

Beoordelingsmodel

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

Plaatstaal maken

1 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

metaalbinding

Door de hoge temperatuur bewegen de ionen/atomen sneller / hebben de ionen/atomen meer bewegingsenergie (waardoor het staal makkelijker vervormd kan worden).

- metaalbinding 1
- juist verband tussen de hoogte van de temperatuur en de bewegingssnelheid/bewegingsenergie van ionen/atomen 1

Opmerking

De volgende toelichting goed rekenen:

Bij hoge temperatuur wordt de (metaal)binding / worden bindingen (in het metaalrooster) zwakker. (Daardoor kan het staal makkelijker vervormd worden.)

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

2 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

Binas:

- Het pictogram dat hoort bij de omschrijving: “corrosief; fysisch/gezondheid”. De beitsvloeistof bevat een (sterk) zuur (en is dus corrosief).
- Het pictogram dat hoort bij de omschrijving: “schadelijk; gezondheid”. De beitsvloeistof bevat zoutzuur (en is dus schadelijk).
- (Pictogram) 5, want de beitsvloeistof bevat (een hoge concentratie) H^+ (-ionen) / bevat zoutzuur.
- (Pictogram) 7, want beitsvloeistof heeft een (zeer) lage pH.

ScienceData:

- Het pictogram dat past bij een bijtende stof. De beitsvloeistof bevat zoutzuur (en zoutzuur is bijtend).
- Het pictogram dat past bij “acute gezondheidseffecten”, want beitsvloeistof bevat (een hoge concentratie) H^+ (-ionen) / bevat zoutzuur / bevat een (sterk) zuur / heeft een (zeer) lage pH (en dat is schadelijk).

- juist pictogram 1
- De beitsvloeistof bevat zoutzuur. / bevat een (sterk) zuur. / bevat (een hoge concentratie) H^+ (-ionen). / heeft een (zeer) lage pH. 1

Opmerkingen

- *Als in plaats van het juiste nummer of de juiste omschrijving een tekening van het juiste pictogram is gegeven of een beschrijving van wat er in het pictogram te zien is, dit goed rekenen.*
- *Als juist pictogram ook goed rekenen: pictogram 6 of 9 (Binas) / “acuut giftig” of “milieu-gevaarlijk” (ScienceData).*

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

3 maximumscore 1

corrosie/corroderen/oxidatie/oxideren

Indien “roesten” is gegeven

0

Opmerking

De volgende antwoorden goed rekenen:

- redoxreactie
- verbrandingsreactie

4 maximumscore 2

lading van de ijzerionen in Fe_2O_3 : 3+

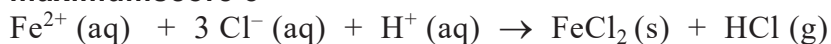
lading van de ijzerionen na reactie 1: 2+

IJzerionen in Fe_2O_3 reageren dus als: oxidator.

- juiste lading van de ijzerionen in Fe_2O_3 1
- lading van de ijzerionen na reactie 1 juist en consequente conclusie met betrekking tot de functie van de ijzerionen in Fe_2O_3 1

Beitsvloeistof recycleren

5 maximumscore 3



- juiste formules voor de pijl 1
- juiste formules na de pijl en elementbalans juist 1
- toestandsaanduidingen juist, bij uitsluitend de juiste formules voor en na de pijl 1

Opmerking

De volgende antwoorden goed rekenen:

- $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{FeCl}_2(\text{s})$
en $\text{Cl}^{-}(\text{aq}) + \text{H}^{+}(\text{aq}) \rightarrow \text{HCl}(\text{g})$
- $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 3 \text{Cl}^{-}(\text{aq}) + \text{H}^{+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\rightarrow \text{FeCl}_2(\text{s}) + \text{HCl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

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

6 maximumscore 3

Voorbeelden van juiste omstandigheden met toelichting zijn:

- De temperatuur is hoog (350 °C).
Hierdoor bewegen de deeltjes snel. / Hierdoor hebben de deeltjes een hoge bewegingsenergie.
Daardoor botsen de deeltjes vaak (effectief) / botsen ze veel (effectief per tijdseenheid) / botsen ze hard/effectief. (Hierdoor is de reactiesnelheid hoog.)
- De vloeistof wordt verneveld (tot kleine druppels). / Er is een vortex aanwezig (waardoor intensieve menging plaatsvindt).
Hierdoor is het reactie-oppervlak groot. / Hierdoor is de verdelingsgraad groot. Dit leidt tot veel (effectieve) botsingen (per tijdseenheid en een hoge reactiesnelheid).

- juiste omstandigheid 1
- juist verband gegeven tussen de omstandigheid en de snelheid/bewegingsenergie van de deeltjes / juist verband gegeven tussen de omstandigheid en het reactie-oppervlak / juist verband gegeven tussen de omstandigheid en de verdelingsgraad 1
- juist verband gegeven tussen de snelheid/bewegingsenergie van de deeltjes en het aantal botsingen / de kracht/effectiviteit van de botsingen / juist verband gegeven tussen het reactie-oppervlak / de verdelingsgraad en het aantal botsingen 1

Indien bij een juiste omstandigheid slechts een juist verband is gegeven tussen de omstandigheid en het aantal botsingen of tussen de reactiesnelheid en het aantal botsingen 2

Indien een antwoord is gegeven als:

Door de vortex vindt intensieve menging plaats. Hierdoor bewegen de deeltjes sneller en botsen de deeltjes vaker/harder/effectiever (waardoor de reactiesnelheid hoog is) 2

7 maximumscore 3

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

$$\left(\frac{4}{8} \times 3,42 + \frac{4}{8} \times 2,42 - \frac{2}{8} \times 8,24 - \frac{8}{8} \times 0,923\right) \cdot 10^5 = -6 \cdot 10^3 \text{ (J mol}^{-1} \text{ HCl)}$$

of

$$\begin{aligned} -E_{\text{begin}} + E_{\text{eind}} &= -\left[\frac{4}{8} \times (-3,42 \cdot 10^5) + \frac{4}{8} \times (-2,42 \cdot 10^5)\right] \\ &+ \left[\frac{2}{8} \times (-8,24 \cdot 10^5) + \frac{8}{8} \times (-0,923 \cdot 10^5)\right] = -0,06 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1} \text{ HCl)} \end{aligned}$$

of

$$\begin{aligned} -E_{\text{begin}} + E_{\text{eind}} &= -\left[4 \times (-3,42 \cdot 10^5) + 4 \times (-2,42 \cdot 10^5)\right] \\ &+ \left[2 \times (-8,24 \cdot 10^5) + 8 \times (-0,923 \cdot 10^5)\right] = -0,504 \cdot 10^5 \text{ (J per 8 mol HCl)} \\ \frac{-0,504 \cdot 10^5}{8} &= -0,06 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1} \text{ HCl)} \end{aligned}$$

- juiste absolute waarden van de vormingswarmtes 1
- verwerking van de coëfficiënten 1
- de rest van de berekening 1

Opmerking

De volgende berekening goed rekenen:

$$\frac{4}{8} \times 3,42 + \frac{4}{8} \times 2,42 - \frac{2}{8} \times 8,24 - \frac{8}{8} \times 0,923 = -6 \cdot 10^3 \text{ (J mol}^{-1} \text{ HCl)}$$

8 maximumscore 1

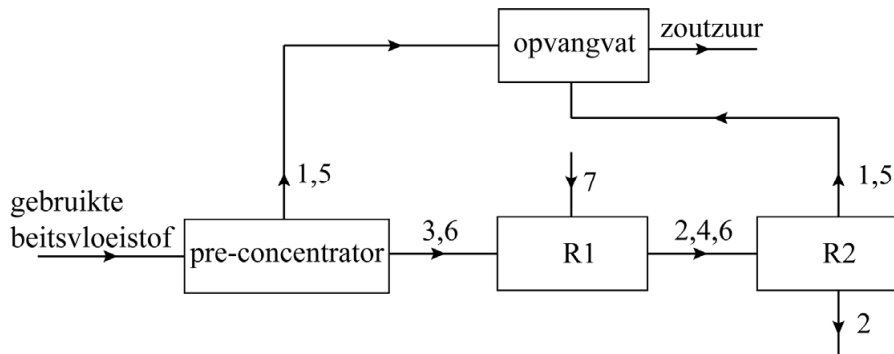
Een voorbeeld van een juist antwoord is:
kookpunt

Opmerking

Het volgende antwoord hier goed rekenen: dichtheid/oplosbaarheid.

9 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

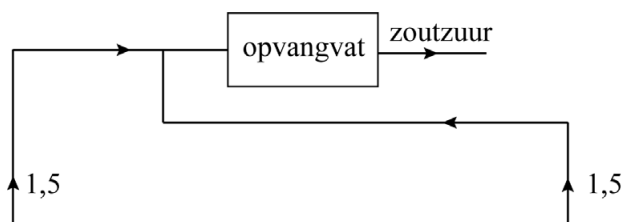


- stoffen 1 en 5 met bijbehorende pijlen juist
- stoffen/deeltjes 6, 3 en 4 juist
- stoffen 7 en 2 juist en pijl stof 7 juist

1
1
1

Opmerkingen

- Als de instroom in het opvangvat als volgt is weergegeven, dit goed rekenen:



- Als behalve de juiste nummers ook nummer 5 is toegevoegd tussen de pre-concentrator en R1 en tussen R1 en R2, dit goed rekenen.
- Als er nummers zijn gezet bij de ingaande stroom van gebruikte beitsvloeistof in de pre-concentrator, deze nummers niet beoordelen.
- Als nummer 7 toch is toegevoegd tussen R1 en R2, maar daarbij is teruggeleid naar het opvangvat, dit niet aanrekenen.

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

10 maximumscore 2

Voorbeelden van juiste nadelen zijn:

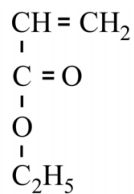
proces	nadeel	nummer uitgangspunt
proces A (New Zealand Steel)	De temperatuur (van de vortexreactor) is hoger (dan in het proces van SMS Siemag).	6
proces B (SMS Siemag)	Het proces (van SMS Siemag) vindt plaats in meer stappen (dan het proces van New Zealand Steel).	8
proces B (SMS Siemag)	Stap 2 vindt plaats onder hoge druk, (dat is bij het proces van New Zealand Steel niet het geval).	6

- nadeel New Zealand Steel juist en juist bijpassend nummer van het uitgangspunt 1
- nadeel SMS Siemag juist en juist bijpassend nummer van het uitgangspunt 1

Groene coatings

11 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



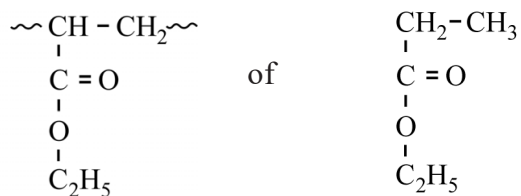
- structuurformule met een C=C-binding
- de rest van de structuurformule juist

1

1

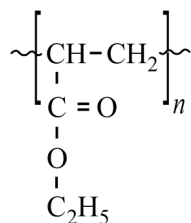
Indien een van de volgende antwoorden is gegeven:

1



Indien het volgende antwoord is gegeven:

0



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

12 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Structuurisomeren zijn stoffen met dezelfde molecuulformule maar met een andere structuurformule. Uit de gegeven structuurformules blijkt dat hydroxybutenolide een C-atoom minder heeft dan furfural. / een O-atoom meer heeft dan furfural. Dit zijn dus geen structuurisomeren.
 - Structuurisomeren zijn stoffen met dezelfde aantallen en soorten atomen in een molecuul, maar met een andere rangschikking. De structuren in figuur 2 zijn dus geen structuurisomeren, want het aantal C-atomen/O-atomen verschilt.
 - Structuurisomeren zijn verschillende stoffen met dezelfde molecuulformule. De molecuulformules van furfural en hydroxybutenolide zijn verschillend, dus het zijn geen structuurisomeren.
- een juiste beschrijving van structuurisomeren 1
 - een juiste uitleg dat de stoffen geen structuurisomeren zijn 1

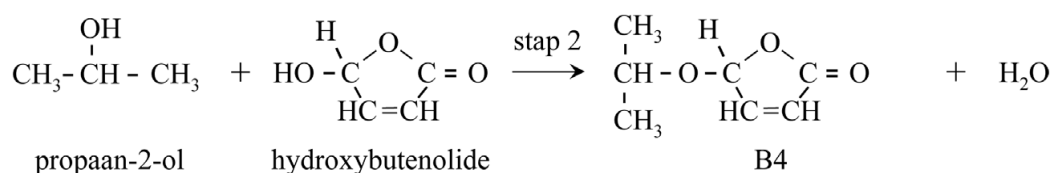
Opmerking

Een antwoord als het volgende goed rekenen:

Structuurisomeren hebben dezelfde molecuulformule, maar een andere structuurformule. De stoffen in figuur 2 zijn dus geen structuurisomeren.

13 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- de getekende structuurformule van propaan-2-ol bevat één OH-groep op het tweede C-atoom 1
- de rest van de getekende structuurformule van propaan-2-ol juist 1
- de getekende structuurformule van B4 consequent met de getekende structuurformule voor propaan-2-ol 1

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

14 maximumscore 4

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

De molaire massa van VeoVa-10 is $198 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}$.

Na 8000 s heeft $\frac{2,15 \times 96}{10^2} = 2,06 \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$

van beide monomeren gereageerd.

De massa van het gereageerde B4 per liter oplossing is $2,06 \times 142 = 293 \text{ (g)}$.

De massa van het gereageerde VeoVa-10 per liter oplossing is
 $2,06 \times 198 = 409 \text{ (g)}$.

De totale massa polymeer die per 1,0 liter oplossing is ontstaan, is
 $409 + 293 = 7,0 \cdot 10^2 \text{ (g)}$.

- molaire massa van VeoVa-10 1
- juiste verwerking van het omzettingspercentage 1
- omrekening naar de massa gereageerd B4 / omrekening naar de massa gereageerd VeoVa-10 1
- omrekening naar de andere massa (B4 of VeoVa-10) en optellen van de berekende massa's VeoVa-10 en B4 1

of

De molaire massa van VeoVa-10 is $198 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}$.

Na 8000 s heeft $\frac{2,15 \times 96}{10^2} = 2,06 \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$

van beide monomeren gereageerd.

De molaire massa van het copolymeer is $198 + 142 = 340 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}$.

De totale massa van het copolymeer die per 1,0 liter oplossing is ontstaan, is dus $2,06 \times 340 = 7,0 \cdot 10^2 \text{ (g)}$.

- molaire massa van VeoVa-10 1
- juiste verwerking van het omzettingspercentage 1
- berekening van de molaire massa van het copolymeer 1
- omrekening naar de totale massa van het copolymeer 1

Indien het volgende antwoord is gegeven: 2

Na 8000 s heeft $\frac{2,15 \times 96}{10^2} = 2,06 \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$ gereageerd.

De massa gereageerd B4 is $2,06 \times 142 = 293 \text{ (g L}^{-1}\text{)}$.

De totale massa polymeer die per 1,0 liter oplossing is ontstaan, is dus
 $2,9 \cdot 10^2 \text{ (g)}$.

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

15 maximumscore 3

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- In de structuurformule van een molecuul DVE zijn twee C=C-groepen aanwezig. Als deze beide reageren (door een additiereactie met moleculen B2) kan één molecuul DVE in twee verschillende (groeijende) polymeerketens terechtkomen. Zo ontstaat er een netwerk(polymeer), wat kenmerkend is voor een thermoharder.
- Een thermoharder bevat crosslinks. (Een molecuul) DVE bevat twee reactieve groepen en kan daardoor (via een poly-additiereactie met beide C=C-groepen) crosslinks tussen de polymeerketens vormen. Er ontstaat dus een thermoharder.

- een monomeer DVE bevat twee C=C-groepen / bevat twee reactieve groepen 1
- inzicht dat (een molecuul) DVE crosslinks vormt / inzicht dat één molecuul DVE in twee verschillende polymeerketens terecht kan komen 1
- consequente conclusie 1

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

16 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- (Een molecuul) B3 heeft een langere zijketen/zijgroep van (hydrofobe/apolaire) koolstofatomen (dan een molecuul B2). Een (co)polymeer met B3 zal dus meer hydrofoob/apolair zijn en beter hechten aan het hydrofobe/apolaire oppervlak van polyetheen.
- (Co)polymeerketens met B3 erin verwerkt, bevatten lange hydrofobe/apolaire zijketens/kool(water)stofketens. Hierdoor hechten ze beter aan het hydrofobe/apolaire polyetheen (dan copolymeerketens met B2 erin verwerkt).

- B3 heeft een langere zijketen/zijgroep van (hydrofobe/apolaire) koolstofatomen, waardoor het (co)polymeer meer hydrofoob/apolair is.
/ Een (co)polymeer met B3 heeft langere hydrofobe/apolaire zijketens/zijgroepen/kool(water)stofketens. 1
- inzicht dat een oppervlak van polyetheen hydrofoob/apolair is en consequente conclusie 1

of

- Een (co)polymeerketen met B3 erin verwerkt, heeft een veel groter effectief raakoppervlak dankzij de lange zijketens/zijgroepen. Daardoor heeft dit (co)polymeer gemiddeld een sterkere vanderwaalsbinding met het oppervlak van polyetheen.
- Een (co)polymeerketen met B3 heeft een groter effectief raakoppervlak dankzij de lange zijketens/zijgroepen. 1
- inzicht dat de vanderwaalsbinding met polyetheen(moleculen) hierdoor sterker is 1

Opmerking

Het volgende antwoord goed rekenen:

(Co)polymeerketens met B2 erin verwerkt, zijn in verhouding hydrofieler dan (co)polymeerketens met B3 erin verwerkt. Hierdoor zullen de (co)polymeerketens met B2 gemakkelijker water uit de omgeving kunnen binden, waardoor de hechting met polyetheen verzwakt wordt.

Plastic-etende bacterie

17 maximumscore 2

- H_2O of $\text{H}-\text{O}-\text{H}$
- hydrolyse

1

1

Opmerking

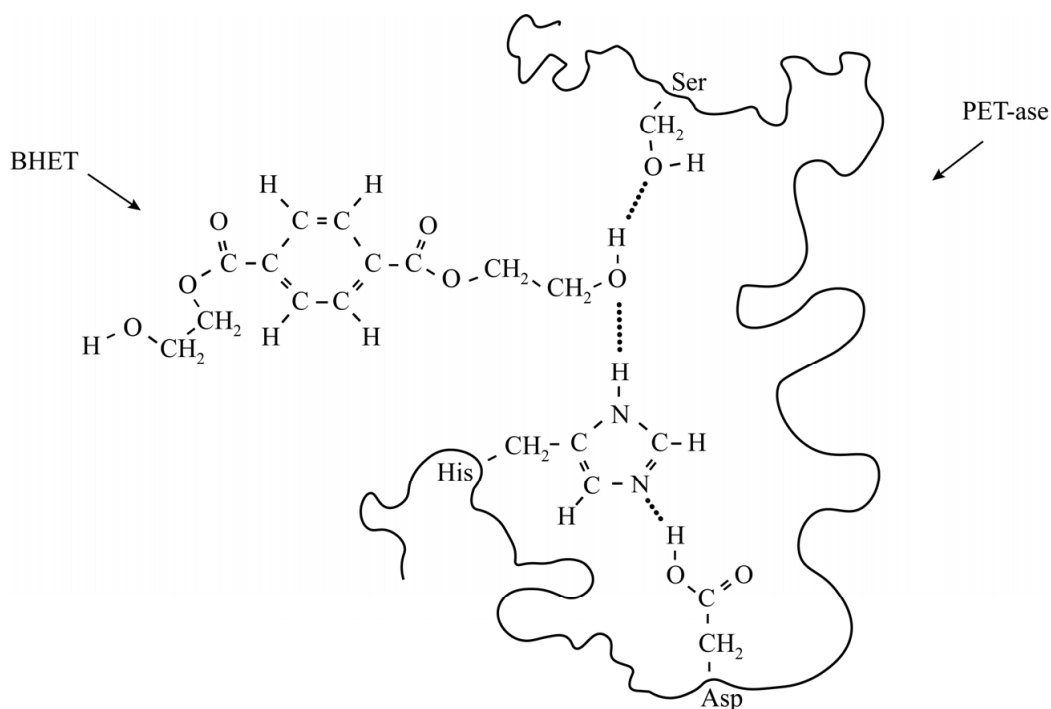
Als in plaats van de formule H_2O de naam 'water' is gegeven, dit goed rekenen.

18 maximumscore 1

ester(groep)

19 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- de restgroep van Ser juist weergegeven
- één waterstofbrug tussen Ser en BHET juist
- één waterstofbrug tussen His en BHET juist

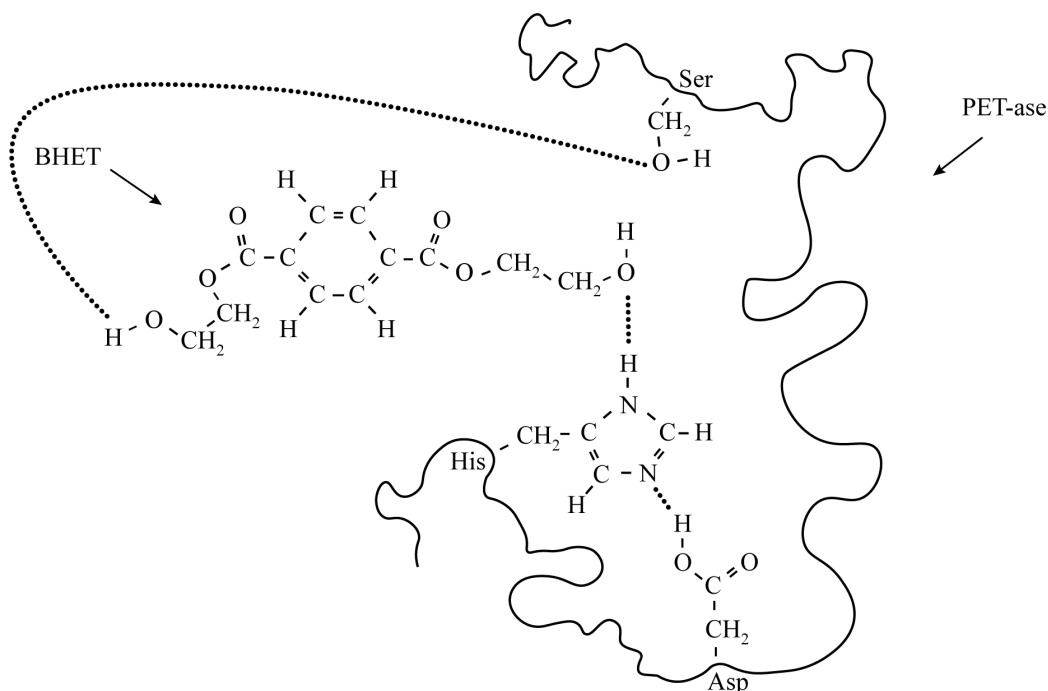
1

1

1

Opmerkingen

- Als er behalve twee juiste waterstofbruggen ook onjuiste waterstofbruggen zijn gegeven tussen Ser en BHET en/of tussen His en BHET, de betreffende deelscore niet toekennen.
- Een juiste waterstofbrug met de O-atomen in de estergroep van het molecuul BHET goed rekenen.
- Een antwoord als het volgende goed rekenen:

**20 maximumscore 1**

vanderwaalsbinding / molecuulbinding

21 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De concentratie vrijgekomen afbraakproducten is het hoogst bij pH 9(,00).

Dus het pH-optimum is 9(,00).

- inzicht dat de concentratie vrijgekomen afbraakproducten / de reactiesnelheid het hoogst moet zijn op het optimum
- consequente conclusie dat het pH-optimum 9(,00) is

1

1

Indien een antwoord als het volgende is gegeven:

Bij pH 9(,00), want daar zit de top.

1

*Opmerking**Een antwoord als het volgende goed rekenen:*

Bij het optimum is de concentratie afbraakproducten het hoogst. Dit is ergens tussen pH = 8,5 en pH = 9,5, aangezien je niet voldoende metingen hebt om de precieze ligging van het optimum te bepalen.

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

22 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

Bij pH = 10,00 is de concentratie 1,17 mM. Dat is $1,17 \cdot 10^{-3}$ M.

18 uur = $18 \times 60 \times 60 = 6,48 \cdot 10^4$ (s)

Dus de reactiesnelheid bij pH = 10,00 is $\frac{1,17 \cdot 10^{-3}}{6,48 \cdot 10^4} = 1,8 \cdot 10^{-8}$ (mol L⁻¹ s⁻¹).

- juiste aflezing, waarbij 1,15 (mM) ≤ concentratie ≤ 1,20 (mM) 1
- berekening van de reactiesnelheid in mol L⁻¹ s⁻¹ 1
- significantie 1

Opmerking

Als afgelezen is op minder dan 2 decimalen, dit slechts eenmaal aanrekenen.

23 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

pOH = 14,00 – 9,50 = 4,50

[OH⁻] = $10^{-4,50} = 3,2 \cdot 10^{-5}$ (mol L⁻¹)

- berekening van de pOH 1
- omrekening naar de concentratie 1

Indien het volgende antwoord is gegeven: 1

[OH⁻] = $10^{-9,50} = 3,2 \cdot 10^{-10}$ (mol L⁻¹)

24 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

HO –CH₂– CH₂– OH

- structuurformule met twee enkel gebonden koolstofatomen en ten minste één hydroxylgroep 1
- de rest van de structuurformule juist in een formule die voldoet aan de molecuulformule C₂H₆O₂ 1

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

25 maximumscore 2

Voorbeelden van juiste voordelen zijn:

- Je hebt de mogelijkheid om iets anders van de grondstoffen te maken (door afbraak van PET tot de grondstoffen). (Bij extruderen blijft het PET).
- Je hebt de mogelijkheid om dezelfde kwaliteit PET te maken (door afbraak van PET tot de grondstoffen). / Je kunt weer PET met langere ketens maken (door afbraak van PET tot de grondstoffen). (Bij extruderen gaat de kwaliteit met elke extrusiestap achteruit. / Extruderen kan niet oneindig vaak plaatsvinden.)
- Bij gebruik van enzymen is er minder energie nodig. / Bij gebruik van enzymen is een lagere temperatuur nodig. (Bij extruderen is er een hoge druk / hoge temperatuur / is er meer energie nodig).
- De afvalberg wordt kleiner door afbraak van PET tot de grondstoffen. (Bij extruderen behoud je PET, totdat het niet meer bruikbaar is en als afval overblijft.)

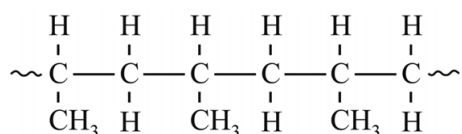
per juist voordeel

1

Waterstofbromide-flowbatterij

26 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- keten van zes C-atomen met enkelvoudige bindingen ertussen 1
- de methylgroepen aan de keten juist weergegeven 1
- H-atomen juist weergegeven en de uiteinden weergegeven met ~ in een structuurformule die voldoet aan de covalentieregels 1

Indien het volgende antwoord is gegeven:

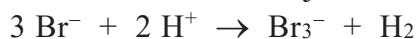
1



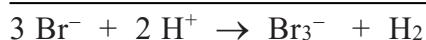
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

27 maximumscore 2

Voorbeelden van een juiste vergelijking zijn:



of



Voorbeelden van een juiste uitleg zijn:

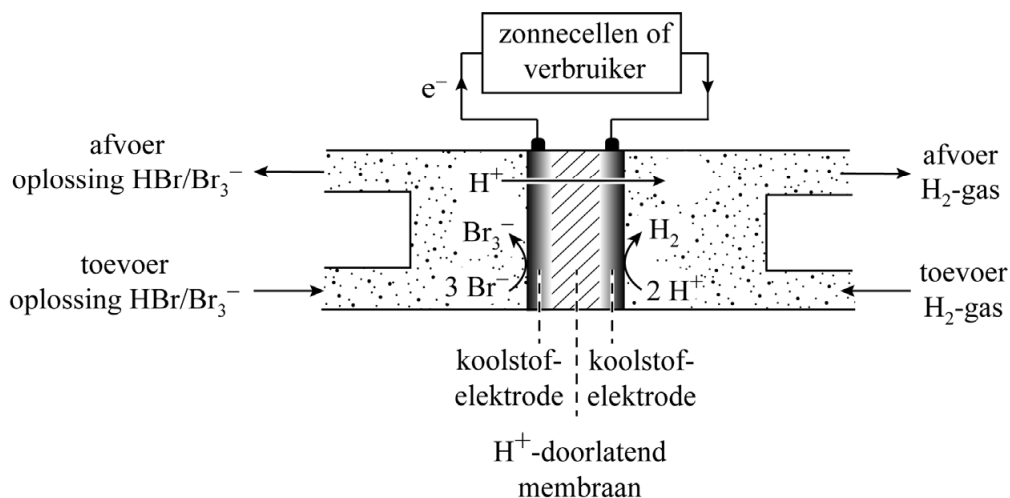
- Per drie omgezette Br^- -ionen worden twee H^+ -ionen omgezet. Er blijft dus één H^+ -ion over per drie Br^- -ionen.
- De waterstofbromide-oplossing bevat evenveel H^+ -ionen als Br^- -ionen. H^+ blijft over omdat er meer Br^- -ionen worden omgezet.
- In de waterstofbromide-oplossing komen H^+ -ionen en Br^- -ionen voor in de verhouding 1 : 1. Volgens de vergelijking van de totale reactie reageren H^+ -ionen en Br^- -ionen in de verhouding 2 : 3. (Dus blijven H^+ -ionen uit de waterstofbromide-oplossing over.)
- Er ontstaat Br_3^- . Er ontstaan geen andere ionen, dus er moet per ontstaan Br_3^- -ion ook nog 1 H^+ -ion overblijven.

- de twee halfreacties in de juiste verhouding bij elkaar opgeteld en gelijke deeltjes voor en na de pijl tegen elkaar weggestreept
- juiste uitleg

1
1

28 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- e^- juist aangegeven 1
- de richting van de H^+ -ionenstroom consequent met de richting van e^- 1

of

- H^+ juist aangegeven 1
- de richting van de elektronenstroom consequent met de richting van H^+ 1

29 maximumscore 2

formule calciumcarbonaat: $CaCO_3$

Voorbeelden van een juiste uitleg zijn:

- Het carbonaat-ion / calciumcarbonaat is een base die reageert met de zure waterstofbromide-oplossing.
- Calciumcarbonaat neutraliseert de zure waterstofbromide-oplossing.

- formule calciumcarbonaat juist 1
- juiste uitleg waaruit blijkt dat (calcium)carbonaat een base is / (calcium)carbonaat de zure oplossing neutraliseert 1

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

30 maximumscore 4

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

Het volume aan H_2 in de voorraadvaten is $4 \times 50 = 2,00 \cdot 10^2 \text{ (m}^3\text{)}$.

Dit komt overeen met $2,00 \cdot 10^2 \times 0,732 = 1,46 \cdot 10^2 \text{ (kg)}$.

De massa H_2 die wordt omgezet is

$$1,46 \cdot 10^2 \times \frac{89}{10^2} = 1,30 \cdot 10^2 \text{ (kg)}.$$

De chemische hoeveelheid waterstof is

$$\frac{1,30 \cdot 10^2 \times 10^3}{2,02} = 6,45 \cdot 10^4 \text{ (mol waterstof)}.$$

De vrijgekomen energie is $6,45 \cdot 10^4 \times 2,4 \cdot 10^5 = 1,55 \cdot 10^{10} \text{ (J)}$.

Dat komt overeen met $\frac{1,55 \cdot 10^{10}}{3,6 \cdot 10^6} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ (kWh)}$.

of

Het volume aan H_2 in de voorraadvaten is $4 \times 50 = 2,00 \cdot 10^2 \text{ (m}^3\text{)}$.

Dit komt overeen met: $2,00 \cdot 10^2 \times 0,732 = 1,46 \cdot 10^2 \text{ (kg)}$.

De massa H_2 die wordt omgezet is

$$1,46 \cdot 10^2 \times \frac{89}{10^2} = 1,30 \cdot 10^2 \text{ (kg)}.$$

Per mol waterstof komt vrij: $\frac{2,4 \cdot 10^5}{3,6 \cdot 10^6} = 6,67 \cdot 10^{-2} \text{ (kWh)}$.

De maximale hoeveelheid elektrische energie is dus:

$$\frac{1,30 \cdot 10^2 \times 6,67 \cdot 10^{-2}}{2,02 \times 10^{-3}} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ (kWh)}$$

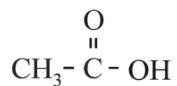
- | | |
|---|---|
| • berekening van de massa H_2 in vier voorraadvaten | 1 |
| • juiste verwerking van het omzettingspercentage | 1 |
| • juiste verwerking van de molaire massa | 1 |
| • omrekening naar de vrijgekomen energie in kWh | 1 |

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

Disulfiram

31 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- carbonzuurgroep juist 1
- de gegeven formule voldoet aan de molecuulformule CH_3COOH 1

Indien een antwoord is gegeven als: CH_3COOH 1

32 maximumscore 2

2H^+

- elementbalans juist 1
- ladingsbalans juist bij een juiste formule 1

of

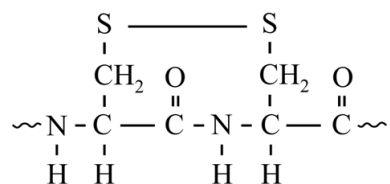
- ladingsbalans juist 1
- elementbalans juist bij een juiste formule 1

Indien het volgende antwoord is gegeven:

$(1) \text{H}^+$ 1

33 maximumscore 3

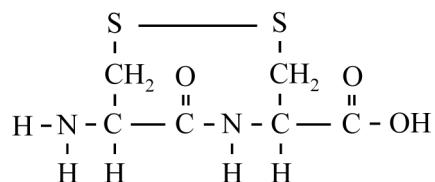
Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- de peptidegroep juist en de afgebroken peptidegroepen aan het begin en einde van de keten 1
- de restgroepen juist en juist met elkaar verbonden 1
- begin en einde van de peptideketen juist weergegeven, bijvoorbeeld met ~ en de rest van de structuurformule juist 1

Indien het volgende antwoord is gegeven:

2



Bronvermeldingen

Plaatstaal maken

figuren 1 en 2 Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025

Beitsvloeistof recyclen

figuur 1 Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025

Groene coatings

Opgave op basis van Hermens et al, Science Advances, 16 dec 2020 "A Coating from nature" DOI: 10.1126/sciadv.abe0026

figuren 1 t/m 6 Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025

Plastic etende bacterie

Opgave op basis van Xu Han et al, Nature communications 2007, "Structural insight into catalytic mechanism of PETHydrolase" DOI: 10.1038/s41467-017-02255-z

figuren 1 t/m 4 Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025

Waterstofbromide-flowbatterij

Opgave op basis van Yohanes Antonius Hugo et al, Membrane Materials and Processes, 2020, "Techno-Economic Analysis of a Kilo-Watt Scale Hydrogen-Bromine Flow Battery System for Sustainable Energy Storage."

figuren 1 en 2 Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025

Disulfiram

figuur Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025