

Correctievoorschrift VWO

2008

tijdvak 1

scheikunde 1,2

Het correctievoorschrift bestaat uit:

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

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 de CEVO op grond van artikel 39 van dit Besluit de *Regeling beoordeling centraal examen* vastgesteld (CEVO-02-806 van 17 juni 2002 en bekendgemaakt in Uitleg Gele katern nr 18 van 31 juli 2002).

Voor de beoordeling zijn de volgende passages van de artikelen 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 de CEVO.
- 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 de CEVO.

- 4 De examiner en de gecommiteerde stellen in onderling overleg het aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
- 5 Komen zij daarbij niet tot overeenstemming, dan wordt het aantal scorepunten bepaald op het rekenkundig gemiddelde van het door ieder van hen voorgestelde aantal scorepunten, zo nodig naar boven afgerond.

2 Algemene regels

Voor de beoordeling van het examenwerk zijn de volgende bepalingen uit de CEVO-regeling 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 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, hoeft 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 punten 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 de CEVO. 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.

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen kunnen maximaal 69 scorepunten worden behaald.

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

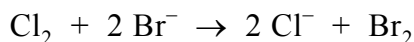
- 1 Als in een berekening één of meer rekenfouten zijn gemaakt, wordt per vraag één scorepunt afgetrokken.
- 2 Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.
- 3 Als in de uitkomst van een berekening geen eenheid is vermeld of 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
-------	----------	--------

Broom

1 maximumscore 2



- Cl_2 voor de pijl en 2Cl^- na de pijl 1
- 2Br^- voor de pijl en Br_2 na de pijl 1

2 maximumscore 2

Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:

- In het massaspectrum komt een piekje voor bij $m/z = 80$ en dat komt overeen met (de molecuulmassa van) H^{79}Br .
- In het massaspectrum komt een piekje voor bij $m/z = 82$ en dat komt overeen met (de molecuulmassa van) H^{81}Br .
- In het massaspectrum komen piekjes voor bij $m/z = 80$ en bij $m/z = 82$ en die komen overeen met (de molecuulmassa's van) H^{79}Br respectievelijk H^{81}Br .

- juiste molecuulmassa('s) van H^{79}Br en/of H^{81}Br 1
- vermelding van de juiste m/z waarde(n) 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Bij $m/z = 80$ en bij $m/z = 82$ zijn nog twee kleine piekjes te zien. Deze twee piekjes wijzen op de verontreiniging.” 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Dat zie je aan de piekjes rond / in de buurt van $m/z = 80$. Die zijn afkomstig van Br-79 of Br-81 atomen, gebonden aan een H atoom met massa 1 u.” 1

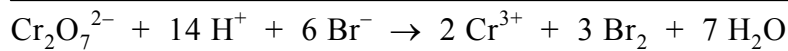
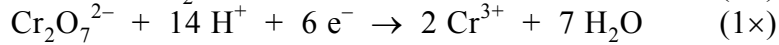
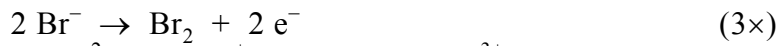
Indien slechts een antwoord is gegeven als: „Dat zie je aan de piekjes rond / in de buurt van $m/z = 80$.” 0

Opmerking

Wanneer een antwoord is gegeven als: „In waterstofbromide komen moleculen voor met massa 79,9 u en 81,9 u. Bij deze m/z waarden staan kleine piekjes. Dus zit er HBr in natuurlijk broom.” dit goed rekenen.

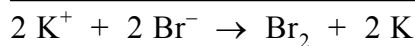
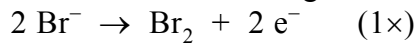
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

3 maximumscore 3

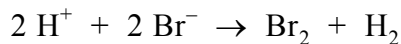
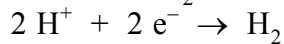


- de eerste halfreactie juist 1
- de tweede halfreactie juist 1
- juiste optelling van beide halfreacties 1

Indien één van de volgende antwoorden is gegeven: 1



of



4 maximumscore 4

Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 74 (mg).

- berekening van de massa van een mmol $^{81}\text{Br}_2$ en een mmol K^{81}Br : 161,8 (mg) respectievelijk 120,0 (mg) 1
- berekening van het aantal mmol $^{81}\text{Br}_2$: 50 (mg) delen door de massa van een mmol $^{81}\text{Br}_2$ 1
- omrekening van het aantal mmol $^{81}\text{Br}_2$ naar het aantal mmol K^{81}Br : vermenigvuldigen met 2 1
- omrekening van het aantal mmol K^{81}Br naar het aantal mg K^{81}Br : vermenigvuldigen met de massa van een mmol K^{81}Br 1

Opmerking

Wanneer voor de massa van een mmol $^{81}\text{Br}_2$ 162 mg is gebruikt en voor de massa van een mmol K^{81}Br 120 mg, dit goed rekenen.

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

5 maximumscore 4

Een juiste berekening leidt tot de conclusie dat de bewering van de leverancier niet klopt.

- notie dat de piek bij $m/z = 162$ komt van $^{81}\text{Br}_2$ en dat de piek bij $m/z = 160$ komt van $^{79}\text{Br}^{81}\text{Br}$ en dat de molverhouding $^{81}\text{Br}_2 : ^{79}\text{Br}^{81}\text{Br} = 100,0 : 4,1$ 1
- in 100,0 mol $^{81}\text{Br}_2$ zit 200,0 mol ^{81}Br atomen en in 4,1 mol $^{79}\text{Br}^{81}\text{Br}$ zit 4,1 mol ^{79}Br atomen en 4,1 mol ^{81}Br atomen 1
- in 104,1 mol broom zit dus 204,1 mol ^{81}Br atomen en 4,1 mol ^{79}Br atomen (eventueel impliciet) 1
- het percentage ^{81}Br atomen is dus gelijk aan $\frac{204,1}{204,1 + 4,1} \times 100 = 98,0$
en conclusie 1

of

- notie dat de piek bij $m/z = 162$ komt van $^{81}\text{Br}_2$ en dat de piek bij $m/z = 160$ komt van $^{79}\text{Br}^{81}\text{Br}$ en dat de molverhouding $^{81}\text{Br}_2 : ^{79}\text{Br}^{81}\text{Br} = 100,0 : 4,1 = 24,4 : 1,0$ 1
- berekening van de molverhouding tussen $^{81}\text{Br}_2$ en $^{79}\text{Br}^{81}\text{Br}$ in broom dat wordt gevormd uit KBr met 99,0% ^{81}Br : $\frac{\text{aantal mol } ^{81}\text{Br}_2}{\text{aantal mol } ^{79}\text{Br}^{81}\text{Br}} = \frac{49,0}{1,0}$ 2
- dus, wanneer de bewering van de fabrikant juist zou zijn, is de verhouding tussen de pieken bij $m/z = 162$ en bij $m/z = 160$ minstens 49,0 : 1,0 en conclusie 1

of

- notie dat de piek bij $m/z = 162$ komt van $^{81}\text{Br}_2$ en dat de piek bij $m/z = 160$ komt van $^{79}\text{Br}^{81}\text{Br}$ en dat de molverhouding $^{81}\text{Br}_2 : ^{79}\text{Br}^{81}\text{Br} = 100,0 : 4,1 = 24,4 : 1,0$ 1
- berekening van het percentage $^{79}\text{Br}^{81}\text{Br}$ moleculen: $\frac{4,1}{104,1} \times 100$ 1
- omrekening van het percentage $^{79}\text{Br}^{81}\text{Br}$ moleculen naar het percentage ^{79}Br atomen: delen door 2 1
- berekening van het percentage ^{81}Br : 100 minus het percentage ^{79}Br atomen en conclusie 1

Indien in een overigens juist antwoord het percentage ^{79}Br atomen is berekend als: $\frac{2,05}{102,05} \times 100$ 3

Indien in een overigens juist antwoord het percentage ^{79}Br atomen is berekend als: $\frac{0,505 \times 4,1}{104,1} \times 100$ 2

Vraag	Antwoord	Scores
	Indien in een overigens juist antwoord het percentage ^{79}Br atomen is berekend als: $\frac{2,05}{208,2} \times 100$	2
	Indien in een overigens juist antwoord het percentage ^{79}Br atomen is berekend als: $\frac{2,05}{204,1} \times 100$	2
	Indien in een overigens juist antwoord het percentage ^{79}Br atomen is berekend als: $\frac{0,505 \times 4,1}{100 + 0,495 \times 4,1} \times 100$	1
	Indien in een overigens juist antwoord het percentage ^{79}Br atomen is berekend als: $\frac{2,05}{202,05} \times 100$	1
	Indien slechts een antwoord is gegeven als: „Het gehalte aan Br-81 is $\frac{100}{100 + 4,1} \times 100 = 96,1\%$, dus de bewering van de leverancier klopt niet.”	
	of: „Het gehalte aan Br-79 is $\frac{4,1}{100 + 4,1} \times 100 = 3,9\%$, (en dat mag niet groter zijn dan 1,0%) dus de bewering van de leverancier klopt niet.”	0

Opmerking

De significantie van uitkomsten van berekeningen hier niet beoordelen.

Bescherming

6 maximumscore 2

- notie dat de melkzuur- en glycolzuureenheden om en om voorkomen in de polyestermoleculen die ontstaan uit (moleculen van) stof A 1
- notie dat de melkzuur- en glycolzuureenheden elkaar niet op zo'n regelmatige manier afwisselen in de polyestermoleculen die ontstaan uit een mengsel van melkzuur en glycolzuur 1

Indien een antwoord is gegeven als: „De polyestermoleculen die worden gevormd bij polymerisatie van stof A zijn twee keer zo lang als de polyestermoleculen die ontstaan uit een mengsel van melkzuur en glycolzuur in de molverhouding 1 : 1.” 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Bij polymerisatie van stof A ontstaan steeds dezelfde moleculen. Bij polymerisatie van een mengsel van melkzuur en glycolzuur ontstaan (ook) polymelkzuur en polyglycolzuur.” 1

Indien in een overigens juist antwoord als conclusie wordt gegeven dat het verschil is dat bij de polymerisatie van stof A minder water wordt gevormd dan bij de polymerisatie van een mengsel van melkzuur en glycolzuur 0

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

Opmerking

Ook antwoorden goed rekenen als:

- *„De polyestermoleculen die ontstaan uit (moleculen van) stof A bestaan (altijd) uit een even aantal monomeereenheden. Dat is bij de polyestermoleculen die uit een mengsel van melkzuur en glycolzuur worden verkregen niet altijd het geval.”*
- *„Het ene uiteinde van een polyestermolecuul dat is ontstaan uit (moleculen van) stof A is altijd een melkzuureenheid en het andere uiteinde een glycolzuureenheid. In de polyestermoleculen die uit een mengsel van melkzuur en glycolzuur worden verkregen, kunnen beide uiteinden (ook) melkzuureenheden of glycolzuureenheden zijn.”*
- *„De polyestermoleculen die ontstaan uit (moleculen van) stof A zijn veel ordelijker dan de polyestermoleculen die ontstaan uit een mengsel van melkzuur en glycolzuur.”*
- *„De volgorde van de monomeereenheden is anders.”*
- *„Melkzuur kan ook reageren met melkzuur en glycolzuur met glycolzuur. Hierdoor kunnen andere polyestermoleculen ontstaan dan bij de polymerisatie van stof A.”*

7 maximumscore 3

aanbrengen van beschermende groep: nummer 1

verwijderen van beschermende groep: nummers 4 en 5

- de reactie met nummer 1 bij aanbrengen van een beschermende groep genoemd 1
- de reactie met nummer 4 bij verwijderen van een beschermende groep genoemd 1
- de reactie met nummer 5 bij verwijderen van een beschermende groep genoemd 1

Indien in een overigens juist antwoord nummer 2 is genoemd bij het aanbrengen van een beschermende groep 2

Indien in een overigens juist antwoord nummer 3 is genoemd bij het verwijderen van een beschermende groep 2

Indien in een overigens juist antwoord nummer 2 is genoemd bij het aanbrengen van een beschermende groep en nummer 3 is genoemd bij het verwijderen van een beschermende groep 2

Opmerkingen

- *Wanneer bij het verwijderen van een beschermende groep de nummers 2, 4 en 5 zijn genoemd, dit goed rekenen.*
- *Wanneer bij het aanbrengen van een beschermende groep ook nummer 3 is genoemd, dit niet aanrekenen.*

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

8 maximumscore 3

Reactie 1 is niet selectief, want beide OH groepen reageren.

Reactie 5 is wel selectief, want slechts één van de estergroepen reageert.

- in de reactie met nummer 1 reageren beide OH groepen 1
- in de reactie met nummer 5 reageert slechts één van de estergroepen 1
- conclusies in overeenstemming met de gegeven argumenten 1


Indien een antwoord is gegeven als: 2

Reactie 1 is niet selectief, want beide OH groepen reageren.

Reactie 5 is wel selectief, want het molecuul dat ontstaat heeft twee OH groepen terwijl het oorspronkelijke molecuul maar één OH groep bezit.

Indien een antwoord is gegeven als: 2

Reactie 1 is niet selectief, want beide OH groepen reageren.

Reactie 5 is niet selectief, want de -CH₂ groep reageert en er zit

geen vergelijkbare groep elders in het molecuul.

Opmerkingen

- *Wanneer van reactie 1 is aangegeven dat die niet selectief is, omdat de beide OH groepen in het glycolzuurmolecuul niet vergelijkbaar zijn (omdat de ene OH groep een zure OH groep is en de andere een alcoholische), dit goed rekenen.*
- *Ook een antwoord goed rekenen als:
Reactie 1 is niet selectief, want beide OH groepen reageren.
Reactie 5 is wel selectief, want slechts één van de CH₂ groepen reageert.*

9 maximumscore 3

Een juiste berekening leidt tot de uitkomst $1,0 \cdot 10^2(\%)$.

- berekening van het aantal mol glycolzuur: 5,0 (g) delen door 76,05 (g mol⁻¹) 1
- berekening van het aantal mol reactieproduct dat is ontstaan: 20,0 (g) delen door 304,6 (g mol⁻¹) 1
- rest van de berekening 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Er was 26,5 g beginstoffen (namelijk 5,0 g glycolzuur plus 21,5 g TBSCl). Er bleef over 20,0 g reactieproduct.

Dus het rendement van reactie 1 is $\frac{20,0}{26,5} \times 100\% = 75,5\%$.” 0

Opmerking

Wanneer in een overigens juist antwoord de uitkomst is weergegeven als 1,0 en niet als een percentage, dit goed rekenen.

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

10 maximumscore 4

- berekening van het aantal mol HCl dat (maximaal) kan ontstaan: het aantal mol glycolzuur (volgt uit het antwoord op de vorige vraag) vermenigvuldigen met 2 1
- berekening van het aantal mol imidazol dat nodig is om die hoeveelheid HCl te binden: is gelijk aan het aantal mol HCl 1
- berekening van de massa van een mol imidazol (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99): 68,08 g 1
- berekening van het aantal mol toegevoegd imidazol: 13,5 delen door de gevonden massa van een mol imidazol (en constatering dat dit meer is dan het aantal mol imidazol dat nodig is) 1

of

- berekening van het aantal mol HCl dat (maximaal) kan ontstaan: het aantal mol glycolzuur (volgt uit het antwoord op de vorige vraag) vermenigvuldigen met 2 1
- berekening van het aantal mol imidazol dat nodig is om die hoeveelheid HCl te binden: is gelijk aan het aantal mol HCl 1
- berekening van de massa van een mol imidazol (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99): 68,08 g 1
- berekening van het aantal g imidazol dat nodig is: het aantal mol dat nodig is vermenigvuldigen met de gevonden massa van een mol imidazol (en constatering dat dit minder is dan 13,5 g) 1

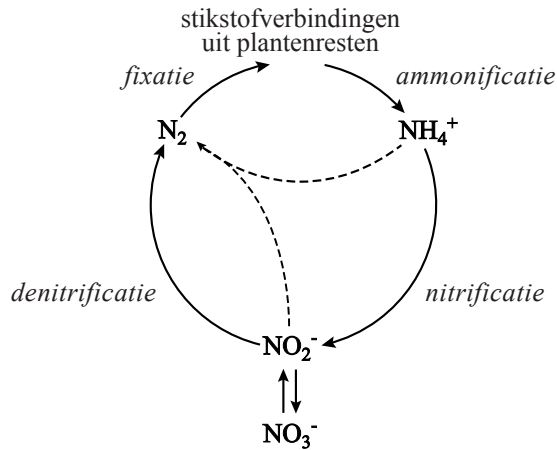
Indien in een overigens juist antwoord bij het tweede bolletje het aantal mol imidazol dat nodig is, is berekend door met 2 te vermenigvuldigen, al dan niet gevolgd door de conclusie dat de hoeveelheid imidazol niet voldoende is 3

Opmerkingen

- *Wanneer het aantal mol HCl dat (maximaal) kan ontstaan op een juiste manier is berekend door aan te nemen dat alle TBSCl reageert, dit goed rekenen.*
- *Wanneer bij het tweede bolletje het aantal mol imidazol dat nodig is, is berekend door te delen door 2 (waarbij imidazol kennelijk als een tweewaardige base is opgevat), dit goed rekenen.*
- *De significantie van uitkomsten van berekeningen hier niet beoordelen.*

Anammox

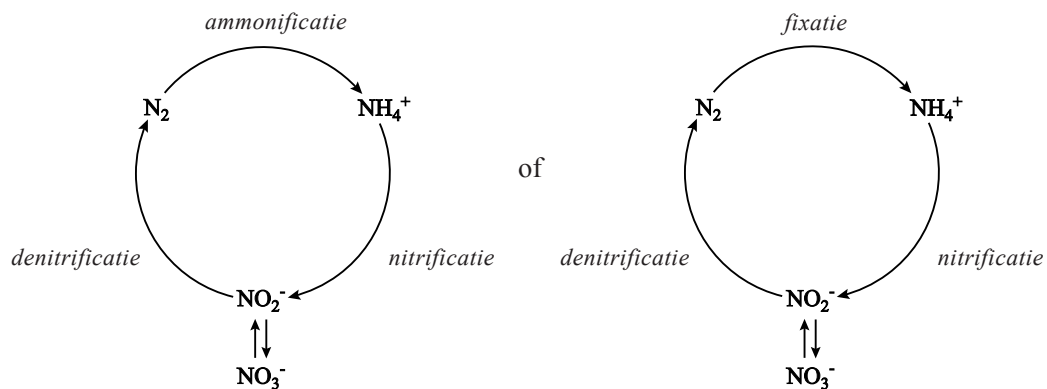
Na een juiste beantwoording van de vragen 11 en 12 kan het schema er als volgt uit zien:



11 maximumscore 4

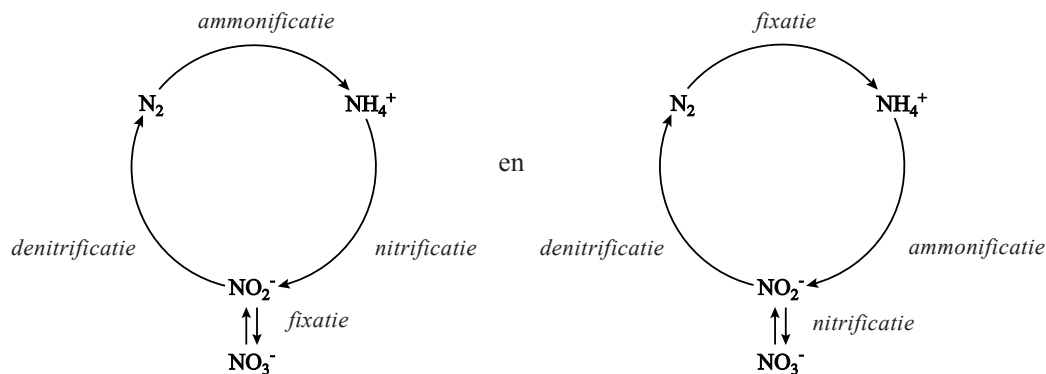
- “stikstofverbindingen uit plantenresten” op de juiste plaats 1
- “fixatie” op de juiste plaats 1
- “ammonificatie” op de juiste plaats 1
- “nitrificatie” en “denitrificatie” op de juiste plaats 1

Indien “stikstofverbindingen uit plantenresten” niet is vermeld, maar een pijl rechtstreeks van N_2 naar NH_4^+ is getekend met als bijschrift “ammonificatie” of “fixatie”, zodat het deel van het schema behorend bij vraag 11 als volgt is weergegeven: 2



Indien “stikstofverbindingen uit plantenresten” niet is vermeld, maar een pijl rechtstreeks van N_2 naar NH_4^+ is getekend met als bijschrift “ammonificatie” of “fixatie” en bij het evenwichtsteken tussen NO_2^- en NO_3^- ook een bijschrift is gezet, zoals bijvoorbeeld in onderstaande schema’s behorend bij vraag 11:

1



Opmerkingen

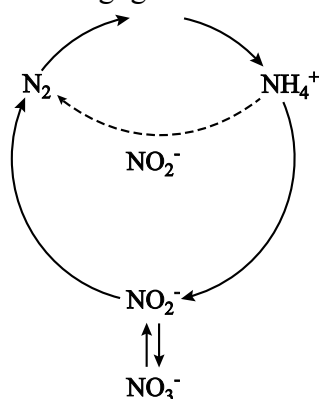
- Wanneer de nitrificatiepijl (ook) is getekend naar NO_3^- of naar het evenwichtsteken tussen NO_2^- en NO_3^- , dit goed rekenen.
- Wanneer (ook) een denitrificatiepijl is getekend die begint bij NO_3^- of bij het evenwichtsteken tussen NO_2^- en NO_3^- , dit goed rekenen.
- Wanneer in plaats van “stikstofverbindingen uit plantenresten” is vermeld “stikstofverbindingen” of “eiwitten (uit planten)”, dit goed rekenen.

12 maximumscore 2

- onderbroken pijl van NO_2^- naar N_2 1
- onderbroken pijl van NH_4^+ naar N_2 1

Indien het deel van het schema behorend bij vraag 12 bijvoorbeeld als volgt is weergegeven:

1



Opmerkingen

- Wanneer in een overigens juist antwoord de pijlen van NO_2^- naar N_2 en van NH_4^+ naar N_2 niet samenkomen, dit goed rekenen.
- Wanneer ononderbroken pijlen zijn gebruikt, dit niet aanrekenen.

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

13 maximumscore 2

- Er komen geen moleculen met massa 28 u voor, omdat (het ene stikstofatoom in de gevormde stikstofmoleculen afkomstig is van een nitrietion en het andere van een ammoniumion en) in de ammoniumionen de isotoop ^{14}N niet voorkomt of
Er komen geen moleculen met massa 28 u voor, omdat zo'n molecuul uit (de stikstofatomen van) twee nitrietionen zou ontstaan en dat kan niet 1
- Er komen wel moleculen met massa 30 u voor, omdat (de stikstof) in de nitrietionen (natuurlijke stikstof is, waarin behalve de isotoop ^{14}N ook) de isotoop ^{15}N voorkomt 1

Indien een antwoord is gegeven als: 1

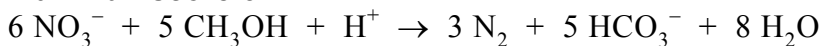
„Er komen geen moleculen met massa 28 u voor, omdat er wordt gewerkt met ^{15}N / omdat ^{14}N is verwijderd.

Er komen wel moleculen met massa 30 u voor, omdat er wordt gewerkt met ^{15}N en een stikstofmolecuul met twee ^{15}N atomen een massa heeft van 30 u.”

Opmerking

Wanneer het bestaan van stikstofmoleculen met massa 30 u als volgt is uitgelegd: „Omdat (een klein beetje van het) ammonium is omgezet tot nitriet met N-15 en dit nitriet reageert met overgebleven ammonium onder vorming van stikstofmoleculen met twee N-15 atomen.” dit goed rekenen.

14 maximumscore 3



- 6 NO_3^- en 5 CH_3OH voor de pijl en 3 N_2 en 5 HCO_3^- na de pijl 1
- O balans kloppend gemaakt met het juiste aantal H_2O op de juiste plaats 1
- H balans kloppend gemaakt met het juiste aantal H^+ op de juiste plaats 1

15 maximumscore 3

Een juiste uitleg leidt tot de conclusie dat het verzurende effect van de nitrificatie niet volledig is gecorrigeerd na afloop van de denitrificatie.

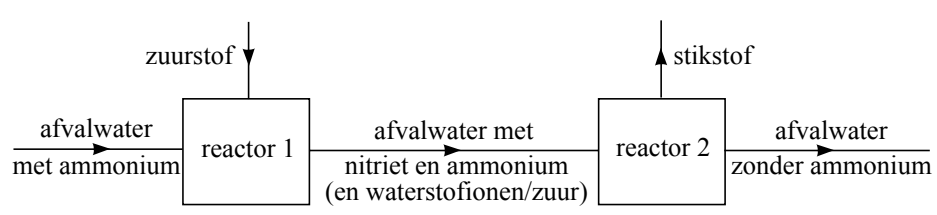
- per 6 mol NO_2^- ontstaat (tijdens de nitrificatie) 12 mol H^+ en reageert (tijdens de denitrificatie) 3 mol H^+ 1
- de 3 mol HCO_3^- die per 6 mol NO_2^- ontstaat, zal 3 mol H^+ binden 1
- conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>Indien een antwoord is gegeven als: „Per 6 mol NO_2^- ontstaat (tijdens de nitrificatie) 12 mol H^+. Dat wordt niet teniet gedaan door de 3 mol H^+ die per 6 mol NO_2^- tijdens de denitrificatie reageert. Tijdens de denitrificatie ontstaat ook nog eens HCO_3^-. Dat is een zuur, dus dat maakt het alleen maar erger.”</p>	2
	<p>Indien een antwoord is gegeven als: „Bij de nitrificatie ontstaat 2 mol H^+. Bij de denitrificatie reageert 3 mol H^+. Daardoor wordt het verzurende effect al geheel gecorrigeerd. Bovendien ontstaat bij de denitrificatie HCO_3^-. Dat is een base. Dus na afloop van de denitrificatie is het verzurende effect van de nitrificatie volledig gecorrigeerd.”</p>	2
	<p>Indien een antwoord is gegeven als: „Per 6 mol NO_2^- ontstaat (tijdens de nitrificatie) 12 mol H^+. Dat wordt niet teniet gedaan door de 3 mol H^+ die per 6 mol NO_2^- tijdens de denitrificatie reageert.”</p>	2
	<p>Indien een antwoord is gegeven als: „Bij de nitrificatie ontstaat 2 mol H^+. Bij de denitrificatie reageert 3 mol H^+. Maar bij de denitrificatie ontstaat ook 3 mol HCO_3^-. Dat is een zuur. Er ontstaat dus netto 2 mol zuur. Dus na afloop van de denitrificatie is het verzurende effect van de nitrificatie niet gecorrigeerd.”</p>	1
	<p>Indien een antwoord is gegeven als: „Bij de nitrificatie ontstaat 2 mol H^+. Bij de denitrificatie reageert 3 mol H^+. Daardoor wordt het verzurende effect geheel gecorrigeerd.”</p>	0

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

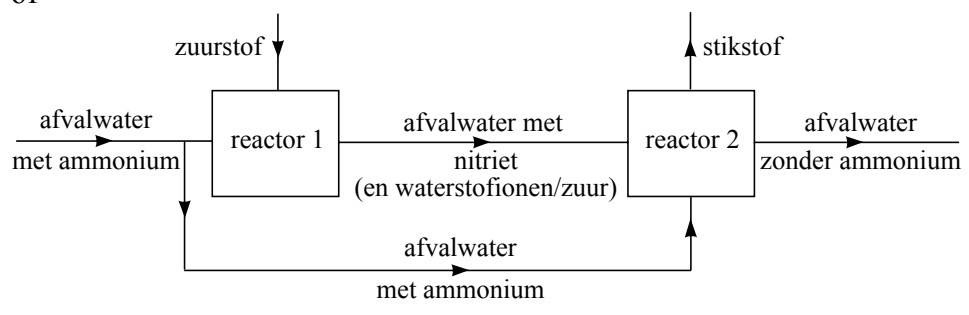
16 maximumscore 3

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



- zuurstof bij een stofstroom naar de eerste reactor 1
- afvalwater met nitriet en ammonium (en waterstofionen/zuur) bij de stofstroom tussen beide reactoren 1
- stikstof bij een stofstroom uit de tweede reactor 1

of



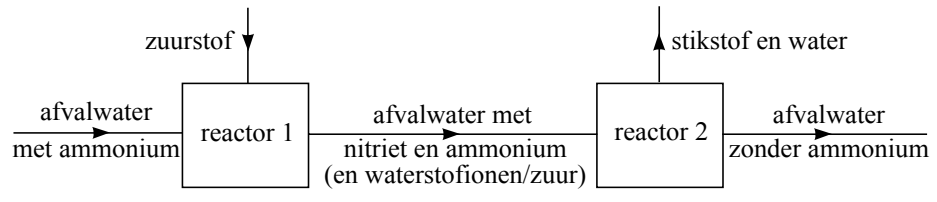
- zuurstof bij een stofstroom naar de eerste reactor 1
- afvalwater met nitriet (en waterstofionen/zuur) bij de stofstroom tussen beide reactoren en omleiding van een deel van de aanvoer van afvalwater met ammonium naar reactor 2 1
- stikstof bij een stofstroom uit de tweede reactor 1

Indien in een overigens juist antwoord ook methanol als invoer bij reactor 2 en/of waterstofcarbonaat als uitvoer bij reactor 2 zijn getekend 2

Indien in een overigens juist antwoord een foutieve stof(stroom), niet methanol of waterstofcarbonaat, is getekend 2

Indien in een overigens juist antwoord een stof(stroom) op de verkeerde plaats is getekend, bijvoorbeeld stikstof (ook) als uitvoer bij reactor 1 2

Indien een antwoord is gegeven als: 2

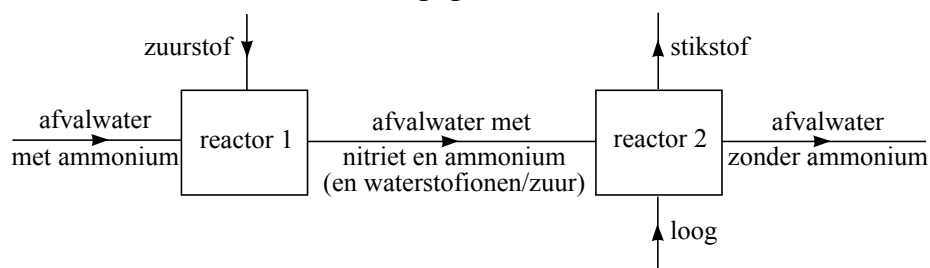


Indien in een overigens juist antwoord twee van bovenstaande fouten zijn gemaakt 1

Indien in een overigens juist antwoord meer dan twee van bovenstaande fouten zijn gemaakt 0

Opmerkingen

- *Wanneer formules zijn gebruikt in plaats van namen, dit goed rekenen.*
- *Wanneer het eerst vermelde juiste antwoord is gegeven en bij de stofstroom tussen beide reactoren slechts het bijschrift “nitriet en ammonium” is vermeld of wanneer het tweede antwoord is gegeven en bij de stofstroom tussen beide reactoren slechts het bijschrift “nitriet” is vermeld, dit goed rekenen.*
- *In plaats van zuurstof mag ook lucht in de eerste reactor worden geleid. Wanneer in dat geval uit de tweede reactor geen uitgaande stofstroom is getekend met een bijschrift als “afgewerkte lucht” of “lucht zonder zuurstof”, dit niet aanrekenen.*
- *Wanneer in plaats van nitriet salpeterigzuur is genoemd bij de stofstroom tussen beide reactoren, dit goed rekenen.*
- *Wanneer in een overigens juist antwoord een aparte stofstroom is getekend voor H^+ die reactor 1 of reactor 2 verlaat, dit niet aanrekenen.*
- *Wanneer een antwoord is gegeven als:*



dit goed rekenen.

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

17 maximumscore 2

Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:

- Ammoniumionen en nitrietionen reageren in de molverhouding 1 : 1, dus moet in de eerste reactor de helft van alle ammonium die in de totale hoeveelheid afvalwater voorkomt, worden omgezet.
- De vergelijking van de anammox-reactie is $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$. Dus moet de helft van de hoeveelheid ammonium worden omgezet tot nitriet.

- ammoniumionen en nitrietionen reageren in de molverhouding 1 : 1 / de vergelijking van de anammox-reactie is $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ 1
- conclusie in overeenstemming met de gegeven molverhouding/reactievergelijking 1

Indien een antwoord is gegeven als: „De helft moet worden omgezet, anders is de verhouding niet goed.” 1

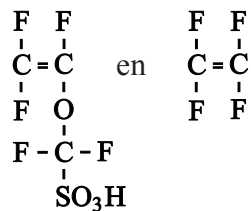
Opmerking

Wanneer een antwoord is gegeven als: „De helft moet worden omgezet. De andere helft moet met het gevormde nitriet reageren.” dit goed rekenen.

Nafion®

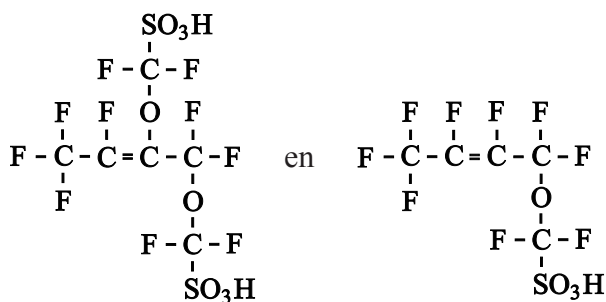
18 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn genoteerd:

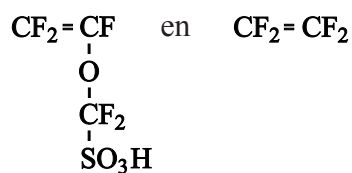


- in beide structuurformules een dubbele binding tussen de koolstofatomen 1
- rest van de structuurformule van tetrafluoretheen 1
- rest van de andere structuurformule 1

Indien een antwoord is gegeven als: 1

*Opmerking*

Wanneer het volgende antwoord is gegeven:

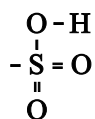


dit goed rekenen.

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

19 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn genoteerd:



- aan het zwavelatoom twee dubbelgebonden zuurstofatomen getekend 1
- aan het zwavelatoom een enkelgebonden zuurstofatoom en aan dat enkelgebonden zuurstofatoom een waterstofatoom getekend 1

Opmerkingen

– Wanneer een structuurformule is gegeven zonder bindingsstreepje tussen de O en de H, hiervoor geen punt aftrekken.

– Wanneer de volgende structuurformule is gegeven: $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ -\text{S}=\text{O} \\ | \\ \text{O}-\text{O} \end{array}$, dit goed rekenen.

– Wanneer een structuurformule is gegeven waarin de binding naar het koolstofatoom ontbreekt, hiervoor geen punt aftrekken.

– Wanneer een structuurformule is gegeven waarin (onder andere) het koolstofatoom waaraan het zwavelatoom is gebonden, ook is getekend,

bijvoorbeeld in een structuurformule als $\text{R}-\text{C}-\begin{array}{c} \text{O}-\text{H} \\ | \\ -\text{S}=\text{O} \\ || \\ \text{O} \end{array}$, hiervoor geen punt aftrekken.

20 maximumscore 2

Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:

- De sulfonzuurgroepen staan H^+ af en de (negatieve) ionen worden gehydrateerd.
- Een sulfonzuurgroep heeft een OH groep (zodat er waterstofbruggen mogelijk zijn tussen sulfonzuurgroepen en watermoleculen).
- Een (dubbelgebonden) zuurstofatoom in een sulfonzuurgroep kan (via de δ^-) een binding / waterstofbrug vormen met (de δ^+ van) een waterstofatoom in een watermolecuul.

Indien slechts een antwoord is gegeven als: „Dankzij de aanwezigheid van zuurstofatomen en waterstofatomen kunnen sulfonzuurgroepen waterstofbruggen vormen met watermoleculen.” of: „Sulfonzuurgroepen kunnen waterstofbruggen vormen met watermoleculen.” 1

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

21 maximumscore 2

Een juiste uitleg leidt tot de conclusie dat de elektronen via de verbindingsdraad van A naar B gaan.

- waterstofmoleculen staan elektronen af / reageren als reductor en/of zuurstofmoleculen nemen elektronen op / reageren als oxidator 1
- conclusie 1

Opmerking

Wanneer een antwoord is gegeven als: „O₂ moet (2) O²⁻ worden, dus gaan de elektronen via de verbindingsdraad van A naar B.” dit goed rekenen.

22 maximumscore 3

Een juiste uitleg leidt tot de conclusie dat de stroomgeleiding door het membraan wordt verzorgd door H⁺ ionen die door het membraan van A naar B gaan.

- bij de reactie van waterstof aan elektrode A ontstaan H⁺ ionen 1
- bij de reactie van zuurstof aan elektrode B worden H⁺ ionen gebonden 1
- conclusie 1

Indien een antwoord is gegeven als: „H⁺ ionen gaan (door het membraan) van A naar B.” 2

Indien een antwoord is gegeven als: „Positieve ionen gaan (door het membraan) van A naar B en negatieve ionen gaan (door het membraan) van B naar A.” 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Positieve ionen gaan (door het membraan) van A naar B.” 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Ionen gaan (door het membraan) van A naar B.” 0

Opmerkingen

- *Wanneer een antwoord is gegeven als: „Wanneer elektronen door de draad van A naar B gaan, moeten H⁺ ionen (door het membraan) ook van A naar B gaan.” dit goed rekenen.*
- *Wanneer een antwoord is gegeven waarin is uitgelegd dat H⁺ ionen (door het membraan) van A naar B gaan en O²⁻/OH⁻ ionen van B naar A, dit goed rekenen.*
- *Wanneer een onjuist antwoord op vraag 22 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 21, dit antwoord op vraag 22 goed rekenen.*

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

23 maximumscore 3

Voorbeelden van berekeningen die het volledige puntenaantal opleveren:

- Het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren, is: $\frac{2,16 \cdot 10^5}{2,86 \cdot 10^5}$

Dat is $\frac{2,16 \cdot 10^5}{2,86 \cdot 10^5} \times 2,45 \cdot 10^{-2} \times 10^3 \text{ (dm}^3\text{)} = 18,5 \text{ (dm}^3\text{)}$.

- $2,16 \cdot 10^5 \text{ J}$ is $\frac{2,16 \cdot 10^5}{1,60 \cdot 10^{-19}} \text{ eV}$. (De bronspanning van de cel is 1,23 V.) Er moeten dus $\frac{2,16 \cdot 10^5}{1,60 \cdot 10^{-19}} \times \frac{1}{1,23}$ elektronen worden geleverd.

Dat is $\frac{2,16 \cdot 10^5}{1,60 \cdot 10^{-19}} \times \frac{1}{1,23} \times \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ mol elektronen}$.

Dat komt overeen met $\frac{1}{2} \times \frac{2,16 \cdot 10^5}{1,60 \cdot 10^{-19}} \times \frac{1}{1,23} \times \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ mol}$

waterstof. Dat is

$\frac{1}{2} \times \frac{2,16 \cdot 10^5}{1,60 \cdot 10^{-19}} \times \frac{1}{1,23} \times \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} \times 2,45 \cdot 10^{-2} \times 10^3 \text{ (dm}^3\text{)} = 22,3 \text{ (dm}^3\text{)}$.

- Het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren, is:

$\frac{2,16 \cdot 10^5}{2 \times 9,65 \cdot 10^4 \times 1,23}$

Dat is $\frac{2,16 \cdot 10^5}{2 \times 9,65 \cdot 10^4 \times 1,23} \times 2,45 \cdot 10^{-2} \times 10^3 \text{ (dm}^3\text{)} = 22,3 \text{ (dm}^3\text{)}$.

- opzoeken van de vormingswarmte van water (is gelijk aan de verbrandingswarmte van waterstof): (bijvoorbeeld via Binas-tabel 57A) (-) $2,86 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}$ 1
- berekening van het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren: $2,16 \cdot 10^5 \text{ (J)}$ delen door de absolute waarde van de verbrandingswarmte van waterstof 1
- omrekening van het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren naar het aantal dm^3 waterstof: vermenigvuldigen met V_m (bijvoorbeeld via Binas-tabel 7: $2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$) en met $10^3 \text{ (dm}^3 \text{ m}^{-3}\text{)}$ 1

of

- berekening van het aantal eV dat overeenkomt met $2,16 \cdot 10^5 \text{ J}$: $2,16 \cdot 10^5 \text{ (J)}$ delen door $1,60 \cdot 10^{-19} \text{ (J eV}^{-1}\text{)}$ 1
- omrekening van het aantal eV dat overeenkomt met $2,16 \cdot 10^5 \text{ J}$ naar het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren: delen door 1,23 (V) en door de constante van Avogadro (bijvoorbeeld via Binas-tabel 7: $6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$) en door 2 1
- omrekening van het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren naar het aantal dm^3 waterstof: vermenigvuldigen met V_m (bijvoorbeeld via Binas-tabel 7: $2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$) en met $10^3 \text{ (dm}^3 \text{ m}^{-3}\text{)}$ 1

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

of

- berekening van het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren: $2,16 \cdot 10^5$ (J) delen door 2 en door de constante van Faraday (bijvoorbeeld via Binas-tabel 7: $9,65 \cdot 10^4$ C mol⁻¹) en door 1,23 (V) 2
- omrekening van het aantal mol waterstof dat minstens moet reageren naar het aantal dm³ waterstof: vermenigvuldigen met V_m (bijvoorbeeld via Binas-tabel 7: $2,45 \cdot 10^{-2}$ m³ mol⁻¹) en met 10^3 (dm³ m⁻³) 1

Indien in een overigens juist antwoord volgens de laatste berekeningswijze niet is gedeeld door 2 2

Indien in een overigens juist antwoord is gerekend met (-) $2,42 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹) voor de verbrandingswarmte van waterstof 2

Indien in een overigens juist antwoord is gerekend met $10,8 \cdot 10^6$ (J m⁻³) voor de stookwaarde van waterstof 2

Indien in een overigens juist antwoord is gerekend met $V_m = 2,24 \cdot 10^{-2}$ (m³ mol⁻¹) 2

Indien in een overigens juist antwoord zowel is gerekend met $V_m = 2,24 \cdot 10^{-2}$ (m³ mol⁻¹) als met (-) $2,42 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹) voor de verbrandingswarmte van waterstof of $10,8 \cdot 10^6$ (J m⁻³) voor de stookwaarde van waterstof, zoals in een antwoord als:

$$\frac{2,16 \cdot 10^5}{2,42 \cdot 10^5} \times 2,24 \cdot 10^{-2} \times 10^3 \text{ dm}^3 = 20,0 \text{ dm}^3 \quad 2$$

24 maximumscore 1

Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 1,50 (mmol –SO₃⁻ Na⁺ groepen).

- berekening van het aantal mmol –SO₃⁻ Na⁺ groepen in 1,73 g van het natriumzout (is gelijk aan het aantal mmol OH⁻ dat bij de titratie heeft gereageerd): 14,4 (mL) vermenigvuldigen met 0,104 (mmol mL⁻¹) 1

Opmerkingen

- Wanneer een onjuist antwoord op vraag 24 is gegeven, maar in vraag 25 het aantal mmol –SO₃⁻ Na⁺ groepen in 1,73 g van het natriumzout juist is berekend, bij vraag 24 toch een punt toekennen.
- Wanneer in de berekening van deze vraag een reken- en/of significantiefout is gemaakt, dit in dit geval niet aanrekenen.

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

25 maximumscore 4

Een juiste berekening leidt, afhankelijk van de gevolgde berekeningswijze, tot de uitkomst 0,882 of 0,884 (mmol $-\text{SO}_3\text{H}$ groepen per 1,00 g Nafion[®]).

- berekening van het massaverschil in g tussen een mol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen en een mol $-\text{SO}_3\text{H}$ groepen (is gelijk aan het verschil in de massa tussen een mol Na en een mol H): (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99) 22,99 (g) minus 1,008 (g) 1
- omrekening van het massaverschil in g tussen een mol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen en een mol $-\text{SO}_3\text{H}$ groepen naar het massaverschil in g tussen 1,73 g van het natriumzout van Nafion[®] en de overeenkomstige hoeveelheid Nafion[®]: vermenigvuldigen met het aantal mmol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen in de oorspronkelijke 1,73 g van het natriumzout (is het antwoord op de vorige vraag) en met 10^{-3} 1
- berekening van de massa in g van de hoeveelheid Nafion[®] die overeenkomt met de oorspronkelijke 1,73 g van het natriumzout van Nafion[®]: het massaverschil in g tussen 1,73 g van het natriumzout van Nafion[®] en de overeenkomstige hoeveelheid Nafion[®] aftrekken van 1,73 (g) 1
- berekening van de zuurcapaciteit: het aantal mmol $-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ groepen in de oorspronkelijke 1,73 g van het natriumzout (is het antwoord op de vorige vraag) delen door het aantal g Nafion[®] dat overeenkomt met 1,73 g van het natriumzout 1

Indien als antwoord op vraag 25 slechts het antwoord op vraag 24 is gedeeld door 1,73 (g) 1

Opmerking

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 25 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 24, dit antwoord op vraag 25 goed rekenen.

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school in het programma WOLF.

Zend de gegevens uiterlijk op 28 mei naar Cito.

6 Bronvermeldingen

tekstfragment 1 NRC Handelsblad

tekstfragment 2 www.emis.vito.be/wass/techniekbladen/techniekblad_W6.asp