

Fisiese Wetenskappe

KLASTEKS & STUDIEGIDS

Retha Louw

GRAAD

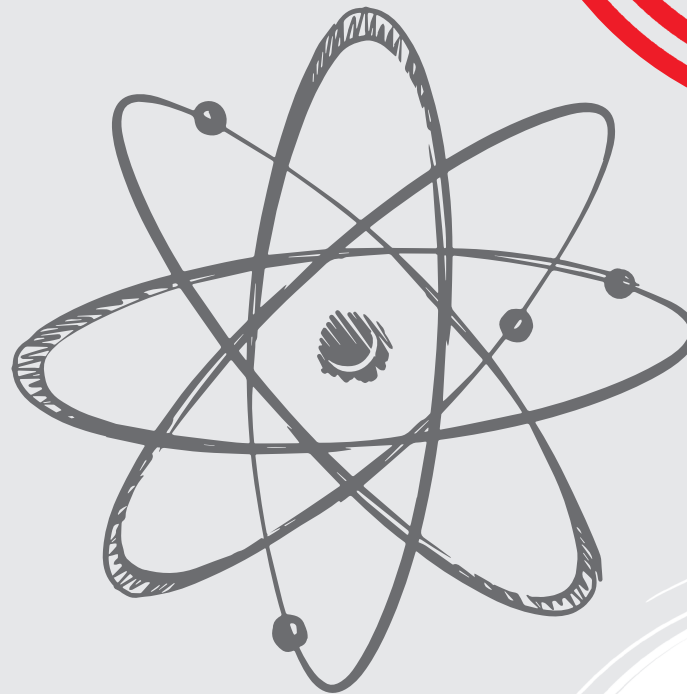
11

KABV

3-in-1



THE
ANSWER
SERIES *Your Key to Exam Success*



Graad 11 Fisiese Wetenskappe 3-in-1 KABV

KLASTEKS & STUDIEGIDS

Hierdie Graad 11 Fisiese Wetenskappe 3-in-1 studiegids vereenvoudig die teorie van Graad 11 Fisiese Wetenskappe en bou selfvertroue op deur verstaanbare verduidelikings ondersteun deur hersieningsvrae. Dit gee jou die geleentheid om jou probleemoplossingsvaardighede vinnig te verbeter.

Sleutelkenmerke:

- Omvattende, verduidelikende notas en uitgewerkte voorbeelde per onderwerp
- Oefeninge en eksamenvrae per onderwerp
- Gedetailleerde antwoorde met verduidelikings en nuttige wenke

Hierdie studiegids bied betroubare leiding deur Graad 11, terwyl dit 'n stewige platform skep vir die Graad 12-kurrikulum wat volg.

GRAAD

11

KABV


3-in-1

Fisiese Wetenskappe

Retha Louw

HIERDIE KLASTEKS & STUDIEGIDS SLUIT IN

- 1 Omvattende Notas
- 2 Oefeninge en Eksamenvrae
- 3 Gedetailleerde Antwoorde met Verduidelikings
(beskikbaar in 'n aparte boekie)

E-boek
beskikbaar 



INHOUD

Die Graad 11 November Eksamen i
 Breedvoerige uiteensetting van die inhoud ii
 Fisiese Konstantes en Formules (agterin boek) iv
 Die Periodieke Tabel van Elemente (agterin boek)..... v

NOTAS met VRAE:

Module 1: Meganika 1.1 - 1.28
 Vrae V1 - V7

Module 2: Materie en Materiale 2.1 - 2.40
 Vrae V7 - V15

Module 3: Golwe, Klank en Lig 3.1 - 3.16
 Vrae V16 - V19

Module 4: Chemiese Verandering 4.1 - 4.33
 Vrae V20 - V27

Module 5: Elektrisiteit en Magnetisme..... 5.1 - 5.29
 Vrae V27 - V33

Module 6: Chemiese Stelsels..... 6.1 - 6.10
 Vrae V33 - V34

DIE GRAAD 11 NOVEMBER EKSAMEN

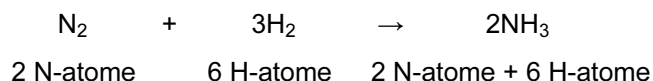
Gewig van die vrae versprei oor die kognitiewe vlakke	Vlak 4		Vlak 3		Vlak 2		Vlak 1		
	Vlak 4		Vlak 3		Vlak 2		Vlak 1		
	10%		40%		35%		15%		
	10%		35%		40%		15%		
Duur (ure)		3		3		3		3	
Totale punte per vraestel		150		150		150		150	
Punte		68	32	50	70	20	60		
Inhoud		Meganika (Module 1)	Golwe, Klank en Lig (Module 3)	Elektrisiteit en Magnetisme (Module 5)	Chemiese Verandering (Module 4)	Chemiese Stelsels (Module 6)	Materie en Materiale (Module 2)		
Vraestel		Vraestel 1: Fisika fokus			Vraestel 2: Chemie fokus				

4: CHEMIESE VERANDERING

KWANTITATIEWE ASPEKTE VAN CHEMIESE VERANDERING

In Graad 10 het ons na verskillende soorte chemiese reaksies gekyk. Daar is onder andere na sintese-, ontbindings-, ionuutruilings- en elektronoordrag- (redoks)reaksies gekyk.

'n Chemiese reaksie kan deur 'n chemiese vergelyking voorgestel word. Tydens enige chemiese reaksie geld die beginsel van behoud van atome. 'n Chemiese vergelyking word dus gebalanseer sodat die aantal reaktant-atome en die aantal produk-atome gelyk is aan mekaar, bv.:



Hieruit volg die wet van Behoud van Materie, nl. dat die massa van die stowwe in die reaksiemengsel behoue bly tydens 'n chemiese reaksie. In 'n volledige reaksie is die massa van die reaktante = massa van die produkte.

Dit stel ons in staat om kwantitatiewe berekeninge te doen en die massa van die reaktante en produkte tydens 'n chemiese reaksie te bepaal.

'n Chemiese vergelyking word gebalanseer deur koëffisiënte voor die formules van die reaktante en produkte te plaas. Moenie aan die formules verander nie.



STOÏGIOMETRIE

Stoïgiometrie is die studie van die **kwantitatiewe** samestelling van chemiese stowwe. Die stoïgiometriese **verhouding** vir 'n chemiese reaksie, is die verhouding tussen die **reagerende stowwe** wat volledig met mekaar reageer. Daardeur kan vasgestel word hoeveel van elke reaktant nodig word om volledig met mekaar te reageer (sodat geen ongereageerde reaktante oorbly nie) en hoeveel van elk van die produkte gevorm word.

Dit het 'n baie belangrike toepassing in die nywerheid waar stowwe op groot skaal berei word.

Kopiereg © The Answer Series: Fotokopiëring van hierdie materiaal is onwettig

Ons het reeds in Graad 10 eenvoudige stoïgiometriese berekeninge gedoen en brei dit nou verder uit tot reaksies wat 'n beperkende reagens bevat of waar persentasie opbrengs bereken word.

HERSIENING VAN BELANGRIKE BEGRIPPE

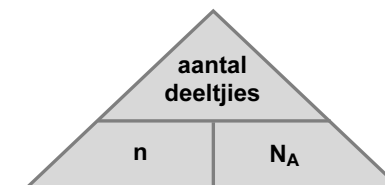
Die molbegrip en Avogadro se konstante



Die **mol** is die SI-eenheid wat gebruik word om hoeveelheid stof aan te dui. Dit is die hoeveelheid stof wat net soveel deeltjies bevat as wat daar atome in presies 12 g koolstof-12 is. Hierdie getal, nl. $6,02 \times 10^{23}$ staan bekend as **Avogadro se konstante** (N_A).

Aantal deeltjies na/van mol

$$\begin{aligned} \text{aantal mol (n)} &= \frac{\text{aantal deeltjies}}{N_A} \\ \therefore \text{aantal deeltjies} &= nN_A \end{aligned}$$



Voorbeeld:

Bepaal die aantal mol ammoniak (NH_3) wat uit $1,806 \times 10^{24}$ molekules bestaan. Bepaal die aantal atome teenwoordig in hierdie hoeveelheid ammoniak.

Oplossing:

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{aantal deeltjies}}{N_A} \\ &= \frac{1,806 \times 10^{24}}{6,02 \times 10^{23}} \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\text{Aantal mol atome} = 3 \times 4 = 12 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Aantal atome} &= nN_A = 12 \times 6,02 \times 10^{23} \\ &= 7,22 \times 10^{24} \end{aligned}$$

Die molbegrip en massa van 'n stof

Die **relatiewe atoommassa** (A_r) van 'n element is 'n syfer wat die werklike massa van een atoom van die element vergelyk met $\frac{1}{12}$ van die massa van die koolstof-12-atoom.



► 'n Massa van 12 eenhede word aan die koolstof-12-atoom toegeken en die massas van die atome van ander elemente word in vergelyking hiermee gegee.

► Dit is slegs 'n vergelykende syfer en bevat geen eenhede nie, bv.:

$$\text{► } A_r(\text{Mg}) = 24$$

$$\text{► } A_r(\text{He}) = 4$$

'n Mg-atoom is dus ongeveer twee keer so swaar soos 'n C-12-atoom en 'n He-atoom se massa is ongeveer een derde van dié van 'n C-12-atoom.



► Die **gemiddelde** relatiewe atoommassa van die verskillende isotope van 'n element word volgens hul persentasie voorkoms in die natuur bepaal. Hierdie waardes word op die Periodieke Tabel aangedui as die atoommassas van die verskillende elemente.

Onthou:



Isotope is atome van dieselfde element (met dieselfde atoomgetal), maar met verskillende aantal neutrone, d.w.s. verskillende massagetalle.

Die gemiddelde 1) **relatiewe molekulêre massa** (M_r) van molekules of 2) **relatiewe formulemassa** (M_r) van ioniese verbindings word verkry deur die som van die gemiddelde relatiewe atoommassas van die atome in die verbinding te bepaal. Geen eenhede word hiervoor gebruik nie.



Die relatiewe atoommassa van 'n element of die relatiewe molekulêre/formulemassa van 'n verbinding in gram dui een mol van die spesifieke element of verbinding aan. Dit word die **molêre massa** (M) van die stof genoem. Die eenheid daarvan is $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.



$$\begin{aligned}\text{Dus: 1 mol suurstofatome} &= 6,02 \times 10^{23} \text{ atome} \\ &= 16 \text{ g}\end{aligned}$$

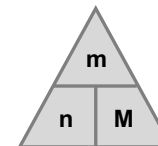
$$\begin{aligned}\text{1 mol suurstofgas (O}_2\text{)} &= 6,02 \times 10^{23} \text{ molekules} \\ &= 32 \text{ g}\end{aligned}$$

Massa van stof na/van mol

$$\text{Aantal mol} = \frac{\text{massa}}{\text{molêre massa}}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$\therefore m = nM$$



Voorbeeld 1:

Bepaal die molêre massa van $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Oplossing:

$$\begin{aligned}M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) &= (2 \times 27) + 3[32 + 4(16)] = 54 + 288 \\ &= 342 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\end{aligned}$$

Voorbeeld 2:

Bereken die aantal mol in:

1) 213 g chloorgas

2) 39,5 g KMnO_4

Oplossing:

$$\begin{aligned}1) n &= \frac{m}{M} \\ &= \frac{213}{71} \\ &= 3 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M(\text{Cl}_2) &= 2 \times 35,5 \\ &= 71 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}2) n &= \frac{m}{M} \\ &= \frac{39,5}{158} \\ &= 0,25 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M(\text{KMnO}_4) &= 39 + 55 + 4(16) \\ &= 158 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\end{aligned}$$



4 MOLÈRE VOLUME VAN GASSE; KONSENTRASIE VAN OPLOSSINGS

Molêre volume van gasse

- By baie chemiese reaksies is die reaktante gasse, óf vind daar gasvorming tydens die reaksie plaas.
- Die hoeveelheid gas gevorm, kan bepaal word deur dit te weeg, dit wil sê die massa te bepaal óf deur dit in 'n gasspuit op te vang en die volume te bepaal.
- Dis makliker om die volume te bepaal en dan na aantal mol en massa om te skakel deur Avogadro se bevindinge te gebruik, nl.:

Volume van gasse by STD

In die eenheid oor gasse is die verband tussen p , V , T en die aantal mol gas (n) met behulp van die ideale gaswet aangedui, nl.:

$$pV = nRT$$

$$\therefore V = \frac{nRT}{p}$$

∴ vir 1 mol gas by STD:

$$V = \frac{1 \times 8,31 \times 273,15}{101,3 \times 10^3}$$

$$= 0,0224 \text{ m}^3$$

$$= 22,4 \text{ dm}^3$$



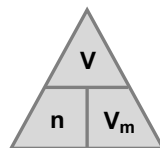
Een mol van enige gas by STD beslaan 'n volume van $22,4 \text{ dm}^3$. Dit staan as die **molêre gasvolume** (V_m) bekend, $V_m = 22,4 \text{ dm}^3$.



Dus:

$\text{N}_2(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{NH}_3(\text{g})$
1 mol = 28 g	1 mol = 2 g	1 mol = 17 g
= $22,4 \text{ dm}^3$	= $22,4 \text{ dm}^3$	= $22,4 \text{ dm}^3$

Volume van 'n gas by STD na/van mol



$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{V}{22,4}$$

$$\therefore V = nV_m$$

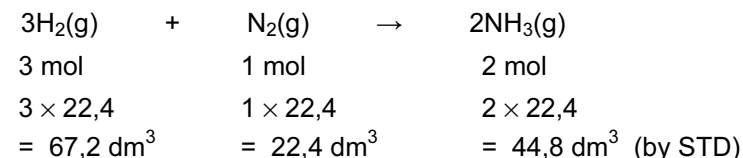
waar: n = aantal mol
 V = werklike volume van gas
 V_m = molêre gasvolume = $22,4 \text{ dm}^3$ } by STD

Volume van gasse by dieselfde temperatuur en druk



Avogadro se wet: Gelyke volumes van verskillende gasse (by dieselfde temperatuur en druk) bevat dieselfde aantal mol gas, dit wil sê dieselfde aantal molekules.

Gasse reageer dus in dieselfde eenvoudige mol- of volumeverhouding met mekaar soos gesien kan word uit die volgende gebalanseerde vergelyking:



Dus:

Die volume van 'n gas is direk eweredig aan die aantal molekules van die gas by 'n bepaalde temperatuur en druk.

In simbole:

$$V \propto n$$

$$V = kn$$

$$\frac{V}{n} = k$$

$$\frac{V_1}{n_1} = k = \frac{V_2}{n_2}$$

waar: V_1, V_2 = volume van gas₁ en gas₂
 n_1, n_2 = aantal mol van gas₁ en gas₂

Die volume van 'n gas word deur die temperatuur en druk beïnvloed. Dus kan die volumes van gasse net met mekaar vergelyk word by dieselfde konstante temperatuur en druk.



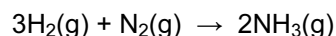
Hierdie konstante verhouding tussen volume en aantal mol vir gasse by dieselfde temperatuur en druk, kan gebruik word om 'n onbekende volume gas te bereken.

Voorbeeld:

200 cm³ stikstofgas word by 'n oormaat waterstofgas gevoeg om ammoniak te vorm. Die reaksie vind plaas by 'n temperatuur van 500 K en 'n druk van 800 kPa.

Bereken die volume ammoniak gevorm.

Oplossing:



$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\therefore \frac{V_2}{200} = \frac{2}{1}$$

$$\therefore V_2 = 400 \text{ cm}^3$$

$n_1(\text{N}_2) = 1$ } uit gebalanseerde
 $n_2(\text{NH}_3) = 2$ } vergelyking
 $V_1(\text{N}_2) = 200 \text{ cm}^3$
 $V_2(\text{NH}_3) = ?$

LW: Die volume kan in enige eenheid wees, maar moet beide kante van die reaksie dieselfde wees.

Kortpad:
 Die volume NH₃ sal twee keer dié van die N₂ wees, aangesien die aantal mol twee keer soveel is.



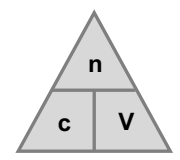
Konsentrasie van oplossings

Berekening van konsentrasie van oplossings

- Indien 'n oplosbare stof in 'n oplosmiddel opgelos word, word 'n homogene oplossing verkry, bv. suiker in water. Hoe meer suiker in dieselfde hoeveelheid water opgelos word, hoe soeter proe dit en hoe hoër is die konsentrasie van die oplossing.
- Die konsentrasie van 'n oplossing word bepaal deur die hoeveelheid (aantal mol) opgeloste stof in 'n sekere volume oplosmiddel. Water word meestal as oplosmiddel gebruik.

Konsentrasie van oplossings na/van mol

Dus: $\text{Konsentrasie} = \frac{\text{aantal mol}}{\text{volume}}$



$$c = \frac{n}{V} \text{ of } c = \frac{m}{MV} \left(\text{vervang } n \text{ met } n = \frac{m}{M} \right)$$

$$\therefore n = cV$$

waar: c = konsentrasie van die oplossing in mol·dm⁻³
 n = aantal mol opgeloste stof
 V = volume van oplossing (dm³)
 eenheid van konsentrasie = mol·dm⁻³

$1 \text{ dm}^3 = 1\,000 \text{ cm}^3 = 1\,000 \text{ ml} = 1 \text{ l}$
 'n Konsentrasie uitgedruk in mol per dm³ (mol·dm⁻³) of mol per liter, word die molariteit of molêre konsentrasie (M) van 'n oplossing genoem, bv. 'n 0,5 M KOH-oplossing is verdunde KOH met 'n konsentrasie van 0,5 mol·dm⁻³.

Voorbeeld:

- 1) Bepaal die konsentrasie van 'n NaOH-oplossing indien 5 g NaOH in 250 cm³ water opgelos word.
- 2) Watter massa koper(II)sulfaat moet in 200 ml water opgelos word om 'n 0,4 mol·dm⁻³-oplossing te lewer?

Oplossing:

$$1) n = \frac{m}{M} = \frac{5}{40} = 0,125 \text{ mol}$$

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,125}{0,25} = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$m = 5 \text{ g}$$

$$M(\text{NaOH}) = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$V = 250 \text{ cm}^3 = 0,25 \text{ dm}^3$$

$$2) c = \frac{m}{MV}$$

$$0,4 = \frac{m}{(159,5)(0,2)}$$

$$c = 0,4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V = 200 \text{ ml} = 0,2 \text{ dm}^3$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 63,5 + 32 + 4(16) = 159,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$0,4 = \frac{m}{31,9}$$

$$m = 0,4 \times 31,9 = 12,76 \text{ g}$$

4 Bereiding van 'n standaardoplossing

'n **Standaardoplossing** is 'n oplossing waarvan die presiese konsentrasie bekend is.



Stappe om 'n standaardoplossing te berei

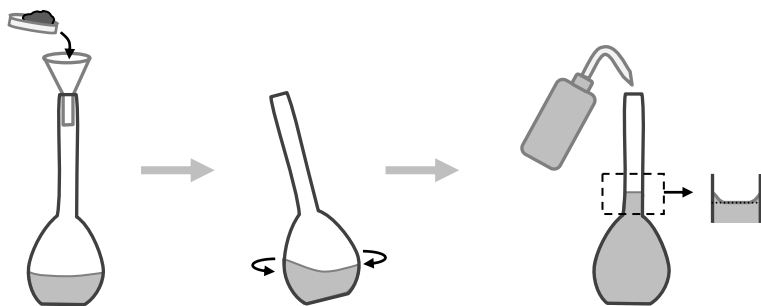
- 1 Bereken die hoeveelheid opgeloste stof wat in 'n spesifieke hoeveelheid oplosmiddel opgelos moet word om die gevraagde konsentrasie te lewer.

Voorbeeld: Berei 'n 250 cm³ NaOH-oplossing met 'n konsentrasie van 0,5 mol·dm⁻³.

$$\begin{aligned} \text{Berekening: } c &= \frac{m}{MV} \\ m &= cMV \\ &= (0,5)(40)(0,25) \\ &= 5 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(\text{NaOH}) &= 23 + 1 + 16 \\ &= 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

- 2 Weeg die korrekte hoeveelheid opgeloste stof akkuraat in 'n horlosieglas op 'n skaal af.
- 3 Gooi dit versigtig met behulp van 'n trechter in 'n koniese fles. Spoel die laaste bietjie van die opgeloste stof versigtig met 'n bietjie gedistilleerde water uit die horlosieglas deur die trechter.
- 4 Voeg eers 'n klein bietjie gedistilleerde water (oplosmiddel) by en beweeg die fles versigtig in die rondte om die stof op te los.
- 5 Voeg nog water versigtig by, presies tot op die regte volume-merkie (die onderkant van die meniskus van die water, moet regoor die merkie wees).
- 6 Skud goed.



Stoïgiometrie berekeninge met konsentrasie en volume

- Die aantal mol stof wat aan 'n chemiese reaksie deelneem, kan uit $n = cV$ bereken word, indien sy konsentrasie en volume bekend is.
- Die aantal mol van enige ander reaktant of produk kan uit die molverhouding van die stowwe in die gebalanseerde vergelyking bepaal word.
- Indien hierdie reaktant of produk se volume bekend is, maar konsentrasie onbekend (of omgekeerd), kan die onbekende waarde uit $n = cV$ bereken word. Dus:

Vir stof a:

$$\text{werklike aantal mol} = c_a V_a$$

Vir stof b:

$$\text{werklike aantal mol} = c_b V_b$$

$$\therefore \frac{c_a V_a}{c_b V_b} = \frac{n_a}{n_b}$$

c_a, c_b = konsentrasie van a en b

V_a, V_b = volume van a en b tydens reaksie

$\frac{n_a}{n_b}$ = molverhouding uit gebalanseerde vergelyking

- Stel al die bekende waardes in en bereken 'n onbekende volume of konsentrasie.

Toepassing: Die berekening van 'n onbekende konsentrasie/volume tydens 'n titrasiereaksie

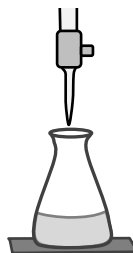
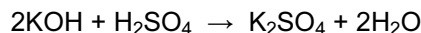
Hierdie soort berekeninge (met konsentrasie en volume) word algemeen tydens titrasiereaksies van 'n suur met 'n basis gebruik om 'n onbekende suur- of basiskonsentrasie te bereken.

Stappe:

- 1 'n Standaardoplossing (met bekende konsentrasie) word van die suur óf die basis gemaak.
- 2 'n Titrasieprosedure word uitgevoer om die suur met basis te neutraliseer (sien bl. 4.24).
- 3 Die volumes van die suur en basis benodig om mekaar te neutraliseer, word aangeteken.
- 4 Die onbekende konsentrasie word uit bogenoemde vergelyking bereken.

Voorbeeld:

12 cm³ van 'n 0,4 mol·dm⁻³ KOH-oplossing word gebruik om 25 cm³ van 'n verdunde swawelsuuroplossing te neutraliseer. Tydens die reaksie vorm kaliumsulfaat en water. Bereken die konsentrasie van die swawelsuuroplossing.

**Oplossing:**

$$\frac{c_a V_a}{c_b V_b} = \frac{n_a}{n_b}$$

$$\therefore \frac{c_a \times 25}{0,4 \times 12} = \frac{1}{2}$$

$$50 \times c_a = 4,8$$

$$c_a = 0,096 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$\approx 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Neem a = 'acid' (H₂SO₄)
b = 'base' (KOH)

Volume bo en onder die lyn
moet dieselfde eenheid hê.



HERSIENING VAN STOÏGIOMETRIESE BEREKENINGE (GRAAD 10)

Kwantitatiewe analise

'n Kwantitatiewe analise van 'n verbinding dui aan uit watter elemente die verbinding bestaan, asook die persentasie/hoeveelheid van elk.

Persentasie samestelling

Die persentasie wat elke element van die verbinding uitmaak (persentasie samestelling van die verbinding) kan bereken word deur die molêre massa van elke element uit te druk as 'n persentasie van die molêre massa van die verbinding.

$$\% \text{ element} = \frac{\text{molêre massa van element}}{\text{molêre massa van verbinding}} \times \frac{100}{1}$$

Voorbeeld:

- 1) Bereken die % samestelling van NH₄NO₃.
- 2) Bereken die massa stikstof in 40 g NH₄NO₃.

Oplossing:

$$1) M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (2 \times 14) + (4 \times 1) + (3 \times 16) = 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\% \text{ N} = \frac{2(14)}{80} \times 100 = 35\%$$

$$\% \text{ H} = \frac{4(1)}{80} \times 100 = 5\%$$

$$\% \text{ O} = \frac{3(16)}{80} \times 100 = 60\%$$

$$2) \text{ Massa N in 40 g} = \frac{35}{100} \times 40 = 14 \text{ g}$$

Empiriese formule en molekulêre formule

- ▶ Die empiriese formule van 'n verbinding dui die eenvoudigste heelgetal verhouding aan waarin die verskillende elemente met mekaar gebind het.
- ▶ Die empiriese formule van 'n verbinding word uit sy persentasie samestelling bereken.
- ▶ Die molekulêre formule kan dieselfde as die empiriese formule of 'n veelvoud daarvan wees, bv. die molekulêre formule van asynsuur is CH₃COOH (of C₂O₂H₄) en sy empiriese formule is COH₂.

Toepassing: Bepaal die empiriese en molekulêre formule van 'n verbinding

Stappe:**Empiriese formule:**

- 1) Neem die persentasie samestelling van die verbinding en druk elke element se persentasie uit as 'n massa in gram. Die totale massa is 100 g.
- 2) Bepaal die aantal mol van elke element: $n = \frac{m}{M}$
- 3) Skryf die molverhouding van die elemente neer.
- 4) Bereken 'n heeltallige molverhouding (deel dwarsdeur met die kleinste waarde) en gebruik hierdie waardes om die empiriese formule neer te skryf.

Molekulêre formule:

- 1) Bereken die molêre massa van die empiriese verbinding. Deel dit in die gegewe molêre massa van die verbinding om die heeltallige verhouding tussen die massas te bepaal.
- 2) Vermenigvuldig die aantal atome van elke element in die empiriese formule met hierdie waarde.

Voorbeeld:

'n Sekere verbinding tussen stikstof en suurstof met 'n algemene formule N_xO_y , bevat 36,8% stikstof. Bepaal die empiriese formule van die verbinding.

Oplossing:

$$\% N = 36,8\% \therefore \% O = 63,2\%$$

$$\therefore N : O$$

$$\text{Stap 1:} = 36,8 \text{ g} : 63,2 \text{ g}$$

$$\text{Stap 2:} = \frac{36,8}{14} \text{ mol} : \frac{63,2}{16} \text{ mol}$$

$$\text{Stap 3:} = 2,63 : 3,95$$

$$\text{Stap 4:} = 1 : 1,5 \\ = 2 : 3$$

$$\therefore \text{Empiriese formule is } N_2O_3$$

$$\text{Aantal mol (n)} = \frac{m}{M}$$

$$M(N) = 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M(O) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Vereenvoudig molverhouding:
deel beide kante deur 2,63
(kleinste waarde)



Stoïometriese berekening met massa, aantal deeltjies, volume (van gasse) en konsentrasie (van oplossings)

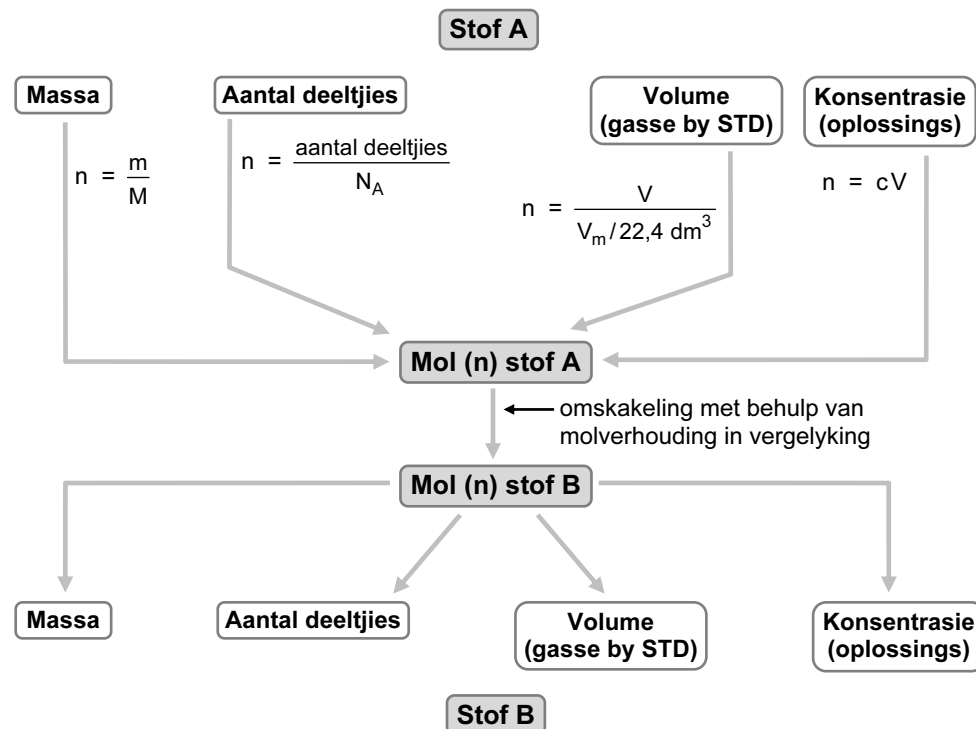
Toepassing: Stoïometriese berekening

Bereken hoeveel van 'n sekere stof (B) tydens 'n chemiese reaksie benodig of gevorm word, indien die hoeveelheid van 'n ander stof (A) wat aan die reaksie deelneem, bekend is.

Stappe:

- 1 Skryf 'n gebalanseerde vergelyking vir die reaksie.
- 2 Onderstreep die stowwe (A en B). Dit is soms nodig om hul molêre massa te bepaal. Stowwe in oormaat kan gewoonlik geïgnoreer word.
- 3 Skakel die gegewe hoeveelheid van stof A (massa/aantal deeltjies ens.) om na mol.
- 4 Bepaal die aantal mol van die stof B wat benodig/gevorm word met behulp van die molverhouding van die twee stowwe in die vergelyking.
- 5 Skakel die berekende aantal mol (van B) om na die massa/aantal deeltjies of volume (gasse), afhangend van wat gevra is.

LW: Die mol, as eenheid om stofhoeveelheid aan te dui, staan sentraal in chemiese stoïometriese berekening. Ander hoeveelhede van stowwe, hetsy die massa, aantal deeltjies, volume (van gasse) of konsentrasie van oplossings, kan na of van die mol omgeskakel word (sien die meegaande skematiese voorstelling).



LW: Vir gasse by ander temperatuur en druk word die ideale gasvergelyking

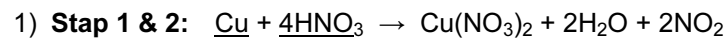
gebruik $\left(n = \frac{pV}{RT} \right)$ om aantal mol of volume te bereken.

**Voorbeeld:**

Stikstofdoksied word in die laboratorium berei deur die reaksie van koper met gekonsentreerde salpetersuur. Die reaksievergelyking is:



- 1) Bereken die massa HNO_3 benodig wat volledig met 12,7 g Cu sal reageer.
- 2) Bereken die volume stikstofdoksiedgas wat by STD gevorm word indien 12,7 g Cu en voldoende HNO_3 met mekaar reageer.
- 3) Bereken die volume stikstofdoksiedgas wat vorm indien 150 cm^3 HNO_3 met konsentrasie van $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ met 'n oormaat koper reageer
 - 3.1) by STD
 - 3.2) by 'n druk van 200 kPa en 'n temperatuur van 25°C .

Oplossing:

Stap 3: Bereken aantal mol in 12,7 g Cu:

$$n = \frac{m}{M}$$

$$= \frac{12,7}{63,5}$$

$$= 0,2 \text{ mol}$$

$$M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m = 12,7 \text{ g}$$

Stap 4: Bereken aantal mol HNO_3 nodig volgens die molverhouding in die vergelyking:

$$\text{Cu} : \text{HNO}_3$$

$$= 1 : 4$$

$$= 0,2 : 0,8$$

Stap 5: Skakel aantal mol HNO_3 om na massa:

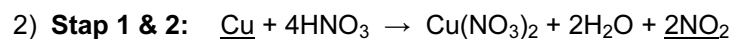
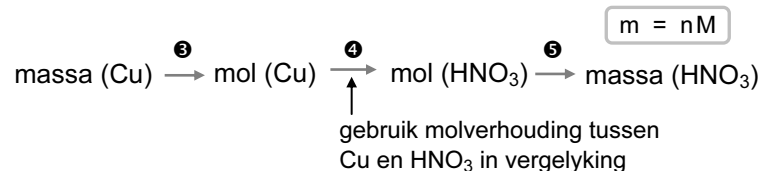
$$m = n \times M = 0,8 \times 63$$

$$= 50,4 \text{ g}$$

$$M(\text{HNO}_3) = 1 + 14 + 3(16)$$

$$= 63 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Dus:



Stap 3: $n(\text{Cu}) = 0,2 \text{ mol}$ (reeds bereken)

Stap 4: Bereken $n(\text{NO}_2)$ gevorm volgens molverhouding:

$$\text{Cu} : \text{NO}_2$$

$$1 : 2 \quad (\text{uit vergelyking})$$

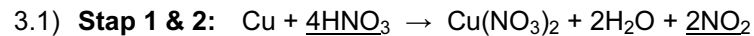
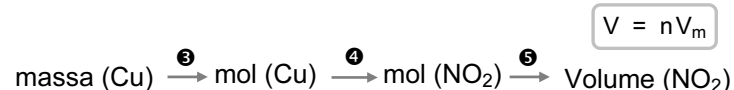
$$= 0,2 : 0,4$$

Stap 5: Skakel $n(\text{NO}_2)$ om na volume:

$$n = \frac{V}{V_m}$$

$$\therefore V = n \times V_m = 0,4 \times 22,4 = 8,96 \text{ dm}^3$$

Dus:



Stap 3: Bereken aantal mol HNO_3

$$n = cV$$

$$= 0,5 \times 0,15$$

$$= 0,075 \text{ mol}$$

$$c(\text{HNO}_3) = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V(\text{HNO}_3) = 150 \text{ cm}^3$$

$$= 0,15 \text{ dm}^3$$

Stap 4: Bereken $n(\text{NO}_2)$ gevorm uit molverhouding

$$\text{HNO}_3 : \text{NO}_2$$

$$= 4 : 2$$

$$= 2 : 1$$

$$= 0,075 : 0,0375$$

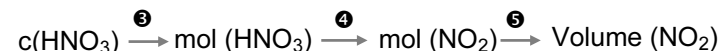
Stap 5: Skakel $n(\text{NO}_2)$ om na volume(NO_2)

$$V = nV_m$$

$$= 0,0375 \times 22,4$$

$$= 0,84 \text{ dm}^3 \text{ NO}_2\text{-gas}$$

Dus:



3.2) Die aantal mol NO_2 is reeds bereken in Vraag 3.1, nl. $n(\text{NO}_2) = 0,0375$

$$pV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{p}$$

$$= \frac{0,0375 \times 8,31 \times 298}{2 \times 10^5}$$

$$= 4,64 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$p = 200 \text{ kPa} = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$T = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

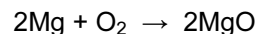
MEER KOMPLEKSE STOÏGIOMETRIESE BEREKENINGE**Beperkende reagens**

reaktant = reagens

- ▶ Wanneer die reaktante vir 'n chemiese reaksie nie in die regte stoïgiometriese verhouding bymekaar gevoeg word nie, sal een reaktant eerste opgebruik word en van die ander reaktant(e) oorbly na afloop van die reaksie.



- ▶ Die reaktant/reagens wat eerste opgebruik word, word die **beperkende reagens** genoem. Hierdie reaktant bepaal wanneer die reaksie stop en hoeveel produkte gevorm word.
- ▶ Beskou die reaksie wat plaasvind wanneer 'n stukkie magnesiumlint in suurstof in die lug brand:



2 mol Mg sal volledig met 1 mol O₂-gas reageer, dit wil sê 48 g Mg benodig 32 g O₂-gas om volledig te reageer. In die lug is daar 'n oormaat suurstof teenwoordig, dus sal die reaksie stop sodra die magnesiumlint uitgebrand het. Die magnesium is dus die beperkende reagens.

Toepassing: Identifiseer die beperkende reagens

Stappe:

- 1 Skryf die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie neer
- 2 Skakel die gegewe massa, aantal deeltjies, volume (by gasse), of konsentrasie (by oplossings) van reaktante A en B om na aantal mol (n_A werklik en n_B werklik)
- 3 Skryf die molverhouding van A : B op uit die chemiese vergelyking, bv. a : b
- 4 Neem die werklike aantal mol gegee van een van die reaktante en bepaal teoreties hoeveel van die ander benodig word volgens die verhouding a : b, bv.:

Neem die werklike aantal mol van reaktant A (n_A werklik) en bepaal hoeveel mol van B benodig word, (n_B benodig)

- 5 Indien n_B (benodig) < n_B (werklik), dan is B in oormaat en A die beperkende reagens

Indien n_B (benodig) > n_B (werklik), dan is B die beperkende reagens

OF

Vergelyk $\frac{n_A \text{ werklik}}{n_B \text{ werklik}}$ met $\frac{a}{b}$:

Indien $\frac{n_A \text{ werklik}}{n_B \text{ werklik}} < \frac{a}{b} \rightarrow$ A beperkende reagens

Indien $\frac{n_A \text{ werklik}}{n_B \text{ werklik}} > \frac{a}{b} \rightarrow$ B beperkende reagens

- 6 Gebruik die beperkende reagens om die hoeveelheid produkte of ongereageerde reaktante te bepaal

Voorbeeld:

Tydens die verbrandingsreaksie van Mg in suurstof word 42 g magnesiumlint in 24 g O₂-gas gebrand. Stel vas watter een van Mg of O₂ die beperkende reagens is.

Oplossing:



Stap 2:

$$n(\text{Mg}) = \frac{m}{M} = \frac{42}{24} = 1,75 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{m}{M} = \frac{24}{32} = 0,75 \text{ mol}$$

Mg (werklik) = 1,75 mol O₂ (werklik) = 0,75 mol

$$m(\text{Mg}) = 42 \text{ g}$$

$$m(\text{O}_2) = 24 \text{ g}$$

Stap 3 & 4: O₂ benodig:

$$\begin{aligned} \text{Mg} &: \text{O}_2 \\ &= 2 : 1 && \text{(uit vergelyking)} \\ &= 1,75 : \frac{1,75}{2} \times 1 \\ &= 1,75 : 0,875 \end{aligned}$$

Stap 5: O₂ (benodig) > O₂ (werklik)

$$0,875 > 0,75$$

∴ O₂ is die beperkende reagens

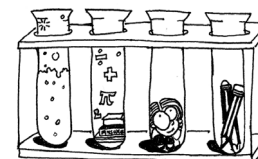
OF

$$\frac{n_{\text{Mg werklik}}}{n_{\text{O}_2 \text{ werklik}}} = \frac{1,75}{0,75} = 2,33$$

$$\frac{\text{Mg}}{\text{O}_2} = \frac{2}{1} = 2$$

maar 2,33 > 2

∴ O₂ is die beperkende reagens



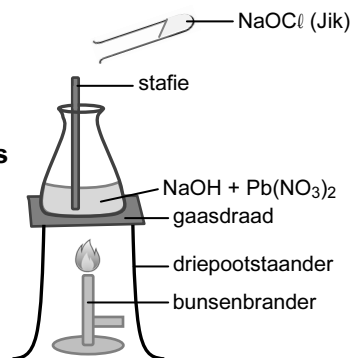
Persentasie opbrengs

Praktiese Onderzoek 1: Bepaal die massa PbO₂ wat uit Pb(NO₃)₂ berei is

Apparaat en metode:

► Berei NaOH-oplossing:

- weeg **10 g NaOH** akkuraat in 'n **horlosiegglas** op 'n **skaal** af
- voeg dit versigtig in 'n **150 ml-koniese fles**
- meet 50 ml **water** in 'n **maatsilinder** af en voeg by die fles
- roer die inhoud van die fles met 'n **stafie** tot opgelos



► Berei Pb(NO₃)₂-oplossing:

- weeg **4 g Pb(NO₃)₂** akkuraat in 'n skoon horlosiegglas op 'n skaal af
- voeg dit versigtig in 'n **250 ml-fles**
- meet 25 ml **water** in 'n maatsilinder af en voeg by die fles
- los die inhoud van die fles in die water op

Om 'n oplossing met 'n bepaalde konsentrasie op te maak, word die opgeloste stof afgeweg, in 'n volumetriese fles gevoeg en tot by die vereiste volume met water opgevul. (Die water word nie apart afgemeet nie, sien bl. 4.5.)



► Berei PbO₂-oplossing:

- voeg die 50 ml NaOH-oplossing versigtig by die Pb(NO₃)₂ in die 250 ml-fles
- plaas die fles op **gaasdraad** op 'n **driepootstaander** oor die vlam van 'n **bunsenbrander**
- draai die vlam tot 'n lae hitte en kook die mengsel vir 5-10 minute terwyl aanhoudend geroer word
- voeg **30 ml** van 'n 3,5% **NaOCl-oplossing** (huishoudelike bleikmiddel) by die mengsel, terwyl dit verder verhit word; roer aanhoudend
- 'n bruinswart neerslag behoort na 5 minute te vorm

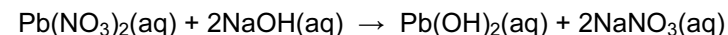
► Versamel die neerslag (PbO₂):

- plaas 'n **proefbuis** in 'n **proefbuisrakkie**
- filtreer die warm mengsel deur 'n **trekter** wat met **filtreerpapier** uitgevoer is; vang die PbO₂-neerslag in die filtreerpapier op
- was dit deur **water** en **verdunde salpetersuur** (**3 × 5 ml** - met **pipet** afgemeet) daaroor te spoel
- plaas die filtreerpapier op 'n **horlosiegglas** en laat oornag droog word
- weeg die PbO₂ akkuraat op 'n **skaal**
- bereken die teoretiese opbrengs wat die reaksie behoort te lewer vanaf die gebalanseerde vergelyking
- bereken die persentasie opbrengs

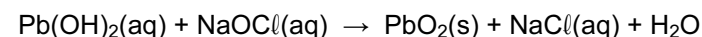
Resultate en gevolgtrekking:

► Die reaksie vind in twee stappe plaas.

- ❶ loodnitraat reageer met natriumhidroksied en vorm lood(II)hidroksied en natriumnitraat



- ❷ lood(II)hidroksied reageer met natriumhipochloriet en vorm lood(IV)oksied (bruinswart neerslag), natriumchloried en water.



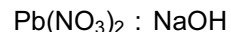
- Die geweegde massa van die loodoksiedneerslag is minder as dit wat teoreties bereken word. Die rede kan wees dat die monster loodnitraat nie suiwer was nie of omdat daar van die reaktante op die filtreerpapier agtergebly het.

► Teoretiese opbrengs:

$$\begin{aligned} n(\text{NaOH}) &= \frac{m}{M} \\ &= \frac{10}{40} \\ &= 0,25 \text{ mol} \\ n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) &= \frac{m}{M} \\ &= \frac{4}{331} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m(\text{NaOH}) &= 10 \text{ g} \\ M(\text{NaOH}) &= 23 + 16 + 1 \\ &= 40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \\ V &= 50 \text{ ml} = 0,05 \text{ dm}^3 \\ m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) &= 4 \text{ g} \\ M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) &= 207 + 2(14) + 6(16) \\ &= 331 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \\ V &= 25 \text{ ml} = 0,025 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

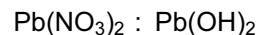
Beperkende reagens:



$$= 1 : 2$$

$$= 0,012 : 0,024$$

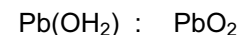
∴ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ is beperkende reagens, NaOH is in oormaat



$$= 1 : 1$$

$$= 0,012 : 0,012$$

Neem aan dat 'n oormaat NaOCl (bleikmiddel) bygevoeg word:



$$= 1 : 1$$

$$= 0,012 : 0,012$$

∴ 0,012 mol PbO_2 -neerslag behoort te vorm

$$m(\text{PbO}_2) = n \times M = 0,012 \times 239 = 2,87 \text{ g}$$

$$\text{Die persentasie opbrengs} = \frac{\text{werklike/geweegde opbrengs}}{\text{teoretiese opbrengs}} \times \frac{100}{1}$$

$$\begin{aligned} M(\text{PbO}_2) &= 207 + 2(16) \\ &= 239 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

Praktiese Onderzoek 2: Bepaal die persentasie CaCO_3 in 'n seeskulp

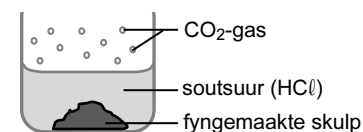
- Kalsiumkarbonaat (CaCO_3) word algemeen in die natuur in rotslae, asook in die skulpe, skelette en doppe van verskeie see- of landorganismes gevind. Dit is dié bestanddeel wat hardheid daaraan verleen.



- Kalsiumkarbonaat reageer geredelik met 'n sterk suur om 'n sout, koolstofdiodsiedgas en water te vorm.

Apparaat en metode:

- Maak 'n **seeskulp** met 'n **stamper in 'n vysel** fyn.
- Plaas die fyngemaakte skulp op 'n stukkie **filtreerpapier** en bepaal die massa van die skulp (trek die massa van die filtreerpapier af).
- Plaas die skulp in 'n **100 ml-beker** en bedek met genoeg **soutsuur met 'n konsentrasie van $3 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$** . Gasborrels word waargeneem as gevolg van die vrystelling van CO_2 .
- Wag totdat dit ophou borrel en die reaksie voltooi is.
- Filtreer die mengsel om die ongereageerde residu te verwyder; gebruik 'n **skaal** en bepaal die massa van die residu/onsuiwerhede.
- Laat die filtraat toe om uit te droog en bepaal die massa van die droë filtraat.



Resultaat en gevolgtrekking:

- Die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie is as volg:

$$\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
 - Die massa van die droë filtraat (die CaCl_2 -sout gevorm), kan gebruik word om die massa CaCO_3 in die skulp met 'n stoïgiometriese berekening te bepaal, nl.:
 - skakel massa (CaCl_2) om na mol
 - bereken aantal mol CaCO_3 volgens molverhouding in vergelyking:

$$\begin{aligned} \text{CaCl}_2 : \text{CaCO}_3 \\ = 1 : 1 \end{aligned}$$
 - skakel die aantal mol CaCO_3 om na massa
- OF**
- die massa CaCO_3 = massa skulp oorspronklik - massa residu

- Bereken die persentasie CaCO_3 as volg:

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{\text{massa CaCO}_3}{\text{massa skulp}} \times \frac{100}{1}$$