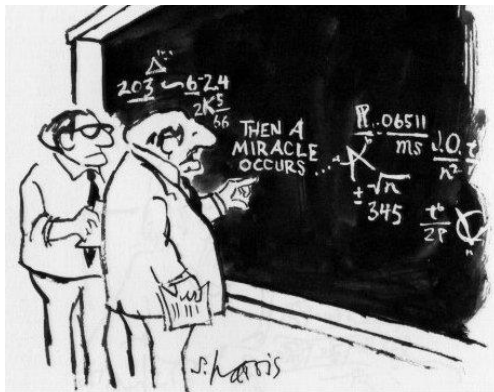


4.3 Chemisch Rekenen

Bij Chemie Overal Hfd. 4

3V



"I think you should be more explicit here in step two."

from *What's so Funny about Science?* by Sidney Harris (1977)



Naam: _____ Klas: _____

§4.3.1 Tellen met grote getallen

In het dagelijks leven tellen we regelmatig het *aantal* van bepaalde voorwerpen. Vaak bepalen we dan *hoeveel* voorwerpen er precies zijn. Bijvoorbeeld 3 schriften, 2 kaartjes voor een bioscoop, 4 ijsjes etc.

We kennen ook een aantal begrippen die staan voor een bepaald aantal:

- 1 paar sokken = 2 stuks
- 1 dozijn eieren = 12 eieren
- 1 krat bierflesjes = 24 bierflesjes
- 1 krat bierflesjes = 2 dozijn bierflesjes
- 1 gros figuurzaagjes = 144 stuks = 12 dozijn figuurzaagjes



2 paar sokken =
4 sokken totaal

Met bovenstaande begrippen kunnen we ook tellen:

- 2 dozijn = 24 stuks
- 3 dozijn = $3 \times 12 = 36$ stuks
- 3,25 dozijn = $3,25 \times 12 = 39$ stuks
- 3 gros = 3×12 dozijn = 432 stuks
- 4 kratten = $4 \times 24 = 96$ bierflesjes

Als de aantallen veel groter worden dan 100 of 1000, dan spreken we alleen nog van verpakkingseenheden:

- 1 pak hagelslag ~ 20.000 hagelslagkorrels
- 50 pakken hagelslag ~ 1.000.000 hagelslagkorrels
- 1 pak rijst ~ 25.000 rijstkorrels
- 1 pak kristalsuiker (1 kg) ~ 1.000.000 suikerkorreltjes = 1 miljoen suikerkorreltjes
- 1 pak keukenzout (1 kg) ~ 10.000.000 zoutkorreltjes = 10 miljoen zoutkorreltjes
- 100 pakken keukenzout ~ 1.000.000.000 zoutkorreltjes = 1 miljard zoutkorreltjes

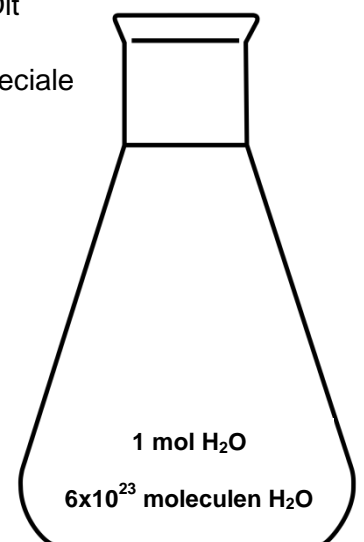
Gaan we naar nog grotere hoeveelheden, dan krijgen we de volgende namen voor aantallen:

- 1 biljoen = 1 miljoen \times 1 miljoen = 1.000.000.000.000
- 1 biljoen = $10^6 \times 10^6 = 10^{12}$
- 1 quadriljoen = 1 biljoen \times 1 biljoen
- 1 quadriljoen = 1.000.000.000.000 \times 1.000.000.000.000 = $10^{12} \times 10^{12} =$
1.000.000.000.000.000.000.000.000 = 10^{24}

30 mL water bevat ongeveer 1 quadriljoen watermoleculen!

In de scheikunde rekenen we met hele grote getallen (aantal moleculen). Dit werken met hele grote getallen is erg lastig en leidt tot onnodige fouten. Om niet te hoeven rekenen met enorm grote getallen gebruiken we een speciale grootte: de chemische hoeveelheid (n) met eenheid mol

1 mol van een stof bevat ongeveer 6×10^{23} moleculen



Oefenopgaven §4.3.1

- 1 Hoeveel eieren zitten er in 1,5 dozijn?
- 2 Hoeveel figuurzaagjes zitten er in 3,25 gros?
- 3 Hoeveel flesjes zitten er in 25 kratten?
- 4 Hoeveel hagelslagkorrels zitten er en 3,75 pakken hagelslag?
- 5 Hoeveel zoutkorrels zitten er in 2,25 pakken keukenzout?
- 6 Hoeveel watermoleculen zitten er 1,5 mol water?
- 7 Hoeveel ijzeratomen zitten er in 0,25 mol ijzer?
- 8 Hoeveel dozijn komt overeen met 144 eieren?
- 9 Hoeveel gros komt overeen met 1000 punaises?
- 10 Hoeveel pakken hagelslag komen overeen met 100.000 korrels hagelslag?
- 11 Hoeveel pakken keukenzout komen overeen met 1 biljoen zoutkristalletjes?
- 12 Hoeveel mol komt overeen met 60×10^{23} moleculen?
- 13 Hoeveel mol komt overeen met 6000 atomen ijzer?
- 14 Hoeveel mol komt overeen met 1 biljoen watermoleculen?

§4.3.2 De chemische hoeveelheid (mol)

In §4.3.1 hebben we gezien dat we bij grotere aantallen kunnen tellen in verzamelingen, zoals dozijn, gros, krat, pak hagelslag, pak suiker, pak zout en mol.

Deze aantallen zijn ook te koppelen aan massa's door gebruik te maken van de gemiddelde massa van een ei.

$$1 \text{ ei} = 62,3 \text{ g}$$

$$10 \text{ eieren} = 10 \times 62,3 \text{ g} = 623 \text{ g}$$

$$1 \text{ dozijn} = 12 \times 62,3 \text{ g} = 747,6 \text{ g}$$

Dus de eieren wegen 747,6 g per dozijn

$$5 \text{ dozijn} = 5 \text{ dozijn} \times 747,6 \text{ g/dozijn} = 3738 \text{ g} = 3,738 \text{ kg}$$

1 dozijn eieren = 747,6 gram



In de scheikunde wordt bij chemisch rekenen gebruik gemaakt van het begrip mol.

Een mol is vergelijkbaar met een pakketje moleculen.

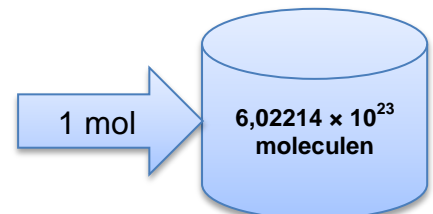
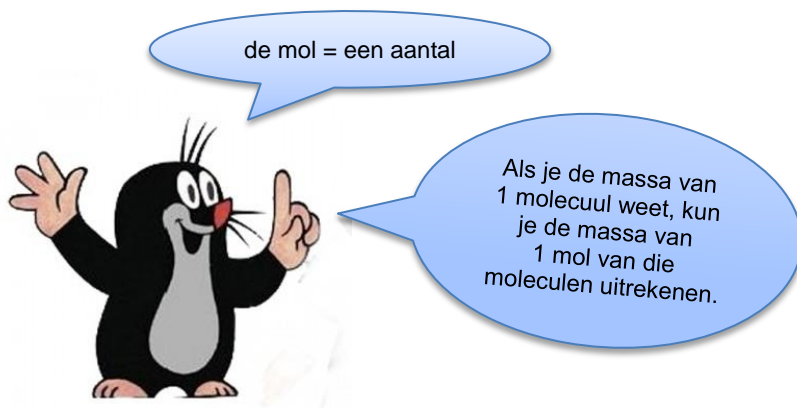
In zo'n pakketje zitten $6,02214 \times 10^{23}$ moleculen.

Een mol koolstof bestaat uit even veel deeltjes als een mol zuurstof, maar de massa van een mol koolstof is anders dan dat van een mol zuurstof.

De mol wordt in de chemie gebruikt om te vertellen hoeveel stof er aanwezig is.

Dus: 1 dozijn eieren = 12 eieren

1 mol moleculen = $6,02214 \times 10^{23}$ moleculen



§4.3.3 Atoommassa en molecuulmassa (zie ook boek §3.3 blz. 86)

De massa van een atoom: de atoommassa

De massa van een hoeveelheid stof (hoeveelheid moleculen) wordt bepaald door het aantal atomen en de atoomsoorten die in de stof voorkomen. Omdat atomen erg klein zijn wordt de atoommassa niet gemeten in de eenheden gram of kilogram. De eenheid die we gebruiken voor de massa van atomen en moleculen is de atomaire massa-eenheid u.

u komt van het woordje 'unit' en is een heel klein deel van een gram.

$$1 \text{ u} = 1,6605 \times 10^{-24} \text{ g} = 0,00000000000000000000000016605 \text{ g}$$

De atoommassa 's staan in het periodiek systeem. Deze hoef je niet uit je hoofd te weten. In bijlage 1 van deze reader staat het periodiek systeem.

Bijvoorbeeld:

Eén waterstofatoom heeft een massa van 1,01 u

Eén ijzeratoom heeft een massa van 55,85 u

Meestal wordt de atoommassa afgerond op 2 decimalen (= 2 cijfers achter de komma).

De massa van een molecuul: de molecuulmassa (m)

Met de molecuulformule van een stof kun je de molecuulmassa (m) bepalen. In de molecuulformule staat welke atoomsoorten er in het molecuul voorkomen. Door de index wordt ook aangegeven hoeveel atomen van elk soort er in elk molecuul zitten. Door de atoommassa van alle atomen op te tellen bereken je de molecuulmassa.

Je kunt de **molecuulmassa (m)** van een stof berekenen

- 1 - Schrijf de molecuulformule van de stof op.
- 2 - Schrijf eronder welk atoomsoorten er in het molecuul voorkomen.
- 3 - Bepaal de hoeveelheid atomen van elke soort in het molecuul.
- 4 - Zoek de atoommassa's van de atoomsoorten op.
- 5 - Vermenigvuldig de aantallen met de atoommassa's.
- 6 - Tel alle berekende massa's bij elkaar op.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

H_2O

H en O

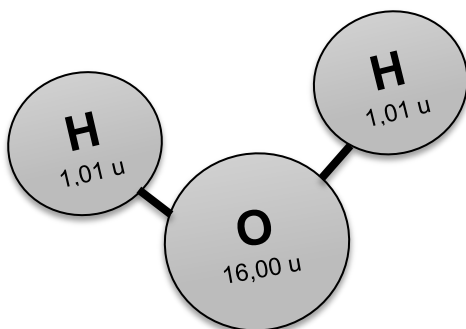
2xH en 1xO

$$\text{H} = 1,01\text{u} + \text{O} = 16,00\text{u}$$

$$(2 \times 1,01) + (1 \times 16,00) =$$

$$18,02 \text{ u}$$

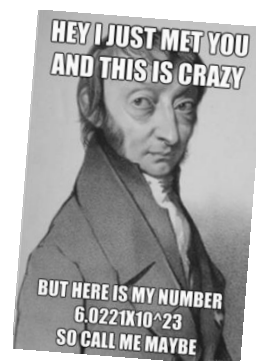
De molecuulmassa van water is 18,02u → $m(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ u}$



Eén H_2O molecuul heeft een molecuulmassa van 18,02u

§4.3.4 Molaire massa

Het getal $6,02214 \times 10^{23}$ wordt het *getal van Avogadro* genoemd. Een mol stof is echter zo'n groot getal dat het nooit echt geteld kan worden, het wordt gewogen. Daarom is het getal $6,02214 \times 10^{23}$ een meetwaarde. Waarom heeft dit getal deze waarde?



De massa van 1 molecuul in u = de massa van 1 mol in gram

Kijk maar in onderstaande tabel 1.

Stof	Molecuul massa in u	Massa van 1 mol moleculen in u	Massa van 1 mol moleculen in gram ($1 \text{ u} = 1,6605 \times 10^{-24} \text{ g}$)
H_2	2,02 u	$2,02 \times 6,022 \times 10^{23} = 1,216 \times 10^{24} \text{ u}$	$1,216 \times 10^{24} \text{ u} \times 1,6605 \times 10^{-24} \text{ g} = \mathbf{2,02 \text{ g}}$
H_2O	18,02 u	$18,02 \times 6,022 \times 10^{23} = 1,0852 \times 10^{25} \text{ u}$	$1,0852 \times 10^{25} \text{ u} \times 1,6605 \times 10^{-24} \text{ g} = \mathbf{18,02 \text{ g}}$
Fe	55,85 u	$55,85 \times 6,022 \times 10^{23} = 3,3633 \times 10^{25} \text{ u}$	$3,3633 \times 10^{25} \text{ u} \times 1,6605 \times 10^{-24} \text{ g} = \mathbf{55,85 \text{ g}}$

Tabel 1: Molecuulmassa's en molaire massa's

Oftewel de molecuulmassa in u is wat waarde betreft gelijk is aan de massa van één mol moleculen in gram: de molaire massa. Dit is in de praktijk handig en ook belangrijk.

Definitie:

Molaire massa = de massa van één mol moleculen

Grootheid : **Molaire massa**
Symbool grootheid : **M**
Eenheid : **gram per mol (g/mol)**



De waarde van de molaire massa kan dus op precies dezelfde wijze berekend worden als van de molecuulmassa.

Molecuulmassa van water:

$$m_{\text{water}} = 2 \times 1,008 \text{ u} + 16,00 \text{ u} = 18,02 \text{ u}$$

Molaire massa van water:

$$M_{\text{water}} = 2 \times 1,008 \text{ g/mol} + 16,00 \text{ g/mol} = 18,02 \text{ g/mol}$$

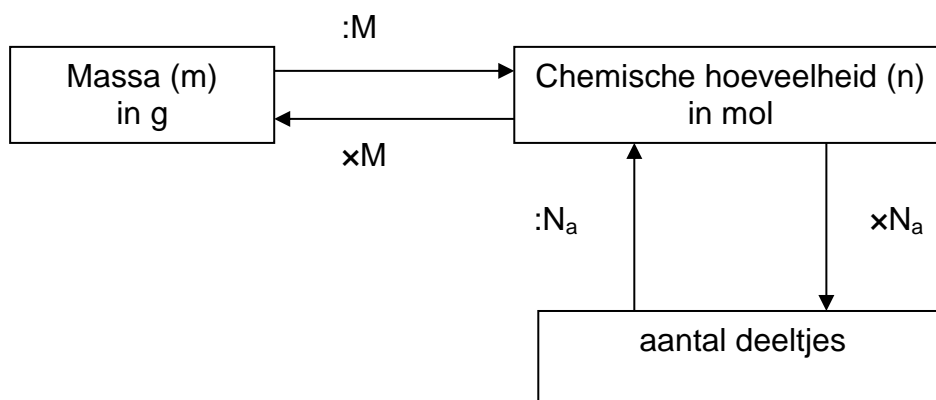
Een molecuulmassa van ...X... u ?
Dan een molaire massa van ...X... g/mol !

Oefenopgaven §4.3.4

- 15 Bereken de molecuulmassa van waterstofperoxide (H_2O_2)
- 16 Bereken de molaire massa van koperoxide (CuO)
- 17 Bereken de molaire massa van natriumchloride (NaCl)
- 18 Bereken de molecuulmassa van koolstofdioxide (CO_2)
- 19 Bereken de molecuulmassa van zwaveltrioxide (SO_3)
- 20 Bereken de molaire massa van glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)

§4.3.5 Omrekenen met behulp van de molaire massa

Om de massa van een stof om te rekenen in de chemische hoeveelheid en andersom kan gebruik gemaakt worden van het onderstaande schema (figuur 1).



Figuur 1: Omrekenenschema

m	= massa	(g)
M	= molaire massa	(g/mol)
n	= chemische hoeveelheid	(mol)
N_a	= getal van Avogadro	= 6,02214 × 10 ²³ deeltjes/mol

Het verband tussen de chemische hoeveelheid en de massa kan ook met de volgende formule worden weergegeven.

$$m = M \times n$$

Voorbeeld 1

Hoeveel mol is 5,0 gram suiker (C₁₂H₂₂O₁₁).

De massa staat linksboven in het omrekenenschema, de chemische hoeveelheid staat rechtsboven in het schema. In het schema is te zien dat de chemische hoeveelheid te berekenen is door de massa van de stof te delen door de molaire massa van suiker.

Afspraak: Iedere rekenstap in het omrekenenschema wordt op een aparte regel geschreven. In de berekening worden de eenheden voortdurend vermeld. Achter het antwoord wordt de molecuulformule van de stof geschreven.

$$M_{\text{suiker}} = (12 \times 12,01) + (22 \times 1,008) + (11 \times 16,00) = 342,3 \text{ g/mol}$$

$$5,0 \text{ g} : 342,3 \text{ g/mol} = 0,015 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$$

Dus 5,0 gram C₁₂H₂₂O₁₁ komt overeen met 0,015 mol C₁₂H₂₂O₁₁

Voorbeeld 2

Hoeveel gram wegen $2,5 \times 10^{25}$ moleculen water?

Het aantal moleculen staat rechtsonder in het schema. De massa staat linksboven in het omrekeningschema. In het schema is te zien dat het aantal moleculen eerst gedeeld moet worden door het getal van Avogadro. Hierna moet de nu berekende chemische hoeveelheid n vermenigvuldigd worden met de molaire massa van water

$$M_{\text{water}} = (2 \times 1,008) + 16,00 = 18,02 \text{ g/mol}$$

$$2,5 \times 10^{25} \text{ moleculen} : (6,02214 \times 10^{23}) \text{ moleculen/mol} = 41,51 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$41,51 \text{ mol} \times 18,02 \text{ g/mol} = 748 \text{ g H}_2\text{O}$$

Dus $2,5 \times 10^{25}$ moleculen water hebben een massa 748 g

Oefenopgaven §4.3.5

- 21 Hoeveel mol is 0,14 g natriumchloride (NaCl)?
- 22 Hoeveel mol is $5,62 \times 10^{-3}$ g kaliumsulfiet (K_2SO_3)?
- 23 Hoeveel moleculen zitten er in 125 g butaan (C_4H_{10})?
- 24 Hoeveel gram weegt $1,2 \times 10^{-5}$ mol glucose?
- 25 Hoeveel gram weegt 30 mol zuurstof?
- 26 Met hoeveel mol komen $3,0 \times 10^{24}$ moleculen water overeen?
- 27 Hoeveel moleculen zitten er in 3,0 g zwaveldioxide?
- 28 Hoeveel mol is 23 mg hexaan (C_6H_{14})?
- 29 Hoeveel mol is 3,4 kg ijzer(III)oxide (Fe_2O_3)?
- 30 Hoeveel gram wegen $1,3 \times 10^{21}$ moleculen ozon (O_3)?
- 31 Met hoeveel mol komen $1,2 \times 10^{21}$ moleculen natriumoxide overeen (Na_2O)?
- 22 Hoeveel mol is 3,2 kg ammoniumchloride (salmiak NH_4Cl)?
- 33 Hoeveel gram weegt 0,125 mol waterstofperoxide (H_2O_2)?
- 34 Met hoeveel gram komen $6,2 \times 10^{21}$ moleculen natriumfosfaat (Na_3PO_4) overeen?
- 35 Hoeveel mol is 23 mg suiker ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)?

§4.3.6 De molverhouding

De chemische hoeveelheid van een stof kan met behulp van de molaire massa berekend worden. In de volgende stap wordt een verband gelegd tussen de chemische hoeveelheid van een stof A en een stof B. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de reactievergelijking. *Met behulp van de reactievergelijking kan de molverhouding tussen twee stoffen gevonden worden. Zie het volgende voorbeeld:*

Voorbeeld 1

Bij de ontleding van de stof aluminiumoxide ontstaat naast de vaste stof aluminium ook het gas zuurstof.

De reactievergelijking die bij deze reactie hoort ziet er als volgt uit:



Wat betekent deze reactievergelijking nu eigenlijk:

- 2 moleculen Al_2O_3 ontleden in 4 atomen Al en 3 moleculen O_2
- 8 moleculen Al_2O_3 ontleden in 16 atomen Al en 12 moleculen O_2
- 100 moleculen Al_2O_3 ontleden in 200 atomen Al en 150 moleculen O_2
- $2 \times 6,022 \times 10^{23}$ moleculen Al_2O_3 ontleden in $4 \times 6,022 \times 10^{23}$ atomen Al en $3 \times 6,022 \times 10^{23}$ moleculen O_2
- Dus ook: 2 mol Al_2O_3 ontleedt in 4 mol Al en 3 mol O_2

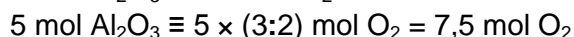
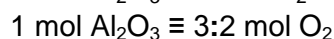
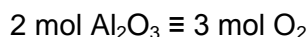
De molverhouding kan dus rechtstreeks uit de reactievergelijking gehaald worden. Dit wordt op de volgende manier opgeschreven:



\equiv betekent
'staat tot'

Voorbeeld 2

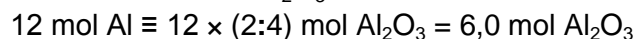
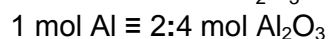
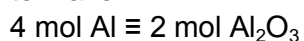
Bereken hoeveel mol zuurstof (O_2) ontstaat als 5 mol aluminiumoxide (Al_2O_3) ontleedt wordt.



Dus bij de ontleding van 5 mol Al_2O_3 ontstaat 7,5 mol O_2 .

Voorbeeld 3

Bereken hoeveel mol aluminiumoxide (Al_2O_3) ontleed moet worden om 12 mol aluminium (Al) te maken.



Dus om 12 mol Al te maken moet je 6,0 mol Al_2O_3 ontleeden.

Oefenopgaven §4.3.6

- 36 Bij de reactie tussen campinggas (butagas, butaan, C_4H_{10} (g)) en zuurstof ontstaat naast koolstofdioxide ook water. Deze reactie heet een volledige verbranding.
- Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van butaan.
 - Bereken hoeveel mol zuurstof nodig is voor de volledige verbranding van 5,0 mol butaan.
 - Bereken hoeveel mol water er ontstaat bij de volledige verbranding van 5,0 mol butaan.
- 37 In een hoogoven wordt ijzer(III)oxide (Fe_2O_3 (s)) samen met koolstof omgezet in vloeibaar ijzer en koolstofdioxide
- Geef de reactievergelijking voor de omzetting van ijzer(III)oxide in ijzer.
 - Bereken hoeveel mol ijzer er ontstaat als 100 mol ijzer(III)oxide wordt omgezet.
 - Bereken hoeveel mol koolstof er nodig is om 300 mol ijzer te maken.
- 38 Bij de ontleding van de stof kaliumchloraat ($KClO_3$ (s)) ontstaat naast kaliumchloride (KCl (s)) ook zuurstof. Kaliumchloraat is de enige beginstof.
- Geef de reactievergelijking voor de ontleding van kaliumchloraat.
 - Bereken hoeveel mol kaliumchloraat ontleedt moet worden om 10,0 mol zuurstof te maken.
 - Bereken hoeveel mol kaliumchloride hierbij ontstaat.
- 39 Om zwaveldioxide uit een gasstroom te verwijderen laat men zwaveldioxide reageren met diwaterstofmonosulfide (H_2S (g)). Hierbij ontstaat vast zwavel en waterdamp.
- Geef de reactievergelijking van de reactie tussen zwaveldioxide en diwaterstofmonosulfide.
 - Bereken hoeveel mol zwavel er ontstaat als 20 mol zwaveldioxide uit een gasstroom verwijderd moet worden.
 - Bereken hoeveel mol diwaterstofmonosulfide hierbij nodig is.
- 40 Bij de ontleding van gesmolten natriumchloride ($NaCl$) ontstaat naast natrium ook chloorgas. Natriumchloride is enige beginstof.
- Geef de reactievergelijking voor de ontleding van natriumchloride.
 - Bereken hoeveel mol natriumchloride nodig is om 0,15 mol chloor te maken.
 - Bereken hoeveel mol natrium gemaakt kan worden als er 0,50 mol natriumchloride ontleed wordt.

§4.3.7 Het stappenplan

Bij chemische berekeningen moeten er vaak meerdere stappen achter elkaar gemaakt worden. Hierbij kan men snel het overzicht kwijt raken. Om wel overzicht te houden is het volgende stappenplan bedacht:

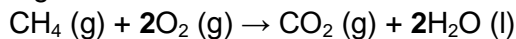


- 1) Noteer de gegevens.
- 2) Noteer het gevraagde.
- 3) Reken het gegeven om naar mol (§4.3.4).
- 4) Noteer de molverhouding (§4.3.5).
- 5) Bereken het gevraagde in mol
- 6) Reken het gevraagde om naar de gewenste eenheid (§4.3.4).
- 7) Controleer je antwoord en noteer de conclusie van je berekening:
 - a. Is de juiste stof berekend?
 - b. Staat er een eenheid achter het antwoord?

Voorbeeld

- vb1 Bij de volledige verbranding van aardgas (methaan) ontstaat naast koolstofdioxide ook water. Bij een verbranding reageert de brandstof met zuurstof. Bij deze volledige verbranding reageert aardgas dus met zuurstof.
- a Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van aardgas.
 - b Bereken hoeveel gram zuurstof nodig is om 1,0 gram aardgas volledig te verbranden.
 - c Bereken hoeveel gram water hierbij zal ontstaan.

Vraag a



Vraag b

Gegeven 1,0 g CH₄

Gevraagd g O₂

$$M_{\text{methaan}} = 12,01 + (4 \times 1,008) = 16,04 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{zuurstof}} = 2 \times 16,00 = 32,00 \text{ g/mol}$$

Gegeven omrekenen naar mol

$$1,0 \text{ g} : 16,04 \text{ g/mol} = 0,0623 \text{ mol CH}_4$$

Gevraagde berekenen in mol

$$1 \text{ mol CH}_4 \equiv 2 \text{ mol O}_2$$

$$0,0623 \text{ mol CH}_4 \equiv 2 \times 0,0623 \text{ mol O}_2 = 0,125 \text{ mol O}_2$$

Gevraagde omrekenen naar gram

$$0,125 \text{ mol} \times 32,00 \text{ g/mol} = 4,0 \text{ g O}_2$$

Om 1,0 gram CH₄ volledig te verbranden is 4,0 g O₂ nodig.

Vraag c

Gevraagd ... g H₂O

$$M_{\text{water}} = 2 \times 1,008 + 16,00 = 18,02 \text{ g/mol}$$

Gevraagde berekenen in mol

$$1 \text{ mol CH}_4 \equiv 2 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$0,0623 \text{ mol CH}_4 \equiv 2 \times 0,0623 \text{ mol H}_2\text{O} = 0,125 \text{ mol H}_2\text{O}$$

Gevraagde omrekenen naar gram

$$0,125 \text{ mol} \times 18,02 \text{ g/mol} = 2,2 \text{ g H}_2\text{O}$$

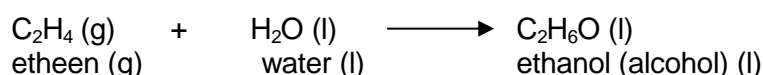
Bij de verbranding van 1,0 gram CH₄ zal 2,2 g H₂O ontstaan.

Oefenopgaven §4.3.7

- 41 Als het metaal magnesium in een vlam wordt gehouden, zal het magnesium gaan branden met een fel wit licht. Magnesium reageert met zuurstof. Er ontstaat een wit poeder (magnesiumoxide = MgO).
- Geef de reactievergelijking voor de verbranding van magnesium.
 - Bereken hoeveel gram zuurstof nodig is om 2,00 gram magnesium volledig te verbranden.
 - Bereken hoeveel gram magnesiumoxide hierbij ontstaat.
- 42 In de mond is een enzym aanwezig dat sacharose omzet in glucose (C₆H₁₂O₆). Hierbij reageert sacharose (C₁₂H₂₂O₁₁) met water waardoor glucose ontstaat.
- Geef de reactievergelijking voor de omzetting van sacharose in glucose.
 - Bereken hoeveel gram glucose er ontstaat als 5,0 gram suiker in de mond is omgezet in glucose.
- 43 Gistcellen zijn in staat om een glucose oplossing in afwezigheid van zuurstof om te zetten in opgelost alcohol (C₂H₆O) en koolstofdioxide.
- Geef de reactievergelijking voor de vergisting van glucose
 - Bereken hoeveel moleculen alcohol er ontstaan als er 1,2 gram glucose vergist wordt.
 - bereken hoeveel gram koolstofdioxide hierbij ontstaat.
- 44 Bij de volledige verbranding van ammoniak (NH₃ (aq)) ontstaat naast het gas stikstof ook water. Bij de volledige verbranding reageert ammoniak met zuurstof.
- Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van ammoniak.
 - Bereken hoeveel gram ammoniak nodig is om 10,0 gram water te maken.
 - Bereken hoeveel gram zuurstof voor deze verbranding nodig is.
- 45 Een koperchloride oplossing (CuCl₂ (aq), *mag eigenlijk zo niet geschreven worden*) kan door middel van elektrolyse worden ontleedt in koper en chloorgas. CuCl₂(aq) is enige beginstof.
- Geef de reactievergelijking voor de elektrolyse van een koperchloride oplossing.
 - Berken hoeveel gram koper er ontstaat bij de elektrolyse van 0,54 gram koperchloride.
 - Bereken hoeveel moleculen chloor er bij deze ontleding ontstaan.

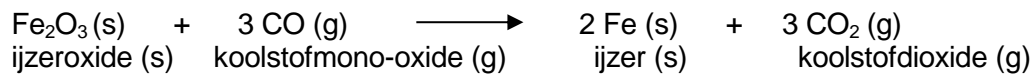
Extra oefenopgaven §4.3.7

- 46 Alcohol wordt wel gebruikt om de huid te ontsmetten voordat iemand een injectie krijgt. Alcohol wordt in de industrie gemaakt door etheen met water te laten reageren. Hierbij treedt de volgende reactie op:

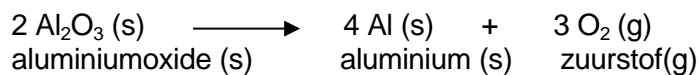


- Bereken de molaire massa van etheen, water en ethanol.
- Hoeveel gram ethanol ontstaat er uit 1500 gram etheen en voldoende water?
- Hoeveel gram water is er nodig om 1500 gram etheen om te zetten in ethanol?
- Hoeveel gram van welke stoffen is er na afloop van de reactie in de kolf aanwezig als er 300 gram etheen wordt samengevoegd met 200 gram water?

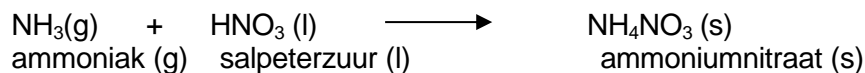
- 47 Bij Corus maakt men ijzer uit ijzeroxide (het belangrijkste bestanddeel van ijzererts). De reactievergelijking van de reactie die hierbij optreedt, luidt als volgt:



- Bereken de molaire massa van ijzeroxide, koolstofmono-oxide, ijzer (eigenlijk atomaire massa) en koolstofdioxide.
 - Bereken hoeveel ijzer er kan ontstaan uit 1000 gram ijzeroxide.
 - Bereken hoeveel gram koolstofmono-oxide er nodig is om 1000 gram ijzeroxide om te zetten in ijzer.
 - Bereken hoeveel ton ijzeroxide er nodig is om 1,00 ton ijzer te produceren.
 - Omdat het ijzererts niet zuiver is, is er 1,50 ton ijzererts nodig om 1,00 ton ijzer te maken. Bereken hoeveel ton ijzeroxide er in 1,00 ton erts zit.
 - Bereken hoeveel ton ijzer er kan ontstaan uit 3,50 ton ijzeroxide en 3,50 ton koolstofmono-oxide
- 48 Aluminium wordt gemaakt door aluminiumoxide met behulp van elektriciteit te ontleden in aluminium en zuurstof. Hierbij treedt de volgende reactie op:

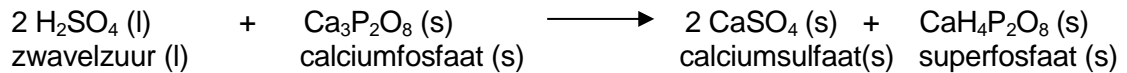


- Bereken de molaire massa van aluminiumoxide en de atomaire massa van aluminium.
 - Hoeveel aluminium levert het ontleden van 1,00 kg aluminiumoxide op?
- Een lading bauxiet (aluminiumoxide-erts) van 25,00 ton levert 12,50 ton aluminium op.
- Bereken het percentage aluminiumoxide in de bauxiet.
- 49 Kunstmest bevat allerlei meststoffen om planten goed te laten groeien. Eén van deze meststoffen is ammoniumnitraat. Dit wordt gemaakt door ammoniak met salpeterzuur te laten reageren volgens de vergelijking:



- Bereken de molaire massa van ammoniak, salpeterzuur en ammoniumnitraat.
- Hoeveel gram ammoniak is er nodig om 100 gram ammoniumnitraat te maken?
- Hoeveel gram ammoniumnitraat ontstaat er uit 250 gram salpeterzuur en voldoende ammoniak?
- Hoeveel gram ammoniumnitraat ontstaat er als 500 gram salpeterzuur en 2500 gram ammoniak worden samengevoegd?

- 50** Planten hebben, behalve stikstof (N), ook fosfor (P) nodig. Dit halen ze uit fosfaten die ook in kunstmest verwerkt worden. Men maakt superfosfaat uit zwavelzuur en calciumfosfaat volgens de reactievergelijking:



Superfosfaat lost beter in water op dan calciumfosfaat. Planten kunnen daardoor fosfor beter opnemen.

- Bereken de molaire massa van zwavelzuur, calciumfosfaat, calciumsulfaat en superfosfaat.
- Hoeveel kg zwavelzuur en hoeveel kg calciumfosfaat is er nodig om 12,5 kg superfosfaat te maken?
- Hoeveel kg calciumsulfaat ontstaat hierbij?
- Zou de kunstmestfabriek calciumsulfaat, ofwel gips, weggooien? Leg uit.

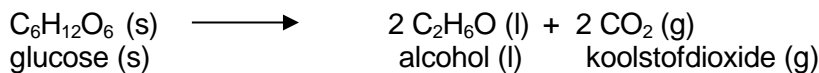
- 51** In een fles wijn zit 0,75 liter wijn. Op het etiket staat dat de wijn 12 volume% alcohol bevat.

- Bereken hoeveel mL alcohol er in de fles wijn zit.

Alcohol heeft een dichtheid van 0,80 gram/ml

- Bereken het gewicht van 90 mL alcohol.

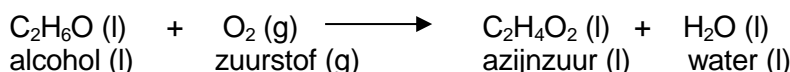
Wijn wordt gemaakt uit druiven. In druivensap zit glucose. Bij het maken van wijn wordt glucose omgezet in alcohol en koolstofdioxide. De reactievergelijking hiervan is:



Uit de reactievergelijking blijkt dat uit één molecuul glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) twee moleculen alcohol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) en twee moleculen koolstofdioxide (CO_2) ontstaan.

Een bepaalde soort druivensap bevat 141 gram glucose per liter.

- Bereken hoeveel gram alcohol je uit 1 liter van deze soort druivensap kunt maken.
 - Bereken hoeveel gram glucose je nodig hebt om 100 gram alcohol te maken.
- 52** Wanneer een fles wijn open blijft staan, krijgt de wijn na enige tijd een zure smaak. Dit komt doordat de alcohol die zich in de wijn bevindt, reageert met zuurstof uit de lucht. Hierbij ontstaat azijnzuur en water. Azijnzuur geeft de wijn een zure smaak. De reactievergelijking is als volgt:



- Bereken hoeveel gram azijnzuur er kan ontstaan in een fles wijn waarin 80 gram alcohol zit.
- Bereken hoeveel gram alcohol er nodig is om 23 gram azijnzuur te laten ontstaan.

- 53** Pillen tegen bloedarmoede bevatten vaak ijzerfumaraat ($C_4H_2O_4Fe$).
- Bereken de massa van 1 molecuul ijzerfumaraat.
 - Wat is de massa van 1 atoom ijzer?
 - Bereken hoeveel massa% ijzer 1 molecuul ijzerfumaraat bevat.

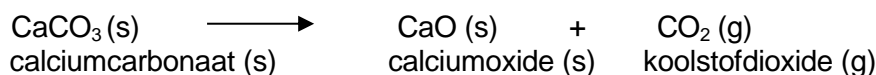
Op het etiket van de pillen tegen bloedarmoede staat dat er per pil 65 mg ijzer in zit.

- Bereken hoeveel mg ijzerfumaraat er in één pil zit.

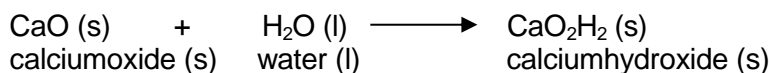
Verder staat er op het etiket dat één pil een gewicht van 300 mg heeft.

- Leg uit of de pil alleen maar uit ijzerfumaraat bestaat of dat er ook nog andere stoffen in zitten.

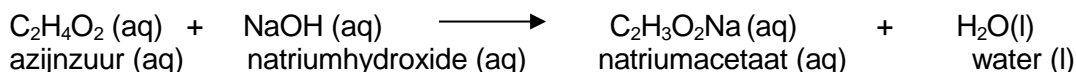
- 54** Schelpen waren vroeger de grondstof voor kalk. Schelpen bestaan voor het grootste gedeelte uit calciumcarbonaat. Wanneer dit hoog verhit wordt, ontstaat er calciumoxide en koolstofdioxide:



Vervolgens laat men calciumoxide met water te reageren tot calciumhydroxide (kalk):



- Hoeveel kg calciumoxide ontstaat er door verhitting van 1500 kg calciumcarbonaat?
 - Hoeveel kg koolstofdioxide ontstaat hierbij?
 - De dichtheid van koolstofdioxide is $1,986 \text{ kg/m}^3$. Hoeveel m^3 koolstofdioxide is dat dan?
 - Hoeveel kg calciumhydroxide ontstaat er uit de bij a) berekende hoeveelheid calciumoxide?
 - Hoeveel kg water is hierbij dan nodig?
 - Hoeveel kg calciumhydroxide kan ontstaan uit 1,0 kg calciumoxide en 0,250 kg water?
- 55** Volgens de Warenwet moet er in tafelazijn minstens 4,0 massa% azijnzuur zitten. De dichtheid van tafelazijn is $1,00 \text{ g/mL}$. De Keuringsdienst van Waren wil controleren of het gehalte aan azijnzuur in een fles tafelazijn aan de wettelijke eis voldoet. Daarom neemt een chemisch analist $25,00 \text{ mL}$ tafelazijn uit de fles en laat dit reageren met een oplossing van natriumhydroxide. De vergelijking van deze reactie is:



Voor de reactie blijkt $0,70 \text{ g}$ natriumhydroxide nodig te zijn.

- Hoeveel gram zuivere azijnzuur moet aanwezig geweest zijn in de oplossing?
- Hoeveel g azijnzuur moet er minstens in $25,00 \text{ mL}$ tafelazijn zitten?
- Bereken of deze tafelazijn aan de eis van de Warenwet voldoet.

Periodiek systeem der elementen

Bijlage 1

Groep \ Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H 1,008																	He 4,003
2	Li 6,941	Be 9,012															F 18,998	Ne 20,18
3	Na 22,99	Mg 24,305															Cl 35,453	Ar 39,948
4	K 39,10	Ca 40,08	Sc 44,008	Ti 47,90	V 50,94	Cr 51,996	Mn 54,938	Fe 55,847	Co 58,933	Ni 58,71	Cu 63,546	Zn 65,38	Ga 69,72	Ge 72,59	As 74,922	Se 78,96	Br 79,904	Kr 83,80
5	Rb 85,47	Sr 87,62	Y 88,91	Zr 91,22	Nb 92,906	Mo 95,94	Tc (97)	Ru 101,07	Rh 102,9	Pd 106,4	Ag 107,87	Cd 112,4	In 114,82	Sn 118,7	Sb 121,75	Te 127,6	I 126,9	Xe 131,3
6	Cs 132,9	Ba 137,33	La ¹⁾ 138,91	Hf 178,49	Ta 180,95	W 183,85	Re 186,2	Os 190,2	Ir 192,2	Pt 195,1	Au 196,97	Hg 200,59	Tl 204,4	Pb 207,2	Bi 208,98	Po (209)	At (210)	Rn (222)
7	Fr (223)	Ra 226	Ac ²⁾ 227	Rf 259	Db (262)	Sg (263)	Bh (264)	Hs (265)	Mt (268)	Ds (269)								

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	
Lanthaniden	Ce 140,12	Pr 140,91	Nd 144,24	Pm (145)	Sm 150,4	Eu 151,96	Gd 157,25	Tb 158,9	Dy 162,5	Ho 164,93	Er 167,26	Tm 168,93	Lu 174,97	
Actiniden	Th 232,04	Pa 231	U 238,03	Np (237)	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (257)	No (255)	Lr (257)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

11	12	13	14	15	16	17	18
K	Hg	N					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Alkalimetalen	Aardalkalimetalen	Overgangsmetalen	Overige metalen	Niet-metalen	Edelgassen												

atoomnummer	Symbol	element	rel. atoommassa
-------------	--------	---------	-----------------

(1) Synthetisch element