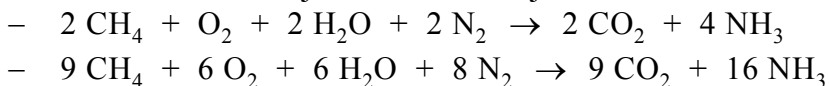


## Ammoniak en energie uit afvalwater

### 21 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



- juiste formules links en rechts van de pijl 1
- de elementbalans juist in een vergelijking met uitsluitend de juiste formules 1

### 22 maximumscore 3

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

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

of

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

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

#### Opmerkingen

- *Fouten in de significantie hier niet aanrekenen.*
- *Wanneer een berekening is gegeven als*  
 $0,5 \times 0,75 + 0,5 \times 2,86 - 0,5 \times 3,94 - 0,459 = -0,62 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}$ ,  
*dit goed rekenen.*
- *Wanneer een onjuist antwoord op vraag 22 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 21, dit hier niet aanrekenen.*

Vraag	Antwoord	Scores
<b>23</b>	<b>maximumscore 1</b> Voorbeelden van juiste biologische macromoleculen zijn: – eiwitten/enzymen – DNA – RNA	
	indien twee juist	1
	indien een of geen juist	0
<b>24</b>	<b>maximumscore 3</b> $\text{CH}_3\text{COO}^- + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HCO}_3^- + 9 \text{H}^+ + 8 \text{e}^-$	
	• links van de pijl $\text{CH}_3\text{COO}^-$ en rechts van de pijl $\text{HCO}_3^-$ en de C-balans juist	1
	• links van de pijl $\text{H}_2\text{O}$ en de O-balans juist	1
	• rechts van de pijl $\text{H}^+$ en $\text{e}^-$ en de H-balans en de ladingsbalans juist	1
	Indien de volgende vergelijking is gegeven $\text{CH}_3\text{COO}^- + 9 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{HCO}_3^- + 5 \text{H}_2\text{O} + 8 \text{e}^-$	2
<b>25</b>	<b>maximumscore 2</b> Een voorbeeld van een juist antwoord is: (Bij de halfreactie van zuurstof in water bij de positieve elektrode ontstaan $\text{OH}^-$ -ionen.) Per $\text{OH}^-$ -ion dat ontstaat moet één positief deeltje het membraan passeren (om de elektroneutraliteit te herstellen). Wanneer $\text{NH}_4^+$ -ionen of $\text{H}^+$ -ionen het membraan passeren, reageren deze met $\text{OH}^-$ -ionen (waardoor de pH gelijk blijft).	
	• notie dat per $\text{OH}^-$ -ion dat ontstaat, één positief deeltje het membraan moet passeren (om de elektroneutraliteit te herstellen)	1
	• $\text{NH}_4^+$ -ionen en $\text{H}^+$ -ionen reageren met $\text{OH}^-$ -ionen (en conclusie)	1
<b>26</b>	<b>maximumscore 1</b> salpeterzuur/ $\text{HNO}_3$	

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

**27 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- De onderzoekers leidden de lucht met  $\text{NH}_3$  in water / een zure oplossing. (Om de zoveel tijd hebben ze de ontstane oplossing vervangen door vers water / een verse oplossing.) De ontstane oplossingen van  $\text{NH}_3$  hebben ze getitreerd met een geschikte oplossing.
  - De onderzoekers leidden de lucht met  $\text{NH}_3$  in water. Ze volgden het verloop van de pH tijdens het experiment (waardoor ze het gehalte konden berekenen).
  - De onderzoekers namen (op regelmatige tijdstippen) een monster van de lucht met  $\text{NH}_3$  en brachten dat in een gaschromatograaf. Vervolgens hebben ze het piekoppervlak / de piekhoogte van de  $\text{NH}_3$  gemeten (en vergeleken met een referentie).
  - De onderzoekers namen (op regelmatige tijdstippen) een monster van de lucht met  $\text{NH}_3$  en brachten dat in een massaspectrometer. Vervolgens hebben ze de piekhoogte van de  $\text{NH}_3$  gemeten (en vergeleken met een referentie).
  - De onderzoekers namen (op regelmatige tijdstippen) een monster van de lucht met  $\text{NH}_3$  en koelden dat sterk af. Vervolgens bepaalden ze de massa van het gecondenseerde  $\text{NH}_3$ .
- 
- een juiste techniek genoemd 1
  - toelichting hoe de gebruikte techniek leidt tot een bepaling van de hoeveelheid ammoniak 1

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

**28 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$\frac{1,60 \times 10^3}{9,65 \cdot 10^4} \times 17,0 = 2,82 \cdot 10^{-1} \text{ (g)}$$

of

Het ladingstransport door  $\text{NH}_4^+$  is dan  $1,60 \cdot 10^3 \text{ C}$ .

Dan is  $\frac{1,60 \times 10^3}{9,65 \cdot 10^4} = 1,658 \cdot 10^{-2} \text{ (mol) NH}_4^+$  (is gelijk aan het aantal mol

$\text{NH}_3$ ) door het membraan gepasseerd.

De massa ammoniak is  $1,658 \cdot 10^{-2} \times 17,0 = 2,82 \cdot 10^{-1} \text{ (g)}$ .

- berekening van de chemische hoeveelheid  $\text{NH}_4^+$  (is gelijk aan de chemische hoeveelheid  $\text{NH}_3$ ),  
waarbij  $1,50 \cdot 10^3 \text{ (C)} \leq \text{ladingstransport} \leq 1,70 \cdot 10^3 \text{ (C)}$  1
- omrekening naar de massa in g ammoniak 1

*Opmerkingen*

- *Fouten in de significantie hier niet aanrekenen.*
- *Wanneer bij de berekening is gebruikgemaakt van de molaire massa van  $\text{NH}_4^+$ , dit niet aanrekenen.*