregen door de verbranding van de verkregen lignine. Hierbij wordt ook elektrische energie opgewekt.

Het kraft-proces voldoet aan een aantal uitgangspunten van de groene chemie.  
Geef twee verschillende uitgangspunten van de groene chemie, waaraan het kraft-proces voldoet.  
Noteer je antwoord als volgt:  
Uitgangspunt ... – toelichting: ...  
Uitgangspunt ... – toelichting: ...

*Maximumscore 2 punten*

*Voorbeelden van juiste uitgangspunten zijn:*

- Uitgangspunt 1 (preventie): lignine-afval hoeft niet te worden gestort/geloosd.
- Uitgangspunt 1 (preventie): de gebruikte chemicaliën worden teruggewonnen.
- Uitgangspunt 1 (preventie): een groter deel van de biomassa wordt nuttig gebruikt.
- Uitgangspunt 6 (energie-efficiënt ontwerpen): het afvalproduct lignine wordt nuttig gebruikt voor de opwekking van warmte/elektriciteit.
- Uitgangspunt 7 (gebruik van hernieuwbare grondstoffen): er wordt biomassa gebruikt voor de opwekking van energie.

Per uitgangspunt met juiste toelichting 1 punt



## 37. Scheikunde VWO 2021, tijdvak 2, vraag 2



### Oefenvraag examen 2021 tijdvak 2 – vraag 2

Omdat de opslag van waterstof een probleem is, wordt onderzoek gedaan naar manieren om waterstof om te zetten tot stoffen met een hogere dichtheid. Een voorbeeld van zo'n stof is methaanzuur (HCOOH).

Methaanzuur wordt momenteel industrieel bereid in drie stappen:

- 1 Waterstof reageert met koolstofdioxide tot methanol en water.
- 2 Methanol reageert met koolstofmono-oxide tot methylmethanoaat.
- 3 Methylmethanoaat reageert met water tot methaanzuur en methanol.

In totaal komt het proces neer op de omzetting van waterstof met CO<sub>2</sub> en CO tot methaanzuur en methanol. Methaanzuur en methanol ontstaan hierbij in de molverhouding 1 : 1.

Voer de volgende opdrachten uit:

- Geef de totaalvergelijking van het hele proces.
- Bereken de atomeconomie van deze productie van methaanzuur.

**Maximumscore 4 punten**

**Voorbeelden van een juist antwoord zijn:**

- $3 \text{ H}_2 + \text{CO}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_2\text{O}_2 + \text{CH}_4\text{O}$
- $\frac{46,0}{3 \times 2,02 + 44,0 + 28,0} = 0,589 (= 58,9\%)$

Of:

- $3 \text{ H}_2 + \text{CO}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_2\text{O}_2 + \text{CH}_4\text{O}$
- $\frac{46,0}{46,0 + 32,0} = 0,590 (= 59,0\%)$

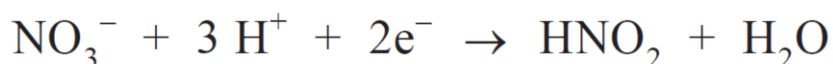


### 38. Scheikunde VWO 2015 (pilot), tijdvak 1, vraag 4



#### Oefenvraag pilot examen 2015 tijdvak 1 – vraag 4

Hexaandizuur kan op meerdere manieren worden bereid. De bereiding van hexaandizuur door cyclohexanol ( $C_6H_{12}O$ ) te laten reageren met geconcentreerd salpeterzuur noemen we in deze opgave proces 1. De halfreactie van het salpeterzuur is hieronder gegeven.



In proces 1 wordt  $HNO_2$  gevormd. Deze stof ontleedt bij de procesomstandigheden tot onder andere  $NO$ . De atomefficiëntie (atoomeconomie) van proces 1 bedraagt 41,49%.

Een andere methode om hexaandizuur te maken (proces 2) is de reactie van cyclohexeen met waterstofperoxide ( $H_2O_2$ ). Cyclohexeen reageert hierbij in een molverhouding van 1 : 4 met waterstofperoxide. Behalve hexaandizuur ontstaat hierbij alleen water.

Bereken de atomeconomie van proces 2.

*Maximumscore 3 punten*

*Een juiste berekening kan als volgt zijn weergegeven:*

$$\frac{146,14}{82,14 + 4 \times 34,02} \times 10^2 = 66,97\%$$

of

$$\frac{146,14}{146,14 + 4 \times 18,02} \times 10^2 = 66,97\%$$

## 4.3 Milieu en gezondheid

-

## 4.4 Energieomzettingen en duurzame energieproductie

-

## 4.5 Duurzaamheid

-



## 5. Chemie van het leven

### 5.1 Chemie van het leven

#### 39. Scheikunde VWO 2022, tijdvak 2, vraag 20



#### Oefenvraag examen 2022 tijdvak 2 – vraag 20

In de voedselindustrie wordt soms het enzym transglutaminase (TG) gebruikt om reststukjes vlees aan elkaar te lijmen tot grotere stukken. Het enzym katalyseert de koppeling van de restgroepen van de aminozuureenheden glutamine en lysine die aanwezig zijn in peptideketens.

Leg uit, aan de hand van deze gegevens, of door deze omzetting de primaire structuur van de peptideketens in de eiwitten verloren gaat.

*Maximumscore 2 punten*

*Een voorbeeld van een juist antwoord is:*

- Met de primaire structuur wordt de volgorde van de aminozuureenheden/aminozuren in de peptideketen bedoeld. De omzetting treedt op aan de restgroepen, dus de primaire structuur verandert niet.



## 40. Scheikunde VWO 2019, tijdvak 2, vraag 14



### Oefenvraag examen 2019 tijdvak 2 – vraag 14

Bij de verwerking van hout tot bijvoorbeeld papier komt veel afvalwater vrij. In een onderzoek is gekeken of het mogelijk is om op industriële schaal dieselachtige koolwaterstoffen te produceren op basis van dit afvalwater. Afvalwater van de papierindustrie bevat een hoog gehalte xylose-oligomeren. Een xylose-oligomeer is een sacharide met de formule  $\text{H}-(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4)_n-\text{OH}$  met  $3 \leq n \leq 20$ .

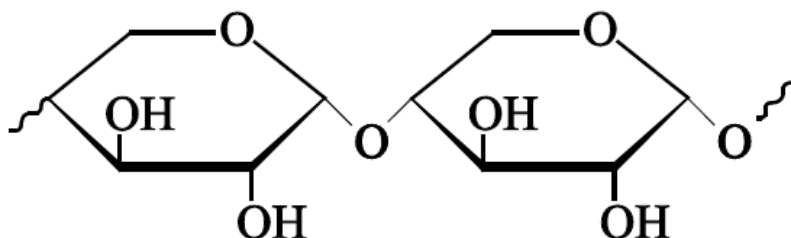
Xylose ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$ ) kan worden voorgesteld als een eenheid ( $\alpha$ )D-glucose, waarbij de  $\text{CH}_2\text{-OH}$ -groep op C-atoom nummer 5 is vervangen door een H-atoom. In een xylose-oligomeer zijn de xylose-eenheden aan elkaar verbonden door middel van de OH-groepen aan de C-atomen met nummers 1 en 4.

Geef een gedeelte uit het midden van een xylose-oligomeer in structuurformule weer. Dit gedeelte moet zijn ontstaan uit twee eenheden xylose.

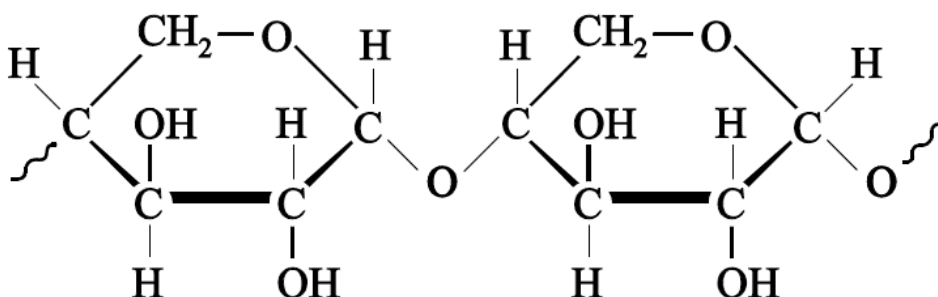
- Gebruik de notatie die ook in het informatieboek wordt gehanteerd.
- Gebruik Binas-tabel 67F1 of ScienceData-tabel 13.1d.

**Maximumscore 3 punten**

**Voorbeelden van een juist antwoord zijn:**



Of:



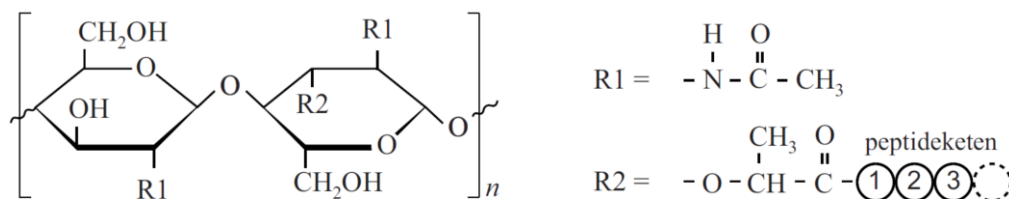
## 41. Scheikunde VWO 2017, tijdvak 2, vraag 25



### Oefenvraag examen 2017 tijdvak 2 – vraag 25

Bacteriën hebben behalve een celmembraan ook een celwand om hun cellen. Het belangrijkste bestanddeel van deze celwand is mureïne. Mureïne bestaat uit lange sacharide-ketens die door korte peptideketens met elkaar zijn verbonden. In de sacharide-keten zijn afwisselend eenheden NAG en NAM aanwezig. In figuur 1 is een deel van de keten van mureïne weergegeven.

figuur 1



NAG en NAM zijn beide afgeleid van één van de monosachariden die zijn weergegeven in Binas-tabel 67F. Geef de naam van de monosacharide waarvan NAG en NAM beide zijn afgeleid.

**Maximumscore 1 punt**

**Het juiste antwoord is:**

- (D-)glucose (in de  $\beta$ -cycloformule).

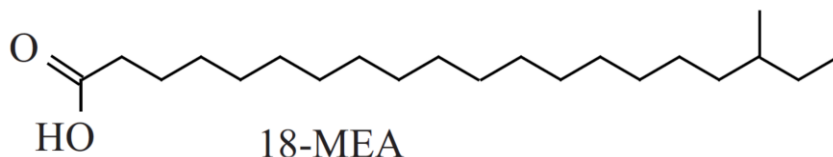


## 42. Scheikunde VWO 2018, tijdvak 2, vraag 13



### Oefenvraag examen 2018 tijdvak 2 – vraag 13

Haarverf moet hechten aan het haar, daarom is kennis van de moleculaire structuur van een haar belangrijk. De buitenkant van een haar bestaat uit schubben die de haar compleet bedekken. Aan het oppervlak van deze schubben zijn moleculen van het vetzuur 18-MEA gebonden aan het eiwit keratine.

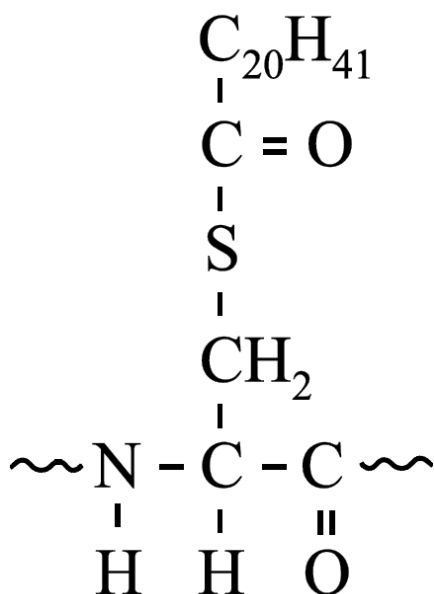


18-MEA is aan keratine gebonden door middel van een thio-esterbinding. Deze binding is ontstaan door een condensatiereactie tussen moleculen 18-MEA en SH groepen van cysteïne-eenheden in keratinemoleculen. Deze reactie verloopt op dezelfde wijze als de condensatie van een zuur en een alcohol.

Geef de structuurformule van een cysteïne-eenheid waaraan 18-MEA is gebonden door middel van een thio-esterbinding. De cysteïne-eenheid moet afkomstig zijn uit het midden van een peptideketen. Gebruik voor de koolwaterstofrest van 18-MEA de notatie  $C_xH_y$  met de juiste getalwaarden voor x en y.

**Maximumscore 3 punten**

**Het juiste antwoord is:**



## 43. Scheikunde VWO 2021, tijdvak 1, vraag 12



### Oefenvraag examen 2021 tijdvak 1 – vraag 12

Hemochromatose of ijzerstapeling is een erfelijke ziekte waarbij te veel ijzerionen uit de darminhoud worden opgenomen terwijl het lichaam niet in staat is de overmaat aan ijzerionen uit te scheiden. Deze ziekte wordt vaak veroorzaakt door een mutatie in het gen dat codeert voor het eiwit HFE. HFE speelt een rol bij de opname van ijzerionen.

Bij de synthese van HFE wordt in eerste instantie mRNA gevormd dat bestaat uit 2727 basen. De eerste 221 basen spelen echter geen rol bij de synthese van HFE. Het startcodon begint pas bij base nummer 222. Dit is tevens het codon voor het aminozuur met nummer 1.

Hieronder is een deel van de mRNA-volgorde bij mensen zonder en mensen met hemochromatose weergegeven. De mutatie treedt op bij base nummer 1066.

|                              |            |
|------------------------------|------------|
|                              | ↓ 1066     |
| mensen zonder hemochromatose | UACGUGCCAG |
| mensen met hemochromatose    | UACGUACCAG |

Met behulp van de 1-lettersymbolen van aminozuren kan men dit soort mutaties vereenvoudigd weergeven. Zo kan een mutatie waarbij op plaats 86 van een eiwit een glutaminezuur-eenheid is ingebouwd in plaats van een glutamine-eenheid, worden weergegeven als Q86E.

Leid met behulp van het gegeven voorbeeld af wat de notatie is van de hierboven beschreven mutatie die hemochromatose veroorzaakt.

**Maximumscore 4 punten**

**Een voorbeeld van een juist antwoord is:**

- Het nummer van het triplet volgt uit  $\frac{1066-221}{3} = 281\frac{2}{3}$ . De mutatie betreft dus de tweede/middelste base van het triplet met nummer 282. Dat zijn de tripletten UGC (gezond) respectievelijk UAC (ziek). Deze tripletten coderen voor cysteïne (C) respectievelijk tyrosine (Y). De mutatie kan dus worden weergegeven met C282Y.

## 5.2 Reactiviteit en selectiviteit

