

OPGAVE 1

- 01 Bereken hoeveel mol O-atomen aanwezig is in 50 gram KClO_3 .
02 Bij een reactie ontstaat 0,436 mol zilverfosfaat. Bereken hoeveel gram dat is.
03 Van een verbinding die uitsluitend bestaat uit C- en H-atomen blijkt dat 2,1 g overeenkomt met 30 mmol. Bepaal de molecuulformule van deze verbinding.

OPGAVE 2

- 04 Gegeven: dichtheid $\text{COCl}_2 = 3,77 \text{ kg m}^{-3}$.
Bereken onder deze omstandigheden de waarde voor V_m .
05 Bij 28 °C geldt dat van een bepaald stikstofoxide met formule N_xO_y 300 mL een massa van 1,31 gram heeft. Leid uit deze gegevens de molecuulformule af.

OPGAVE 3

- 06 Een verbinding bevat 50,0 massa-% C, 5,6 massa-% H en 44,4 massa-% O. De molecuulmassa is 144 u. Bepaal de molecuulformule van deze verbinding.
07 Bij de verbranding van 90,0 mg van een verbinding van C, H en misschien O ontstaat 220 mg CO_2 en 90,0 mg H_2O . Voor de verbinding geldt dat 50,0 mL van de damp overeenkomt met 120 mg. Onder de omstandigheden heeft 1 L waterstof een massa van 0,0667 gram. Bepaal de molecuulformule. (ZEER LASTIG)

OPGAVE 4

- 08 Hoeveel gram natriumsulfaat is opgelost in 50,0 mL 0,800 M Na_2SO_4 -oplossing?
09 Bereken de concentratie OH^- ionen als 450 mg $\text{Ba}(\text{OH})_2$ wordt opgelost in water tot een volume van 250 mL.

OPGAVE 5

Op een voorraadfles zwavelzuur staat:

“17,5 massaprocent; dichtheid: $1,121 \text{ kg L}^{-1}$ ”.

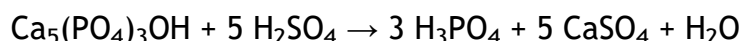
- 10 Toon door middel van een berekening aan dat in deze voorraadfles 2,00 mol opgelost H_2SO_4 per liter aanwezig is.

Een leerling verdunt 100 mL van deze oplossing met water tot 400 mL en beweert nu dat het massapercentage zwavelzuur in deze oplossing 4 keer zo laag is en 4,38 % bedraagt.

- 11 Toon aan dat dit onjuist is door het werkelijke massapercentage zwavelzuur te berekenen in deze verdunde oplossing. Neem aan dat 100 mL water een massa heeft van 100 gram.

OPGAVE 6

Fosforzuur (H_3PO_4) wordt industrieel op de volgende wijze gemaakt uit het mineraal hydroxyapatiet ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$):



- 12 Bereken hoeveel kg hydroxyapatiet nodig is om 100 kg fosforzuur te maken.

Antwoorden

OPGAVE 1

01 $M(\text{KClO}_3) = 122,55 \text{ g mol}^{-1}$ (tab. 98)

gram $\rightarrow$ mol = $\div M$

$$\frac{50}{122,55} = 0,41 \text{ mol KClO}_3$$

Per mol KClO_3 is 3 mol O aanwezig (zie index).

Dus $3 \times 0,41 = 1,2$ mol O-atomen.

02 Zilverfosfaat = Ag_3PO_4 .

$$M(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 418,58 \text{ g mol}^{-1} \text{ (tab. 98)}$$

mol $\rightarrow$ g = $\times M$

$$0,436 \times 418,58 = 183 \text{ gram Ag}_3\text{PO}_4.$$

03 $30 \text{ mmol} \triangleq 0,030 \text{ mol}$

Als 2,1 gram overeenkomt met 0,030 mol kun je berekenen hoeveel gram overeenkomt met 1,0 mol. Je hebt dan de massa van 1,0 mol berekend in gram. Dat is de molaire massa.

$$\text{Molaire massa} = \frac{2,1}{0,030} = 70 \text{ g mol}^{-1} \rightarrow \text{molecuulmassa} = 70 \text{ u.}$$

Afgeronde atoommassa van C = 12 u en van H = 1 u.

Formule verbinding = C_xH_y . Kies x en y zodanig dat de molecuulmassa = 70 u.

Dat klopt bij x = 5 en y = 10: $5 \times 12 + 10 \times 1 = 70$. Dus C_5H_{10} .

OPGAVE 2

04 Er geldt: $\text{dichtheid} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$. Als je van een stof precies 1,00 mol hebt geldt er:

$$\text{dichtheid} = \frac{\text{massa van 1,00 mol}}{\text{volume van 1,00 mol}} = \frac{\text{molaire massa}}{\text{molair volume}} = \frac{M}{V_m}.$$

$$\text{Dichtheid omrekenen: } \frac{3,77 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = \frac{3,77 \text{ g}}{1 \text{ L}}.$$

$$M(\text{COCl}_2) = 98,91 \text{ g mol}^{-1} \text{ (via tabel 99, dus niet CoCl}_2 \text{ in tab. 98).}$$

$$\text{Gegevens invullen: } \frac{3,77 \text{ g}}{1 \text{ L}} = \frac{98,91 \text{ g}}{V_m} \rightarrow V_m = \frac{98,91}{3,77} = 26,2 \text{ L.}$$

05 Er is een temperatuur gegeven (28°C) en dat betekent dat je V_m bij deze temperatuur kunt berekenen. Hierbij geldt: $28^\circ\text{C} \triangleq 28 + 273 = 301 \text{ K}$.

V_m uitrekenen bij een andere temperatuur kan via de standaardwaarden 273 K en 22,4 L.

$$\text{Er geldt: } \frac{301 \text{ K}}{273 \text{ K}} = \frac{V_m}{22,4 \text{ L}}. \text{ Hieruit volgt: } V_m = \frac{301 \times 22,4}{273} = 24,7 \text{ L.}$$

Nu V_m bekend is kun je het aantal mol N_xO_y berekenen.

$$300 \text{ mL} \triangleq 0,300 \text{ L en } 24,7 \text{ L} \triangleq 1,00 \text{ mol. Dus } 0,300 \text{ L} \triangleq \frac{0,300}{24,7} = 0,0121 \text{ mol N}_x\text{O}_y.$$

Hiervan is de massa bekend: 1,31 gram. Dus kun je M berekenen (zie 03).

$$\frac{1,31 \text{ g}}{0,0121 \text{ mol}} = 108 \text{ g mol}^{-1}. \text{ Dus de molecuulmassa van N}_x\text{O}_y \text{ is } 108 \text{ u.}$$

Verdeel N (14 u) en O (16 u) zodanig dat het klopt: N_2O_5 ($2 \times 14 + 5 \times 16 = 108$).

OPGAVE 3

- 06** Massapercentages mogen ook op molecuulmassa's toegepast worden. Dit levert per atoomsoort het aantal u op in één molecuul. En daaruit volgt weer het aantal atomen van die soort. Afgeronden atoommassa's: H = 1 u, C = 12 u en O = 16 u.
- $$0,500 \times 144 = 72,0 \text{ u C} \rightarrow 72,0 \div 12 = 6 \text{ C-atomen}$$
- $$0,056 \times 144 = 8,1 \text{ u H} \rightarrow 8,1 \div 1 = 8 \text{ H-atomen}$$
- $$0,444 \times 144 = 63,9 \text{ u O} \rightarrow 63,9 \div 16 = 4 \text{ O-atomen.}$$
- De molecuulformule is $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_4$.
- 07 LET OP:** Deze opgave is te complex voor een toets. Probeer wel iedere afzonderlijke stap te begrijpen.
- Voorlopige molecuulformule: $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$, waarbij kan gelden $z = 0$.
- Molverhouding $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z : \text{CO}_2 = 1 : x$ (vanwege de C)
- Molverhouding $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z : \text{H}_2\text{O} = 1 : \frac{1}{2}y$ (vanwege de H en de index 2)
- Aantal mmol CO_2 : $\frac{220}{44,010} = 5,00 \text{ mmol CO}_2 \rightarrow 5,00 \text{ mmol C (1:1)}$
- Aantal mmol H_2O : $\frac{90,0}{18,015} = 5,00 \text{ mmol H}_2\text{O} \rightarrow 10,0 \text{ mmol H (2:1)}$
- Uit informatie over de dichtheid van H_2 kan V_m berekend worden (zie **04**).
- $$0,0667 \text{ g L}^{-1} = \frac{M(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{2,016}{V_m} \rightarrow V_m = \frac{2,016}{0,0667} = 30,2 \text{ L mol}^{-1}.$$
- Nu kun je berekenen hoeveel mol overeenkomt met 50,0 mL van de damp.
- $$50,0 \text{ mL} \triangleq 0,0500 \text{ L} \triangleq \frac{0,0500}{30,2} = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$
- Hiervan is de massa gegeven (120 mg), dus kun je de molaire massa van de verbinding bereken en dan ook de molecuulmassa (zie **03**).
- $$120 \text{ mg} \triangleq 0,120 \text{ g} \triangleq 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$
- Dus $1,00 \text{ mol} \triangleq \frac{0,120}{1,65 \cdot 10^{-3}} = 72,5 \text{ g mol}^{-1}$.
- We hebben $90,0 \text{ mg} \triangleq 0,0900 \text{ g}$ verbrand: $\frac{0,0900}{72,5} = 1,24 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \triangleq 1,25 \text{ mmol}$.
- Terug naar het begin:
- $1,25 \text{ mmol C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ bevat $5,00 \text{ mmol C} \rightarrow x = 5,00 \div 1,25 = 4$.
- $1,25 \text{ mmol C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ bevat $10,0 \text{ mmol H} \rightarrow y = 10,0 \div 1,25 = 8$.
- Met $4 \times \text{C}$ en $8 \times \text{H}$ komt de molecuulmassa uit op 56. Deze is echter 72,5. Er ontbreekt nog ongeveer 16 u. Dat is 1 O-atoom. Formule: $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$.

OPGAVE 4

- 08** Er geldt: volume $\times$ concentratie = (m)mol
- $$50,0 \times 0,800 = 40,0 \text{ mmol} \triangleq 0,0400 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4. M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142,04 \text{ g mol}^{-1}.$$
- $$0,0400 \times 142,04 = 5,68 \text{ g.}$$
- 09** $M(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 171,34 \text{ g mol}^{-1}$ (tab. 98)
- $$450 \text{ mg} \div 171,34 = 2,63 \text{ mmol Ba}(\text{OH})_2 \times 2 = 5,25 \text{ mmol OH}^-.$$
- $$[\text{OH}^-] = \frac{5,25 \text{ mmol}}{250 \text{ mL}} = 0,0210 \text{ mmol mL}^{-1} = 0,0210 \text{ M.}$$

OPGAVE 5

- 10** $1,121 \text{ kg} \triangleq 1121 \text{ g}$. Hiervan bestaat 17,5% uit H_2SO_4 .
 $0,175 \times 1121 = 196 \text{ gram } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ per liter}$
 $\frac{196}{98,079} = 2,00 \text{ mol per liter.}$
- 11** 100 mL 2,00 M zwavelzuur weegt 112,1 gram.
Het bevat $100 \times 2,00 = 200 \text{ mmol } \text{H}_2\text{SO}_4$ en dat weegt 19,6 gram.
Door toevoegen van water blijft deze 19,6 g H_2SO_4 hetzelfde.
Er is 300 mL water toegevoegd $\triangleq 300 \text{ g}$.
De totale massa van 400 mL verdunde zwavelzuur bedraagt $300 + 112,1 = 412 \text{ g}$.
Hierin zit 19,6 g $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \frac{19,6}{412} \times 100\% = 4,78 \text{ massa-\%}$.

OPGAVE 6

- 12** $M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 97,995 \text{ g mol}^{-1}$ (tab. 98)
 $M(\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}) = 502,308 \text{ g mol}^{-1}$ (via tab. 99).
Aantal kmol H_3PO_4 : $\frac{100}{97,995} = 1,02 \text{ kmol}$
Aantal kmol $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ volgens molverhouding: $1,02 \times \frac{1}{3} = 0,340 \text{ kmol}$.
Aantal kg $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} = 0,340 \times 502,308 = 171 \text{ kg}$.