



Bllok 5

INHOUD

BASISSTOF

- T1 Atoommassa, molecuulmassa en massapercentage 118**
W1 120
T2 Nauwkeurigheid 121
W2 121
T3 Rekenen aan reacties 122
W3 124
T4 Overmaat; massa en volume 126
W4 127
T5 Titraties 128
W5 130

HERHAALSTOF

- H1 Atoommassa, molecuulmassa en massapercentage 131**
H2 Rekenen aan reacties 133
H3 Titraties 137

LEERDOELEN

- 1 Je moet kunnen vertellen wat (gemiddelde) atoommassa is en welke eenheid voor (gemiddelde) atoommassa gebruikt wordt. [T1, W1]
- 2 Je moet uit atoommassa's molecuulmassa's kunnen berekenen. [T1, W1]
- 3 Je moet uit een formule het massapercentage van één atoomsoort kunnen berekenen. [T1, W1]
- 4 Je moet uit een formule de massaverhoudingen van de atoomsoorten kunnen berekenen. [T1, W1]
- 5 Je moet uit meetgegevens het massapercentage kunnen berekenen. [P1, T1, W1]
- 6 Je moet kunnen vertellen hoe nauwkeurig de uitkomst van een berekening genoteerd moet worden. [T2, W2]
- 7 Je moet kunnen vertellen dat de uitkomst van een berekening afhangt van de nauwkeurigheid van de meetgegevens. [T2, W2]
- 8 Je moet kunnen vertellen dat de totale massa bij een reactie niet verandert. [T3, W3]
- 9 Je moet kunnen rekenen met de wet van massa-behoud. [T3, W3]
- 10 Je moet kunnen vertellen dat de stoffen bij een reactie altijd in een vaste massaverhouding tot elkaar staan. [P3, T3, W3]
- 11 Je moet een diagram kunnen tekenen op basis van een serie meetgegevens van stoffen bij een reactie. [T3, W3]



Rekenen aan reacties

12 Je moet een diagram kunnen tekenen op basis van de massaverhouding waarin stoffen bij een reactie betrokken zijn. [T3, W3]

13 Je moet uit een diagram kunnen afleiden in welke massaverhouding stoffen bij een reactie betrokken zijn. [T3, W3]

14 Je moet uit een (gegeven) reactievergelijking kunnen berekenen in welke massaverhouding de stoffen reageren en/of gevormd worden. [P3, T3, W3]

15 Je moet uit een gegeven massaverhouding en de massa van één stof de massa van de andere stof kunnen berekenen. [T3, W3]

16 Je moet uit de massa van één stof via de reactievergelijking de massa's van de andere stoffen kunnen berekenen. [T3, W3]

17 Je moet uit een formule kunnen bepalen hoeveel van een atoomsoort in een bepaalde hoeveelheid stof zit. [T3, W3]

18 Je moet uit een formule kunnen bepalen hoeveel stof nodig is om een bepaalde hoeveelheid van een atoomsoort te krijgen. [T3, W3]

19 Je moet uit een massapercentage van een atoomsoort kunnen bepalen hoeveel van die atoomsoort in een bepaalde hoeveelheid stof zit. [T3, W3]

20 Je moet uit een massapercentage van een atoomsoort kunnen bepalen hoeveel stof nodig is om een bepaalde hoeveelheid van die atoomsoort te krijgen. [T3, W3]

21 Je moet uit een gegeven massaverhouding en de gegeven massa's van twee stoffen kunnen bepalen welke stof in overmaat aanwezig is. [T4, W4]

22 Je moet uit de gegeven massa's van twee stoffen via de reactievergelijking kunnen bepalen welke stof in overmaat aanwezig is. [T4, W4]

23 Je moet de massa van een stof kunnen omrekenen in een volume als de massa van een bepaald volume van die stof bekend is. [P4, T4, W4]

24 Je moet het volume van een stof kunnen omrekenen in een massa als de massa van een bepaald volume van die stof bekend is. [P4, T4, W4]

25 Je moet kunnen vertellen wat titreren is. [P5, T5]

26 Je moet kunnen vertellen hoe een titratie uitgevoerd moet worden. [P5, T5]

27 Je moet uit een titratie het zuurgehalte van een oplossing kunnen berekenen aan de hand van een ijkgegeven. [P5, T5, W5]

28 Je moet uit een titratie het basegehalte van een oplossing kunnen berekenen aan de hand van een ijkgegeven. [P5, T5, W5]

T1 Atoommassa, molecuulmassa en massapercentage

Atoommassa

Een atoom is opgebouwd uit een kern en een elektronenwolk. Vrijwel alle massa van een atoom zit in de kern. Vaak is de massa van een atoom een *gemiddelde atoommassa* (zie T4 van blok 1). De massa van atomen wordt weergegeven in u. Het symbool u staat voor *atomaire massa-eenheid*. Atoommassa's worden altijd gegeven, meestal in tabelvorm. In figuur 1 staat een tabel met de atoommassa's van een aantal atoomsoorten.

FIG. 1 Afgeronde (gemiddelde) atoommassa's.

atoomsoort	atoommassa (u)	atoomsoort	atoommassa (u)
Ag	107,9	Hg	200,6
Al	27,0	I	126,9
Ar	39,9	K	39,1
Ba	137,3	Mg	24,3
Br	79,9	N	14,0
C	12,0	Na	23,0
Ca	40,1	Ne	20,2
Cl	35,5	O	16,0
Cr	52,0	P	31,0
Cu	63,5	Pb	207,2
F	19,0	S	32,1
Fe	55,8	Si	28,1
H	1,0	Sn	118,7
He	4,0	Zn	65,4

Molecuulmassa

Moleculen zijn opgebouwd uit atomen. Atomen hebben elk een eigen massa. Een molecuul heeft dus ook een bepaalde massa: de *molecuulmassa*. Evenals de atoommassa wordt de molecuulmassa weergegeven in u.

Ook bij stoffen die niet uit moleculen bestaan, zoals zouten, spreekt men van molecuulmassa. Zouten zijn opgebouwd uit positieve en negatieve ionen. De massa van een ion is gelijk aan de massa van een neutraal atoom. De massa van Na is 23,0 u, dus de massa van Na^+ is ook 23,0 u. De massa van F is 19,0 u, dus de massa van F^- is ook 19,0 u.

VOORBEELD 1: De molecuulmassa van stikstof, $\text{N}_2(\text{g})$, berekenen.

Eén molecuul stikstof bestaat uit twee atomen stikstof. De massa van één atoom stikstof is 14,0 u. De massa van twee atomen stikstof is dan 28,0 u. De molecuulmassa van stikstof is 28,0 u.

VOORBEELD 2: De molecuulmassa van water, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, berekenen.

Eén molecuul water bestaat uit twee atomen waterstof en één atoom zuurstof. De molecuulmassa van water is: massa 2 H-atomen + massa 1 O-atoom.

$$\text{massa 2 H} = 2 \times 1,0 \text{ u} = 2,0 \text{ u}$$

$$\text{massa 1 O} = 1 \times 16,0 \text{ u} = 16,0 \text{ u}$$

$$\text{Molecuulmassa H}_2\text{O} = 18,0 \text{ u}$$

VOORBEELD 3: De molecuulmassa van calciumchloride, $\text{CaCl}_2(\text{s})$, berekenen.

Eén 'molecuul' calciumchloride bestaat uit één calciumion en twee chloride-ionen. De molecuulmassa van calciumchloride is: massa 1 Ca^{2+} + massa 2 Cl^- .

$$\text{massa 1 Ca}^{2+} = 1 \times 40,1 \text{ u} = 40,1 \text{ u}$$

$$\text{massa 2 Cl}^- = 2 \times 35,5 \text{ u} = 71,0 \text{ u}$$

$$\text{molecuulmassa CaCl}_2 = 111,1 \text{ u}$$

VOORBEELD 4: De molecuulmassa van alcohol, $C_2H_6O(l)$, berekenen.
 Eén molecuul alcohol bestaat uit twee atomen koolstof, zes atomen waterstof en één atoom zuurstof. De molecuulmassa van alcohol is: massa 2 C-atomen + massa 6 H-atomen + massa 1 O-atoom.
 massa 2 C = $2 \times 12,0 \text{ u} = 24,0 \text{ u}$
 massa 6 H = $6 \times 1,0 \text{ u} = 6,0 \text{ u}$
 massa 1 O = $1 \times 16,0 \text{ u} = \underline{16,0 \text{ u}}$
 molecuulmassa $C_2H_6O = 46,0 \text{ u}$

Zo is ook van meer dan één molecuul de massa te berekenen: 5 moleculen alcohol hebben een massa van $5 \times 46,0 \text{ u} = 230 \text{ u}$.

Massaverhouding

Uit de molecuulmassa en atoommassa's kan de *massaverhouding* van de atoomsoorten berekend worden.

Eén molecuul alcohol, C_2H_6O , heeft een molecuulmassa van 46,0 u.

De massa koolstof in één molecuul is

$$2 \times 12,0 \text{ u} = 24,0 \text{ u}.$$

De massa waterstof in één molecuul is

$$6 \times 1,0 \text{ u} = 6,0 \text{ u}.$$

De massa zuurstof in één molecuul is

$$1 \times 16,0 \text{ u} = 16,0 \text{ u}.$$

De massaverhouding koolstof : waterstof : zuurstof in alcohol is:

$$C : H : O = 24,0 : 6,0 : 16,0 = 12,0 : 3,0 : 8,0$$

De massaverhouding is dus duidelijk anders dan de deeltjesverhouding in alcohol!

Massapercentage

Op een etiket van een pot pindakaas staat onder andere het volgende:

'Bevat per 100 g pindakaas 21 g eiwitten, 14 g koolhydraten en 55 g vet.'

Het massapercentage vet in pindakaas is dan

$$(55/100) \times 100 = 55\%.$$

Zo kan ook met molecuulmassa en atoommassa's het massapercentage van een atoomsoort in dat molecuul berekend worden.

VOORBEELD 5: De molecuulmassa van alcohol, C_2H_6O , is 46,0 u.

De massa koolstof in één molecuul is

$$2 \times 12,0 \text{ u} = 24,0 \text{ u}.$$

Het massapercentage koolstof in alcohol is dan

$$(24,0/46,0) \times 100 = 52,2\%.$$

VOORBEELD 6: Gips heeft als formule $CaSO_4 \cdot 2H_2O(s)$.

De formule $CaSO_4$ ben je bij de zouten al tegengekomen. Gips bevat per deeltje $CaSO_4$ ook nog 2 deeltjes H_2O . We noemen dit water *kristalwater*. Bij het verhitten van gips verdwijnt het kristalwater (zie P1).

De molecuulmassa van gips is gelijk aan de massa van 1 'molecuul' $CaSO_4$ + de massa van 2 moleculen H_2O .

De molecuulmassa van gips is $136,2 + 36,0 = 172,2 \text{ u}$ (ga dit na!). Het kristalwater in één deeltje gips heeft een massa van 36,0 u.

Het massapercentage kristalwater in gips is dan

$$(36,0/172,2) \times 100 = 20,9\%.$$

- 1 Bereken de molecuulmassa van:
 - a waterstof;
 - b natriumchloride, NaCl;
 - c methaan;
 - d koolstofdioxide;
 - e ammoniak;
 - f glucose, $C_6H_{12}O_6$.
- 2 Bereken de molecuulmassa van:
 - a kristalsuiker, $C_{12}H_{22}O_{11}$;
 - b calciumcarbonaat, $Ca^{2+}CO_3^{2-}$;
 - c waterstofperoxide, H_2O_2 ;
 - d ozon, O_3 ;
 - e CCl_2F_2 (CFK-12, koelvloeistof in koelkasten);
 - f ammoniumnitraat, $NH_4^+NO_3^-$ (een kunstmest).
- 3 Bereken de massa (in u) van:
 - a 2 moleculen water;
 - b 6 moleculen ozon;
 - c 3 moleculen ammoniak;
 - d 5 moleculen glucose.
- 4 Bereken het massapercentage koolstof in:
 - a methaan, CH_4 ;
 - b glucose, $C_6H_{12}O_6$ (Pas op: hoeveel C-atomen zijn er?);
 - c kristalsuiker, $C_{12}H_{22}O_{11}$;
 - d kaarsvet, $C_{18}H_{36}O_2$.
- 5 De massa van $MgCl_2 \cdot xH_2O$ is 203,5 u. In deze formule stelt x het aantal deeltjes kristalwater voor per deeltje magnesiumchloride. Hoe groot is x?
 - A 2
 - B 4
 - C 5
 - D 6
 - E 8
 - F 10
 (Mavo-D-eindexamen 1991-I)
- 6 De formule van chroomsulfaat is $Cr_2(SO_4)_3$. De molecuulmassa van chroomsulfaat is 392 u. Bereken de atoommassa van chroom. (Mavo-D-eindexamen 1992-I)
- 7 In palladiumchloride, $PdCl_2$, is de massa-verhouding palladium : chloor = 1 : 1. Hoe groot is de atoommassa van palladium?
 - A 17 u
 - B 35,5 u
 - C 51 u
 - D 71 u
 - E 106,5 u
 - F 213 u
 (Mavo-D-eindexamen 1991-I)
- 8 Molybdeen (Mo) is een metaal. De atoommassa van Mo is 96 u. Er zijn verschillende verbindingen bekend van Mo en S. Eén van de verbindingen van Mo en S bevat 50 massa-% molybdeen. Wat is de formule van die verbinding?
 - A MoS
 - B MoS₂
 - C MoS₃
 - D Mo₂S
 - E Mo₃S
 (Mavo-D-eindexamen 1994-I)

T2 Nauwkeurigheid

De uitkomst van een berekening hangt af van de *nauwkeurigheid* van de meetgegevens. Daarbij is er een verschil in de soort berekening. Bij vermenigvuldigen en delen is het anders dan bij optellen en aftrekken.

Vermenigvuldigen en delen

De uitkomst bevat niet meer cijfers dan het gegeven met het kleinste aantal cijfers.

VOORBEELD 1: De molecuulmassa van alcohol, C_2H_6O , is 46,0 u.

De massa koolstof in één molecuul is
 $2 \times 12,0 \text{ u} = 24,0 \text{ u}$.

Het massapercentage koolstof in alcohol is dan
 $(24,0/46,0) \times 100 = 52,2\%$ (en *niet* 52,173913 zoals op je rekenmachine staat!).

Bij massapercentages betekent dit vrijwel altijd dat de uitkomst met één cijfer achter de komma opgeschreven wordt.

VOORBEELD 2: De molecuulmassa van gips, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, is gelijk aan de massa van 1 'molecuul' $CaSO_4$ + de massa van 2 moleculen H_2O . De molecuulmassa van gips is $136,2 + 36,0 = 172,2 \text{ u}$. Het kristalwater in één deeltje gips heeft een massa van 36,0 u. Het massapercentage kristalwater in gips is dan
 $(36,0/172,2) \times 100 = 20,9\%$ (en *niet* 20,905923 zoals op je rekenmachine staat!).

Optellen en aftrekken

De uitkomst kan nooit nauwkeuriger zijn dan de gegevens.

VOORBEELD 3: Op een brievenweiger wegen we 4,5 g suiker af. Op een zeer nauwkeurige balans wegen we 4,326 g suiker af. Hoeveel g suiker is dit samen?

OPLOSSING: $4,5 \text{ g} + 4,326 \text{ g} = 8,8 \text{ g}$ (en *niet* 8,826 zoals op je rekenmachine te lezen valt).

UITLEG: Bij optellen en aftrekken gaat het om het aantal cijfers *achter* de komma. Het getal 4,5 g heeft 1 cijfer achter de komma, het getal 4,326 g heeft 3 cijfers achter de komma. Het antwoord wordt in 1 cijfer achter de komma opgeschreven.

W2

1 Bereken telkens de dichtheid (in g/ml) van alcohol:

a 215 ml alcohol heeft een massa van 171 g.

b 2,45 ml alcohol heeft een massa van 2,0 g.

2 De molecuulmassa van propaan is 44,0 u. De atoommassa van koolstof is 12,0 u. Het massapercentage koolstof in propaan, C_3H_8 , is in het juiste aantal cijfers:

A 82%

B 81,8%

C 81,818%

D 81,818182%

3 De molecuulmassa van ijzer(II)sulfide, FeS , is in het juiste aantal cijfers:

A 88 u

B 87,9 u

C 87,93 u

T3 Rekenen aan reacties

Massa bij reacties

De wet van massabehoud ken je nog wel:

De totale massa van alle stoffen vóór de reactie is gelijk aan de totale massa van alle stoffen ná de reactie.

VOORBEELD: Bij de ontleding van 4 g suiker ontstaan 4 g reactieproducten.

Stoffen reageren altijd in een *vaste massaverhouding* met elkaar.

Als 1 g methaan reageert met 4 g zuurstof, dan reageert:

- 10 g methaan met 40 g zuurstof;
- 100 g methaan met 400 g zuurstof.

Massaverhoudingen bij reacties

Bekijk de reactievergelijking van de verbranding van methaan (CH_4):



1 molecuul methaan reageert met 2 moleculen zuurstof. Hiervan kan de massa berekend worden:

- 1 molecuul CH_4 heeft een molecuulmassa van 16,0 u.
- 1 molecuul O_2 heeft een molecuulmassa van 32,0 u;
- 2 moleculen 'wegen' dus 64,0 u.

Zo ook voor de reactieproducten: er ontstaan

- 1 molecuul koolstofdioxide en 2 moleculen water:
- 1 molecuul CO_2 heeft een molecuulmassa van 44,0 u.
- 1 molecuul H_2O heeft een molecuulmassa van 18,0 u;
- 2 moleculen 'wegen' dus 36,0 u.

We zetten deze getallen onder de formules in de reactievergelijking:



Hier staat de *massaverhouding* waarin de stoffen reageren en gevormd worden. Methaan en zuurstof reageren in de massaverhouding

$$16,0 : 64,0 = 1,00 : 4,00.$$

De massaverhouding is bij deze reactie altijd hetzelfde. De eenheid van de massa is vrij te kiezen: u, g, mg, kg of ton. Maar wel voor alle stoffen dezelfde eenheid gebruiken!

Dus 16,0 g methaan reageert met 64,0 g zuurstof tot 80,0 g reactieproducten. Of 16,0 kg methaan reageert met 64,0 kg zuurstof tot 80,0 kg reactieproducten.

Rekenen aan reacties

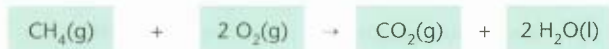
VRAAG: Hoeveel g zuurstof is nodig om 100 g methaan volledig te verbranden?

Zo'n vraag kan het beste stapsgewijs beantwoord worden. Een mogelijke aanpak kan de volgende zijn:

- 1 Stel vast over *welke reactie* het gaat. Stel de reactievergelijking op.
- 2 Geef aan welke stof *gegeven* is en welke stof *gevraagd* wordt. Zet de woorden gegeven en gevraagd onder de juiste stof in de reactievergelijking.
- 3 Leid uit de reactievergelijking de *massaverhouding* af. Gebruik de juiste eenheid van massa. (Zie de vraag!)
- 4 Bereken uit de *massa* van de *gegeven stof* de massa van de *gevraagde stof*.
- 5 Ga na of *antwoord* gegeven is op de vraag.

NOGMAALS: Hoeveel g zuurstof is nodig om 100 g methaan volledig te verbranden?

1 Bij de verbranding van methaan ontstaan koolstofdioxide en water:



2 Gegeven: 100 g methaan; gevraagd: ? g zuurstof.

3 De reactievergelijking luidt:



Gegeven:	Gevraagd:
16 g	64 g

4 De moeilijkste stap! Het beste is het via een tussenstap ('het gegeven naar 1 g toe') uit te rekenen hoeveel g zuurstof nodig is:



Gegeven:	Gevraagd:
16 g	64 g
delen door 16	delen door 16
1 g	4 g
$\times 100$	$\times 100$
100 g	400 g

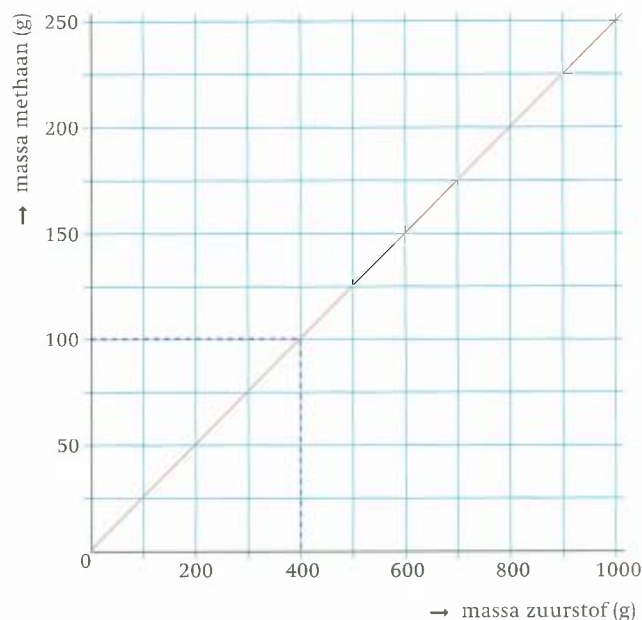
Eerst doe je op twee plaatsen hetzelfde: delen door 16. Zo blijft de massaverhouding hetzelfde. Vervolgens vermenigvuldig je op twee plaatsen met 100. De massaverhouding blijft weer gelijk.

ANTWOORD: er is 400 g zuurstof nodig om 100 g methaan te verbranden.

5 Er is inderdaad antwoord gegeven op de vraag.

Een andere mogelijkheid is om een diagram te tekenen waarin de massaverhouding is uitgezet. In het diagram van figuur 2 is af te leiden dat voor de verbranding van 100 g methaan 400 g zuurstof nodig is.

FIG. 2 Verbranding van methaan.



- 1 **a** Bereken hoeveel gram koolstofdioxide ontstaat bij de verbranding van 100 g methaan. Kijk goed naar het voorbeeld in T3!
b Bereken met de wet van massabehoud hoeveel gram water er ook ontstaat. Leg uit hoe je aan je antwoord komt.
- 2 Er wordt 100 gram propaan verbrand. Bij de verbranding van propaan ontstaan koolstofdioxide en waterdamp:



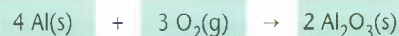
- a** Hoe kun je aantonen dat er koolstofdioxide ontstaat? Wat neem je dan waar?
 - b** Hoe kun je aantonen dat er water(damp) ontstaat? Wat neem je dan waar?
 - c** Neem het reactieschema over en maak er een kloppende reactievergelijking van.
 - d** Bereken hoeveel gram zuurstof nodig is voor de verbranding van 100 g propaan.
- 3 Bij de volledige verbranding van een bepaalde hoeveelheid koolstof ontstaat 22 g koolstofdioxide:



- a** Bereken hoeveel g koolstof er verbrand is.
 - b** Bepaal via de wet van massabehoud hoeveel g zuurstof er nodig geweest is.
- 4 Nadat 102 g calciumcarbonaat (CaCO_3) enige tijd is verhit, blijken 45,7 g calciumoxide (CaO) en 35,9 g koolstofdioxide (CO_2) te zijn ontstaan. Hoeveel g calciumcarbonaat is volgens deze gegevens ontleed?

- A 20,4 g
- B 45,7 g
- C 81,6 g
- D 102 g

- 5 Aluminium en zuurstof reageren als volgt:



In welke massaverhouding reageren Al en O_2 ?

	MASSA ALUMINIUM	:	MASSA ZUURSTOF
A	4	:	3
B	27	:	16
C	27	:	32
D	108	:	48
E	108	:	96

(Mavo-D-eindexamen 1994-I)

- 6 Men verbrandt 80 g methaan volledig. Hoeveel g water ontstaat daarbij?

- A 36 g
- B 80 g
- C 90 g
- D 160 g
- E 180 g

(Mavo-D-eindexamen 1991-II)

- 7 Er zijn verschillende ijzeroxiden. Eén van de ijzeroxiden bevat 72,4% ijzer.

a Bereken hoeveel g ijzer aanwezig is in 25,0 g van dit ijzeroxide.

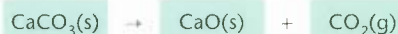
b Bereken hoeveel g van dit ijzeroxide nodig is om 25,0 g ijzer te verkrijgen.

De docent geeft een aantal mogelijke formules:



c Laat via een berekening zien welke van deze stoffen 72,4% ijzer bevat.

- 8 Kalkmergel bevat een hoog percentage calciumcarbonaat. Kalkmergel is de grondstof voor de bereiding van ongebluste kalk. Bij de verhitting van kalkmergel ontleedt het calciumcarbonaat:



Kalkmergel bevat 80,0% calciumcarbonaat.

Er wordt 100 kg kalkmergel verhit. Hierbij ontleedt al het aanwezige calciumcarbonaat.

a Bereken hoeveel kg CaCO_3 dan ontleed is.

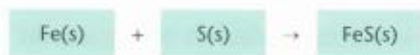
b Bereken hoeveel kg CaO gevormd is.

- 9 Leo en Ton gaan bepalen in welke massa-verhouding ijzer en zwavel met elkaar reageren. Ze laten wisselende hoeveelheden ijzer steeds met een overmaat zwavel reageren. Ze bepalen hoeveel reactieproduct, ijzer(II)sulfide, er ontstaat. Zo ontstaat de tabel van figuur 3.

FIG. 3 Massaverhouding bij de vorming van ijzer(II)sulfide.

aantal g ijzer	aantal g zwavel	aantal g ijzer(II)sulfide
2 g	----- g	3,2 g
4 g	----- g	6,3 g
6 g	----- g	9,5 g
10 g	----- g	15,7 g

- a** Neem de tabel over in je schrift en bereken het aantal g zwavel van elke meting.
- b** Zet in een diagram het aantal g ijzer (horizontale as) uit tegen het aantal g zwavel (verticale as). Trek een rechte lijn door de meetpunten.
- c** Lees uit het diagram af hoeveel g zwavel nodig is om 8 g ijzer volledig om te zetten. De reactievergelijking is:



- d** Laat via een berekening zien of de massa-verhouding uit de reactievergelijking hetzelfde is als de massaverhouding uit de proef.

- 10 Gips heeft als formule $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Gips kan water-vrij gemaakt worden door verhitten. Daarbij treedt de volgende reactie op:



- a** Hoe kan met een balans gecontroleerd worden of al het gips ontleed is? Leg duidelijk uit. Er wordt 100,0 g gips verhit. Men stopt met verhitten als de massa (gemeten met een balans) gedaald is tot 82,0 g.
- b** Leg uit hoe het komt dat de massa daalt.
- c** Bereken of al het gips ontleed is.

- 11 Maanstenen kunnen zuurstof leveren. In een krantenartikel stond daarover onder meer:

Volgens de onderzoeker Chris Knudsen is zuurstof in ruime mate aanwezig in het mineraal ilmeniet (FeTiO_3), dat in grote hoeveelheden op de maan voorkomt. Zuurstof kan onder hoge druk en bij een temperatuur van 1000 °C met behulp van waterstof uit ilmeniet worden gehaald.

- a** Bereken het massapercentage zuurstof in ilmeniet. *Gegeven:* atoommassa van titaan (Ti) is 47,9 u.

Een mens heeft gemiddeld 1,50 kg zuurstof per dag nodig.

- b** Bereken hoeveel kg ilmeniet per dag verwerkt moet worden om voldoende zuurstof voor één persoon te krijgen.

- 12 Ammoniak (NH_3) levert een bijdrage aan de verzuuring van het milieu. Het komt met regenwater in de grond terecht. Daar wordt het door bacteriën omgezet in salpeterzuur (HNO_3). Daarbij wordt steeds 1 deeltje NH_3 omgezet in 1 deeltje HNO_3 .

- a** Bereken hoeveel ton salpeterzuur kan ontstaan uit 250 000 ton ammoniak (= de jaarlijkse uitstoot van ammoniak in Nederland).

De omzetting van ammoniak in de grond is een reactie met zuurstof, waarbij behalve salpeterzuur ook nog water ontstaat.

- b** Geef de reactievergelijking van de omzetting van ammoniak in de grond.

- c** Bereken hoeveel jaarlijks maximaal aan zuurstof nodig is voor deze omzetting.

- d** De werkelijke hoeveelheid is minder dan bij **c** berekend. Leg uit waarom.

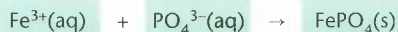
T4 Overmaat; massa en volume

Overmaat

Stoffen reageren in een vaste massaverhouding met elkaar. Alleen in die verhouding blijft er van de beginstoffen na afloop niets over.

Als van één van de beginstoffen te veel wordt gebruikt, blijft er na afloop van die stof wat over. Er is een *overmaat* gebruikt. Die overmaat wordt vaak weggegooid. Dat kost geld en grondstoffen. Het is van belang om de overmaat zo klein mogelijk te houden.

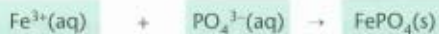
VOORBEELD 1: In een rioolzuiveringsinstallatie moeten ongewenste ionen uit het afvalwater verwijderd worden. Zo worden fosfaationen verwijderd door een neerslagreactie met ijzer(III)-ionen:



In een bak zit 100 000 liter afvalwater. Dit water bevat 2,0 mg fosfaationen per liter. Een medewerker voegt 200 g ijzer(III) toe aan de bak.

VRAAG: Is er een overmaat ijzer(III) toegevoegd?

OPLOSSING: 100 000 l afvalwater bevat $100\,000 \times 2,0 = 200\,000$ mg = 200 g fosfaationen



<i>Gevraagd:</i>	<i>Gegeven:</i>
55,8 g	95 g
delen door 95	delen door 95
55,8/95 g	1,0 g
$\times 200$	$\times 200$
117 g	200 g

CONCLUSIE: Er is een overmaat ijzer(III) toegevoegd. De overmaat is $200 - 117 = 83$ g ijzer(III).

Massa en volume

Een hoeveelheid vaste stof wordt vrijwel altijd weergegeven in een massa-hoeveelheid. Bij vloeistoffen en gasen ligt dat anders. Een hoeveelheid vloeistof of gas wordt vaak weergegeven in een volume-hoeveelheid.

VOORBEELD 2: Per uur wordt in een kleine ammoniakfabriek 150 m^3 NH_3 gemaakt. 1 dm^3 ammoniak heeft een massa van 0,692 g.

VRAAG: Hoeveel kg is 150 m^3 NH_3 ?

OPLOSSING:

1 dm^3 NH_3 heeft een massa van 0,692 g
 $1\text{ m}^3 = 1000\text{ dm}^3$ NH_3 heeft een massa van 692 g.
 150 m^3 NH_3 heeft een massa van $150 \times 692 = 103\,800\text{ g} = 104\text{ kg}$.

VOORBEELD 3: Ureum, CON_2H_4 , een kunstmeststof, wordt gemaakt uit ammoniak en koolstofdioxide:



Per uur wordt in een ureumfabriek 500 kg ureum gemaakt.

VRAAG: Hoeveel m^3 ammoniak is daarvoor nodig?
Gegeven: 1 m^3 NH_3 heeft een massa van 0,692 kg.

OPLOSSING:

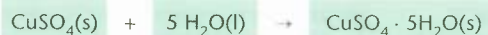


<i>Gevraagd:</i>	<i>Gegeven:</i>
34 kg	60 kg
delen door 60	delen door 60
$34/60\text{ kg}$	$1,0\text{ kg}$
$\times 500$	$\times 500$
283 kg	500 kg

1 m^3 NH_3 heeft een massa van 0,692 kg. Dus 283 kg $\text{NH}_3 = 283/0,692\text{ m}^3 = 409\text{ m}^3$.

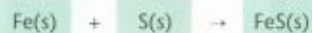
Tip: Reken bij een opgave altijd pas op het laatst massa om in volume.

- 1 Gegeven: 1,0 ml alcohol heeft een massa van 0,80 g.
 - a Hoeveel gram is 100 liter alcohol?
 - b Hoeveel liter is 100 g alcohol?
- 2 Een benzinetank heeft een inhoud van 60 liter. Hoeveel kg benzine zit er in een volle tank?
Gegeven: 1,0 liter benzine heeft een massa van 0,72 kg.
- 3 Bij de drogisterij kun je aceton kopen. Je koopt 500 g aceton. Hoeveel liter aceton heb je dan gekocht? Gegeven: 1 ml aceton heeft een massa van 0,79 g.
- 4 Annet verwarmt een mengsel van 6,55 g zink en 2,05 g zuurstof. Hierbij ontstaat 8,15 g zinkoxide, ZnO(s) . Eén van de stoffen, zink of zuurstof, was in overmaat aanwezig.
 - a Leg uit dat je dat uit de gegevens kunt afleiden.
 - b Schrijf de kloppende reactievergelijking op van de vorming van zinkoxide uit zink en zuurstof.
 - c Bereken welke van de stoffen zink of zuurstof in overmaat aanwezig was.
- 5 Wit kopersulfaat, $\text{CuSO}_4\text{(s)}$, kan gebruikt worden als droogmiddel. Door opname van water ontstaat blauw kopersulfaat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O(s)}$. In een bakje zit 6,00 g wit kopersulfaat. Na enige tijd is de inhoud van het bakje 2,95 g zwaarder geworden. Als wit kopersulfaat in blauw kopersulfaat omgezet wordt, treedt de volgende reactie op:



Bereken of al het wit kopersulfaat omgezet is in blauw kopersulfaat, als de inhoud 2,95 g zwaarder geworden is.

- 6 Chloor reageert met nikkel in de massaverhouding chloor : nikkel = 6 : 5.
Er worden twee mengsels gemaakt.
MENGSEL 1: 12 g chloor en 9 g nikkel
MENGSEL 2: 12 g chloor en 10 g nikkel
In welk van deze mengsels is chloor in overmaat aanwezig?
A alleen in mengsel 1
B alleen in mengsel 2
C zowel in mengsel 1 als in mengsel 2
D in geen van beide mengsels
(Mavo-D-eindexamen 1993-I)
- 7 Hieronder staat de vergelijking van de reactie tussen ijzer en zwavel.



Er worden twee mengsels van ijzer en zwavel gemaakt:

MENGSEL 1: 55,8 g ijzer en 30,1 g zwavel

MENGSEL 2: 55,8 g ijzer en 32,1 g zwavel

In welk van de mengsels is ijzer in overmaat aanwezig?

- A alleen in mengsel 1
- B alleen in mengsel 2
- C zowel in mengsel 1 als in mengsel 2
- D in geen van beide mengsels

(Mavo-D-eindexamen 1994-II)

Hoeveel azijnzuur zit in een fles keukenazijn? De Warenwet zegt dat keukenazijn minstens 4 g azijnzuur per 100 ml moet bevatten (figuur 4 en 5).

FIG. 4 Flessen azijn.



FIG. 5 Tekst uit de Warenwet.

BESLUIT van 26 juni 1926. *Stb.* 214, tot toepassing van de artikelen 14 en 15 der Warenwet (*Stb.* 1919, 581) op *azijn*.

Datum	<i>Stb.</i>	Datum	<i>Stb.</i>
10-05-'27	145	27-08-'65	400
10-09-'46	G 244	28-12-'73	668
22-08-'58	423		

Wij WILHELMINA, enz.

Op de voordracht van Onzen Minister van Arbeid, Handel en Nijverheid, van 4 Mei 1926, no. 267 D. afd.

Volksgezondheid:

Gezien het advies der commissie, bedoeld in art. 17 der Warenwet (*Stb.* 1910, no. 581);

Gelet op de artikelen 14 en 15 der Warenwet (*Stb.* 1919, no. 581);

Den Raad van State gehoord (advies van 8 Juni 1926, no. 26);

Gelet op het nader rapport van Onzen Minister van Arbeid, Handel en

Nijverheid, van 17 Juni 1926, no. 481 D, afdeling Volksgezondheid;

Hebben goedgevonden en verstaan te bepalen:

Art. 1. Aangeduid moet worden met den naam '*azijn*' of met een *samenstelling van het woord 'azijn'* alle vloeibare waren, die azijnzuur als kenmerkend bestanddeel bevatten.

Art. 2. 1. Waren die in aard of samenstelling gelijken op de waren als in artikel 1 bedoeld en welke bestemd of geschikt zijn om deze te vervangen, mogen niet dan met toestemming van Onze Minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne en onder door deze te stellen voorschriften worden aangeduid met namen, waaruit aard en samenstelling niet of niet voldoende blijken.

2. Voor de in het eerste lid bedoelde waren, waarvoor een toestemming als in dat lid bedoeld niet geldt of die niet zijn

Hoe kun je controleren of dat werkelijk zo is? Daarvoor kan een chemische methode gebruikt worden: de *titratie*.

Een zure oplossing kan *ontzuurd* worden. Daarvoor is een basische oplossing nodig.

Natronloog kan keukenazijn ontzuren.

Hoe kan bepaald worden dat alle azijnzuur op is?

Gebruik een indicator. Als de indicator van kleur verandert, is al het zuur op. Het eindpunt van de titratie is dan bereikt.

De praktische uitvoering kan als volgt gaan:

'Meet 10 ml keukenazijn af. Stop deze azijn in een bekersglas. Voeg enkele druppels fenolftaleïne toe. Voeg daarna vanuit een buret natronloog toe tot de kleur blijvend paarsrood is.'

VOORBEELD 1: Er wordt 10 ml keukenazijn in een bekersglas gestopt. Daaraan worden twee druppels indicator toegevoegd. Na toevoeging van 9,4 ml natronloog slaat de kleur van de indicator om.

aangeduid met een naam, waarvoor een krachtens dat lid verleende toestemming geldt, moet een aanduiding worden gebezigd waaruit aard en samenstelling voldoende blijken.

Art. 3. 1. De in artikel 1 bedoelde en de als '*azijn*' aangeduide of kennelijk als zoodanig voorhanden waren moeten voldoen aan de volgende eischen:

a. het gehalte aan azijnzuur moet ten minste 4 gram per 100 cm³ der waar bedragen;

b. andere organische zuren dan azijnzuur mogen slechts in uiterst geringe hoeveelheid aanwezig zijn;

c. conserveermiddelen, toegevoegde kleurstoffen en andere aan azijn vreemde stoffen in het bijzonder anorganische zuren, kwik-, lood-, koper- en zinkverbindingen, mogen niet aanwezig zijn, met uitzondering van eenig caramel en keukenzout.

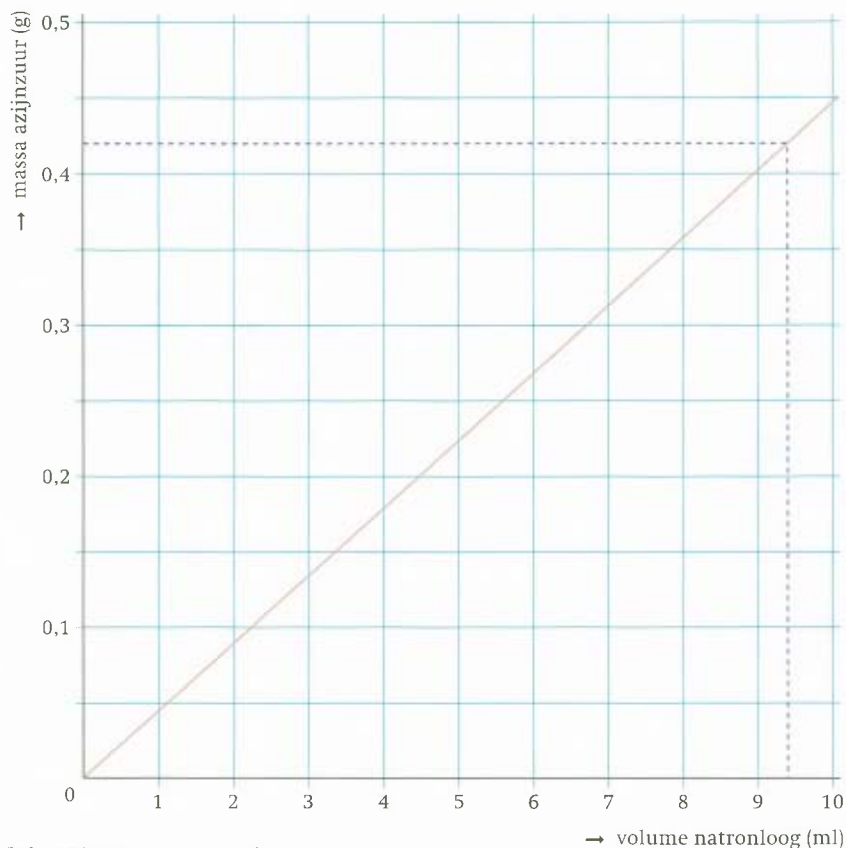


FIG. 6 Diagram voor natronloog.

Uit het diagram van figuur 6 volgt dat 9,4 ml natronloog overeenkomt met 0,42 g HAC per 10 ml. Per 100 ml is dan 4,2 g HAC aanwezig. Hiermee voldoet deze keukenazijn aan de Warenwet (minstens 4 g HAC per 100 ml).

VOORBEELD 2: Een fles huishoudammonia heeft lange tijd opengestaan. Twee leerlingen, Anne en Marijke, krijgen de opdracht om te bepalen hoe geconcentreerd de ammonia nog is.

Ze meten 25,0 ml ammonia af. Ze voegen enkele druppels indicator toe. Daarna voegen ze zoutzuur toe tot de kleur van de indicator omslaat. Er is dan 6,2 ml zoutzuur toegevoegd.



FIG. 7 Flessen ammonia.

GEGEVEN: 1 ml zoutzuur komt overeen met 0,15 g NH_3 .

VRAAG: Bereken de concentratie NH_3 (in g per liter) van deze ammonia.

OPLOSSING:

1 ml zoutzuur reageert met 0,15 g NH_3 .

6,2 ml zoutzuur reageert met $6,2 \times 0,15 \text{ g} = 0,93 \text{ g } \text{NH}_3$.

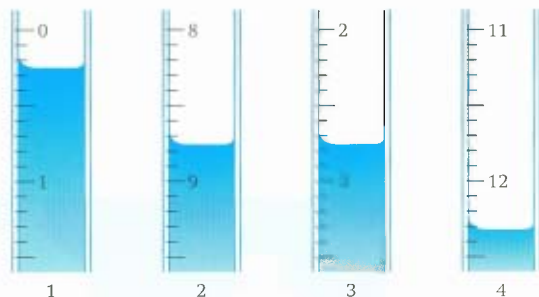
Er zit dus 0,93 g NH_3 in 25,0 ml ammonia.

In 1000 ml zit dan $(1000/25,0) \times 0,93 \text{ g} = 37,2 \text{ g } \text{NH}_3$.

De concentratie NH_3 is 37,2 g/l.

- 1 In figuur 8 staat een aantal buretstanden getekend.

FIG. 8 Buretstanden.



- a** Lees van elke buret de juiste stand af en noteer die stand.
- b** Welke buretstanden zullen bij elkaar horen? Leg uit.
- 2 Jan en Leo gaan beide de hoeveelheid azijnzuur in een fles keukenazijn bepalen. Jan haalt 1,0 ml azijn uit de fles, doet dit in een erlenmeyer, voegt een indicator toe en titreert met natronloog. Jan blijkt 5,0 ml natronloog nodig te hebben. Leo doet ook 1,0 ml azijn in de erlenmeyer, maar voegt voor de titratie ook nog 10,0 ml water bij de azijn in de erlenmeyer. Daarna titreert hij met dezelfde natronloog als Jan. Leo heeft voor de titratie:
- A minder dan 5,0 ml natronloog nodig.
B ook 5,0 ml natronloog nodig.
C meer dan 5,0 ml natronloog nodig.
(Mavo-D-eindexamen 1990-I)
- 3 In een bekerglas zit een oplossing die 10 mg H^+ -ionen bevat. Eric wil alle H^+ -ionen laten reageren met OH^- -ionen. Voor deze reactie is:
- A minder dan 10 mg OH^- -ionen nodig.
B 10 mg OH^- -ionen nodig.
C meer dan 10 mg OH^- -ionen nodig.
(Mavo-D-eindexamen 1991-I)
- 4 Petra titreert 25 ml zoutzuur met een $pH = 3$. Linneke titreert 25 ml zoutzuur met een $pH = 4$. Bij beide titraties wordt natronloog uit dezelfde voorraadfles gebruikt. Petra heeft bij haar titratie 15,5 ml natronloog nodig. Dan heeft Linneke bij haar titratie:
- A minder dan 15,5 ml natronloog nodig.
B ook 15,5 ml natronloog nodig.
C meer dan 15,5 ml natronloog nodig.
(Mavo-D-eindexamen 1994-I)
- 5 Chris perst een citroen uit. Hij wil gaan bepalen hoeveel citroenzuur er in het sap zit. Hiervoor meet hij 10,0 ml citroensap af en doet dat in een erlenmeyer. Hij voegt 2 druppels fenolftaleïne toe en titreert met natronloog.
- a** Hoe kan Chris vrij nauwkeurig 10,0 ml citroensap afmeten?
- b** Welke kleuromslag zal Chris op het eindpunt waarnemen?
- Chris heeft 10,35 ml natronloog nodig. Voor de titratie van 100 mg citroenzuur is 170 ml natronloog nodig.
- c** Bereken de hoeveelheid citroenzuur in 10,0 ml citroensap.
- 6 Gerry doet 10,0 ml huishoudazijn in een erlenmeyer en voegt er 2 druppels lakmoesoplossing aan toe. Een buret vult hij met natronloog. Hij titreert tot de oplossing in de erlenmeyer van kleur is veranderd. De tekeningen in figuur 9 geven de beginstand en eindstand van de buret aan.

FIG. 9 Buretstanden.



beginstand

eindstand

- a** Noteer beginstand en eindstand van de buret.
- b** Hoeveel ml natronloog is toegevoegd?
- c** Welke kleurverandering zal Gerry waarnemen?
Gerry weet dat 10,0 ml van deze natronloog reageert met 0,526 g azijnzuur.
- d** Bereken hoeveel gram azijnzuur 10,0 ml huishoudazijn bevat.
Huishoudazijn moet minimaal 40 g azijnzuur per liter bevatten.
- e** Voldoet deze huishoudazijn daaraan? Licht je antwoord toe.
Tijdens de titratie veranderen zowel het aantal H^+ -ionen als de pH van de oplossing in de erlenmeyer.
- f** Wat verandert er aan het aantal H^+ -ionen?
- g** Wat verandert er aan de pH?

BLOK 5 HERHAALSTOF

H1 Atoommassa, molecuulmassa en massapercentage

Atoommassa

De massa van een atoom is vaak een *gemiddelde atoommassa*. De massa van atomen wordt weergegeven in u. De massa van een H-atoom is 1,0 u; de massa van een O-atoom is 16,0 u.

Molecuulmassa

Moleculen zijn opgebouwd uit atomen. De massa van alle atomen in één molecuul bepaalt de *molecuulmassa*. Ook bij zouten spreekt men van molecuulmassa.

- 1** Waarom is de massa van een atoom vaak een gemiddelde atoommassa?
- 2** Bereken de molecuulmassa van
 - a** waterstofchloride, HCl ;
 - b** zwavelzuur, H_2SO_4 ;
 - c** calciumfluoride, $Ca^{2+}F_2^-$;
 - d** fosforzuur, H_3PO_4 ;
 - e** oxaalzuur, $H_2C_2O_4$;
 - f** kaliumaluminiumsulfaat, $K^+Al^{3+}(SO_4^{2-})_2$.

Massaverhouding

Atomen zijn in een bepaalde verhouding in moleculen aanwezig.

In water (H_2O) zijn de atoomsoorten H en O in de deeltjesverhouding 2 : 1 aanwezig.

De massa van twee atomen H is 2,0 u, de massa van één atoom O is 16,0 u. De *massaverhouding* in een molecuul water is dan $H : O = 2,0 : 16,0 = 1,0 : 8,0$.

De massaverhouding is meestal duidelijk anders dan de deeltjesverhouding.

- 3 a** Bepaal de deeltjesverhouding in natriumchloride (NaCl).
b Bereken de massaverhouding in natriumchloride.
- 4** Van een ijzerzout weet men dat er ijzerionen en chloride-ionen inzitten. Ijzer kan twee ladingen hebben: 2+ en 3+. Dus de formule kan zijn $\text{Fe}^{2+}\text{Cl}^{-}_2$ of $\text{Fe}^{3+}\text{Cl}^{-}_3$. De massaverhouding wordt bepaald en men vindt ijzer : chloor = 1 : 2.
a Geef de juiste namen voor $\text{Fe}^{2+}\text{Cl}^{-}_2$ en $\text{Fe}^{3+}\text{Cl}^{-}_3$.
b Ga door berekening na welke formule de juiste is voor het ijzerzout.

- 5** De formule van aluminiumsulfide is Al_2S_3 . De massaverhouding tussen aluminium en zwavel is:

	MASSA ALUMINIUM	:	MASSA ZWAVEL
A	2	:	3
B	27,0	:	32,1
C	54,0	:	96,3

Massapercentage

In een molecuul kan het *massapercentage* van een atoomsoort berekend worden.

VOORBEELD 1: Het massapercentage stikstof in ammoniak (NH_3) berekenen.

De molecuulmassa van ammoniak (NH_3) is

$$1 \times 14,0 + 3 \times 1,0 \text{ u} = 17,0 \text{ u}.$$

De massa stikstof in één molecuul ammoniak is

$$1 \times 14,0 \text{ u} = 14,0 \text{ u}.$$

Het massapercentage stikstof in ammoniak is dan

$(14,0/17,0) \times 100 = 82,4\%$ (en *niet* 82,352941 zoals op je rekenmachine te zien is!).

VOORBEELD 2: Het massapercentage stikstof in de kunstmest ammoniumnitraat ($\text{NH}_4^+\text{NO}_3^-$) berekenen.

De molecuulmassa van ammoniumnitraat is

$$1 \times 14,0 + 4 \times 1,0 + 1 \times 14,0 + 3 \times 16,0 \text{ u} = 80,0 \text{ u}.$$

De massa stikstof in één 'molecuul' ammoniumnitraat

$$\text{is } 2 \times 14,0 \text{ u} = 28,0 \text{ u}.$$

Het massapercentage stikstof in ammoniumnitraat is

$$\text{dan } (28,0/80,0) \times 100 = 35,0\%.$$

- 6** Bereken het massapercentage zwavel in:

a zwavelzuur, H_2SO_4 ;

b waterstofsulfide, H_2S ;

c natriumsulfide, $\text{Na}^+_2\text{S}^{2-}$;

d zwaveltrioxide, SO_3 .

- 7** Benzeen is C_6H_6 , hexaan is C_6H_{14} .

a Leg uit, zonder berekening, welke van de twee stoffen benzeen en hexaan het hoogste massapercentage koolstof heeft.

b Bereken het massapercentage koolstof in benzeen en hexaan.

c Komen de antwoorden van **a** en **b** overeen?

H2 Rekenen aan reacties

Wet van massabehoud

De totale massa van de stoffen vóór de reactie is gelijk aan de totale massa van de stoffen ná de reactie. Dit is de *wet van massabehoud*.

Bij de ontleding van 10 gram water ontstaan 10 gram ontledingsproducten.

- 1 Bij de ontleding van 100 g water ontstaan waterstof en zuurstof. De gasen worden apart opgevangen. Van de hoeveelheid zuurstof wordt de massa bepaald: 89 g.
 - a Schrijf de kloppende reactievergelijking op.
 - b Bereken hoeveel gram waterstof er ook gevormd is.

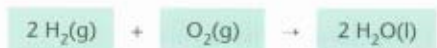
De gevormde waterstof wordt verbrand. Er ontstaat daarbij weer water.

 - c Hoeveel gram water ontstaat er? Leg uit.
 - d Hoeveel gram zuurstof is voor de verbranding nodig geweest?

Massaverhouding

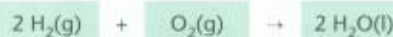
Stoffen reageren in een vaste *massaverhouding* met elkaar.

VOORBEELD 1: de verbranding van waterstof.



2 moleculen waterstof reageren met 1 molecuul zuurstof tot 2 moleculen water.

- 1 molecuul H_2 heeft molecuulmassa 2,0 u;
- 2 moleculen dus 4,0 u.
- 1 molecuul O_2 heeft molecuulmassa 32,0 u.
- 1 molecuul H_2O heeft molecuulmassa 18,0 u;
- 2 moleculen dus 36,0 u.



4,0 u

32,0 u

36,0 u

Hier staat de massaverhouding waarin de stoffen reageren en gevormd worden. De eenheid van massa is vrij te kiezen. Zorg er wel voor dat alle stoffen dezelfde eenheid van massa hebben. Dan geldt dus ook:

- 4 g waterstof reageert met 32 g zuurstof tot 36 g water.
- 1 g waterstof reageert met 8 g zuurstof tot 9 g water.
- 1 kg waterstof reageert met 8 kg zuurstof tot 9 kg water.
- 20 kg waterstof reageert met 160 kg zuurstof tot 180 kg water.

- 2 Neem het volgende over en vul in:

a mg waterstof reageert met 4 mg zuurstof tot mg water.

b 200 kg waterstof reageert met kg zuurstof tot kg water.

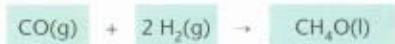
c g waterstof reageert met g zuurstof tot 27 g water.

- 3 De vergelijking van de reactie tussen natrium en zwavel is:



Bereken in welke massaverhouding natrium en zwavel met elkaar reageren.

- 4 Men kan methanol maken door koolstofmono-oxide en waterstof met elkaar te laten reageren:



In welke massaverhouding reageren koolstofmono-oxide en waterstof bij deze reactie?

	MASSA Koolstofmono-oxide	:	MASSA Waterstof
A	1	:	1
B	1	:	2
C	1	:	4
D	28	:	1
E	28	:	2
F	28	:	4

(Mavo-D-eindexamen 1994-II)

Rekenen aan reacties

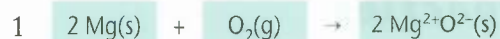
Elke opgave die gaat over een berekening bij een chemische reactie kan op eenzelfde manier aangepakt worden. Hieronder staat een oplosmethode aangegeven:

- 1 Stel vast over *welke reactie* het gaat. Stel de reactievergelijking op.
- 2 Geef aan welke stof *gegeven* is en welke stof *gevraagd* wordt. Zet de woorden gegeven en gevraagd onder de juiste stof in de reactievergelijking.
- 3 Leid uit de reactievergelijking de *massaverhouding* af. Gebruik de juiste eenheid van massa. (Zie de vraag!)
- 4 Bereken uit de *massa* van de *gegeven stof* de massa van de *gevraagde stof*.
- 5 Ga na of *antwoord* gegeven is op de vraag.

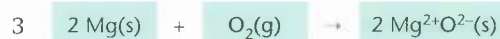
VOORBEELD 2: Magnesium reageert met zuurstof tot magnesiumoxide. Magnesiumoxide kan in de landbouw gebruikt worden om te zure landbouwgronden minder zuur te maken.

OPGAVE: Bereken hoeveel kg magnesiumoxide ontstaat als 10,0 kg magnesium verbrand wordt.

OPLOSMETHODE:

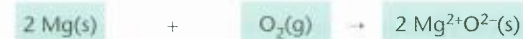


2 Gegeven: 10,0 kg magnesium. Gevraagd: ? kg magnesiumoxide.



Gegeven: 48,6 kg
Gevraagd: 80,6 kg

- 4 Reken via een tussenstap het gegeven naar 1,0 kg toe. De massaverhouding moet hetzelfde blijven. Dus eerst zowel 'gegeven' als 'gevraagd' door hetzelfde getal delen. En vervolgens 'gegeven' en 'gevraagd' met hetzelfde getal vermenigvuldigen.



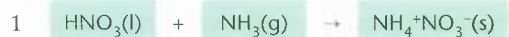
Gegeven:	Gevraagd:
48,6 kg	80,6 kg
delen door 48,6	delen door 48,6
1,0 kg	1,66 kg
$\times 10,0$	$\times 10,0$
10,0 kg	16,6 kg

- 5 ANTWOORD: Er ontstaat 16,6 kg magnesiumoxide bij de verbranding van 10,0 kg magnesium.

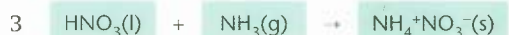
VOORBEELD 3: Uit salpeterzuur, $\text{HNO}_3\text{(l)}$, en ammoniak, $\text{NH}_3\text{(g)}$, kan de kunstmest ammoniumnitraat, $\text{NH}_4^+\text{NO}_3^-\text{(s)}$, gemaakt worden.

OPGAVE A: Bereken hoeveel kg salpeterzuur nodig is om 100 kg ammoniumnitraat te maken.

OPLOSMETHODE:



2 Gegeven: 100 kg ammoniumnitraat. Gevraagd: ? kg salpeterzuur.



Gevraagd: Gegeven:
63,0 kg 80,0 kg

4 Reken via een tussenstap het gegeven naar 1,0 kg toe. De massaverhouding moet hetzelfde blijven. Dus eerst zowel 'gegeven' als 'gevraagd' door hetzelfde getal delen. En vervolgens 'gegeven' en 'gevraagd' met hetzelfde getal vermenigvuldigen.



Gevraagd:	Gegeven:
63,0 kg	80,0 kg
delen door 80	delen door 80
0,788 kg	1,0 kg
× 100	× 100
78,8 kg	100 kg

5 ANTWOORD: Er is 78,8 kg salpeterzuur nodig.

OPGAVE B: Bereken hoeveel kg ammoniak er nodig is geweest om 100 kg ammoniumnitraat te maken.

ANTWOORD: de wet van massabehoud kan gebruikt worden:

massa salpeterzuur + massa ammoniak =
massa ammoniumnitraat

Dus 78,8 kg + ? kg = 100 kg. Er is 21,2 kg ammoniak nodig geweest.

Overmaat

Als stoffen in een willekeurige verhouding gemengd worden, reageert niet alles volledig. Er blijft van één stof dan wat over. Er is een *overmaat* gebruikt.

Als 4,0 gram waterstof met 40,0 gram zuurstof gemengd wordt, is er een overmaat zuurstof. Er is slechts 32,0 gram zuurstof nodig. Er blijft dan dus 8,0 gram zuurstof over (= overmaat).

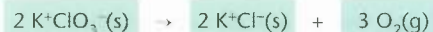
Massa en volume

Vloeistoffen worden vaak in *volumehoeveelheden* opgeschreven. Zo spreekt men vaker van een liter water dan van een kilo water.

VOORBEELD 4: De massa van 1 dm³ waterstof is 0,083 gram. Als bij de ontleding van water 100 dm³ waterstofgas gevormd is, is er 100 × 0,083 = 8,3 g waterstofgas gevormd.

De massa van 1 dm³ zuurstof is 1,33 gram. Als bij de ontleding van water 50 dm³ zuurstofgas gevormd is, is er 50 × 1,33 = 66,5 g zuurstofgas gevormd.

5 Uit kaliumchloraat, KClO₃(s), kan via verhitting zuurstof gemaakt worden. De optredende reactievergelijking is:



a Wat voor type reactie is dit? Leg uit.

b Bereken hoeveel gram kaliumchloraat nodig is om 30,0 gram zuurstof te maken.

1,0 g zuurstof heeft een volume van 1,3 cm³.

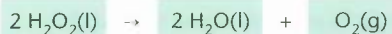
c Bereken hoeveel cm³ zuurstof er ontstaan is.

De vrijgekomen zuurstof wordt gebruikt om methaan, CH₄(g), te verbranden. De optredende reactievergelijking is:



d Bereken hoeveel gram methaan er met de vrijgekomen zuurstof verbrand kan worden.

- 6 Als waterstofperoxide, $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$, met zonlicht beschenen wordt, treedt de volgende reactie op:

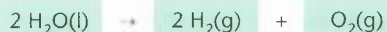


Deze reactie verloopt zeer snel als ook een schepje bruinsteen toegevoegd wordt. De bruinsteen is na afloop onveranderd aanwezig.

a Wat is de functie van het bruinsteen? Licht kort toe.

b Bereken hoeveel gram zuurstof ontstaat, als er 25,0 g waterstofperoxide omgezet is.

- 7 De reactievergelijking van de elektrolyse van water is:

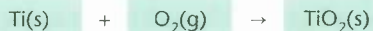


Hoeveel gram zuurstof ontstaat bij de elektrolyse van 10 gram water?

- A 1,1 gram
B 3,3 gram
C 5,0 gram
D 8,9 gram

(Mavo-D-eindexamen 1990-I)

- 8 De vergelijking van de reactie tussen titaan en zuurstof is:



Bij de reactie van 3,0 gram titaan met 2,0 gram zuurstof ontstaat 5,0 gram titaanoxide.

a Bereken de atoommassa van titaan.

Bij een andere proef wordt 50,0 gram titaan gemengd met 50,0 gram zuurstof. Men laat de stof-fen titaan en zuurstof met elkaar reageren.

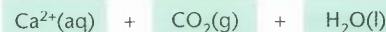
b Welke stof is in overmaat aanwezig? Hoeveel gram overmaat is er?

c Hoeveel gram titaanoxide kan maximaal ontstaan? Licht toe met een berekening.

- 9 Carli wil weten hoeveel gram calciumcarbonaat (CaCO_3) in een tube tandpasta van 80,0 gram zit. Zij laat daarom 10,0 gram tandpasta reageren met een overmaat verdund zwavelzuur.

a Wat is een overmaat?

De reactie die optreedt, is:



Bij deze reactie ontstaat uit 10,0 gram tandpasta 0,720 g koolstofdioxide.

b Bereken hoeveel gram calciumcarbonaat in een tube tandpasta van 80,0 g zit.

(Mavo-D-eindexamen 1993-I)

- 10 Uit calciumcarbonaat kan door verhitting calcium-oxide (= ongebluste kalk) gemaakt worden. De optredende reactie is:



Suzan verhit 400 g calciumcarbonaat totdat al het calciumcarbonaat ontleed is. Hoeveel gram calciumoxide is dan gevormd?

- A 112 g
B 224 g
C 312 g
D 400 g

(Mavo-D-eindexamen 1994-I)

H3 Titraties

Hoe bepaalt men het gehalte van een zure oplossing? Meet een bepaalde hoeveelheid zure oplossing af. Voeg enkele druppels indicator toe. Titreer met natronloog: voeg natronloog toe tot de kleur van de indicator verandert.

Hoe bepaalt men het gehalte van een basische oplossing?

Meet een bepaalde hoeveelheid basische oplossing af. Voeg enkele druppels indicator toe. Titreer met zoutzuur: voeg zoutzuur toe tot de kleur van de indicator verandert.

VOORBEELD: Men meet 10 ml huishoudazijn af. Twee druppels fenolftaleïne worden toegevoegd. Daarna titreert men met natronloog tot de kleur van de oplossing roze wordt. Er is 8,4 ml natronloog nodig. Bereken het gehalte azijnzuur (HAc) in de huishoudazijn.

Gegeven: 1,0 ml natronloog komt overeen met 0,039 g HAc.

Berekening: 8,4 ml natronloog komt overeen met $8,4 \times 0,039 = 0,33$ g HAc.

Er zit in 10 ml huishoudazijn 0,33 g HAc. In 1 liter dan 33 g HAc.

- 1** Je hebt de beschikking over bekerglazen, erlenmeyers, reageerbuizen, buretten, maatcilinders en injectiespuiten. Verder over een fles azijn, een fles natronloog en een druppelflesje met indicator.
 - a** Beschrijf hoe je de titratie van het bovenstaande voorbeeld zou uitvoeren.
De beginstand in de buret was 3,4 ml.
 - b** Teken het vloeistofniveau in de buret waaruit dit blijkt. Teken slechts een klein stukje van de buret.
 - c** Wat zal het eindniveau geweest zijn? Licht toe.

- 2** In een accu zit zwavelzuur. Theo wil de concentratie van het accuzuur bepalen via een titratie. Hij meet 25,0 ml accuzuuroplossing af. Hij titreert na toevoeging van enkele druppels fenolftaleïne met natronloog. Er is 18,6 ml natronloog nodig.
Gegeven: 1,0 ml natronloog komt overeen met 0,13 gram zwavelzuur.
 - a** Welke kleurverandering zal Theo bij het eindpunt zien?
 - b** Bereken de concentratie zwavelzuur van de accuzuuroplossing in gram zwavelzuur per liter accuzuuroplossing.
- 3** In mest zit opgeloste ammoniak. Een hoeveelheid mest wordt gefiltreerd. Het filtraat is een heldere vloeistof.
 - a** Maak een tekening van deze filtratie. Geef aan waar het filtraat en waar het residu zit.
Er wordt 50,0 ml filtraat afgemeten.
 - b** Waarmee kan dit afgemeten worden?
Aan de 50,0 ml filtraat worden een paar druppels indicator toegevoegd. Er wordt getitreerd met zoutzuur. Er is 7,8 ml zoutzuur nodig.
Gegeven: 1,0 ml zoutzuur komt overeen met 1,7 mg ammoniak.
 - c** Hoe kan men zien dat het eindpunt van de titratie bereikt is?
 - d** Bereken de concentratie opgeloste ammoniak in de mest in gram per liter.