

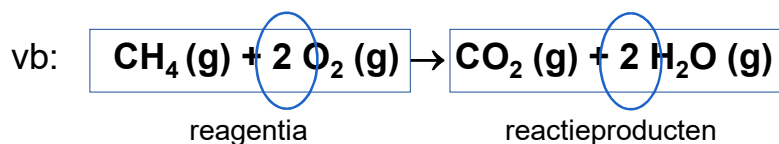
STOICHIOMETRIE

Hoofdstuk 4

4.1. ALGEMEEN

Chemische verandering: reorganisatie van atomen in 1 of meerdere stoffen

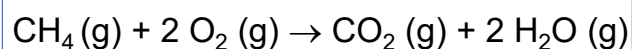
Reactievergelijking: schematische voorstelling van deze reorganisatie



coëfficiënt of voorgetal: materie kan niet gecreërd
noch vernietigd worden

Aggregatietoestanden: g, l (vl), s (v), aq

4.1. ALGEMEEN



1 molecule CH_4 + 2 moleculen O_2 \rightarrow 1 molecule CO_2 + 2 moleculen H_2O

1 mol CH_4 + 2 mol O_2 \rightarrow 1 mol CO_2 + 2 mol H_2O

16 g CH_4 + 2 x 32 g O_2 \rightarrow 44 g CO_2 + 2 x 18 g H_2O

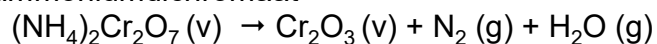
80 g reagentia \rightarrow 80 g reactieproducten

Stoichiometrie van de vergelijking

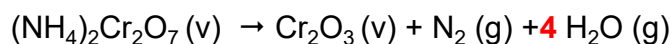
4.2. BEREKENINGEN EN TOEPASSINGEN

Reactie in evenwicht: aantal atomen van elke soort voor en na de reactiepijl even groot.

Vb: ontbinding van ammoniumdichromaat

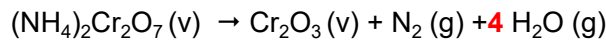


1. Aantal N , Cr : gelijk aan beide kanten.
2. Eén molecule uitgangsstof : 8 H-atomen: aantal watermoleculen dat kan gevormd worden moet 4 keer groter dan wat aangegeven staat:



3. Controle : zeven zuurstofatomen van uitgangspunt worden verdeeld over 3 in één molecule Cr_2O_3 en 4 in vier moleculen water. De reactie is in evenwicht.

4.2. BEREKENINGEN EN TOEPASSINGEN



We kunnen met de correcte vgl. en de M_r van de moleculen berekenen hoeveel g water wordt gevormd wanneer een bepaalde massa uitgangsubstantie reageert

Vb: Hoeveel g waterdamp ontstaat bij ontbinding van 22,00 g vast $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$?

a. **Met hoeveel mol stemt 22,00 gram $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ overeen?**

$$M_r (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = (2 \cdot 14,01) + (8 \cdot 1,008) + (2 \cdot 52,00) + (7 \cdot 16,00) = 252,1 \quad n = 0,08727 \text{ mol}$$

b. **Reactievergelijking: per mol ammoniumdichromaat ontstaat vier mol waterdamp:**

$$n_{\text{waterdamp}} = 0,08727 \cdot 4 = 0,3491 \text{ mol}$$

c. **Overgang naar massa waterdamp: vermenigvuldigen met molaire massa van water:**

$$M_r (\text{H}_2\text{O}) = (2 \cdot 1,008) + (16,00) = 18,02 \quad m_{\text{waterdamp}} = 0,3491 \text{ mol} \cdot 18,02 \text{ g/mol} = 6,291 \text{ g}$$

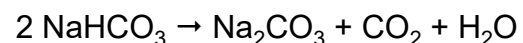
d. **Antwoord:** bij ontbinding van 22,00 g vast $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ontstaat 6,291 g gasvormig water.

TOEPASSING

Wanneer bakpoeder (natriumbicarbonaat, natriumwaterstofcarbonaat of NaHCO_3) wordt verwarmd ontstaat koolstofdioxidegas. Dit gas is verantwoordelijk voor het rijzen van koekjes, cakes, brood,...

a) Schrijf een gebalanceerde reactievergelijking voor de ontbinding van natriumbicarbonaat als je weet dat, naast CO_2 , ook water en natriumcarbonaat worden gevormd.

b) Bereken de massa NaHCO_3 nodig om 20,5 g CO_2 te produceren.



Massa (m)

Aantal mol (n)

$$n = m / M$$

$$M_r \text{CO}_2 = 44,01$$

$$m = 20,5 \text{ g CO}_2$$

$$n = 0,466 \text{ mol CO}_2$$

Om 0,466 mol CO_2 te vormen is $2 \times 0,466$ mol NaHCO_3 nodig = 0,932 mol NaHCO_3

Massa (m)

$$m = n \times M$$

Aantal mol (n)

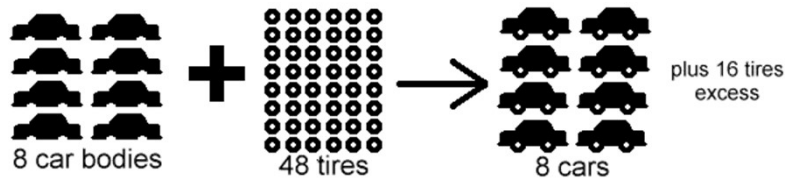
$$M_r \text{NaHCO}_3 = 84$$

$$n = 0,932 \text{ mol NaHCO}_3$$

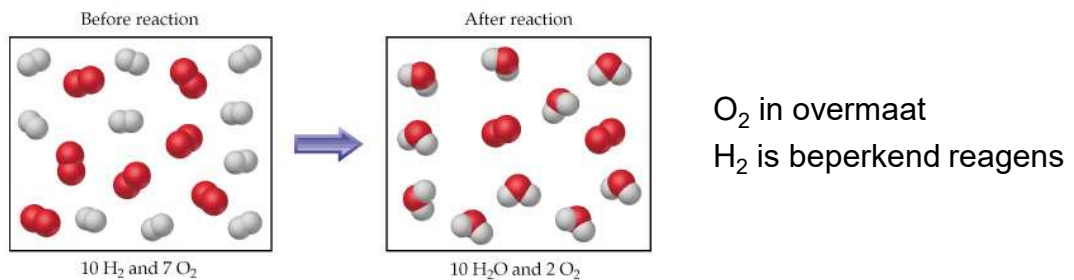
$$m = 78,3 \text{ g NaHCO}_3$$



4.3 BEPERKEND REAGENS

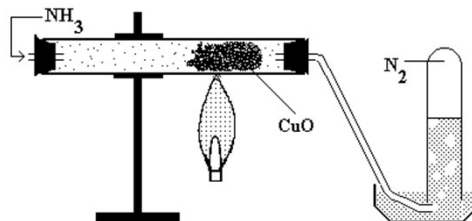


Meerdere uitgangsstoffen: de mogelijkheid bestaat dat één van de reagentia in niet voldoende mate aanwezig is om de ander volledig te laten reageren

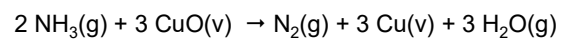


4.3. BEPERKEND REAGENS

Zeer zuiver stikstofgas (N₂) kan bereid worden door ammoniak, NH₃, traag over heet koper(II)oxide te laten ontbinden. Naast gasvormig N₂ worden hierbij vast koper en waterdamp geproduceerd. Hoeveel g N₂ kan ontstaan als 18,00 g NH₃ over 90,40 g heet CuO worden geleid?



a. Chemische reactievergelijking



b. Aantal mol overeenkomend met elk reagens

$$M_r \text{NH}_3 = 17,03$$

$$n = 18,00\text{g}/17,03 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 1,057 \text{ mol}$$

$$M_r \text{CuO} = 79,55$$

$$n = 90,40\text{g}/79,55 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 1,136 \text{ mol}$$

c. Stoichiometrisch vereiste verhouding reagentia t.o.v. werkelijk aanwezige hoeveelheden.

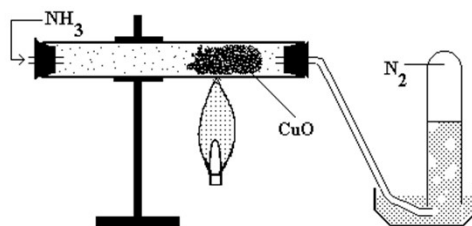
$$\text{stoichiometrisch vereist: } \frac{\text{mol CuO}}{\text{mol NH}_3} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$\text{aanwezig } \frac{\text{mol CuO}}{\text{mol NH}_3} = \frac{1,136}{1,057} = 1,075$$

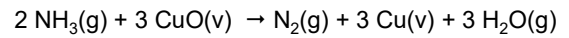
CuO is het beperkend reagens

4.3. BEPERKEND REAGENS

Zeer zuiver stikstofgas (N_2) kan bereid worden door ammoniak, NH_3 , traag over heet koper(II)oxide te laten ontbinden. Naast gasvormig N_2 worden hierbij vast koper en waterdamp geproduceerd. Hoeveel g N_2 kan ontstaan als 18,00 g NH_3 over 90,40 g heet CuO worden geleid?



a. Chemische reactievergelijking



b. Aantal mol overeenkomend met elk reagens

$$M_r NH_3 = 17,03$$

$$n = 18,00g/17,03 g \cdot mol^{-1} = 1,057 \text{ mol}$$

$$M_r CuO = 79,55$$

$$n = 90,40g/79,55 g \cdot mol^{-1} = 1,136 \text{ mol}$$

CuO is het beperkend reagens

d. Hoeveelheid product, steunend op de beschikbare hoeveelheid beperkend reagens

De maximale hoeveelheid $N_2(g)$:

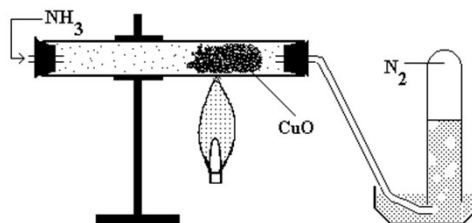
$$n(N_2) = 1/3 n(CuO) = 0,3787 \text{ mol}$$

$$M_r N_2 = 28,02$$

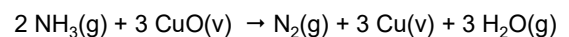
$$m = n \times M_r = 10,61 \text{ g } N_2$$

4.3. BEPERKEND REAGENS

Zeer zuiver stikstofgas (N_2) kan bereid worden door ammoniak, NH_3 , traag over heet koper(II)oxide te laten ontbinden. Naast gasvormig N_2 worden hierbij vast koper en waterdamp geproduceerd. Hoeveel g N_2 kan ontstaan als 18,00 g NH_3 over 90,40 g heet CuO worden geleid?



a. Chemische reactievergelijking



De **maximale** hoeveelheid $N_2(g)$:

$$n(N_2) = 1/3 n(CuO) = 0,3787 \text{ mol}$$

$$M_r N_2 = 28,02$$

$$m = n \times M_r = 10,61 \text{ g } N_2$$

= **theoretische opbrengst**

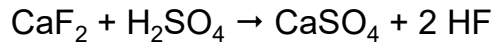
Slechts 9,082 g N_2 gevormd.

$$\text{procentueel rendement} = \frac{\text{werkelijke opbrengst}}{\text{theoretische opbrengst}} \times 100$$

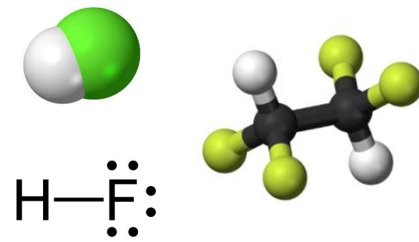
$$\text{rendement} = \underline{85,60 \%}$$

TOEPASSING

Waterstoffluoride wordt gebruikt voor de bereiding van freonen en bij de bereiding van aluminiummetaal. Het ontstaat bij de reactie:

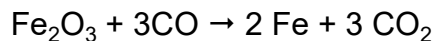


In een proces wordt 6,00 kg CaF_2 behandeld met een overmaat H_2SO_4 . Hierbij werd 2,86 kg HF gevormd. Bereken de procentuele opbrengst van de reactie (93,04 %)



TOEPASSING

Een van de reacties die doorgaat in een hoogoven waar ijzererts wordt omgezet in ijzer is



Men bekomt $1,64 \cdot 10^3$ kg Fe uit $2,62 \cdot 10^3$ kg Fe_2O_3 . Als je aanneemt dat de reactie volledig afloopt, wat is de zuiverheid van Fe_2O_3 in het oorspronkelijk monster? (89%)

