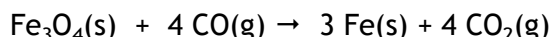


OPGAVE 1

Het mineraal magnetiet, Fe_3O_4 ($M = 232 \text{ g mol}^{-1}$), kan omgezet worden in metallisch ijzer door het met koolstofmonoxide te verhitten volgens:



- 01 Bereken hoeveel kg Fe_3O_4 nodig is om 5,00 kg ijzer te verkrijgen, aangenomen dat het proces voor 85% efficiënt verloopt.

OPGAVE 2

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.

- 02 Bepaal de molecuulformule van de organische stof.

OPGAVE 3

Natriumnitraat is verontreinigd met natriumchloride. Men wil het massapercentage natriumchloride in dit verontreinigde natriumnitraat bepalen. Hiertoe lost men 12,0 gram van het mengsel op in water. Vervolgens voegt men een overmaat zilvernitraatoplossing toe. Hierbij ontstaat een neerslag.

- 03 Geef de reactievergelijking van deze neerslagvorming.

Er blijkt 0,672 gram neerslag gevormd te zijn.

- 04 Bereken het massapercentage natriumchloride in het natriumnitraat.

OPGAVE 4

De dichtheid van broom, Br_2 , is $3,14 \text{ kg L}^{-1}$.

- 05 Bereken hoeveel gram tin met 400 mL broom kan reageren tot tin(IV)bromide.
06 Bereken hoeveel gram tin(IV)bromide wordt gevormd.

OPGAVE 5

Fosforzuur (H_3PO_4) is goed oplosbaar in water. Een oplossing van 50,0 mL heeft een fosforzuurconcentratie van 0,850 mol per liter.

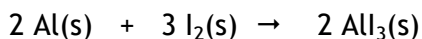
- 07 Bereken hoeveel gram fosforzuur er opgelost is.

De fosforzuuroplossing wordt nu verdund door er 100 mL gedestilleerd water aan toe te voegen.

- 08 Bereken de fosforzuurconcentratie van deze verdunde oplossing.

OPGAVE 6

Iemand voert onderstaande reactie uit:



Voor deze reactie wordt gebruikt: 3,81 gram aluminium en 45,2 gram jood.

- 09 Bereken hoeveel gram aluminiumjodide er ontstaat.

Het gevormde aluminiumjodide wordt in water opgelost tot een volume van 300 mL oplossing.

- 10 Geef de oplosvergelijking.

- 11 Bereken de concentratie van beide ionsoorten.

(heb je bij onderdeel 11 geen antwoord, neem dan 48,4 gram aluminiumjodide)

De oplossing van aluminiumjodide wordt gebruikt om lood(II)ionen uit 75,0 mL 0,360 molair lood(II)-nitraatoplossing te verwijderen door middel van een neerslagreactie.

- 12 Geef de reactievergelijking voor de vorming van het neerslag.

- 13 Bereken hoeveel mL van de aluminiumjodide-oplossing nodig is om alle lood(II)ionen uit de lood(II)-nitraatoplossing te laten neerslaan.

OPGAVE 7

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

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

OPGAVE 8

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.

- 16 Geef de reactievergelijking van deze verbranding. Neem voor aardgas de formule CH_4 .
- 17 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 9

- 18 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 10

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

- 19 Bereken of de TGG-waarde overschreden is op het moment dat je het gas ruikt.
- 20 Bereken het volume van één mol gas bij 17°C .
- 21 Bereken de dichtheid van waterstofsulfide in kg per m^3 bij 17°C .
- 22 Bereken de concentratie van de reukgrens in volume-ppm.
(heb je bij 23 geen antwoord, neem dan $1,5 \text{ kg per m}^3$)

OPGAVE 11

- 23 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 12

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 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$, waarbij z ook 0 kan zijn.

Van $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ wordt 20,3 gram verbrand. Hierbij ontstaat 38,8 gram koolstofdioxide en 23,9 gram water.

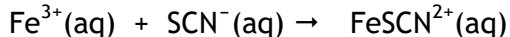
- 24 Toon door middel van een berekening aan dat de formule van de onbekende stof $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ is.

Aan het begin van het onderzoek werd de stof verbrand.

- 25 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 13

Grondwater kan ijzer(III)ionen bevatten. De aanwezigheid van ijzer(III)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(III)ionen, kan men bovenstaande reactie ook gebruiken voor een kwantitatieve bepaling van het ijzer(III)-gehalte in water.

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

- 26 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(III)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 $[\text{Fe}^{3+}] = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$.

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

OPGAVE 14

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 ongezet in zwaveldioxide.

- 28 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 calciumsulfaat, dat door oxidatie wordt omgezet in calciumsulfaat. Na verwijdering van het water ontstaat gips, dat geschikt is voor de productie van bouwmaterialen. De totale reactie luidt: $2 \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$

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

- 29 Bereken hoeveel ton gips per dag ontstaat, aangenomen dat het rendement van de ontzwaveling 90% bedraagt. (heb je bij onderdeel 32 geen antwoord, ga dan uit van 100 ton SO_2)

OPGAVE 15

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(IV)ionen en lood(II)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 tin(IV)hydroxide, waaruit door thermolyse 1,27 gram tin(IV)oxide (SnO_2) kan worden verkregen.

- 30 Bereken de samenstelling van soldeer in massaprocent.

OPGAVE 16

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

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

OPGAVE 18

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 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 massa- procent zilver.

- 32 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 19

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 $\text{CH}_4\text{ON}_2 : \text{NO} = 1 : 2$.

- 33 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.

- 34 Bereken met hoeveel procent de NO-uitstoot afneemt. Ga er van uit dat alle ureum reageert volgens de boven onderdeel 38 beschreven reactie.

UITWERKINGEN

OPGAVE 1

- 01 $5,00 \text{ kg Fe}$ komt overeen met $\frac{5,00}{55,85} = 0,0895 \text{ kmol Fe}$.

Dit ontstaat uit $0,0895 \times \frac{1}{3} = 0,0298 \text{ kmol Fe}_3\text{O}_4$.

Dit komt overeen met $0,0298 \times 232 = 6,92 \text{ kg Fe}_3\text{O}_4$.

Dit geldt bij een rendement van 100%.

Bij 85% rendement is dus nodig: $\frac{6,92}{0,85} = \underline{\underline{8,14 \text{ kg Fe}_3\text{O}_4}}$.

OPGAVE 2

- 02 $7,50 \text{ mmol} = 0,00750 \text{ mol}$. Deze hoeveelheid stof heeft een massa van $1,32 \text{ gram}$. Dus $1,00 \text{ mol}$ heeft een massa van $\frac{1,32}{0,0750} = 176 \text{ gram}$. Dit is de molmassa. Voor de percentages C, H, O: zie opgave.

Voor koolstof geldt: $0,4091 \times 176 = 72,0 \text{ gram C} \triangleq \frac{72,0}{12,0} = \underline{\underline{6,00 \text{ mol C}}}$

Voor waterstof geldt: $0,0455 \times 176 = 8,01 \text{ gram H} \triangleq \underline{\underline{8,00 \text{ mol H}}}$.

Voor zuurstof geldt: $0,5454 \times 176 = 96,0 \text{ gram O} \triangleq \frac{96,0}{16,0} = \underline{\underline{6,00 \text{ mol O}}}$.

De verhouding C:H:O = 6:8:6, dus de molecuulformule is **$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$** .

OPGAVE 3

- 03 Natriumnitraat = NaNO_3 . Natriumchloride = NaCl . Zilvernitraat = AgNO_3 .

Volgens tabel 45 van BINAS kan het neerslag alleen AgCl zijn.

Neerslagreactie: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$.

- 04 Alle ionen Cl^- zijn neergeslagen met Ag^+ . Het aantal mol Cl^- ionen dat in AgCl zit, was dus ook aanwezig in natriumchloride. Molmassa $\text{AgCl} = 143,32 \text{ gram mol}^{-1}$.

Er is $\frac{0,672}{143,32} = 0,00469 \text{ mol AgCl}$ ontstaat en er was dus $0,00469 \text{ mol NaCl}$ aanwezig in het mengsel.

Molmassa $\text{NaCl} = 58,443 \text{ gram mol}^{-1}$.

In $12,0 \text{ gram}$ van het mengsel was $0,00469 \times 58,443 = 0,274 \text{ gram NaCl}$ aanwezig.

Dit is $\frac{0,274}{12,0} \times 100\% = \underline{\underline{2,28 \text{ massa-\%}}}$.

OPGAVE 4

- 05 $\text{Sn} + 2 \text{Br}_2 \rightarrow \text{SnBr}_4$

$\rho = 3,14 \text{ g mL}^{-1}$, dus 400 mL broom weegt 1256 gram .

$\frac{1256}{159,8} = 7,89 \text{ mol Br}_2 \times \frac{1}{2} = 3,93 \text{ mol Sn} \times 118,7 = \underline{\underline{466 \text{ gram Sn}}}$.

- 06 Er geldt de wet van behoud van massa: $1256 + 466 = 1722 \text{ g} = \underline{\underline{1,72 \cdot 10^3 \text{ g SnBr}_4}}$.

OPGAVE 5

- 07** In 1,00 liter fosforzuuroplossing is 0,850 mol fosforzuur opgelost, dus:
in 50,0 mL (0,050 L) fosforzuuroplossing is $0,0500 \times 0,850 = 0,0425$ mol fosforzuur opgelost.
Molmassa $\text{H}_3\text{PO}_4 = 97,995 \text{ gram mol}^{-1} \rightarrow 0,0425 \times 98,00 = \underline{\underline{4,17 \text{ gram}}}$.
- 08** *Manier A.* Het aantal mol H_3PO_4 blijft gelijk: 0,0425 mol.

$$\text{Het volume wordt } 0,0500 + 0,100 = 0,150 \text{ L} \rightarrow [\text{H}_3\text{PO}_4] = \frac{0,0425}{0,150} = \underline{\underline{0,283 \text{ M}}}.$$

Manier B. Het volume gaat van 50,0 mL naar 150 mL en wordt dus 3× zo groot. Dan wordt de concentratie 3× zo klein: $0,850 \times \frac{1}{3} = \underline{\underline{0,283 \text{ M}}}$.

OPGAVE 6

- 09** Aluminium: $\frac{3,81 \text{ g}}{26,98} = 0,141 \text{ mol Al}$.

$$\text{Jood: } \frac{45,2 \text{ g}}{253,8} = 0,178 \text{ mol I}_2.$$

Molverhouding $\text{Al} : \text{I}_2 = 2 : 3$, dus kan er $\frac{2}{3} \times 0,178 = 0,119$ mol Al reageren (en er blijft 0,022 mol Al over). Molverhouding $\text{Al} : \text{AlI}_3 = 1 : 1$, dus zal er ook 0,119 mol AlI_3 ontstaan.

Dit komt overeen met $0,119 \times 407,68 = \underline{\underline{48,4 \text{ gram AlI}_3}}$.

- 10** $\text{AlI}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{I}^{-}(\text{aq})$
- 11** Er ontstaat 0,119 mol Al^{3+} in een volume van 300 mL (= 0,300 L) oplossing.

$$[\text{Al}^{3+}] = \frac{0,119}{0,300} = \underline{\underline{0,396 \text{ M}}}.$$

$$[\text{I}^{-}] = 3 \times [\text{Al}^{3+}] = 3 \times 0,396 = \underline{\underline{1,19 \text{ M}}}.$$

- 12** $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{s})$
- 13** Aanwezig: $75,0 \text{ mL} \times 0,360 \text{ mmol mL}^{-1} = 27,0 \text{ mmol Pb}^{2+}$.
Nodig: $2 \times 27,0 \text{ mmol} = 54,0 \text{ mmol I}^{-}$.

$$x \text{ mL} \times 1,19 \text{ mmol mL}^{-1} = 54,0 \text{ mmol I}^{-} \rightarrow x = \frac{54,0}{1,19} = \underline{\underline{45,5 \text{ mL AlI}_3\text{-oplossing}}}.$$

OPGAVE 7

14 $\frac{285}{273} \times 22,4 = 23,4$.

15 $1,38 = \frac{32,00}{V_m} \rightarrow V_m = 23,2 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

OPGAVE 8

- 16** $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.
- 17** Molverhouding = volumeverhouding, dus $1,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$.

OPGAVE 9

- 18** Neem 100 g gas. $14,4 \text{ g H} = 14,4 \text{ mol H}$; $85,6 \text{ g C} = 7,13 \text{ mol C}$.
Verhouding $\text{H} : \text{C} = 2 : 1$.

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

OPGAVE 10

- 19** $6,8 \text{ mg H}_2\text{S}$ per kg lucht = $6,8 \times 1,3 = 8,8 \text{ mg H}_2\text{S}$ per 1,3 kg lucht = $8,8 \text{ mg H}_2\text{S}$ per m^3 lucht.
Dit is lager dan de MAC-waarde van $15 \text{ mg H}_2\text{S}$ per m^3 lucht.

20 $17\text{ }^{\circ}\text{C} = 290\text{ K}$. $V_m = \frac{290}{273} \times 22,4 = \underline{23,8\text{ L mol}^{-1}}$.

21 $\rho = \frac{M}{V_m} = \frac{34,08}{23,8} = 1,43\text{ gram L}^{-1} = \underline{1,43\text{ kg m}^{-3}}$.

22 Bij onderdeel 19 is de reukgrens berekend op 8,8 mg per m³ lucht.

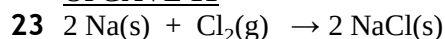
$\rho = 1,43\text{ mg mL}^{-1}$, dus 8,8 mg H₂S heeft een volume van $\frac{8,8}{1,43} = 6,2\text{ mL}$.

Dit zit in een volume van 1,0 m³ lucht = 1,0·10⁶ mL.

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

N.B. Bij een dichtheid van 1,5 kg per m³ wordt het 5,9 ppm.

OPGAVE 11



$\frac{80,0}{58,443} = 1,37\text{ kmol NaCl}$. NaCl : Cl₂ = 2 : 1, dus $1,37 \times \frac{1}{2} = 0,684\text{ kmol Cl}_2$

1 kmol (willekeurig) gas heeft een volume van 24,5 m³, dus $0,684 \times 24,5 = \underline{16,8\text{ m}^3\text{ Cl}_2}$

OPGAVE 12

24 $\frac{1,32\text{ g}}{0,00750\text{ mol}} = 176\text{ g mol}^{-1}$, dus molecuulmassa = 176 u.

25 40,91% van 176 = 72,0 u aan C ÷ 12,0 = 6 C

4,55% van 176 = 8,0 u aan H ÷ 1,0 = 8 H

54,54% van 176 = 96 u aan O ÷ 16,0 = 6 O, dus C₆H₈O₆.

OPGAVE 13

26 $M(\text{KSCN}) = 97,181\text{ gram mol}^{-1}$.

Nodig: $1,30 \times 75,0 = 97,5\text{ mmol SCN}^- \triangleq 97,5\text{ mmol KSCN}$.

$\frac{97,5 \times 97,181}{1000} = \underline{9,48\text{ gram KSCN}}$.

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

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

OPGAVE 14

28 2,5% van 2500 ton = $0,025 \times 2500 = 62,5\text{ ton S}$. $M = 32,06\text{ g mol}^{-1}$.

$62,5\text{ ton S} \triangleq \frac{62,5}{32,06} = 1,9\text{ Mmol S} \triangleq 1,9\text{ Mmol SO}_2$ (1 Mmol = 10⁶ mol).

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

29 90% van 1,9 Mmol = $0,90 \times 1,9 = 1,8\text{ Mmol SO}_2$ dat wordt gebonden.

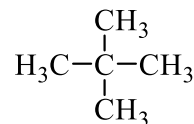
Hierbij ontstaat $1,8\text{ Mmol CaSO}_4 \triangleq 1,8 \times 136,14\text{ (M)} = 239\text{ ton CaSO}_4$.

OPGAVE 15

- 30 $2,94 \text{ gram PbSO}_4 (M=303,3): \frac{2,94}{303,3} = 9,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol PbSO}_4 \rightarrow 9,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol Pb in soldeer.}$
 $9,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol Pb} \times 207,2 (M) = 2,01 \text{ gram Pb in 3,00 gram soldeer} \rightarrow \mathbf{66,7 \text{ massa-\% Pb.}}$
 $1,27 \text{ gram SnO}_2 (M=150,71): \frac{1,27}{150,71} = 8,43 \cdot 10^{-3} \text{ mol SnO}_2 \rightarrow 8,43 \cdot 10^{-3} \text{ mol Sn in soldeer.}$
 $8,43 \cdot 10^{-3} \text{ mol Sn} \times 118,7 (M) = 1,00 \text{ gram Sn in 3,00 gram soldeer} \rightarrow \mathbf{33,3 \text{ massa-\% Sn.}}$

OPGAVE 16

- 31 Gemiddelde molecuulmassa lucht bestaande uit 20,9% O₂ ($M = 32,00$) en 79,1% N₂ ($M = 28,02$):
 $0,209 \times 32,00 + 0,791 \times 28,02 = 28,8 \text{ gram per mol.}$
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 $V_m = \text{constant}$):
 $M = 28,8 \times 5,243 = 151 \text{ gram per mol.}$
Het product kan maar één Br-atoom bevatten, anders wordt de molmassa groter dan 160 gram per mol. Tijdens de reactie is één H-atoom van de onbekende koolwaterstof vervangen door één Br-atoom.
Molmassa koolwaterstof = $151 - 80 + 1 = 72 \rightarrow \text{formule: C}_5\text{H}_{12}$.
Van C₅H₁₂ zijn drie isomeren bekend. Alleen dimethylpropaan geeft na reactie met broom één organisch product (namelijk 1-broomdimethylpropaan; bij de overige isomeren kan het broomatom op verschillende plaatsen aan de C-keten komen). Dus:



OPGAVE 17

- 32 $12,50 \text{ kg goud met } 99,6 \text{ massaprocent goud bevat } \frac{99,6\%}{100\%} \times 12,50 = 12,45 \text{ kg goud.}$
Deze hoeveelheid zat ook in het onzuivere goud en kwam overeen met 90,0 massaprocent.
Dus de hoeveelheid onzuiver goud woog: $\frac{90,0\%}{100\%} \times 12,45 = 13,83 \text{ kg.}$
Hoeveelheid zilver in onzuiver goud: $13,83 - 12,45 = 1,38 \text{ kg zilver.}$
(OF: $12,45 \text{ kg Au}$ zat ook in onzuiver Au en komt overeen met 90%: het bevat $\frac{10}{90} \times 12,45 = 1,38 \text{ kg Ag}$)
Hoeveelheid zilver in gezuiverd goud: $12,50 - 12,45 = 0,05 \text{ kg zilver.}$
Hoeveelheid zilver dat met chloor moet reageren: $1,38 - 0,05 = 1,33 \text{ kg zilver.}$
Aantal mol zilver dat met chloor moet reageren (met $M_{\text{Ag}} = 107,9 \text{ gram mol}^{-1}$):
 $\frac{1,33}{107,9} \times 10^3 = 12,4 \text{ mol zilver.}$
Aantal mol chloor dat nodig is volgens $2\text{Ag} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AgCl}$: $12,4 \times \frac{1}{2} = 6,18 \text{ mol Cl}_2$.
Aantal dm³ chloor dat nodig is: $6,18 \times 24,5 (V_m) = \mathbf{151 \text{ dm}^3 \text{ chloor.}}$

OPGAVE 18

- 33 $2 \text{ CH}_4\text{ON}_2 + 4 \text{ NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 4 \text{ N}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O.}$
34 Aantal gram ureum per seconde: $150 / 1000 \times 80 = 12 \text{ gram ureum.}$
Aantal mol ureum per seconde: $12 / 60,06 (M) = 0,20 \text{ mol ureum.}$
Afname aantal mol NO per seconde: $0,20 \times 2 = 0,40 \text{ mol NO.}$
Afname aantal mol NO per uur: $0,40 \times 3600 = 1,4 \cdot 10^3 \text{ mol NO per uur.}$
Afname aantal kg NO per uur: $1,4 \cdot 10^3 \times 1,0 \cdot 10^{-3} \times 30,006 (M) = 43 \text{ kg NO per uur.}$
Afname in procenten: $\frac{43}{53} \times 100\% = \mathbf{81\%}.$