

Opgave 1

$$n = m / M$$

- a 64,0 g zuurstofgas (O₂) = 2,00 mol (want $n = 64,0 / 32,0$)
- b 10,0 g butaan (C₄H₁₀) = 0,172 mol (want $n = 10,0 / 58,0$) en zo verder
- c 1,00 g suiker (C₁₂H₂₂O₁₁) = 0,00292 mol
- d 100 g ijzer = 1,79 mol
- e 500 mg soda (Na₂CO₃) = 0,00472 mol

Opgave 2

$$m = n \cdot M$$

- a 5,00 mol H₂O = 90,0 g (want $m = 5,00 \times 18,0$)
- b 0,250 mol NaCl = 14,6 g (want $m = 0,250 \times 58,4$) en zo verder
- c 0,500 mol H₂SO₄ = 49,0 g
- d 40,0 mol NH₃ = 681 g
- e 0,0200 mol CH₃COOH = 1,20 g

Opgave 3

$$1,0 \text{ mmol} = 1 / 1000 = 0,0010 \text{ mol}$$

Opgave 4

$$n = a \text{ mmol dan is dat: } 0,001 \times a \text{ mol} \quad m = n \times M$$

- a 10,0 mmol S ► 10,0 mmol = 0,010 mol $m = 0,010 \times 32,1 = 0,321 \text{ g}$
- b 0,25 mmol H₂ ► 0,25 mmol = 0,00025 mol $m = 0,00025 \times 2,0 = 0,000500 \text{ g}$
- c $2 \cdot 10^{-3}$ mmol CaO ► $2 \cdot 10^{-3}$ mmol = $2 \cdot 10^{-6}$ mol $m = 2 \cdot 10^{-6} \times 56,1 = 1,12 \cdot 10^{-4} \text{ g}$
- d 250 mmol Al₂O₃ ► 250 mmol = 0,250 mol $m = 0,250 \times 102 = 25,5 \text{ g}$
- e 500 mmol CO₂ ► 500 mmol = 0,500 mol $m = 0,500 \times 44,0 = 22,0 \text{ g}$
- f 10 mmol P₄ ► 10 mmol = 0,010 mol $m = 0,010 \times 123,9 = 1,24 \text{ g}$

Opgave 5

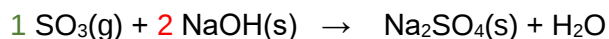
- a 1000 mL water ($\rho = 0,998 \text{ g/mL}$) ► $m = \rho \cdot V$ $1000 \text{ mL} \times 0,998 \text{ g/mL} = 998 \text{ g}$
 $n = m / M$ $n = 998 \text{ g} / 18,0 \text{ g/mol} = 55,4 \text{ mol}$

b 1000 g suiker ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ► $n = m / M$ $n = 1000 \text{ g} / 342,5 \text{ g/mol} = 2,92 \text{ mol}$

c 10,0 mmol NaOH ► $m = n \cdot M$ $m = 10,0 \text{ mmol} \times 40,0 \text{ mg/mmol} = 400 \text{ mg}$

d 100,0 mg $KMnO_4$ ► $n = m / M$ $n = 100,0 \text{ mg} / 158,0 \text{ mg/mmol} = 0,633 \text{ mmol}$

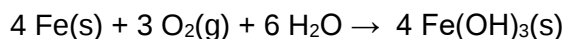
Opgave 6



a 1,00 mol SO_3 reageert met: $2 / 1 \times 1,00 = 2,00 \text{ mol NaOH}$

b Uit 2,5 mol NaOH ontstaat: $1 / 2 \times 2,5 = 1,25 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$

Opgave 7



Uitgaande van 1,00 mol Fe:

a nodig O_2 : $3 / 4 \times 1,00 \text{ mol} = 0,75 \text{ mol O}_2$

b nodig H_2O : $6 / 4 \times 1,00 \text{ mol} = 1,50 \text{ mol H}_2\text{O}$

c er ontstaat $4 / 4 \times 1,00 \text{ mol} = 1,00 \text{ mol Fe}(\text{OH})_3$

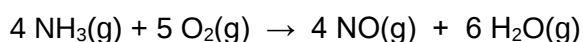
Uitgaande van 50,0 mmol Fe: (50,0 mmol = 0,0500 mol)

a nodig O_2 : $3 / 4 \times 0,0500 \text{ mol} = 0,0375 \text{ mol O}_2$

b nodig H_2O : $6 / 4 \times 0,0500 \text{ mol} = 0,0750 \text{ mol H}_2\text{O}$

c er ontstaat $4 / 4 \times 0,0500 \text{ mol} = 0,0500 \text{ mol Fe}(\text{OH})_3$

Opgave 8



Als 1,00 mol NH_3 reageert:

a nodig: $5 / 4 \times 1,00 = 1,25 \text{ mol O}_2$

b er ontstaat: $4 / 4 \times 1,00 = 1,00 \text{ mol NO}$

c er ontstaat: $6 / 4 \times 1,00 = 1,50 \text{ mol H}_2\text{O}$

Als 5,00 mol NH_3 reageert.

a nodig: $5 / 4 \times 5,00 = 6,25 \text{ mol O}_2$

b er ontstaat: $4 / 4 \times 5,00 = 5,00 \text{ mol NO}$

c er ontstaat: $6 / 4 \times 5,00 = 7,50$ mol H_2O

Opgave 9



Als er 1,00 mol Cu volgens deze reactie wordt omgezet:

a dan is: $1 / 2 \times 1,00 = 0,500$ mol O_2 nodig,

b dan is $2 / 2 \times 1,00 = 1,00$ mol CO_2 ,

c dan ontstaat: $2 / 2 \times 1,00 = 1,00$ mol CuCO_3 .

Opgave 10



Als er 5,00 mol Cu volgens deze reactie wordt omgezet:

a dan is: $1 / 2 \times 5,00 = 2,50$ mol O_2 nodig,

b dan is $2 / 2 \times 5,00 = 5,00$ mol CO_2 ,

c dan ontstaat: $2 / 2 \times 5,00 = 5,00$ mol CuCO_3 .

Opgave 11



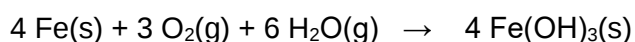
Als er a mol Cu volgens deze reactie wordt omgezet:

a dan is: $1 / 2 \times a = 0,5 a$ mol O_2 nodig,

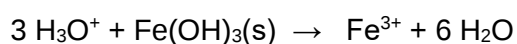
b dan is $2 / 2 \times 5,0 = a$ mol CO_2 ,

c dan ontstaat: $2 / 2 \times 5,0 = a$ mol CuCO_3 .

Opgave 12



Met H_3O^+ reageert het ijzer(III)hydroxide volgens de reactie:



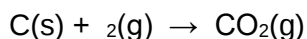
a 1,0 mol Fe reageert, er ontstaat dan $4 / 4 \times 1,0 = 1,0$ mol Fe(OH)_3

1,0 mol $\text{Fe}(\text{OH})_3$ reageert daarna met $3 / 1 \times 1,0 = 3,0$ mol H_3O^+ .

b 50 mmol Fe reageert, er ontstaat dan $4 / 4 \times 50 = 50$ mmol $\text{Fe}(\text{OH})_3$

50 mmol $\text{Fe}(\text{OH})_3$ reageert daarna met $3 / 1 \times 50 = 150$ mmol H_3O^+ , dit is 0,15 mol.

Opgave 13



We verbranden 24,0 g koolstof (C). ► 24,0 g C is $24,0 \text{ g} / 12,0 \text{ g/mol} = 2,00$ mol.

a er is nodig: $1 / 1 \times 2,00 = 2,00$ mol O_2

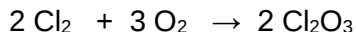
b 2,00 mol O_2 is: $2,00 \text{ mol} \times 32,0 \text{ g/mol} = 64,0 \text{ g O}_2$

c er ontstaat: $1 / 1 \times 2,00 = 2,00$ mol CO_2 , dat is $2,00 \text{ mol} \times 44,0 \text{ g/mol} = 88,0 \text{ g CO}_2$

Opgave 14

Hoeveel gram zuurstof is nodig in de volgende verbrandingsreacties?

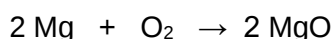
a 100 g Cl_2 tot Cl_2O_3



$100 \text{ g Cl}_2 = 100 \text{ g} / 70,9 \text{ g/mol} = 1,41$ mol

nodig: $1,41 \times 3 / 2 = 2,116$ mol O_2 , dat is: $2,116 \text{ mol} \times 32,0 \text{ g/mol} = 67,7 \text{ g O}_2$

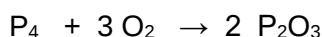
b 100 g Mg tot MgO



$100 \text{ g Mg} = 100 \text{ g} / 24,3 \text{ g/mol} = 4,12$ mol Mg

nodig: $4,12 \times 1 / 2 = 2,06$ mol O_2 , dat is: $2,06 \text{ mol} \times 32,0 \text{ g/mol} = 65,8 \text{ g O}_2$

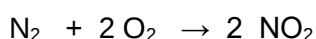
c 100 g P_4 tot P_2O_3



$100 \text{ g P}_4 = 100 \text{ g} / 123,9 \text{ g/mol} = 0,807$ mol P_4

nodig: $0,807 \times 3 / 1 = 2,42$ mol O_2 , dat is: $2,42 \text{ mol} \times 32,0 \text{ g/mol} = 77,5 \text{ g O}_2$

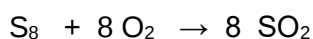
d 100 g N_2 tot NO_2



$100 \text{ g N}_2 = 100 \text{ g} / 28,0 \text{ g/mol} = 3,57$ mol N_2

nodig: $3,57 \times 2 / 1 = 7,143$ mol O_2 , dat is: $7,143 \text{ mol} \times 32,0 \text{ g/mol} = 229 \text{ g O}_2$

e 100 g S_8 tot SO_2



We gebruiken de niet afgeronde molaire massa van S: 32,06 g/mol

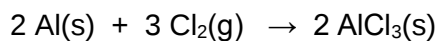
$$M_{S_8} = 8 \times 32,06 = 256,5 \text{ g/mol}$$

$$100 \text{ g } S_8 = 100 \text{ g} / 256,5 \text{ g/mol} = 0,3899 \text{ mol } S_8$$

$$\text{nodig: } 0,3899 \times 8 / 1 = 3,119 \text{ mol } O_2, \text{ dat is: } 3,119 \text{ mol} \times 32,0 \text{ g/mol} = 99,8 \text{ g } O_2$$

met gebruik van afgeronde atoommassa S = 32 g/mol komt het antwoord op 100 g O₂ uit.

Opgave 15



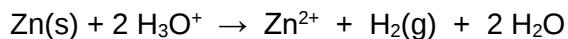
1,00 mol AlCl₃ bereiden,

benodigd Al: $2 / 2 \times 1,00 = 1,00 \text{ mol Al}$, dat is: $1,00 \times 27,0 = 27,0 \text{ g Al}$

benodigd Cl₂: $3 / 2 \times 1,00 = 1,50 \text{ mol Cl}_2$, dat is: $1,50 \times 70,9 = 106 \text{ g Cl}_2$

Opgave 16

We laten 10,0 g Zn met zoutzuur reageren:



a benodigd HCl: voor 2 H₃O⁺ is 2 HCl nodig, dus 1 Zn reageert met 2 HCl

$$10,0 \text{ g Zn} = 10,0 \text{ g} / 65,38 = 0,153 \text{ mol Zn}, \text{ nodig: } 2 / 1 \times 0,153 = 0,306 \text{ mol HCl}$$

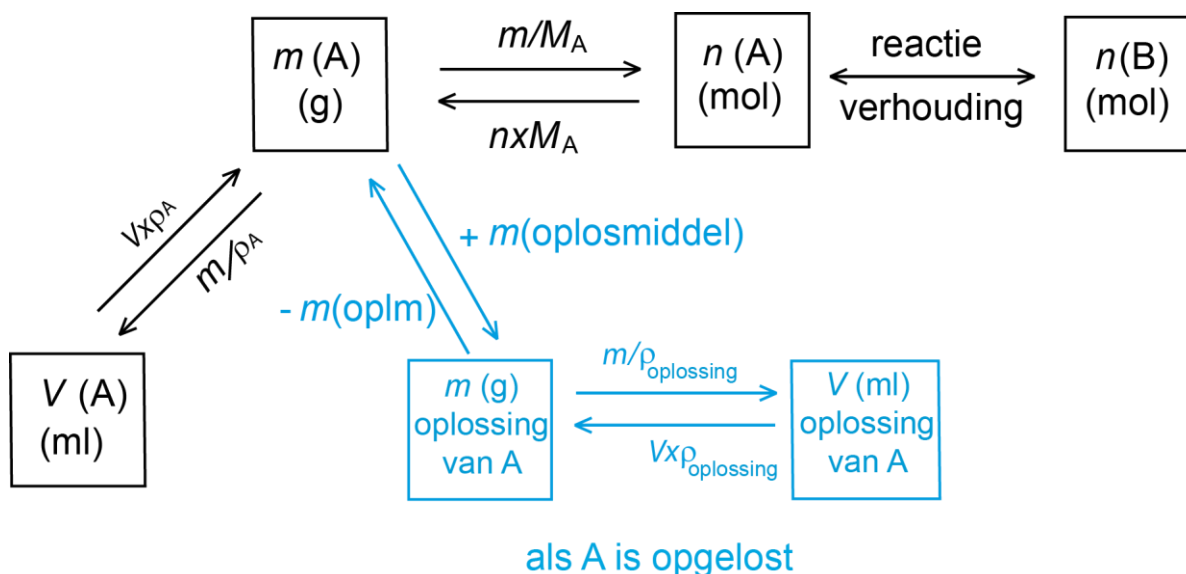
$$\text{Dat is: } 0,306 \text{ mol} \times 36,45 \text{ g/mol} = 11,2 \text{ g HCl}$$

b H₂ die hierbij ontstaat:

voor 0,153 mol Zn ontstaat ook 0,153 mol H₂,

$$\text{dat is: } 0,153 \text{ mol} \times 2,00 \text{ g/mol} = 0,306 \text{ g H}_2$$

Opgave 17



Lastig: ρ_{opl} stelt voor: dichtheid van de oplossing en: ρ_A stelt voor: massaconcentratie van A in een oplossing.

Toch zijn dit de officieel gebruikte symbolen.

Opgave 18

Hoeveel gram waterstofgas en hoeveel gram zuurstofgas moet je met elkaar laten reageren om 1000 g water te verkrijgen?

Start met 1000 g water:

1000 g water is: $1000 \text{ g} / 18,0 \text{ g/mol} = 55,56 \text{ mol H}_2\text{O}$

$2 \text{ H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$ Om 55,56 mol water te maken is nodig:

$2 / 2 \times 55,56 \text{ mol H}_2 = 55,56 \text{ mol H}_2$ dat is: $55,56 \text{ mol} \times 2,00 \text{ g/mol} = 111 \text{ g H}_2$

En: $1 / 2 \times 55,56 \text{ mol O}_2 = 27,78 \text{ mol}$ dat is: $27,78 \text{ mol} \times 32,0 \text{ g/mol} = 889 \text{ g O}_2$

Opgave 19

Hoeveel g HgO moet men ten minste ontleden om met de vrijgekomen zuurstof 54,0 g Al te verbranden?

Reacties: $2 \text{ HgO(s)} \rightarrow 2 \text{ Hg(l)} + \text{O}_2(\text{g})$ en: $4 \text{ Al(s)} + 3 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ Al}_2\text{O}_3(\text{s})$

Start met 54,0 g Al: $54,0 \text{ g} / 26,98 \text{ g/mol} = 2,00 \text{ mol Al}$

Nodig: $3 / 4 \times 2,00 = 1,50$ mol O_2

Om dit te maken uit HgO is nodig: $2 / 1 \times 1,5$ mol = 3,00 mol HgO

dat is: $3,00$ mol $\times$ 216,6 g/mol = 650 g HgO

Opgave 20

Men verbrandt 35,16 g FeS: $4 \text{ FeS(s)} + 7 \text{ O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{ Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + 4 \text{ SO}_2\text{(g)}$

a Hoeveel g O_2 is minimaal nodig?

b Hoeveel g Fe_2O_3 ontstaat?

Start met 35,16 g FeS: er is $35,16 \text{ g} / 87,91 \text{ g/mol} = 0,4000$ mol FeS

a hiervoor is nodig: $7 / 4 \times 0,4000$ mol = 0,7000 mol O_2

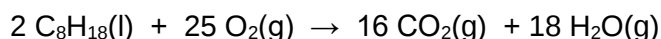
dat is: $0,7000$ mol $\times$ 32,0 g/mol = 22,4 g O_2

b er ontstaat: $2 / 4 \times 0,400$ mol = 0,200 mol Fe_2O_3

dat is $0,200$ mol $\times$ 159,7 g/mol = 31,9 g Fe_2O_3

Opgave 21

Benzine verbrandt volgens onderstaande reactie:



Hoeveel liter gecondenseerd water ($\rho = 1,00$ g/mL) ontstaat bij de verbranding van 1,00 liter benzine ($\rho = 0,72$ g/mL)?

Start: hoeveel g benzine weegt 1 liter?:

$1000 \text{ mL} \times 0,720 \text{ g/mL} = 720 \text{ g}$ dat is: $720 \text{ g} / 114 \text{ g/mol} = 6,316$ mol benzine

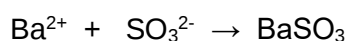
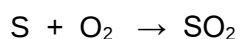
Er ontstaat dan: $18 / 2 \times 6,316$ mol = 56,84 mol H_2O ,

dat is: $56,84$ mol $\times$ 18,00 g/mol = 1023 g H_2O ,

$V = m / \rho$ dus: $V = 1023 / 1,00 \text{ mL} = 1023 \text{ mL}$, dat is: 1,02 liter water

Opgave 22

9,60 g zwavel wordt verbrand tot SO_2 , het oxide laat men reageren met water. Er ontstaat hierbij H_2SO_3 . Het eindvolume van de verkregen oplossing is: 2000 mL.



a Hoeveel mol bevat de oplossing per liter ?

9,60 g zwavel is: $9,60 \text{ g} / 32,1 \text{ g/mol} = 0,2994 \text{ mol S}$

0,2994 mol S geeft 0,2994 mol SO₂ en dat levert 0,2994 mol H₂SO₃ in 2,00 L

dus er is $0,2994 \text{ mol} / 2,00 \text{ L} = 0,15 \text{ mol/L}$

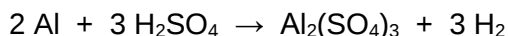
b Hoeveel g neerslag (BaSO₃) ontstaat met een overmaat BaCl₂ ?

Met overmaat BaCl₂ ontstaat maximaal 0,2994 mol BaSO₃

Dat is: $0,2994 \times 217,4 \text{ g/mol} = 65,1 \text{ g BaSO}_3$

Opgave 23

Hoeveel gram aluminium kun je laten reageren met 30,0 mL zwavelzuuroplossing, als deze oplossing 60,0 % (m/m) H₂SO₄ bevat en een dichtheid heeft van: 1,50 g/mL ?



30 mL zwavelzuuroppl. weegt:

$30,0 \text{ mL} \times 1,50 \text{ g/mL} = 45,0 \text{ g}$ en bevat 60% H₂SO₄:

$0,60 \times 45,0 \text{ g} = 27,0 \text{ g H}_2\text{SO}_4$

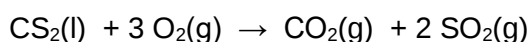
Dit is $27,0 \text{ g} / 98,07 \text{ g/mol} = 0,275 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$

0,275 mol H₂SO₄ reageert met $2 / 3 \times 0,275 \text{ mol} = 0,1833 \text{ mol Al}$

0,1833 mol Al heeft een massa van: $0,1833 \text{ mol} \times 26,98 \text{ g/mol} = 4,95 \text{ g Al}$

Opgave 24

110 g CS₂ reageert als volgt:



a Hoeveel mol CO₂ en SO₂ worden gevormd?

110 g CS₂ is $110 \text{ g} / 76,12 \text{ g/mol} = 1,445 \text{ mol CS}_2$

Dit geeft evenveel mol CO₂: 1,45 mol

En $2 \times$ zoveel SO₂: 2,89 mol SO₂

b Als er voor de reactie 256 g O₂ aanwezig was, hoeveel g O₂ zal er dan na afloop over zijn?

Er is nodig: $3 / 1 \times 1,445 \text{ mol} = 4,335 \text{ mol O}_2$, dat is: $4,335 \text{ mol} \times 32,0 \text{ g/mol} = 138,7 \text{ g}$

Er blijft dus over: $256 \text{ g} - 138,7 \text{ g} = 117 \text{ g O}_2$

Opgave 25

Men laat 11,2 g Fe reageren met 8,00 g S tot FeS.

Reactie: $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$

Welk element blijft er over en hoeveel g ?

Er is: $11,2 \text{ g} / 55,85 \text{ g/mol} = 0,2005 \text{ mol Fe}$ en: $8,00 \text{ g} / 32,06 \text{ g/mol} = 0,2495 \text{ mol S}$

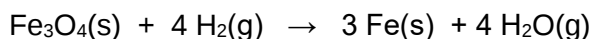
$0,2005 \text{ mol Fe}$ reageert met $0,2005 \text{ mol S}$, er blijft dus zwavel over:

$0,2495 - 0,2005 = 0,0490 \text{ mol S}$

$0,0490 \text{ mol} \times 32,06 \text{ g/mol} = 1,57 \text{ g S}$

Opgave 26

Men laat 100 g Fe_3O_4 reageren met 4,00 g H_2 volgens:



Welke stoffen zijn er na de reactie en hoeveel g ?

Voor de reactie hebben we:

$100 \text{ g} / 231,6 \text{ g/mol} = 0,432 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4$

$4,00 \text{ g} / 2,00 \text{ g/mol} = 2,00 \text{ mol H}_2$

$0,432 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4$ reageert met: $4 / 1 \times 0,432 = 1,728 \text{ mol H}_2$

over blijft: $2,00 - 1,728 = 0,272 \text{ mol H}_2$ dat is: $0,272 \text{ mol} \times 2,00 \text{ g/mol} = 0,544 \text{ g H}_2$

er ontstaat: $0,432 \text{ mol} \times 3 / 1 = 1,296 \text{ mol Fe}$, dat is: $1,296 \text{ mol} \times 55,85 \text{ g/mol} = 72,4 \text{ g Fe}$

er ontstaat: $0,432 \text{ mol} \times 4 / 1 = 1,728 \text{ mol H}_2\text{O}$, dat is: $1,728 \times 18,0 \text{ g/mol} = 31,1 \text{ g H}_2\text{O}$

Opgave 27

Een verbinding bestaat uit: 27,1 %(m/m) chroom, 24,0 %(m/m) zwavel en 48,9 %(m/m) zuurstof.

Welke verhoudingsformule heeft de stof?

Ga uit van 100 g stof. Hierin zit: 27,1 g Cr 24,0 g S 48,9 g O

Bereken de hoeveelheden in mol:

$27,1 \text{ g} / 52,0 \text{ g/mol} = 0,521 \text{ mol Cr}$

$24,0 \text{ g} / 32,06 \text{ g/mol} = 0,749 \text{ mol S}$

$$48,9 \text{ g} / 16,0 \text{ g/mol} = 3,06 \text{ mol O}$$

Verhouding in mol is gelijk aan verhouding in atomen

Om eenvoudige hele getallen te krijgen delen we door het kleinste getal (0,521):

$$\text{Cr: } 0,521 / 0,521 = 1$$

$$\text{S: } 0,749 / 0,521 = 1,44$$

$$\text{O: } 3,06 / 0,521 = 5,9$$

Nog niet 'eenvoudig en heel' genoeg:

vermenigvuldig elk getal met 2: Cr: 2 S: 2,9 O: 11,7

Afgerond op hele atomen: $\text{Cr}_2\text{S}_3\text{O}_{12}$ dus bijvoorbeeld: $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$

De gegevens in massa-% zijn experimentele, gemeten waarden. Daarom is het toegestaan om uiteindelijk vrij sterk af te ronden naar eenvoudige hele getallen.

Opgave 28

Een verbinding bevat 49,4 %(m/m) kalium, 20,3 %(m/m) zwavel en 30,4 %(m/m) zuurstof.
Geef de verhoudingsformule.

$$\text{Massaverhouding: } \text{K} : \text{S} : \text{O} = 49,4 : 20,3 : 30,4$$

Delen door de atoommassa geeft de molaire verhouding:

$$\text{K} : \text{S} : \text{O} = 49,4/39,1 : 20,3/32,1 : 30,4/16,0$$

$$\text{K} : \text{S} : \text{O} = 12,7 : 6,3 : 19 \quad \text{delen door het kleinste getal: } 6,3$$

$$\text{K} : \text{S} : \text{O} = 2 : 1 : 3 \quad \rightarrow \quad \text{formule: } \text{K}_2\text{SO}_3$$