

Correctievoorschrift HAVO

2025

tijdvak 2

scheikunde

Het correctievoorschrift bestaat uit:

- 1 Regels voor de beoordeling
- 2 Algemene regels
- 3 Vakspecifieke regels
- 4 Beoordelingsmodel
- 5 Aanleveren scores
- 6 Bronvermeldingen

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 3.21, 3.24 en 3.25 van het Uitvoeringsbesluit WVO 2020.

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

Voor de beoordeling zijn de volgende aspecten van de artikelen 3.21 t/m 3.25 van het Uitvoeringsbesluit WVO 2020 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 Toetsen en 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 directeur van de school van de gecommitteerde toekomen. Deze stelt het ter hand aan de gecommitteerde.

- 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 Toetsen en 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 examiner en de gecommiteerde stellen in onderling overleg het behaalde aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
- 5 Indien de examiner 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 examiner. Indien het geschil niet kan worden beslecht, wordt hiervan melding gemaakt aan de inspectie. De inspectie kan een derde onafhankelijke corrector aanwijzen. De beoordeling van deze derde corrector 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 Toetsen en Examens van toepassing:

- 1 De examiner 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 examiner en door de gecommiteerde scorepunten toegekend, in overeenstemming met correctievoorschrift. 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. Als het antwoord op een andere manier is gegeven, maar onomstotelijk vaststaat dat het juist is, dan moet dit antwoord ook goed gerekend worden. Voor het juiste 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 Toetsen en 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.

NB1 *T.a.v. de status van het correctievoorschrift:*

Het College voor Toetsen en Examens heeft de correctievoorschriften bij regeling vastgesteld. Het correctievoorschrift is een zogeheten algemeen verbindend voorschrift en valt onder wet- en regelgeving die van overheidswege wordt verstrekt. De corrector mag dus niet afwijken van het correctievoorschrift.

NB2 *T.a.v. het verkeer tussen examiner en gecommiteerde (eerste en tweede corrector):*
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.

NB3 *T.a.v. aanvullingen op het correctievoorschrift:*

Er zijn twee redenen voor een aanvulling op het correctievoorschrift: verduidelijking en een fout.

Verduidelijking

Het correctievoorschrift is vóór de afname opgesteld. Na de afname blijkt pas welke antwoorden kandidaten geven. Vragen en reacties die via het Examenloket bij de Toets- en Examenlijn binnenkomen, kunnen duidelijk maken dat het correctievoorschrift niet voldoende recht doet aan door kandidaten gegeven antwoorden. Een aanvulling op het correctievoorschrift kan dan alsnog duidelijkheid bieden.

Een fout

Als het College voor Toetsen en Examens vaststelt dat een centraal examen een fout bevat, kan het besluiten tot een aanvulling op het correctievoorschrift.

Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt door middel van een mailing vanuit Examenblad.nl bekendgemaakt. Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt zo spoedig mogelijk verstuurd aan de examensecretarissen.

Soms komt een onvolkomenheid pas geruime tijd na de afname aan het licht. In die gevallen vermeldt de aanvulling:

- Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe.
en/of
- Als de aanvulling niet is verwerkt in de naar Cito gezonden Wolf-scores, voert Cito dezelfde wijziging door die de correctoren op de verzamelstaat doorvoeren.

Dit laatste gebeurt alleen als de aanvulling luidt dat voor een vraag alle scorepunten moeten worden toegekend.

Als een onvolkomenheid op een dusdanig laat tijdstip geconstateerd wordt dat een aanvulling op het correctievoorschrift ook voor de tweede corrector te laat komt, houdt het College voor Toetsen en Examens bij de vaststelling van de N-term rekening met de onvolkomenheid.

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

- 1 Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.
- 2 Per vraag wordt één scorepunt afgetrokken van het aantal dat volgens het beoordelingsmodel moet worden toegekend als in een gevraagde berekening één of meer van de onderstaande fouten zijn gemaakt:
 - als één of meer rekenfouten zijn gemaakt;
 - als de eenheid van de uitkomst niet of verkeerd is vermeld, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is. In zo'n geval staat in het beoordelingsmodel de eenheid tussen haakjes.
- 3 Per vraag wordt één scorepunt afgetrokken van het aantal dat volgens het beoordelingsmodel moet worden toegekend als in een gevraagde reactievergelijking één of meer van de onderstaande fouten zijn gemaakt:
 - als tribune-ionen zijn genoteerd;
 - als de coëfficiënten niet zijn weergegeven in zo klein mogelijke gehele getallen;
- 4 Als in een vraag niet naar toestandsaanduidingen wordt gevraagd, mogen fouten in toestandsaanduidingen niet in rekening worden gebracht.

4 Beoordelingsmodel

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

Bacteriën maken aniline uit suiker

1 maximumscore 4

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

$$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 + 3 \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$$
$$\frac{93,1}{78,1 + 63,0 + 3 \times 2,02} = 0,633 \text{ (63,3\%)}$$

of

$$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 + 3 \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$$
$$\frac{93,1}{93,1 + 3 \times 18,0} = 0,633 \text{ (63,3\%)}$$

- optellen van reactie 1 en 2 in de verhouding 1:1 1
- gelijke deeltjes voor en na de pijl weggestreept 1
- de molaire massa's juist 1
- consequente verwerking van de coëfficiënten en de rest van de berekening 1

Opmerking

Als, bij een ontbrekend antwoord op de eerste deelvraag, de atoomeconomie van reactie 2 juist is berekend, deze berekening van de atoomeconomie goed rekenen.

2 maximumscore 1

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Deze stof is bijtend/corrosief.
- Deze stof geeft brand- en explosiegevaar.

3 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

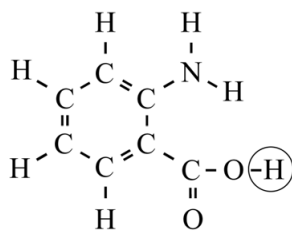
$$\text{pOH} = 14,00 - 7,5 = 6,5$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-6,5} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}.$$

- berekening van de pOH 1
- omrekening naar de $[\text{OH}^-]$ 1
- significantie 1

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

4 maximumscore 1



5 maximumscore 2

- waterstofbrug 1
- vanderwaalsbinding/molecuulbinding 1

6 maximumscore 1

(verschil in) dichtheid

7 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:
De kookpunten zijn verschillend dus destillatie.

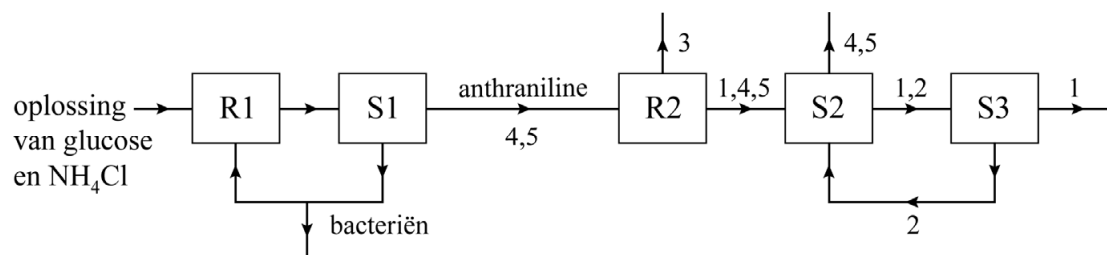
- uitleg aan de hand van de kookpunten 1
- consequente conclusie 1

indien het volgende antwoord is gegeven: 1
De kookpunten zijn verschillend dus indampen.

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

8 maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- de blokken S2 en S3 getekend en juist verbonden met R2 1
- nummers 1 en 3 juist weergegeven 1
- nummers 4 en 5 juist weergegeven 1
- nummer 2 juist weergegeven, inclusief gesloten recirculatie van nummer 2 1

Opmerkingen

- Als in plaats van nummers, juiste formules of stofnamen zijn gegeven, dit niet aanrekenen.
- Als nummers zijn gezet bij de reeds weergegeven stofstromen, dit niet beoordelen.
- Als bij S2 ook een instroom van nummer 2 van buiten is getekend, dit niet aanrekenen mits elders in het blokschema een uitstroom van nummer 2 is getekend.

Zeewater-accu

9 maximumscore 2

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

De molariteit Na^+ -ionen is $470 \times 10^{-3} = 4,70 \cdot 10^{-1} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$.

De concentratie Na^+ -ionen is dan $4,70 \cdot 10^{-1} \times 23,0 = 10,8 \text{ (g L}^{-1}\text{)}$.

of

De concentratie Na^+ -ionen is $470 \times 23,0 = 1,08 \cdot 10^4 \text{ (mg L}^{-1}\text{)}$.

De concentratie Na^+ -ionen is dan $1,08 \cdot 10^4 \times 10^{-3} = 10,8 \text{ (g L}^{-1}\text{)}$.

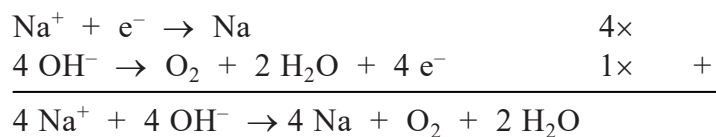
- juiste verwerking van de molaire massa van Na^+ 1
- de rest van de berekening 1

10 maximumscore 1

CF_3SO_3^-

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

11 maximumscore 2



- de halfreactie van Na^+ juist 1
- beide halfreacties in de juiste verhouding opgeteld en elektronen weggestreept 1

12 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

In halfreactie 1 staan elektronen na de pijl en reageert dus een reductor.

Bij opladen reageert dus een oxidator aan de koolstofelektrode.

- juist verband gegeven tussen opnemen/afstaan van elektronen en oxidator/reductor 1
- inzicht dat halfreactie 1 moet worden omgekeerd en consequente conclusie 1

of

Bij stroomlevering draait halfreactie 1 om. Aan de koolstofelektrode worden dan elektronen opgenomen en reageert dus een oxidator.

- inzicht dat bij stroomlevering halfreactie 1 moet worden omgekeerd 1
- juist verband gegeven tussen opnemen/afstaan van elektronen en consequente conclusie 1

13 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



H220 is van toepassing op de stof: waterstof/ H_2

- de reactie juist 1
- waterstof/ H_2 1

Opmerking

Als NaOH is genoteerd als $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$, dit goed rekenen.

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

14 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

(Het deeltje dat in halfreactie 3 elektronen opneemt:) Na^+

In Na_3Sb is een metaalrooster aanwezig.

- Na^+ 1
- metaalrooster 1

indien het volgende antwoord is gegeven: 1

(Het deeltje dat in halfreactie 3 elektronen opneemt:) Sb

In Na_3Sb is een ionrooster aanwezig.

15 maximumscore 4

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

Per mol Sb_2S_3 wordt 12 mol elektronen overgedragen. De energie die per mol Sb_2S_3 wordt geleverd, is $12 \times 51 = 6,12 \cdot 10^2$ (Wh mol^{-1}).

De energie die per gram Sb_2S_3 wordt geleverd, is $\frac{6,12 \cdot 10^2}{340} = 1,80$ (Wh g^{-1}).

De energiedichtheid van Sb_2S_3 is $1,80 \times 10^3 = 1,8 \cdot 10^3$ (Wh kg^{-1}).

- inzicht dat 12 mol elektronen per mol Sb_2S_3 worden overgedragen 1
- juiste verwerking van de hoeveelheid energie van 1 mol elektronen 1
- de rest van de berekening 1
- significantie 1

of

De chemische hoeveelheid Sb_2S_3 per kilogram is $\frac{1,0 \cdot 10^3}{340} = 2,94$ (mol).

De chemische hoeveelheid elektronen die per kg Sb_2S_3 kan worden geleverd is $2,94 \times 12 = 3,53 \cdot 10^1$ (mol).

De energiedichtheid van Sb_2S_3 is $3,53 \cdot 10^1 \times 51 = 1,8 \cdot 10^3$ (Wh kg^{-1}).

- berekening van de chemische hoeveelheid Sb_2S_3 per kg Sb_2S_3 1
- inzicht dat 12 mol elektronen per mol Sb_2S_3 worden overgedragen 1
- de rest van de berekening 1
- significantie 1

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

16 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

De dikte van het naaldje bij letter k is 10,5 mm ($10,0 \leq \text{dikte} \leq 11,0$).

De lengte van het maatbalkje is 13,0 mm ($12,5 \leq \text{lengte} \leq 13,5$).

De dikte van het naaldje is $\frac{200}{13,0} \times 10,5 = 1,62 \cdot 10^2$ (nm).

De dikte is $\frac{1,62 \cdot 10^2}{0,37} = 4,4 \cdot 10^2$ (atomen).

- berekening van de dikte van het naaldje 1
- omrekening naar het aantal atomen 1

17 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Bij gebruik van naaldjes ontstaat een open structuur. / Er zit ruimte tussen de naaldjes. Hierdoor kunnen Na^+ -ionen een groter gedeelte van de elektrode bereiken en worden in totaal meer elektronen opgenomen. De accu kan dus meer energie opslaan.
- Het gedeelte van de elektrode waarin Na^+ -ionen kunnen doordringen is bij gebruik van naaldjes in verhouding groter, zodat er in totaal meer elektronen kunnen worden opgenomen. De accu kan dus meer energie opslaan.
- Het gedeelte van de elektrode waarin Na^+ -ionen niet kunnen doordringen is bij gebruik van naaldjes kleiner geworden. Er vinden meer reacties plaats tussen Na^+ -ionen en het elektrodemateriaal (en dus wordt er meer energie opgeslagen). De accu kan dus meer energie opslaan.
- inzicht dat Na^+ -ionen een groter gedeelte van de elektrode kunnen bereiken 1
- inzicht dat er meer elektronen kunnen worden opgenomen en conclusie 1

Stikstofbindende bacteriën maken etheen

18 maximumscore 1

eiwitten

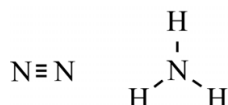
Opmerking

Het volgende antwoord hier goed rekenen: aminozuren.

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

19 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



per structuurformule

1

Opmerking

De bindingshoeken niet beoordelen.

20 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- De omzetting verloopt bij een lagere temperatuur dan in de industrie. De activeringsenergie van de reactie is dus verlaagd. Dit komt door de aanwezigheid van enzymen / een (bio)katalysator (die de reactie katalyseren/katalyseert).
- (De omzetting van stikstof (en waterstof) tot ammoniak heeft een zeer hoge activeringsenergie.) De omzetting in de bacteriën verloopt onder invloed van enzymen, waardoor de activeringsenergie wordt verlaagd.

- inzicht dat de activeringsenergie wordt verlaagd

1

- inzicht dat enzymen / een (bio)katalysator de reactie mogelijk maken/maakt

1

Indien een antwoord is gegeven als:

1

De omzetting in de bacteriën verloopt onder invloed van enzymen, waardoor de activeringsenergie kan worden overbrugd.

21 maximumscore 2

Voorbeelden van een goed te rekenen reactievergelijking zijn:

- $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

- NH_3 en H_2O voor de pijl en NH_4^+ na de pijl

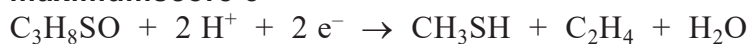
1

- OH^- na de pijl en de elementbalans

1

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

22 maximumscore 3



- H^+ voor de pijl 1
- e^- aan dezelfde kant van de pijl als H^+ 1
- elementbalans en ladingsbalans juist bij uitsluitend juiste formules voor en na de pijl 1

indien het volgende antwoord is gegeven: 2



23 maximumscore 3

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

Het volume etheen dat in het buisje ontstaat, is

$$3 \cdot 10^{-2} \times 10^{-6} \times 24 \times 10^3 = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ (cm}^3\text{)}.$$

Het volume grond waarbij de wortelgroei net niet wordt verstoord, is

$$\frac{7,2 \cdot 10^{-4}}{0,1} \times 10^3 = 7 \text{ (dm}^3\text{)}.$$

- berekening van het volume etheen dat ontstaat 1
- omrekening naar het volume grond 1
- omrekening van μmol naar mol en omrekening van volume-eenheden 1

of

De chemische hoeveelheid etheen per m^3 grond bij de drempelwaarde is

$$\frac{0,1 \times 10^{-3}}{24} = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ (mol)}. \text{ Dit komt overeen met } 4,2 \mu\text{mol per m}^3, \text{ ofwel}$$

$$4,2 \cdot 10^{-3} \mu\text{mol per dm}^3.$$

Het volume grond waarbij de wortelgroei net niet wordt verstoord, is

$$\frac{3 \cdot 10^{-2}}{4,2 \cdot 10^{-3}} = 7 \text{ (dm}^3\text{)}.$$

- omrekening van de drempelwaarde van etheen naar de chemische hoeveelheid etheen 1
- omrekening naar het volume grond 1
- omrekening van mol naar μmol en omrekening van volume-eenheden 1

Opmerking

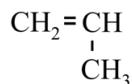
Een fout in de omrekening van eenheden hier slechts eenmaal aanrekenen.

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

Mondkapjes

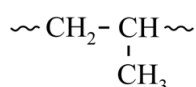
24 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- de structuurformule bevat het fragment C=C 1
- de rest van de structuurformule 1

Indien het volgende antwoord is gegeven: 1



25 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De ketens van polymeer A bevatten alleen C- en H-atomen / bevatten geen OH- en geen NH-groepen. De stof is dus / De ketens zijn dus hydrofoob/apolair (waardoor watermoleculen niet kunnen binden).

- Ketens van polymeer A bevatten alleen C- en H-atomen / bevatten geen OH- en geen NH-groepen. 1
- inzicht dat polymeer A / dat de ketens hydrofoob/apolair is/zijn 1

26 maximumscore 1

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- $\text{Mg}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2$
- $\text{Mg}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2$

27 maximumscore 2

Voorbeelden van een juiste stofeigenschap zijn:

- Polymeer A kan smelten/vloeibaar worden.
- Polymeer A wordt vervormbaar bij verwarmen.

Voorbeelden van een juist kenmerk op microniveau zijn:

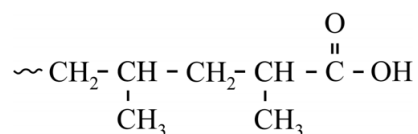
- Polymeer A is een ketenpolymeer / bestaat uit losse ketens.
- Er zijn geen crosslinks aanwezig (in polymeer A) / Moleculen/ketens van polymeer A vormen geen netwerk.

- juiste stofeigenschap 1
- juist kenmerk op microniveau 1

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

28 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- de carboxylgroep juist 1
- de rest van het fragment en het begin van de keten weergegeven met ~ 1

29 maximumscore 3

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

Een mondkapje bevat $\frac{2,45}{42,1} = 5,82 \cdot 10^{-2}$ (mol) eenheden polymeer A.

Bij verbranding ontstaat per mondkapje $5,82 \cdot 10^{-2} \times 3 = 1,75 \cdot 10^{-1}$ (mol) CO_2 .

De massa CO_2 per mondkapje is $1,75 \cdot 10^{-1} \times 44,0 = 7,68$ (g).

De totale massa CO_2 is $7,68 \times 2,0 \cdot 10^9 \times 10^{-6} = 1,5 \cdot 10^4$ (ton).

of

De totale massa van polymeer A die werd verbrand is

$2,0 \cdot 10^9 \times 2,45 = 4,90 \cdot 10^9$ (gram).

De chemische hoeveelheid repeterende eenheden in polymeer A is

$\frac{4,90 \cdot 10^9}{42,1} = 1,16 \cdot 10^8$ (mol).

Bij verbranding ontstaat $3 \times 1,16 \cdot 10^8 = 3,49 \cdot 10^8$ (mol) CO_2 .

De massa CO_2 is $3,49 \cdot 10^8 \times 44,0 = 1,54 \cdot 10^{10}$ (g).

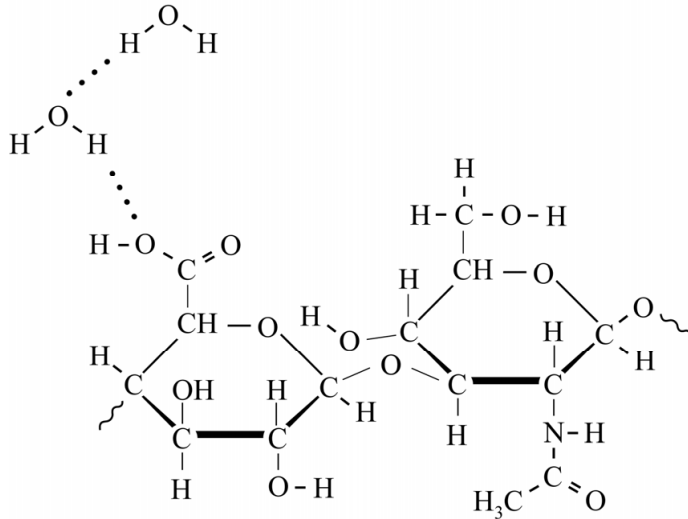
Het aantal ton CO_2 is dus $1,54 \cdot 10^{10} \times 10^{-6} = 1,5 \cdot 10^4$ (ton).

- juiste verwerking van de molaire massa van de repeterende eenheid van polymeer A en van de molaire massa van CO_2 1
- juiste verwerking van de molverhouding 1
- de rest van de berekening 1

Hyaluronzuur in fillers

30 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- watermolecuul getekend dat met een waterstofbrug direct gebonden is aan het fragment hyaluronzuur 1
- tweede watermolecuul getekend dat met een waterstofbrug gebonden is aan het andere watermolecuul 1

Opmerking

Als meer dan twee waterstofbruggen zijn getekend, per onjuiste waterstofbrug één scorepunt in mindering brengen.

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

31 maximumscore 2

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

De chemische hoeveelheid repeterende eenheden in 1,0 gram HyZ is

$$\frac{1,0}{379} = 2,64 \cdot 10^{-3} \text{ (mol)}.$$

De chemische hoeveelheid water die gebonden wordt, is $\frac{44}{18,0} = 2,44 \text{ (mol)}$.

Dus het aantal watermoleculen dat elke repeterende eenheid kan binden, is

$$\frac{2,44}{2,64 \cdot 10^{-3}} = 9,3 \cdot 10^2.$$

- berekening van de chemische hoeveelheid water en repeterende eenheden in HyZ 1
- omrekening naar het aantal moleculen water per repeterende eenheid HyZ 1

of

De massa van watermoleculen die worden gebonden aan één repeterende eenheid HyZ, is $44 \times 379 = 1,67 \cdot 10^4 \text{ (u)}$.

Dus het aantal watermoleculen dat elke repeterende eenheid kan binden, is

$$\frac{1,67 \cdot 10^4}{18,0} = 9,3 \cdot 10^2.$$

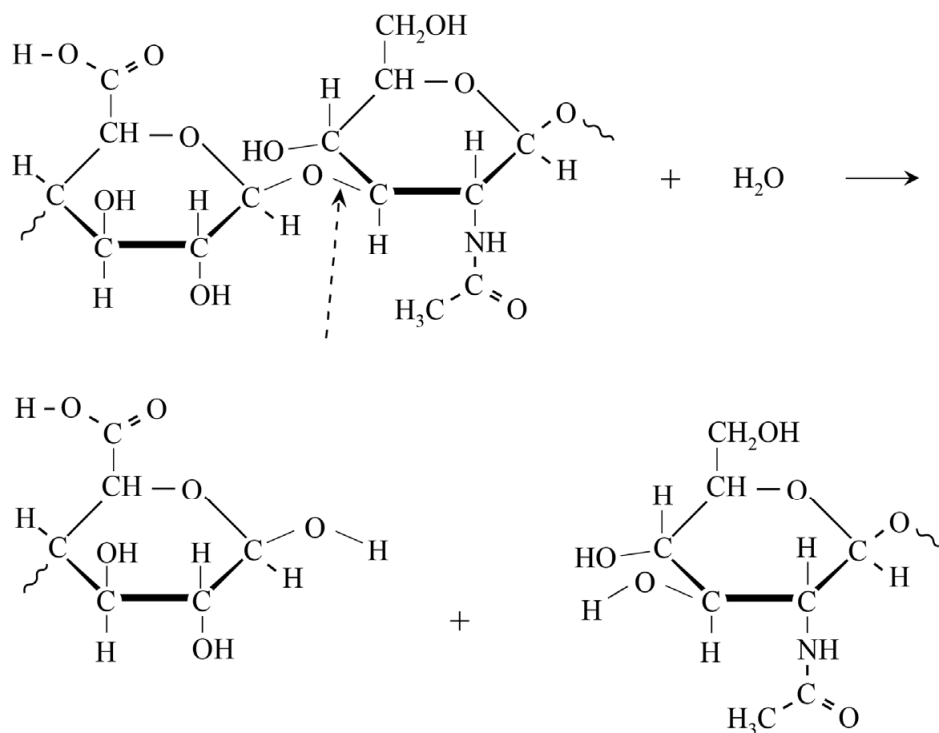
- berekening van de massa van watermoleculen die worden gebonden aan één repeterende eenheid HyZ 1
- omrekening naar het aantal moleculen water per repeterende eenheid HyZ 1

Opmerking

Als in de berekening van de chemische hoeveelheid repeterende eenheden HyZ ook de massa van de uiteinden wordt meegenomen, dit niet beoordelen.

32 maximumscore 3

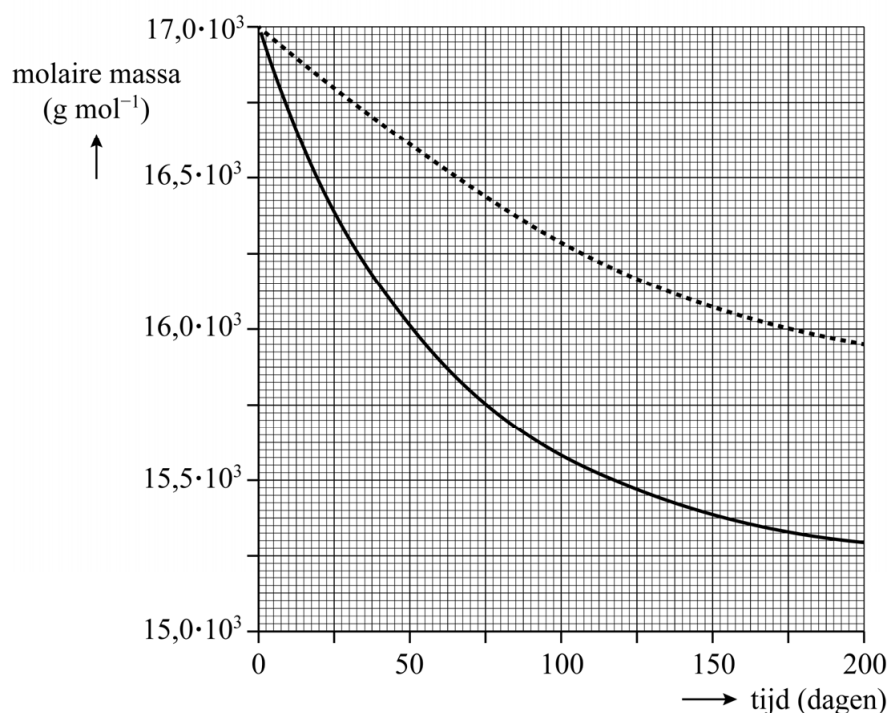
Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- de formule van water voor de pijl 1
- na de pijl de binding tussen de ringen verbroken en aan weerszijden van de verbroken binding een hydroxylgroep getekend 1
- de rest van de structuurformules na de pijl juist 1

33 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- de geschetste lijn begint in $17,0 \cdot 10^3$ en eindigt hoger dan de lijn voor de afbraak bij kamertemperatuur 1
- de geschetste lijn heeft de juiste vorm 1

34 maximumscore 1

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Hyaluronidase / Het enzym is specifiek voor hyaluronzuur (en kan dus niet hyaluronzuur met crosslinks afbreken).
- Hyaluronidase / Het enzym katalyseert maar één soort reactie (en kan dus de crosslink niet afbreken).
- De vorm van hyaluronzuur / de beginstof is veranderd, waardoor het enzym niet meer past.
- Er past alleen maar hyaluronzuur / één soort deeltje (de sleutel) op het enzym/hyaluronidase (het slot).

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

35 maximumscore 3

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

De molaire massa van BDDE is 202 (g mol⁻¹).

De massa van 1,0 · 10⁻⁵ mol BDDE is 1,0 · 10⁻⁵ × 202 = 2,02 · 10⁻³ (g).

De massa van 1,0 liter filler is (1,0 × 10³ ⇒) 1,0 · 10³ (g).

De veilige grens in de filler is dus: $\frac{2,02 \cdot 10^{-3}}{1,0 \cdot 10^3} \times 10^6 = 2,0$ (massa-ppm).

of

De molaire massa BDDE = 202 (g mol⁻¹).

De massa van 1,0 · 10⁻⁵ mol BDDE is 1,0 · 10⁻⁵ × 202 × 10³ = 2,02 (mg).

De massa van 1,0 liter filler is (1,0 × 10³ × 10⁻³ ⇒) 1,0 (kg).

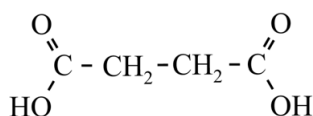
Massa-ppm is het aantal mg per kg.

De veilige grens in de filler is dus 2,0 (massa-ppm).

- de molaire massa van BDDE juist 1
- berekening van de massa BDDE 1
- omrekening naar het gehalte in massa-ppm 1

36 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- een koolstofketen met vier koolstofatomen getekend 1
- de structuurformule bevat een carboxylgroep 1
- een tweede carboxylgroep en de rest van de structuurformule juist 1

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in de applicatie Wolf.
Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 23 juni.

6 Bronvermeldingen

Bacteriën maken aniline uit suiker

Opgave op basis van patent: <https://patents.google.com/patent/EP3470525B1/en>

Zeewater-accu

Opgave op basis van Arnold, S., Wang, L., & Presser, V. (2022). Dual-Use of Seawater Batteries for Energy Storage and Water Desalination. *Small*, 18(43).

figuur 2b Hou, H., Jing, M., Huang, Z., Yang, Y., Zhang, Y., Chen, J., Wu, Z., & Ji, X. (2015). One-Dimensional Rod-Like Sb₂S₃-Based Anode for High-Performance Sodium-Ion Batteries. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 7(34), 19362–19369.

Stikstofbindende bacteriën maken etheen

Opgave op basis van North, J. A., Miller, A. R., Wildenthal, J. A., Young, S. J., & Tabita, F. R. (2017). Microbial pathway for anaerobic 5'-methylthioadenosine metabolism coupled to ethylene formation. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, 114(48).

Mondkapjes

figuur 1 Topuria Design, Shutterstock (1819609211)

Hyaluronzuur in fillers

Opgave op basis van Simulescu, V., Mondek, J., Kalina, M., & Pekař, M. (2015). Kinetics of long-term degradation of different molar mass hyaluronan solutions studied by SEC-MALLS. *Polymer Degradation And Stability*, 111, 257–262.

Alle overige figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025