

Het correctievoorschrift bestaat uit:

- 1 Regels voor de beoordeling
- 2 Algemene regels
- 3 Vakspecifieke regels
- 4 Beoordelingsmodel
- 5 Inzenden scores

## **1 Regels voor de beoordeling**

---

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit v.w.o.-h.a.v.o.-m.a.v.o.-v.b.o.

Voorts heeft het College voor Examens (CvE) op grond van artikel 2 lid 2d van de Wet CvE de Regeling beoordelingsnormen en bijbehorende scores centraal examen vastgesteld.

Voor de beoordeling zijn de volgende passages van de artikelen 36, 41, 41a en 42 van het Eindexamenbesluit van belang:

- 1 De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen en het proces-verbaal van het examen toekomen aan de examinerator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinerator past de beoordelingsnormen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door het College voor Examens.
- 2 De directeur doet de van de examinerator ontvangen stukken met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen, het proces-verbaal en de regels voor het bepalen van de score onverwijld aan de gecommiteerde toekomen.
- 3 De gecommiteerde beoordeelt het werk zo spoedig mogelijk en past de beoordelingsnormen en de regels voor het bepalen van de score toe die zijn gegeven door het College voor Examens.

De gecommiteerde voegt bij het gecorrigeerde werk een verklaring betreffende de verrichte correctie. Deze verklaring wordt mede ondertekend door het bevoegd gezag van de gecommiteerde.

- 4 De examinerator en de gecommiteerde stellen in onderling overleg het aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
- 5 Indien de examinerator en de gecommiteerde daarbij niet tot overeenstemming komen, wordt het geschil voorgelegd aan het bevoegd gezag van de gecommiteerde. Dit bevoegd gezag kan hierover in overleg treden met het bevoegd gezag van de examinerator. Indien het geschil niet kan worden beslecht, wordt hiervan melding gemaakt aan de inspectie. De inspectie kan een derde onafhankelijke gecommiteerde aanwijzen. De beoordeling van de derde gecommiteerde komt in de plaats van de eerdere beoordelingen.

## 2 Algemene regels

---

Voor de beoordeling van het examenwerk zijn de volgende bepalingen uit de regeling van het College voor Examens van toepassing:

- 1 De examinerator vermeldt op een lijst de namen en/of nummers van de kandidaten, het aan iedere kandidaat voor iedere vraag toegekende aantal scorepunten en het totaal aantal scorepunten van iedere kandidaat.
- 2 Voor het antwoord op een vraag worden door de examinerator en door de gecommiteerde scorepunten toegekend, in overeenstemming met het beoordelingsmodel. Scorepunten zijn de getallen 0, 1, 2, ..., n, waarbij n het maximaal te behalen aantal scorepunten voor een vraag is. Andere scorepunten die geen gehele getallen zijn, of een score minder dan 0 zijn niet geoorloofd.
- 3 Scorepunten worden toegekend met inachtneming van de volgende regels:
  - 3.1 indien een vraag volledig juist is beantwoord, wordt het maximaal te behalen aantal scorepunten toegekend;
  - 3.2 indien een vraag gedeeltelijk juist is beantwoord, wordt een deel van de te behalen scorepunten toegekend, in overeenstemming met het beoordelingsmodel;
  - 3.3 indien een antwoord op een open vraag niet in het beoordelingsmodel voorkomt en dit antwoord op grond van aantoonbare, vakinhoudelijke argumenten als juist of gedeeltelijk juist aangemerkt kan worden, moeten scorepunten worden toegekend naar analogie of in de geest van het beoordelingsmodel;
  - 3.4 indien slechts één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, wordt uitsluitend het eerstgegeven antwoord beoordeeld;
  - 3.5 indien meer dan één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, worden uitsluitend de eerstgegeven antwoorden beoordeeld, tot maximaal het gevraagde aantal;
  - 3.6 indien in een antwoord een gevraagde verklaring of uitleg of afleiding of berekening ontbreekt dan wel foutief is, worden 0 scorepunten toegekend, tenzij in het beoordelingsmodel anders is aangegeven;
  - 3.7 indien in het beoordelingsmodel verschillende mogelijkheden zijn opgenomen, gescheiden door het teken /, gelden deze mogelijkheden als verschillende formuleringen van hetzelfde antwoord of onderdeel van dat antwoord;

- 3.8 indien in het beoordelingsmodel een gedeelte van het antwoord tussen haakjes staat, behoeft dit gedeelte niet in het antwoord van de kandidaat voor te komen;
- 3.9 indien een kandidaat op grond van een algemeen geldende woordbetekenis, zoals bijvoorbeeld vermeld in een woordenboek, een antwoord geeft dat vakinhoudelijk onjuist is, worden aan dat antwoord geen scorepunten toegekend, of tenminste niet de scorepunten die met de vakinhoudelijke onjuistheid gemoeid zijn.
- 4 Het juiste antwoord op een meerkeuzevraag is de hoofdletter die behoort bij de juiste keuzemogelijkheid. Voor een juist antwoord op een meerkeuzevraag wordt het in het beoordelingsmodel vermelde aantal scorepunten toegekend. Voor elk ander antwoord worden geen scorepunten toegekend. Indien meer dan één antwoord gegeven is, worden eveneens geen scorepunten toegekend.
  - 5 Een fout mag in de uitwerking van een vraag maar één keer worden aangerekend, tenzij daardoor de vraag aanzienlijk vereenvoudigd wordt en/of tenzij in het beoordelingsmodel anders is vermeld.
  - 6 Een zelfde fout in de beantwoording van verschillende vragen moet steeds opnieuw worden aangerekend, tenzij in het beoordelingsmodel anders is vermeld.
  - 7 Indien de examinerator of de gecommiteerde meent dat in een examen of in het beoordelingsmodel bij dat examen een fout of onvolkomenheid zit, beoordeelt hij het werk van de kandidaten alsof examen en beoordelingsmodel juist zijn. Hij kan de fout of onvolkomenheid mededelen aan het College voor Examens. Het is niet toegestaan zelfstandig af te wijken van het beoordelingsmodel. Met een eventuele fout wordt bij de definitieve normering van het examen rekening gehouden.
  - 8 Scorepunten worden toegekend op grond van het door de kandidaat gegeven antwoord op iedere vraag. Er worden geen scorepunten vooraf gegeven.
  - 9 Het cijfer voor het centraal examen wordt als volgt verkregen.  
Eerste en tweede corrector stellen de score voor iedere kandidaat vast. Deze score wordt meegedeeld aan de directeur.  
De directeur stelt het cijfer voor het centraal examen vast op basis van de regels voor omzetting van score naar cijfer.

NB Het aangeven van de onvolkomenheden op het werk en/of het noteren van de behaalde scores bij de vraag is toegestaan, maar niet verplicht.  
Evenmin is er een standaardformulier voorgeschreven voor de vermelding van de scores van de kandidaten.  
Het vermelden van het schoolexamencijfer is toegestaan, maar niet verplicht.  
Binnen de ruimte die de regelgeving biedt, kunnen scholen afzonderlijk of in gezamenlijk overleg keuzes maken.

### 3 Vakspecifieke regels

---

Voor dit examen kunnen maximaal 68 scorepunten worden behaald.

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regel(s) vastgesteld:

- 1 Als in een berekening één of meer rekenfouten zijn gemaakt, wordt per vraag één scorepunt afgetrokken.
- 2 Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.
- 3 Als in de uitkomst van een berekening geen eenheid is vermeld of als de vermelde eenheid fout is, wordt één scorepunt afgetrokken, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is. In zo'n geval staat in het beoordelingsmodel de eenheid tussen haakjes.
- 4 De uitkomst van een berekening mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is, tenzij in de vraag is vermeld hoeveel significante cijfers de uitkomst dient te bevatten.
- 5 Als in het antwoord op een vraag meer van de bovenbeschreven fouten (rekenfouten, fout in de eenheid van de uitkomst en fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst) zijn gemaakt, wordt in totaal per vraag maximaal één scorepunt afgetrokken van het aantal dat volgens het beoordelingsmodel zou moeten worden toegekend.
- 6 Indien in een vraag niet naar toestandsaanduidingen wordt gevraagd, mogen fouten in toestandsaanduidingen niet in rekening worden gebracht.

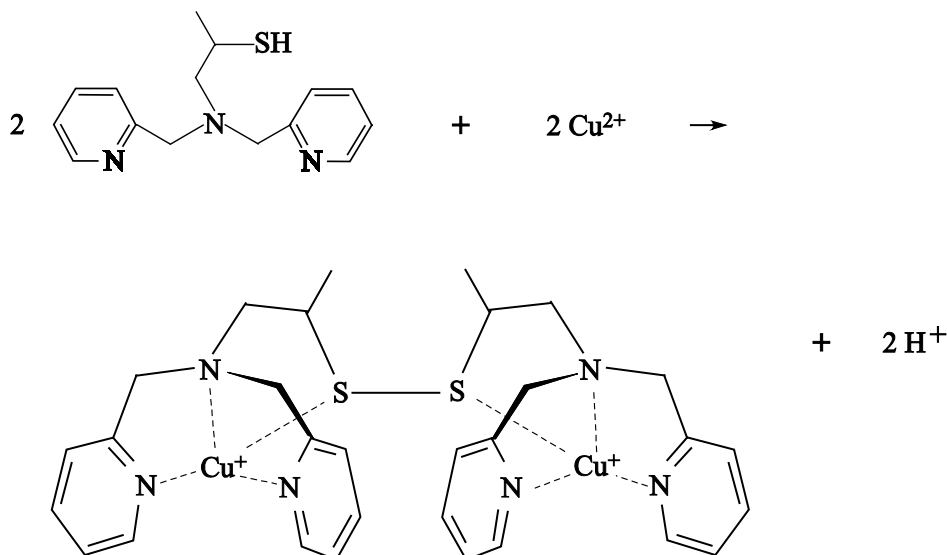
## 4 Beoordelingsmodel

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

### Selectieve opname koolstofdioxide

**1 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



- rechts van de pijl  $\text{H}^+$  1
- juiste coëfficiënten 1

Indien in een overigens juiste vergelijking  $\text{H}_2$  is geschreven in plaats van  $2 \text{ H}^+$ , waardoor de ladingsbalans niet in orde is 1

**2 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

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

of

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

- berekening van de massa van een deeltje  $\text{Q}^{4+}$ : de massa van een deeltje  $\text{P}^{2+}$  vermenigvuldigen met 2 en optellen bij 4 maal de massa van een  $\text{CO}_2$  molecuul (bijvoorbeeld via Binas-tabel 25: 44 u) 1
- berekening van de verhouding  $m/z$ : de massa van een deeltje  $\text{Q}^{4+}$  delen door de lading van een deeltje  $\text{Q}^{4+}$  1

of

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

- berekening van de massa van een deeltje  $Q^{4+}$ : de massa van de helft van een deeltje  $P^{2+}$  vermenigvuldigen met 4 en optellen bij 4 maal de massa van een  $CO_2$  molecuul (bijvoorbeeld via Binas-tabel 25: 44 u) 1
- berekening van de verhouding  $m/z$ : de massa van een deeltje  $Q^{4+}$  delen door de lading van een deeltje  $Q^{4+}$  1

Indien een antwoord is gegeven als: „ $379 - 335 = 44$ , dit is de massa van een molecuul  $CO_2$ , dus er is  $Q^{4+}$ .” 1

*Opmerking*

*Wanneer in een overigens juist antwoord gebruik is gemaakt van Binas-tabel 98 of 99, leidend tot de molecuulmassa van  $CO_2$  van 44,01 u, dit goed rekenen.*

### 3 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

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

$$- \quad m/z = \frac{2 \times 670 + 4 \times 45}{4} = 380$$

- notie dat vier  $CO_2$  moleculen / twee oxalaationen / twee  $C_2O_4^{2-}$  ionen met daarin C-13 hebben gereageerd, waardoor de massa van het deeltje  $Q^{4+}$  met 4 toeneemt 1
- de lading  $z = 4$ , dus de verhouding  $m/z$  neemt met 1 toe en conclusie 1

*Opmerking*

*Wanneer een onjuist antwoord op vraag 3 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 2, dit antwoord op vraag 3 goed rekenen.*

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

**4 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

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

- experiment met een mengsel van  $O_2$  en  $CO_2$  1
- notie dat in het massaspectrum een piek bij  $m/z = 379$  kan worden gevonden / de  $[CO_2]$  is afgenomen (en de  $[O_2]$  / het aantal mol  $O_2$  niet is afgenomen) / het massaspectrum hetzelfde zal zijn als het massaspectrum van  $Q^{4+}$  1

Indien een antwoord is gegeven als: „In een experiment  $P^{2+}$  in contact laten komen met  $O_2$  en in een ander experiment  $P^{2+}$  in contact laten komen met  $CO_2$ . Uitsluitend in het tweede experiment wordt  $m/z = 379$  gevonden. Dus reageert  $CO_2$  en  $O_2$  niet, dus als  $CO_2$  en  $O_2$  gelijktijdig aanwezig zijn, reageert  $CO_2$ .” 1

*Opmerking*

*Wanneer in een overigens juist antwoord is vermeld dat de massa's van de stoffen voor en na de reactie moeten worden bepaald, dit goed rekenen.*

**5 maximumscore 5**

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

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

of

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

- berekening van het aantal mol  $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$ : 24 (mg) vermenigvuldigen met  $10^{-3}$  ( $\text{g mg}^{-1}$ ) en delen door de massa van een mol  $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 101,9 g) 1
- omrekening van het aantal mol  $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$  naar het aantal mol  $\text{CO}_2$  dat heeft gereageerd: het aantal mol  $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$  vermenigvuldigen met 2 en vermenigvuldigen met  $10^2$  en delen door 95 1
- omrekening van het aantal mol  $\text{CO}_2$  dat heeft gereageerd naar het aantal L  $\text{CO}_2$ : het gevonden aantal mol  $\text{CO}_2$  dat heeft gereageerd vermenigvuldigen met 24,5 ( $\text{L mol}^{-1}$ ) 1
- berekening van de vermindering van het volumepercentage  $\text{CO}_2$  in de lucht: het aantal L  $\text{CO}_2$  delen door 5,0 (L) en vermenigvuldigen met  $10^2$  1
- berekening van het volumepercentage  $\text{CO}_2$  in de lucht na behandeling: de vermindering van het volumepercentage  $\text{CO}_2$  aftrekken van het volumepercentage  $\text{CO}_2$  in de onbehandelde lucht 1

of

- berekening van het aantal mL  $\text{CO}_2$  in de lucht voor de behandeling: 0,55 delen door  $10^2$  en vermenigvuldigen met 5,0 (L) en met  $10^3$  ( $\text{mL L}^{-1}$ ) 1
- berekening van het aantal mmol  $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$ : 24 (mg) delen door de massa van een mmol  $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 101,9 mg) 1
- omrekening van het aantal mmol  $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$  naar het aantal mmol  $\text{CO}_2$  dat heeft gereageerd: het aantal mmol  $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$  vermenigvuldigen met 2 en met  $10^2$  en delen door 95 1
- omrekening van het aantal mmol  $\text{CO}_2$  dat heeft gereageerd naar het aantal mL  $\text{CO}_2$ : het gevonden aantal mmol  $\text{CO}_2$  dat heeft gereageerd, vermenigvuldigen met 24,5 ( $\text{mL mmol}^{-1}$ ) 1
- berekening van het volumepercentage  $\text{CO}_2$  in de behandelde lucht: het gevonden aantal mL  $\text{CO}_2$  dat heeft gereageerd, aftrekken van het aantal mL  $\text{CO}_2$  dat in de onbehandelde lucht zat en de uitkomst daarvan delen door  $5,0 \cdot 10^3$  (mL) en vermenigvuldigen met  $10^2$  1

Indien in een overig juist antwoord gebruik is gemaakt van een andere waarde voor het aantal L van een mol gas 4



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

**6 maximumscore 2**

Voorbeelden van juiste vragen zijn:

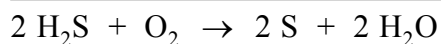
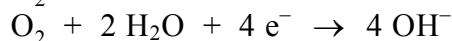
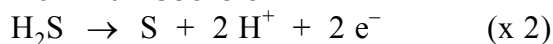
- Wat is er bekend over de snelheid van de reactie tussen  $\text{CO}_2$  en het kopercomplex?
- Is al onderzoek gedaan naar mogelijke problemen bij het opschalen van dit proces?
- Wat is bekend over de giftigheid en/of de milieubelasting van het kopercomplex/lithiumoxalaat?
- Hoeveel energie is nodig bij de elektrolyse die wordt toegepast om de koperverbinding te regenereren?
- Is de methode op grote schaal uitvoerbaar?
- Zijn oxalaationen nuttig toepasbaar?
- Is de productie van  $\text{P}^{2+}$  duurzaam?

Voorbeelden van onjuiste vragen zijn:

- Is het mogelijk om teveel  $\text{CO}_2$  te vangen en is dat schadelijk?
  - Hoe duur is het om  $\text{P}^{2+}$  te maken?
  - Is (het gebruik van)  $\text{P}^{2+}/\text{Q}^{4+}$  milieuvriendelijk/duurzaam?
  - Hoe lang gaat  $\text{P}^{2+}/\text{Q}^{4+}$  mee?
- 
- vraag over de reactiesnelheid of het evenwicht van de gebruikte reactie / vraag over de technologische problemen bij het opschalen van het proces 1
  - vraag over de giftigheid van het (de) kopercomplex(en) / de milieubelasting van de koperverbinding / vraag over de hoeveelheid energie die bij de elektrolyse nodig is 1

## Modderstroom

### 7 maximumscore 3



- juiste vergelijking van de halfreactie van  $\text{H}_2\text{S}$  1
- juiste optelling van beide vergelijkingen van de halfreacties 1
- wegstrepen van  $\text{H}^+$  en  $\text{OH}^-$  tegen  $\text{H}_2\text{O}$  1

### 8 maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

$$\frac{365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 1,0 \cdot 10^{-3} \times 34,08}{9,64853 \cdot 10^4 \times 2} = 5,6 \text{ (g)}$$

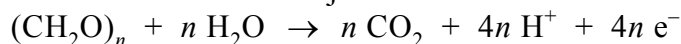
- berekening van het aantal coulomb dat is getransporteerd: 365 (dagen) vermenigvuldigen met 24 (uur dag<sup>-1</sup>) en met 60 (minuten uur<sup>-1</sup>) en met 60 (seconden minuut<sup>-1</sup>) en met 1,0 · 10<sup>-3</sup> (C s<sup>-1</sup>) 1
- omrekening van het aantal coulomb dat is getransporteerd naar het aantal mol elektronen: het aantal coulomb delen door de constante van Faraday (via Binas-tabel 7: 9,64853 · 10<sup>4</sup> C mol<sup>-1</sup>) 1
- omrekening van het aantal mol elektronen naar het aantal mol  $\text{H}_2\text{S}$ : het aantal mol elektronen delen door 2 1
- omrekening van het aantal mol  $\text{H}_2\text{S}$  naar het aantal gram  $\text{H}_2\text{S}$ : het aantal mol  $\text{H}_2\text{S}$  vermenigvuldigen met de massa van een mol  $\text{H}_2\text{S}$  (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 34,08 gram) 1

*Opmerking*

*Wanneer in een overigens juist antwoord voor het aantal dagen per jaar gebruik is gemaakt van 365,25 of 366, dit goed rekenen.*

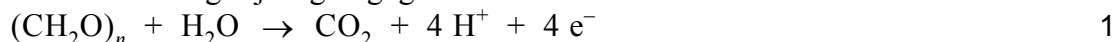
### 9 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- uitsluitend juiste formules voor en na de pijl 1
- juiste coëfficiënten 1

Indien een vergelijking is gegeven als:



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

**10 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

In de halfreactie van zuurstof ontstaat  $\text{OH}^-$  waardoor bovenin de pH verhoogd wordt / hoger is dan 7. In de halfreactie van  $\text{H}_2\text{S}$  ontstaat  $\text{H}^+$ , waardoor de pH onderin verlaagd wordt / lager is dan 7. (Dit stemt overeen met het verloop van de pH in figuur 2.)

- notie dat in de halfreactie van zuurstof  $\text{OH}^-$  ontstaat waardoor de pH verhoogd wordt / hoger is dan 7 1
- notie dat in de halfreactie van  $\text{H}_2\text{S}$   $\text{H}^+$  ontstaat waardoor de pH verlaagd wordt / lager is dan 7 1
- globaal aangeven waar beide processen verlopen 1

Indien een antwoord is gegeven als: „De pH is niet overal gelijk.” 0

*Opmerkingen*

- *Wanneer in een overigens juist antwoord is vermeld dat de pH verlaagd wordt door de aanwezigheid van  $\text{H}_2\text{S}$  als zwak zuur, dit goed rekenen.*
- *Wanneer in een overigens juist antwoord de halfreactie uit vraag 9 wordt gebruikt in plaats van de halfreactie van  $\text{H}_2\text{S}$ , dit goed rekenen.*

**11 maximumscore 2**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Door de onderste (twee) reactie(s) ontstaan positieve ionen. Door de bovenste reactie ontstaan negatieve ionen. De positieve ionen zullen naar boven bewegen.

- notie dat door de onderste (twee) reactie(s) positieve ionen ontstaan en door de bovenste reactie negatieve ionen ontstaan 1
- conclusie 1

*Opmerkingen*

- *Wanneer in een overigens juist antwoord is geconcludeerd dat de negatieve ionen naar beneden bewegen, dit goed rekenen.*
- *Wanneer een antwoord is gegeven als: „De (negatieve) elektronen bewegen van de reductor ( $\text{H}_2\text{S}$ ) onderin naar de oxidator ( $\text{O}_2$ ) bovenin. Om de elektrische neutraliteit te behouden, moeten negatieve ionen van boven naar beneden / positieve ionen van onder naar boven bewegen.”, dit goed rekenen.*
- *Wanneer een antwoord is gegeven als: „Vanwege het verschil in pH zal  $\text{H}^+$  naar boven bewegen / zal  $\text{OH}^-$  naar beneden bewegen.”, dit goed rekenen.*

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

**12 maximumscore 2**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Je neemt een tweede bodemmonster (uit de bodem van de haven van Aarhus) waar je de bacteriën uit verwijdert (door het enige tijd te koken / door een antibioticum toe te voegen). Vervolgens meet je of er weer snel pH-verschillen optreden / meet je of een verandering van de zuurstofconcentratie direct invloed heeft op de afbraaksnelheid van H<sub>2</sub>S.

- een tweede bodemmonster nemen en hierin de bacteriën doden / hieruit de bacteriën verwijderen (door het te koken / door een antibioticum toe te voegen) 1
- meten of er snel weer pH-verschillen aanwezig zijn / meten of een verandering van de zuurstofconcentratie direct invloed heeft op de afbraaksnelheid van H<sub>2</sub>S 1

Indien in een overigens juist antwoord niet de snelheid van het weer optreden van pH-verschillen is vermeld / niet is vermeld dat veranderingen van de zuurstofconcentratie een direct effect hebben op de snelheid van de afbraak van H<sub>2</sub>S 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Je neemt een tweede bodemmonster zonder bacteriën. Vervolgens meet je of er weer snel pH-verschillen optreden / meet je of een verandering van de zuurstofconcentratie direct invloed heeft op de afbraaksnelheid van H<sub>2</sub>S.” 1

*Opmerkingen*

- *Wanneer een antwoord is gegeven als: „Dood de bacteriën door te koken. Wanneer de bacteriën dood zijn, zal de afbraak van H<sub>2</sub>S langzamer verlopen.”, dit goed rekenen.*
- *Wanneer een antwoord is gegeven als: „Voeg een antibioticum toe aan een tweede bodemmonster. Een antibioticum heeft geen invloed op metaaldeeltjes, dus als er verschil is in de metingen met het eerste bodemmonster, dan zijn de bacteriën verantwoordelijk voor de stroomgeleiding.”, dit goed rekenen.*

## Barnsteenzuur uit glucose

### 13 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- In de halfreactie staat links van de pijl  $H^+$  genoteerd. Rechts van de pijl staan uitsluitend neutrale deeltjes. Om de ladingsbalans kloppend te maken, moeten links van de pijl elektronen worden genoteerd. Dus barnsteenzuur is een oxidator.

of

- De vergelijking van de halfreactie is  

$$HOOC-CH_2-CH_2-COOH + 8 H^+ + 8 e^- \rightarrow$$

$$HO-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH + 2 H_2O$$

Barnsteenzuur neemt elektronen op, dus het is een oxidator.

- notie dat links van de pijl  $H^+$  staat genoteerd en rechts van de pijl uitsluitend neutrale/ongeladen deeltjes 1
- vermelding dat elektronen links van de pijl moeten staan en conclusie 1

of

- juiste vergelijking van de halfreactie 1
- conclusie 1

### 14 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{1,0}{172,2} \times 2 \times 118,1 = 1,4 \text{ (kg)}$$

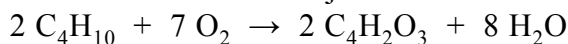
- berekening van het aantal kmol eenheden in 1,0 kg PBS: 1,0 (kg) delen door de massa van een kmol eenheden (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 172,2 kg) 1
- omrekening van het aantal kmol eenheden naar het aantal kmol barnsteenzuur dat nodig is: het aantal kmol eenheden vermenigvuldigen met 2 1
- berekening van het aantal kg barnsteenzuur dat nodig is: het aantal kmol barnsteenzuur vermenigvuldigen met de massa van een kmol barnsteenzuur (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 118,1 kg) 1

Indien in een overigens juist antwoord voor de massa van een mol eenheden PBS 190,2 g is gebruikt 2

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

**15 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- juiste molecuulformules van butaan en zuurstof links van de pijl 1
- juiste molecuulformules van MZA en water rechts van de pijl 1
- juiste coëfficiënten 1

Indien in een overigens juist antwoord structuurformules zijn gebruikt 2

**16 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De stereo-isomeren zijn *cis*- en *trans*-buteendizuur. Als een molecuul MZA omgezet wordt, blijft de oriëntatie van de groepen aan weerszijden van de (starre) C=C binding behouden. Er zal dus *cis*-buteendizuur ontstaan.

- vermelding van de namen *cis*- en *trans*-buteendizuur 1
- notie dat de oriëntatie van de groepen aan weerszijden van de (starre) C=C binding behouden blijft 1
- conclusie 1

*Opmerking*

*Wanneer een antwoord is gegeven als: „De stereo-isomeren zijn cis- en trans-buteendizuur. Aan de ring zitten de twee C=O groepen al cis georiënteerd, dus kan alleen cis-buteendizuur ontstaan.”, dit goed rekenen.*

**17 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

X is water en Y is waterstof.

Additie (van waterstof) / Hydrogenering.

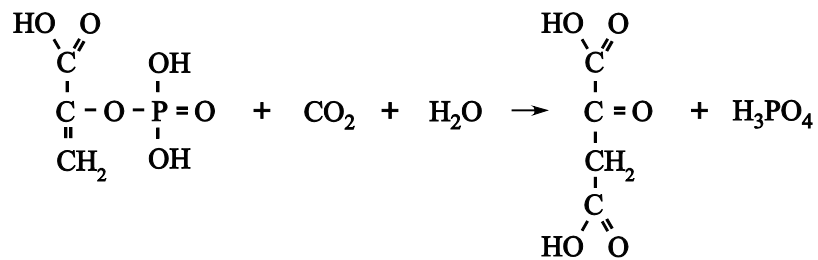
- X is water 1
- Y is waterstof 1
- additie (van waterstof) / hydrogenering 1

Indien een antwoord is gegeven als: „X is H<sub>2</sub> en Y is H<sub>2</sub>O en additie.” 1

*Opmerking*

*Wanneer een antwoord is gegeven als: „X is H<sub>2</sub>O en Y is H<sub>2</sub> en additie.”, dit goed rekenen.*

## 18 maximumscore 3

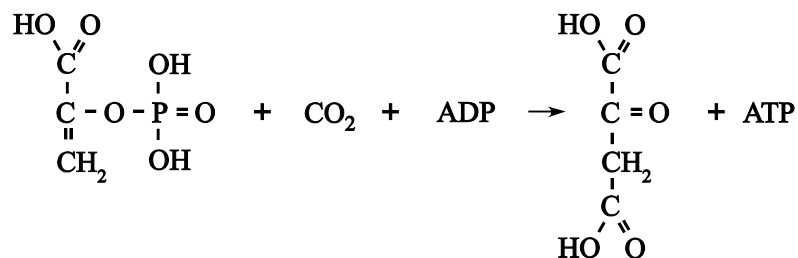


- juiste structuurformule van PEP links van de pijl en juiste structuurformule van oxaalazijnzuur rechts van de pijl
- $\text{CO}_2$  en  $\text{H}_2\text{O}$  links van de pijl
- $\text{H}_3\text{PO}_4$  rechts van de pijl

1  
1  
1

*Opmerking*

*Wanneer een antwoord is gegeven als:*



*dit goed rekenen.*

## 19 maximumscore 1

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Uit 1 mol glucose ontstaat 2 mol PEP, dus voor 1 mol barnsteen­zuur is minimaal 0,5 mol glucose nodig.

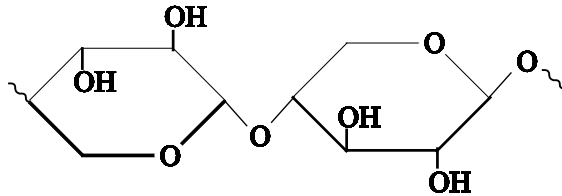
*Opmerking*

*Wanneer een antwoord is gegeven als: „Uit 1 mol glucose ontstaat 2 mol barnsteen­zuur.‟, dit goed rekenen.*

## Bio-ethanol uit stro

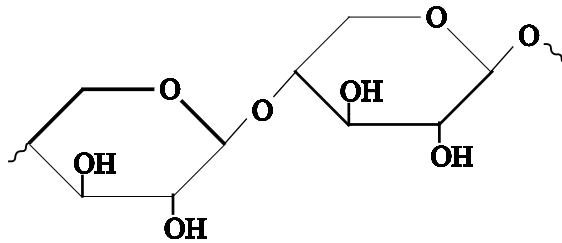
### 20 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



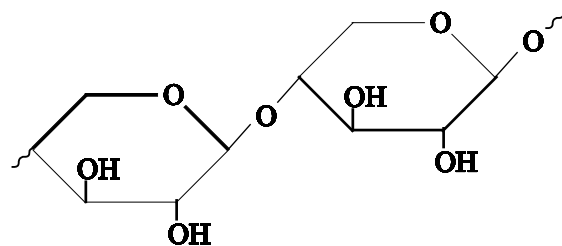
- twee xylose-eenheden via de juiste OH groepen aan elkaar gekoppeld 1
- de uiteinden van het fragment juist weergegeven met – of ~ of • 1
- twee xylose-eenheden gedraaid ten opzichte van elkaar getekend 1

Indien een antwoord is gegeven als: 2



*Opmerking*

*Wanneer een antwoord is gegeven als:*



*dit goed rekenen.*

### 21 maximumscore 2

Fenylalanine/Phe/F en tyrosine/Tyr/Y.

- fenylalanine/Phe/F 1
- tyrosine/Tyr/Y 1



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

**22 maximumscore 1**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Enzymen zijn stereospecifiek, de structuur van lignine is anders dan die van cellulose/hemicellulose, dus kan hetzelfde enzym lignine niet afbreken.
- Vanwege de netwerkstructuur kan het enzym niet aan lignine binden en dus de reactie niet katalyseren.
- Vanwege de netwerkstructuur kan het enzym de juiste plekken in lignine niet bereiken om de hydrolyse-reactie te katalyseren.

**23 maximumscore 4**

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$\frac{5,4 \cdot 10^6}{\frac{30.000 \times 10^6 \times 35,0 \times 10^{-2}}{162,1} \times 2 \times \frac{46,07}{0,80 \cdot 10^3}} \times 10^2 = 72(\%)$$

of

$$\frac{\frac{5,4 \cdot 10^6 \times 0,80 \cdot 10^3}{46,07} \times \frac{1}{2} \times 162,1}{35,0 \times 10^{-2} \times 30.000 \times 10^6} \times 10^2 = 72(\%)$$

- berekening van het aantal gram cellulose in het stro: 30.000 (ton) vermenigvuldigen met  $10^6$  ( $\text{g ton}^{-1}$ ) en vermenigvuldigen met 35 en delen door  $10^2$ (%) 1
- omrekening van het aantal gram cellulose in het stro naar het aantal mol ethanol dat maximaal gevormd kan worden: het aantal gram cellulose delen door de massa van een mol cellulose-eenheden (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 162,1 g) en vermenigvuldigen met 2 1
- berekening van het aantal liter ethanol dat maximaal gevormd kan worden: het aantal mol ethanol vermenigvuldigen met de massa van een mol ethanol (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 46,07 g) en delen door  $0,80 \cdot 10^3$  ( $\text{g L}^{-1}$ ) 1
- berekening van het rendement: 5,4 (L) vermenigvuldigen met  $10^6$  en delen door het aantal liter ethanol dat maximaal gevormd kan worden en vermenigvuldigen met  $10^2$ (%) 1

of

Vraag	Antwoord	Scores
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berekening van het aantal mol ethanol dat is geproduceerd: 5,4 (L) vermenigvuldigen met <math>10^6</math> en vermenigvuldigen met <math>0,80 \cdot 10^3</math> (<math>\text{g L}^{-1}</math>) en delen door de massa van een mol ethanol (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 46,07 g)</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omrekening van het aantal mol ethanol naar het aantal gram cellulose dat is verbruikt: het aantal mol ethanol delen door 2 en vermenigvuldigen met de massa van een mol cellulose-eenheden (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 162,1 g)</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berekening van het aantal gram cellulose in het stro: de massa stro vermenigvuldigen met 35 en delen door <math>10^2</math>(%) en vermenigvuldigen met <math>10^6</math> (<math>\text{g ton}^{-1}</math>)</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berekening van het rendement: het aantal gram verbruikte cellulose delen door het aantal gram cellulose in het stro en vermenigvuldigen met <math>10^2</math>(%)</li> </ul>	1

**24 maximumscore 2**

Extractie en zeven/filtreren / bezinken en afschenken.

- |  |   |
|--|---|
| • extractie                                | 1 |
| • zeven/filtreren / bezinken en afschenken | 1 |

*Opmerking*

*Wanneer een antwoord is gegeven als: „Stoomdestillatie en zeven/filtreren / bezinken en afschenken.“, dit goed rekenen.*

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

**25 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Bij de hydrolyse van cellulose ontstaat glucose. Glucose remt de enzymen en remt dus de afbraak van cellulose. In reactor 2 gaat de afbraak dus langzamer naarmate er meer glucose wordt gevormd. In reactor 3 zet gist glucose om tot ethanol, waardoor de concentratie glucose daalt en de enzymen minder / niet meer geremd worden. De enzymen kunnen cellulose dus sneller afbreken. Hierdoor wordt ethanol dus sneller gevormd.

- notie dat bij de hydrolyse van cellulose glucose ontstaat, waardoor de enzymen geremd worden 1
- in reactor 3 verdwijnt glucose door de vergisting, waardoor de enzymen minder / niet meer geremd worden 1
- conclusie 1

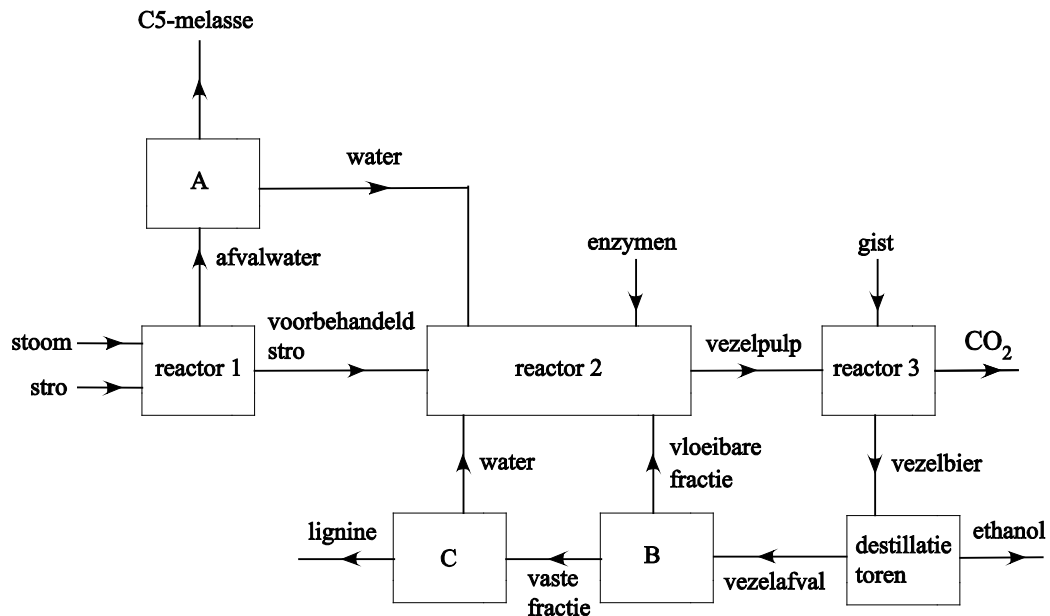
Indien slechts een antwoord is gegeven als: „Het tegelijk laten verlopen van de verschillende processen bespaart tijd.” 0

*Opmerking*

*Wanneer een antwoord is gegeven als: „Bij de hydrolyse van cellulose ontstaat glucose. Glucose remt de enzymen en remt dus de afbraak van cellulose. In reactor 2 gaat de afbraak dus langzamer naarmate er meer glucose wordt gevormd. In reactor 3 zet gist glucose om in ethanol, waardoor de concentratie glucose daalt en de enzymen minder / niet meer geremd worden. De enzymen kunnen dus meer cellulose afbreken. Hierdoor wordt dus meer ethanol gevormd.”, dit goed rekenen.*

## 26 maximumscore 4

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



- pijl getekend met instroom van stoom naar reactor 1 en pijl getekend met uitstroom van water uit ruimte A naar reactor 2 1
- blok getekend voor destillatietoren met instroom van vezelbier uit reactor 3 en uitstroom van ethanol naar buiten en uitstroom van vezelafval 1
- blok getekend voor ruimte B met uitstroom van vaste fractie en uitstroom van vloeibare fractie naar reactor 2 1
- blok getekend voor ruimte C met uitstroom van lignine naar buiten en uitstroom van water naar reactor 2 1

#### Opmerkingen

- Wanneer (een) extra stofstro(o)men is/zijn getekend voor de uitstroom van water uit blok A of C naar buiten of de instroom van water van buiten naar reactor 2, dit niet aanrekenen.
- Wanneer in een overigens juist antwoord als uitstroom van blok C korrels in plaats van lignine is genoteerd, dit goed rekenen.
- Wanneer bijvoorbeeld in plaats van de naam vezelpulp gebruik is gemaakt van cellulose, lignine en glucose, dit goed rekenen.

## 5 Inzenden scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per school in het programma WOLF. Zend de gegevens uiterlijk op 22 juni naar Cito.