

Oefenopgaven BEREKENINGEN

vwo

Inleiding

Maak eerst de opgaven over dit onderwerp die bij havo staan. In dit document vind je alleen aanvullende opgaven.

OPGAVE 1

In tabel 7 van BINAS staan twee waarden vermeld voor het molair volume (V_m).

- 01 Bereken V_m bij een temperatuur van 285 K.
- 02 Bereken V_m onder de omstandigheden dat 1,00 liter zuurstof een massa heeft van 1,38 gram.

OPGAVE 2

Voor de kust van Noorwegen ligt onder de zeebodem een aardgasveld waarvan men de inhoud schat op $1,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ aardgas. Stel dat alle $1,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ aardgas verbrand wordt en dat er uitsluitend CO_2 en H_2O ontstaat.

- 03 Geef de reactievergelijking van deze verbranding. Neem voor aardgas de formule CH_4 .
- 04 Bereken hoeveel $\text{m}^3 \text{CO}_2(\text{g})$ er ontstaat bij deze verbranding. $V_m = 25 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

OPGAVE 3

- 05 Een gas bestaat voor 14,4 massa-% uit H en voor 85,6 massa-% uit C. De dichtheid van het gas is $2,5 \text{ g L}^{-1}$ bij $T = 273 \text{ K}$ en $p = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
Bepaal de molecuulformule van het gas.

OPGAVE 4

Waterstofsulfide, H_2S , is een zeer giftig gas dat ruikt naar rotte eieren. Dit gas is al te ruiken bij een concentratie van ten minste 6,8 mg per kg lucht. De TGG-waarde van waterstofsulfide is gesteld op 15 mg per m^3 lucht.

Een ruimte van 200 m^3 met een constante temperatuur van $17 \text{ }^\circ\text{C}$ wordt gevuld met waterstofsulfide tot een concentratie van 6,8 mg per kg lucht (de reukgrens). De dichtheid van lucht bij $17 \text{ }^\circ\text{C}$ is $1,3 \text{ kg per m}^3$.

- 06 Bereken of de TGG-waarde overschreden is op het moment dat je het gas ruikt.
- 07 Bereken het volume van één mol gas bij 17°C .
- 08 Bereken de dichtheid van waterstofsulfide in kg per m^3 bij $17 \text{ }^\circ\text{C}$.
- 09 Bereken de concentratie van de reukgrens in volume-ppm.
(heb je bij 08 geen antwoord, neem dan $1,5 \text{ kg per m}^3$)

OPGAVE 5

- 10 Bereken hoeveel m^3 chloorgas nodig is voor de productie van 80,0 kg NaCl.
Omstandigheden: $T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0 = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

OPGAVE 6

Een organische stof bestaat voor 40,91 massa-% uit koolstof, voor 4,55 massa-% uit waterstof en voor 54,54 massa-% uit zuurstof. Een analiste onderzoekt 1,32 gram van deze stof en ontdekt dat deze hoeveelheid overeenkomt met 7,50 mmol.

- 11 Bereken de molecuulmassa van de organische stof.
- 12 Bepaal de molecuulformule van de organische stof.

OPGAVE 7

Tegenwoordig beschikt men over geavanceerde analysetechnieken om stoffen te identificeren. Maar het kan ook op een eenvoudige manier, zoals men dat vroeger deed. Een onbekende vloeistof wordt verbrand en de producten blijken koolstofdioxide en water te zijn. De formule van de onbekende stof wordt gesteld op $C_xH_yO_z$, waarbij z ook 0 kan zijn.

Van $C_xH_yO_z$ wordt 20,3 gram verbrand. Hierbij ontstaat 38,8 gram koolstofdioxide en 23,9 gram water.

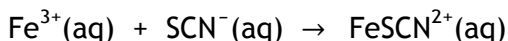
- 13 Toon door middel van een berekening aan dat de formule van de onbekende stof C_2H_6O is.

Aan het begin van het onderzoek werd de stof verbrand.

- 14 Bereken hoeveel liter zuurstof bij deze verbranding nodig is geweest. Neem $V_m = 24,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ en gebruik tabel 83C.

OPGAVE 8

Grondwater kan ijzer(3+)ionen bevatten. De aanwezigheid van ijzer(3+)ionen in grondwater kan gemakkelijk aangetoond worden door een oplossing van kaliumthiocyanaat (KSCN) toe te voegen. Er treedt dan de volgende reactie op:



Het gevormde ion FeSCN^{2+} geeft de oplossing een rode kleur. Aangezien de intensiteit van de rode kleur recht evenredig is met de concentratie van de ijzer(3+)ionen, kan men bovenstaande reactie ook gebruiken voor een kwantitatieve bepaling van het ijzer(3+)-gehalte in water.

Voor een dergelijke bepaling moet een analist een oplossing van KSCN maken waarvoor geldt: $[\text{SCN}^{-}] = 1,30 \text{ mol L}^{-1}$.

- 15 Bereken hoeveel gram KSCN de analist moet oplossen als hij 75,0 mL KSCN-oplossing wil maken met $[\text{SCN}^{-}] = 1,30 \text{ mol L}^{-1}$.

Vervolgens neemt de analist 25,0 mL grondwater dat ijzer(3+)ionen bevat. Hieraan voegt hij 5,0 mL van de KSCN-oplossing toe en vult de oplossing met gedestilleerd water aan tot een volume van 50,0 mL. Hierna meet hij de kleurintensiteit van de oplossing en bepaalt hieruit dat in de gemeten oplossing $[\text{Fe}^{3+}] = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$.

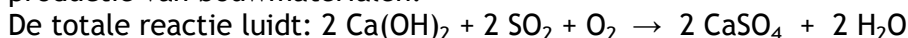
- 16 Bereken het ijzer(3+)-gehalte in het grondwater in mg Fe^{3+} per liter.

OPGAVE 9

Een elektriciteitscentrale van 400 MW (megawatt) vermogen verstoekt in een etmaal ongeveer 2500 ton stookolie. Deze olie bevat gemiddeld 2,5 massaprocent zwavel. Bij de verbranding van de stookolie wordt de zwavel omgezet in zwaveldioxide.

- 17 Bereken hoeveel ton zwaveldioxide de centrale per dag produceert.

Moderne centrales passen rookgasontzwaveling toe. De rookgassen worden hierbij ontdaan van zwaveldioxide door ze intensief in contact te brengen met een suspensie van kalk in water. Hierbij ontstaat calciumsulfit (CaSO_3), dat door oxidatie wordt omgezet in calciumsulfaat (CaSO_4). Na verwijdering van het water ontstaat gips (CaSO_4), dat geschikt is voor de productie van bouwmaterialen.



Het is mogelijk om met deze methode ongeveer 90% van het zwaveldioxide te binden.

- 18 Bereken hoeveel ton gips per dag ontstaat, aangenomen dat het rendement van de ontzwaveling 90% bedraagt. (heb je bij onderdeel 17 geen antwoord, ga dan uit van 100 ton SO_2)

OPGAVE 10

Soldeer is een legering van tin en lood. Om de samenstelling in massaprocenten te bepalen, wordt 3,00 gram “opgelost” in voldoende verdund salpeterzuur. Bij deze reactie ontstaan tin(4+)ionen en lood(2+)ionen. Na afloop van deze reactie wordt voldoende zwavelzuur toegevoegd waarna het neerslag PbSO_4 wordt afgefiltreerd. Na wassen en drogen bedraagt de massa van dit neerslag 2,94 gram. Door het filtraat te neutraliseren met een overmaat natronloog ontstaat een neerslag van tintetra(hydroxide), $\text{Sn}(\text{OH})_4$, waaruit door thermolyse 1,27 gram tindioxide (SnO_2) kan worden verkregen.

- 19 Bereken de samenstelling van soldeer in massaprocent.

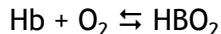
OPGAVE 11

Bij de reactie tussen broom en een onbekende koolwaterstof ontstaat slechts één organisch reactieproduct. De dichtheid van dit reactieproduct is 5,234 keer zo groot als die van lucht.

- 20 Bepaal de structuurformule van deze koolwaterstof. Maak onder andere gebruik van tabel 83C.

OPGAVE 12

Het transport van zuurstof in het menselijk lichaam, vanuit de longen naar de weefsels, wordt verzorgd door hemoglobine. Hemoglobine is een eiwit dat in rode bloedcellen voorkomt. In deze opgave wordt hemoglobine weergegeven met Hb en hemoglobine dat zuurstof gebonden heeft met HbO_2 . De zuurstofopname door hemoglobine in de longen en de zuurstofafgifte in de weefsels kunnen met behulp van het volgende evenwicht worden beschreven:



Het percentage van de hemoglobine dat zuurstof aan zich gebonden heeft, hangt af van de concentratie van O_2 .

Ook koolstofmonoxide bindt zich, en zelfs beter dan zuurstof, aan hemoglobine. Het vermindert daardoor onder meer het zuurstoftransport. Blootstelling aan koolstofmonoxide kan, afhankelijk van de concentratie in de ingeademde lucht en de duur van het contact, leiden tot suffigheid, hoofdpijn, bewusteloosheid, en zelfs tot de dood.

De competitie tussen koolstofmonoxide en zuurstof om zich te binden aan hemoglobine kan worden weergegeven met de volgende betrekking:

$$\frac{\text{aantal mol HbCO}}{\text{aantal mol HbO}_2} = M \frac{\rho_{\text{CO}}}{\rho_{\text{O}_2}}$$

In deze betrekking

- is HbCO hemoglobine dat koolstofmonoxide gebonden heeft en stellen ρ_{CO} en ρ_{O_2} de partiële drukken voor van koolstofmonoxide en zuurstof in de ingeademde lucht;
- is M de zogenoemde relatieve bindingsaffiniteit voor koolstofmonoxide; voor de mens ligt M tussen 210 en 245.

Met behulp van deze betrekking kan worden berekend bij welk volumepercentage van koolstofmonoxide in lucht evenveel hemoglobine is bezet met koolstofmonoxide als met zuurstof.

- 21 Bereken dit volumepercentage koolstofmonoxide in lucht. Gebruik bij deze berekening de volgende gegevens:
- Het zuurstofgehalte in lucht is 21 volumeprocent;
 - $M = 220$;
 - De partiële druk van een gas in een gasmengsel is recht evenredig met het volumepercentage van dat gas.

OPGAVE 13

Bij de winning van goud vinden verschillende processen plaats waarbij uiteindelijk goud wordt verkregen dat meestal nog aanzienlijke hoeveelheden zilver bevat. Deze legering wordt naar een raffinaderij getransporteerd. In deze raffinaderij wordt de legering gesmolten, waarna men er chloorgas doorheen blaast. Zilver vormt daarbij zilverchloride (AgCl) dat op het gesmolten metaal komt drijven. Als het zilveragehalte tot beneden 0,4% is gedaald, beëindigt men het chloreren, schept het zilverchloride van de vloeistof af, en giet daarna het goud in staven van 12,50 kg. Ze zijn voor de verkoop gereed; de zuiverheid is 99,6 massaprocent.

De grondstof voor de raffinaderij is ruw goud met 90,0 massaprocent goud en 10,0 massaprocent zilver.

- 22 Bereken hoeveel dm^3 chloorgas ($T = 298 \text{ K}$, $p = p_0$) nodig is voor de productie van een staaf goud van 12,50 kg met 99,6 massaprocent goud, uit de grondstof met 90,0 massaprocent goud en 10,0 massaprocent zilver.

OPGAVE 14

Stikstofoxide (NO) draagt onder meer bij aan smogvorming en het ontstaan van zure regen. Daarom is aan de uitstoot van NO een maximumgrens gesteld.

De NO -uitstoot van dieselmotoren kan worden verminderd door een oplossing van ureum (CH_4ON_2) in het gasmengsel te spuiten dat de cilinders verlaat.

Een katalysator in het uitlaatsysteem zorgt ervoor dat reacties optreden tussen ureum, NO en nog een stof die in het gasmengsel aanwezig is dat vanuit de cilinders in de uitlaat komt. Deze reacties kunnen worden weergegeven in één reactievergelijking. Als reactieproducten komen in deze reactievergelijking uitsluitend CO_2 , N_2 en H_2O voor.

In deze vergelijking komen ureum en NO voor in de molverhouding $\text{CH}_4\text{ON}_2 : \text{NO} = 1 : 2$.

- 23 Geef deze reactievergelijking.

Een dieselmotor van een groot schip zonder voorziening waarmee de NO -uitstoot wordt verminderd, produceert 53 kg NO per uur.

Deze scheepsmotor wordt uitgerust met de beschreven voorziening. Per seconde wordt 150 mL ureumoplossing (80 g ureum per liter) ingespoten.

- 24 Bereken met hoeveel procent de NO -uitstoot afneemt. Ga ervan uit dat alle ureum reageert volgens de boven onderdeel 23 beschreven reactie.

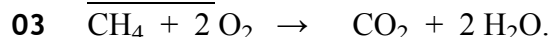
UITWERKINGEN

OPGAVE 1

01 $\frac{285}{273} \times 22,4 = 23,4.$

02 $\rho = \frac{M}{V_m} \rightarrow 1,38 = \frac{32,00}{V_m} \rightarrow V_m = 23,2 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}.$

OPGAVE 2



04 Bij gassen geldt: molverhouding = volumeverhouding, dus $1,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3 \text{ CO}_2.$

OPGAVE 3

05 Neem 100 g gas. 14,4 g H = 14,4 mol H; 85,6 g C = 7,13 mol C.

Verhouding H : C = 2 : 1.

$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ en $\rho = \frac{M}{V_m}$. Dus $M = 2,5 \times 22,4 = 56$. Formule: $\text{C}_4\text{H}_8.$

OPGAVE 4

06 6,8 mg H_2S per kg lucht = $6,8 \text{ mg kg}^{-1} \times 1,3 \text{ kg} = 8,8 \text{ mg H}_2\text{S}$ per 1,3 kg lucht $\hat{=}$ 8,8 mg H_2S per m^3 lucht. Dit is lager dan de TGG-waarde van 15 mg H_2S per m^3 lucht.

07 $17 \text{ }^\circ\text{C} = 290 \text{ K}.$ $V_m = \frac{290}{273} \times 22,4 = 23,8 \text{ L mol}^{-1}.$

08 $\rho = \frac{M}{V_m} = \frac{34,081}{23,8} = 1,43 \text{ gram L}^{-1} = 1,43 \text{ kg m}^{-3}.$

09 Bij onderdeel 06 is de reukgrens berekend op 8,8 mg per m^3 lucht.

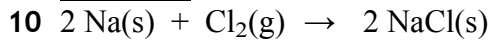
$\rho (\text{H}_2\text{S}) = 1,43 \text{ mg mL}^{-1}$, dus 8,8 mg H_2S heeft een volume van $\frac{8,8}{1,43} = 6,2 \text{ mL}.$

Dit zit in een volume van $1,0 \text{ m}^3$ lucht $\hat{=}$ $1,0 \cdot 10^6 \text{ mL}.$

Volume-ppm = $\frac{6,2}{1,0 \cdot 10^6} \times 10^6 = 6,2 \text{ ppm}.$

N.B. Bij een dichtheid van 1,5 kg per m^3 wordt het 5,9 ppm.

OPGAVE 5



$$\frac{80,0}{58,443} = 1,37 \text{ kmol NaCl. NaCl : Cl}_2 = 2 : 1, \text{ dus } \frac{1,37}{2} = 0,684 \text{ kmol Cl}_2$$

1 kmol (willekeurig) gas heeft bij 298 K een volume van $24,5 \text{ m}^3$ (zie tabel 7), dus $0,684 \text{ kmol} \times 24,5 \text{ m}^3 \text{ kmol}^{-1} = 16,8 \text{ m}^3 \text{ Cl}_2$.

OPGAVE 6

11 $\frac{1,32 \text{ g}}{0,00750 \text{ mol}} = 176 \text{ g mol}^{-1}$, dus molecuulmassa = 176 u.

12 $40,91\%$ van 176 = 72,0 u aan C $\div 12,0 = 6 \text{ C}$

$4,55\%$ van 176 = 8,0 u aan H $\div 1,0 = 8 \text{ H}$

$54,54\%$ van 176 = 96 u aan O $\div 16,0 = 6 \text{ O}$, dus $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$.

OPGAVE 7

13 Er ontstaat $\frac{38,8}{44,010} = 0,882 \text{ mol CO}_2$, dus was ook 0,882 mol C aanwezig.

Deze hoeveelheid C weegt $0,882 \times 12,01 = 10,6 \text{ gram}$.

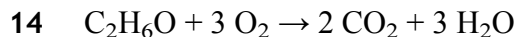
Er ontstaat $\frac{23,9}{18,015} = 1,33 \text{ mol H}_2\text{O}$, dus was $2 \times 1,33 = 2,65 \text{ mol H}$ aanwezig.

Deze hoeveelheid H weegt $2,65 \times 1,008 = 2,67 \text{ gram}$.

Bijdrage C en H in $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z = 10,6 + 2,67 = 13,27 \text{ gram}$.

Restant is O: $20,3 - 13,27 = 7,0 \text{ gram O} \cong \frac{7,0}{16,00} = 0,44 \text{ mol O}$.

Verhouding C:H:O = $0,882 \text{ mol} : 2,65 \text{ mol} : 0,44 \text{ mol} = 2 : 6 : 1$.



Er is 0,44 mol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ verbrand (zelfde aantal mol als O bij onderdeel 13; of: $\frac{20,3}{46,069 (M)}$).

Er is $3 \times 0,44 = 1,32 \text{ mol O}_2$ nodig $\times 24,0 = 31,8 \text{ liter} \cong 20,9 \text{ volume-\%}$ (volgens tabel 83C).

$$31,8 \times \frac{100}{20,9} = 1,52 \text{ liter lucht.}$$

OPGAVE 8

15 $M(\text{KSCN}) = 97,181 \text{ gram mol}^{-1}$. $75,0 \text{ mL} \cong 0,0750 \text{ L}$

Nodig: $1,30 \text{ mol L}^{-1} \times 0,075 \text{ L} = 0,0975 \text{ mol SCN}^- \cong 0,0975 \text{ mol KSCN}$.

$$0,0975 \text{ mol} \times 97,181 \text{ g mol}^{-1} = 9,48 \text{ gram KSCN.}$$

16 De oplossing is $2 \times$ verdund, dus $[\text{Fe}^{3+}]$ in grondwater = $2 \times 4,5 \cdot 10^{-5} = 9,0 \cdot 10^{-5} \text{ M}$.

$$9,0 \cdot 10^{-5} \times 1000 = 0,090 \text{ mmol Fe}^{3+} \text{ per liter} \times 55,85 = 5,0 \text{ mg Fe}^{3+} \text{ per liter.}$$

OPGAVE 9

- 17 Bij molberekeningen mag je, zonder omrekeningen, gebruik maken van mmol, kmol en Mmol.

$$2,5\% \text{ van } 2500 \text{ ton} = \frac{2,5}{100} \times 2500 = 62,5 \text{ ton S. } M = 32,06 \text{ g mol}^{-1}.$$

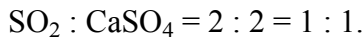
$$62,5 \text{ ton S} \triangleq \frac{62,5}{32,06} = 1,9 \text{ Mmol S. Dit wordt omgezet in SO}_2 \text{ volgens:}$$



$$1,9 \text{ Mmol S} \triangleq 1,9 \text{ Mmol SO}_2 \text{ (} 1 \text{ Mmol} = 10^6 \text{ mol)}.$$

$$1,9 \text{ Mmol SO}_2 \triangleq 1,9 \times 64,064 (M) = 125 \text{ ton SO}_2 \text{ per dag.}$$

- 18 90% van 1,9 Mmol SO₂ = $\frac{90}{100} \times 1,9 = 1,8 \text{ Mmol SO}_2$ dat wordt gebonden.



$$\text{Er ontstaat } 1,8 \text{ Mmol CaSO}_4 \triangleq 1,8 \times 136,14 (M) = 239 \text{ ton CaSO}_4.$$

OPGAVE 10

- 19 2,94 gram PbSO₄ (M=303,3): $\frac{2,94}{303,3} = 9,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol PbSO}_4 \rightarrow 9,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol Pb}$ in soldeer.

$$9,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol Pb} \times 207,2 (M) = 2,01 \text{ gram Pb in } 3,00 \text{ gram soldeer} \rightarrow 66,7 \text{ massa-\% Pb.}$$

$$1,27 \text{ gram SnO}_2 (M=150,71): \frac{1,27}{150,71} = 8,43 \cdot 10^{-3} \text{ mol SnO}_2 \rightarrow 8,43 \cdot 10^{-3} \text{ mol Sn in soldeer.}$$

$$8,43 \cdot 10^{-3} \text{ mol Sn} \times 118,7 (M) = 1,00 \text{ gram Sn in } 3,00 \text{ gram soldeer} \rightarrow 33,3 \text{ massa-\% Sn.}$$

OPGAVE 11

- 20 Gemiddelde molecuulmassa lucht bestaande uit 20,9% O₂ (M = 32,00) en 79,1% N₂ (M = 28,02):

$$\frac{20,9\%}{100\%} \times 32,00 + \frac{79,1\%}{100\%} \times 28,02 = 28,85 \text{ gram per mol.}$$

De molmassa van de oorspronkelijke koolwaterstof kan uit de dichtheid berekend worden, want

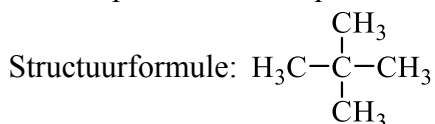
dichtheid en molmassa zijn recht evenredig volgens $\rho = \frac{M}{V_m}$ (waarbij $V_m = \text{constant}$):

$$M = 28,85 \times 5,243 = 151 \text{ gram per mol.}$$

Het product kan maar één Br-atoom bevatten, anders wordt de molmassa groter dan 160 gram per mol. Tijdens de reactie is dan kennelijk één H-atoom van de onbekende koolwaterstof vervangen door één Br-atoom.

$$\text{Molmassa koolwaterstof} = 151 - 80 + 1 = 72 \rightarrow \text{formule: C}_5\text{H}_{12}.$$

Van C₅H₁₂ zijn drie isomeren bekend. Alleen dimethylpropanaan geeft na reactie met broom één organisch product (namelijk 1-broomdimethylpropanaan; bij de overige isomeren kan het broom-atoom op verschillende plaatsen aan de C-keten komen).



OPGAVE 12

- 21 Wanneer evenveel hemoglobine is bezet met koolstofmonoxide als met zuurstof geldt:

$$\frac{\text{aantal mol HbCO}}{\text{aantal mol HbO}_2} = 1. \text{ Met } M = 220 \text{ geldt dan: } \frac{\rho_{\text{CO}}}{\rho_{\text{O}_2}} = \frac{1}{220}.$$

Omdat de partiële druk recht evenredig is met het volumepercentage geldt:

$$\frac{\text{volume-\% CO}}{\text{volume-\% O}_2} = \frac{1}{220}. \text{ Met een volume-\% van 21\% voor zuurstof volgt hieruit:}$$

$$\text{volume-\% CO} = \frac{21}{220} = 9,5 \cdot 10^{-2} \text{ procent.}$$

OPGAVE 13

- 22 12,50 kg goud met 99,6 massaprocent goud bevat $\frac{99,6\%}{100\%} \times 12,50 = 12,45$ kg goud.

Deze hoeveelheid zat ook in het onzuivere goud en kwam overeen met 90,0 massaprocent.

$$\text{Dus de hoeveelheid onzuiver goud woog: } \frac{100\%}{90,0\%} \times 12,45 = 13,83 \text{ kg.}$$

Hoeveelheid zilver in onzuiver goud: $13,83 - 12,45 = 1,38$ kg zilver.

(OF: 12,45 kg goud zat ook in onzuiver goud en komt overeen met 90,0%.)

$$\text{Dus bevat het } \frac{10,0}{90,0} \times 12,45 = 1,38 \text{ kg zilver)}$$

Hoeveelheid zilver in gezuiverd goud: $12,50 - 12,45 = 0,05$ kg zilver.

Hoeveelheid zilver die met chloor moet reageren: $1,38 - 0,05 = 1,33$ kg zilver.

Aantal mol zilver dat met chloor moet reageren (met $M_{\text{Ag}} = 107,9$ gram mol⁻¹):

$$\frac{1,33}{107,9} \times 10^3 = 12,4 \text{ mol zilver.}$$

$$\text{Aantal mol chloor dat nodig is volgens } 2 \text{ Ag} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{ AgCl: } \frac{12,4}{2} = 6,18 \text{ mol Cl}_2.$$

$$\text{Aantal dm}^3 \text{ chloor dat nodig is: } 6,18 \times 24,5 (V_m) = 151 \text{ dm}^3 \text{ chloor.}$$

OPGAVE 14

- 23 $2 \text{ CH}_4\text{ON}_2 + 4 \text{ NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 4 \text{ N}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$.

- 24 Aantal gram ureum per seconde: $150 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 80 \text{ g L}^{-1} = 12$ gram ureum.

$$\text{Aantal mol ureum per seconde: } \frac{12 \text{ g}}{60,06 (M)} = 0,20 \text{ mol ureum.}$$

Afname aantal mol NO per seconde: $0,20 \times 2 = 0,40$ mol NO.

Afname aantal mol NO per uur: $0,40 \times 3600 = 1,4 \cdot 10^3$ mol NO per uur.

Afname aantal kg NO per uur: $1,4 \cdot 10^3 \times 1,0 \cdot 10^{-3} \times 30,01 (M) = 43$ kg NO per uur.

$$\text{Afname in procenten: } \frac{43}{53} \times 100\% = 81\%.$$

Vragen of opmerkingen over deze opgaven via [mjwbeck\(at\)hotmail.com](mailto:mjwbeck(at)hotmail.com).