

Chemie als basis voor L41

Rick Creemers



Uitgeverij Betabook
Schopenhauerstraat 215
7323 LZ Apeldoorn

Telefoon:	055 5050619
Fax:	055 3600598
E-mail:	info@betabook.nl
Internet:	www.betabook.nl www.betabase.nl

De uitgever heeft gestreefd de auteursrechten op afbeeldingen en foto's te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Iemand die ondanks dit menen rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich tot de uitgever wenden.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	pagina 3
1 Stofeigenschappen	pagina 5
1.1 Herkennen van stoffen	pagina 6
1.1.1 geur	pagina 6
1.1.2 kleur	pagina 6
1.1.3 oplosbaarheid	pagina 6
1.1.4 kook- en smeltpunt	pagina 7
1.1.5 brandbaarheid	pagina 7
1.1.6 aggregatietoestand	pagina 7
1.2 Faseaanduiding	pagina 8
1.3 Smelten en stollen	pagina 9
2 Water	pagina 18
2.1 Water	pagina 19
2.2 De waterkringloop	pagina 20
2.2.1 neerslag	pagina 21
2.2.2 infiltratie	pagina 21
2.2.3 transpiratie	pagina 21
2.2.4 oppervlakte afvloeisel	pagina 22
2.2.5 verdamping	pagina 22
2.2.6 condensatie	pagina 22
2.3 Waterverontreiniging	pagina 22
2.4 Oplosbaarheid	pagina 23
2.5 Zepen	pagina 25
2.5.1 enkele zeepsoorten zijn:	pagina 26
2.6 Hardheid van water	pagina 27
3 Zuren en basen (D)	pagina 32
3.1 Zuren	pagina 33
3.2 Indicator	pagina 34
3.3 Zuurgraad	pagina 34
3.4 Ionisatievergelijking van zuren	pagina 38
3.5 Elektrolyse van zoutzuur	pagina 39
3.6 Zure regen	pagina 40
3.7 Basen	pagina 41
3.8 Ionisatievergelijking van basen	pagina 44
3.9 Bijzondere basen	pagina 45
3.10 Neutralisatiereacties	pagina 45
4 Zouten	pagina 60
4.1 Zouten	pagina 61
4.2 Namen van zouten	pagina 62
4.3 Bepaling verhoudingsformule van zouten	pagina 64
4.4 Oplosbaarheid van zouten	pagina 65
4.5 Suspensie, oplossing en emulsie	pagina 67
4.6 Het oplossen van zouten in water	pagina 69
4.7 Temperatuur en oplosbaarheid	pagina 70
4.8 Hydrofiele en hydrofobe stoffen	pagina 72
4.9 Kristalwater	pagina 72
4.10 Hardheid van water	pagina 74
4.11 Zepen	pagina 76

5 Neerslagreacties	pagina 88
5.1 Reactie tussen twee zouten	pagina 89
5.2 Aantonen van ionen in een oplossing	pagina 92
5.3 Verontreinigingen in een zout	pagina 94
5.4 Verwijderen van ionen uit een oplossing	pagina 95
6 Formules (D)	pagina 100
6.1 Molecuulformule	pagina 101
6.2 Verhoudingsformule	pagina 102
6.3 Reactievergelijkingen	pagina 104
7 Reactievergelijkingen (D)	pagina 112
7.1 Vergelijking	pagina 113



1 Stofeigenschappen

1.1 Herkennen van stoffen

Het herkennen van voorwerpen is meestal niet zo moeilijk, omdat we door de vorm al een belangrijke aanwijzing hebben. Bij scheikundige proeven hebben we echter niet met voorwerpen maar met stoffen te maken. Deze zijn niet altijd zo gemakkelijk van elkaar te onderscheiden. Er bestaat een groot aantal stoffen met allerlei verschillende eigenschappen. Om hier een indruk van te krijgen, kan je de volgende proef uitvoeren.

Stoffen hebben bepaalde eigenschappen.
Deze eigenschappen heten stofeigenschappen.
Door de verschillen in stofeigenschappen zijn stoffen te herkennen.

1.1.1 geur

Benzine, azijn en ammonia hebben alle drie een geur. Deze geur is een eigenschap van deze stoffen. Door het verschil in geur kan men de stoffen herkennen.



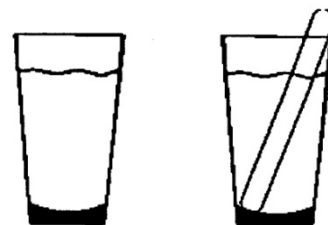
1.1.2 kleur



Zwavel is herkenbaar aan de gele kleur. Ook de kleur is een stofeigenschap. Keukenzout en krijt hebben beide een witte kleur. Daaraan kan men de stoffen niet herkennen.

1.1.3 oplosbaarheid

Keukenzout heeft de stofeigenschap dat het in water oplost. Krijt heeft deze stofeigenschap niet. Ook de oplosbaarheid van een stof in water is een stofeigenschap waaraan men stoffen soms kan herkennen. Stoffen die wel in water oplossen noemt men ook wel **hydrofiele** stoffen en stoffen die niet in water oplossen noemt men **hydrofobe** stoffen.



Stofeigenschappen

1.1.4 kook- en smeltpunt

Je kunt ook proberen er achter te komen bij welke temperatuur een stof kookt of smelt. In onderstaande tabel zie je dat elke stof zijn eigen kook- en smeltpunt heeft. Kookpunt en smeltpunt zijn stofeigenschappen.

naam stof	kookpunt (K)	naam stof	smeltpunt (K)
aceton	329	keukenzout	1081
alcohol	351	paraffine	325
water	373	zwavel	392
terpentijn	453	ijzer	1808
		ijjs	273

Opmerking:

De in de tabel gegeven temperaturen zijn uitgedrukt in Kelvin (K). Dit is een eenheid voor temperatuur die in de natuurwetenschappen vaak in plaats van de eenheid Celsius gebruikt wordt.

De reden is dat 0°C niet de laagst mogelijke temperatuur is. Ook negatieve temperaturen zijn dan mogelijk. Bij gebruik van de eenheid Kelvin is dit niet zo: de laagst mogelijke temperatuur heeft men 0 Kelvin (0 K) genoemd.

Dit is een temperatuur van $-273,15^{\circ}\text{C}$

1.1.5 brandbaarheid

Papier, hout en aardgas zijn stoffen die kunnen branden. Water kan niet branden. De brandbaarheid van een stof is ook een stofeigenschap.



1.1.6 aggregatietoestand

Water bestaat in de vorm van ijs, water en waterdamp. We zeggen ook dat we water kennen in de vaste, de vloeibare en de gasvormige toestand.

De toestand waarin een stof voorkomt, heet **fase** of .

Bij een temperatuur boven 273 K zal ijs veranderen in water. Water verandert in waterdamp boven 373 K.

Bij een normale temperatuur is ijzer altijd een vaste stof.

Bij een bepaalde temperatuur is de fase van een stof dus ook een stofeigenschap. Voor de verschillende fasen van een stof worden meestal geen andere namen gebruikt.

Boven 1808 K spreek je gewoon van vloeibaar ijzer.

Geur, kleur, oplosbaarheid, brandbaarheid, kookpunt, smeltpunt en fase zijn stofeigenschappen.

1.2 Faseaanduiding

Meestal willen we graag weten in welke fase een stof voorkomt. Voor ijzer zou men kunnen schrijven: ijzer(vast).

Maar het is in de scheikunde de gewoonte achter de stoffen de afkortingen van de Engelse namen voor vast, vloeibaar en gasvormig te zetten.

fase	engelse benaming	afkorting
vast	solid	(s)
vloeibaar	liquid	(l)
gasvormig	gas	(g)

Voor ijs, water en waterdamp schrijven we dus:

ijs = water(s)
water = water(l)
waterdamp = water(g)
vast ijzer = ijzer(s)
vloeibaar ijzer = ijzer(l)



Je kan je ook afvragen of de vorm van een stof een stofeigenschap is.

Suiker heeft een zoete smaak en is oplosbaar in water. Maar een klontje suiker heeft ook een zoete smaak en is ook oplosbaar in water. Datzelfde geldt ook voor kristalsuiker en poedersuiker.

Kleine stukjes ijzer worden door een magneet aangetrokken, dat geldt ook voor ijzer in de poedervorm.

De vorm van een stof is dus **geen** stofeigenschap.



Als de vorm van een stof verandert, veranderen de stofeigenschappen van die stof niet. De vorm van een stof is dus geen stofeigenschap.

Benzine heeft de eigenschap dat het kan branden, water heeft deze stofeigenschap niet. Daarom is benzine wel geschikt als brandstof voor een auto en water niet.

Ijzer heeft de eigenschap dat het erg snel roest, goud heeft deze eigenschap niet. Daarom is goud erg geschikt om er sieraden van te maken, maar ijzer niet.

Sommige soorten plastic zijn hard en geleiden de elektrische stroom niet. Daarom zijn deze plastics erg geschikt om er stekkers en stopcontacten van te maken.

Als men de stofeigenschappen van de stoffen goed kent, kan men ook zeggen waarvoor deze stoffen wel en niet gebruikt kunnen worden.

Bij de hierboven beschreven stofeigenschappen zijn we steeds uitgegaan van zuivere stoffen. In de praktijk blijken er niet zoveel zuivere stoffen voor te komen. Meestal zijn stoffen gemengd. Kraanwater bijvoorbeeld is onzuiver, het bevat o.a. kalk.

1.3 Smelten en stollen

Voor gebruik zal dan ook eerst nagegaan moeten worden of een stof zuiver is. Bij een vaste stof kan dat gebeuren door het smeltpunt te bepalen.

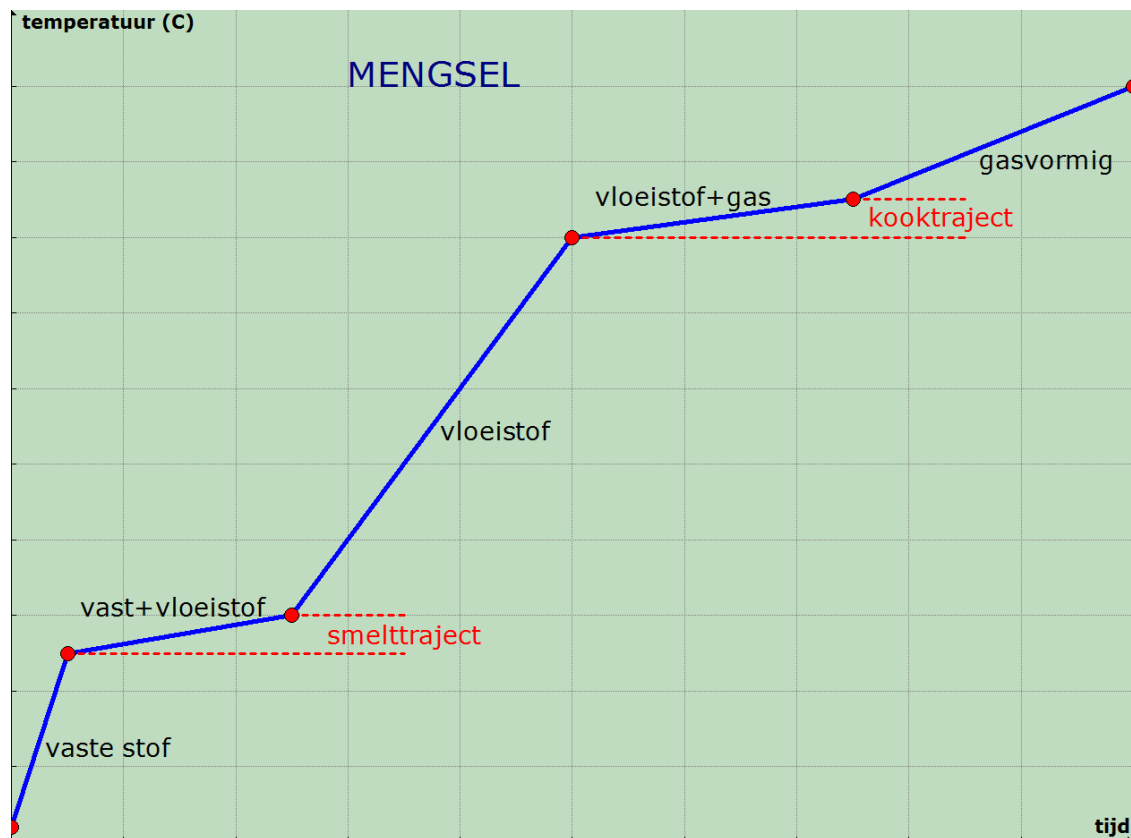
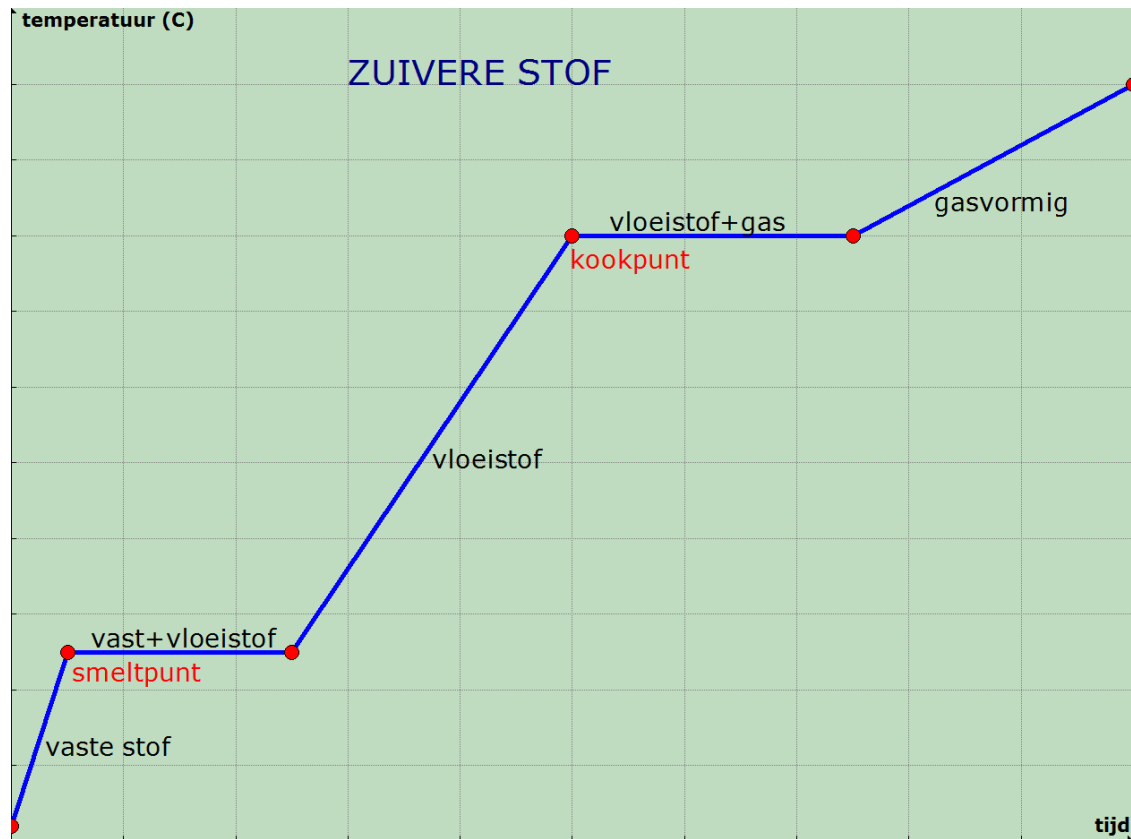
Bij zuivere vaste stoffen zal de temperatuur tijdens het smelten gelijk blijven (**smeltpunt**). Bij onzuivere vaste stoffen zal de temperatuur tijdens het smelten echter langzaam oplopen (**smelttraject**).

Bij onzuivere stoffen zijn meer stoffen aanwezig, die elk een eigen smeltpunt hebben. Het smelten van een onzuivere stof vindt dus niet plaats bij één temperatuur, maar bij verschillende temperaturen, waardoor de temperatuur tijdens het smelten verandert en een smelttraject ontstaat.

Op dezelfde manier is er bij vloeistoffen sprake van een **kookpunt** of een **kooktraject**.

Door tijdens het smelten (of koken) van een stof de temperatuur te meten, kan bepaald worden of die stof zuiver of onzuiver is.

Stofeigenschappen



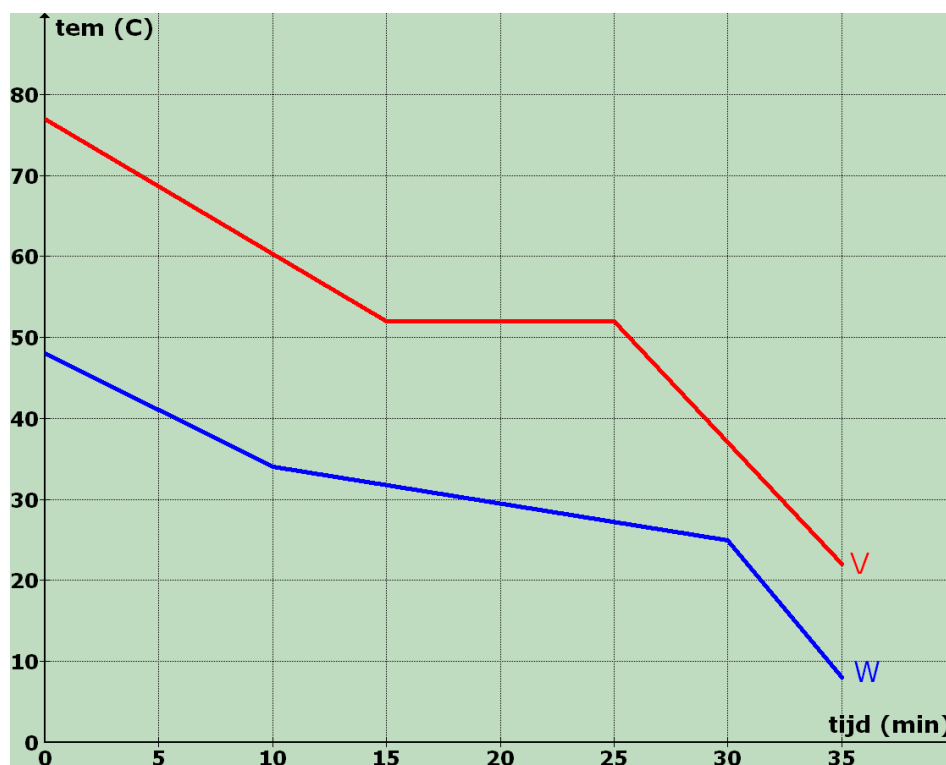
Stofeigenschappen

Vraagstukken

1. Welke van de volgende stoffen is een zuivere stof?
 - A. bier
 - B. lucht
 - C. melk
 - D. water
2. Welke van de volgende stoffen bestaat uit een mengsel?
 - A. ijzer
 - B. keukenzout
 - C. suikeroplossing
 - D. water

De volgende inleiding hoort bij de vragen 3 en 4.

Iemand laat in twee bekers glazen de vloeistoffen V en W geleidelijk afkoelen. Hij meet in beide gevallen op bepaalde tijdstippen de temperatuur. De resultaten van de metingen worden verwerkt in een diagram.



3. Na hoeveel minuten is vloeistof V helemaal vast geworden?
 - A. 15 minuten
 - B. 20 minuten
 - C. 25 minuten
 - D. 35 minuten

Stofeigenschappen

4. Welke conclusies zijn af te leiden uit het diagram?

- A. V en W zijn beide mengsels
- B. V is een mengsel, W is een zuivere stof
- C. V is een zuivere stof, W is een mengsel
- D. V en W zijn beide zuivere stoffen

5. De juiste schrijfwijze voor ijs is:

- A. water(s)
- B. water(g)
- C. water(l)
- D. niet te geven



6. Een bepaald soort ijzerroest is een bruine, vaste stof.
Dit ijzerroest is niet oplosbaar in water.
Hoeveel stofeigenschappen zijn hier genoemd?

- A. 0
- B. 1
- C. 2
- D. 3

7. Keukenzout heeft onder andere de volgende eigenschappen:

- I het is een vaste stof
- II de kleur is wit
- III het smeltpunt is 801 °C
- IV het lost goed op in water

Met welke van de bovengenoemde eigenschappen kan men aantonen dat een bepaalde stof inderdaad keukenzout is?

- A. met I
- B. met II
- C. met III
- D. met IV



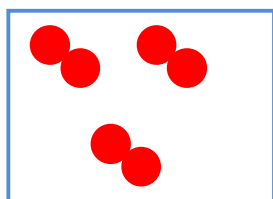
8. Uit welk van de onderstaande gegevens blijkt dat benzine een mengsel is?

- A. benzine is brandbaar
- B. benzine is een vloeistof
- C. benzine heeft een kooktraject

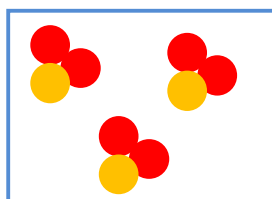


Stofeigenschappen

9. Welke van onderstaande tekeningen stelt een zuivere stof voor?



tekening 1



tekening 2

● zwavelatoom
● zuurstofatoom

- A. geen van beide tekeningen
B. alleen tekening 1
C. alleen tekening 2
D. zowel tekening 1 als tekening 2
10. Twee vaste stoffen worden elk verwarmd tot ze vloeibaar geworden zijn. Tijdens het verwarmen wordt om de halve minuut de temperatuur van de stoffen gemeten. De gemeten temperaturen staan in onderstaande tabel.

tijd in minuten	temperatuur in °C	
	stof 1	stof 2
0,5	22	22
1,0	30	30
1,5	38	38
2,0	45	44
2,5	49	48
3,0	49	51
3,5	49	53
4,0	49	55
4,5	52	58
5,0	60	65

Welke van de stoffen 1 en 2 is een zuivere stof?

- A. geen van beide stoffen
B. alleen stof 1
C. alleen stof 2
D. zowel stof 1 als stof 2

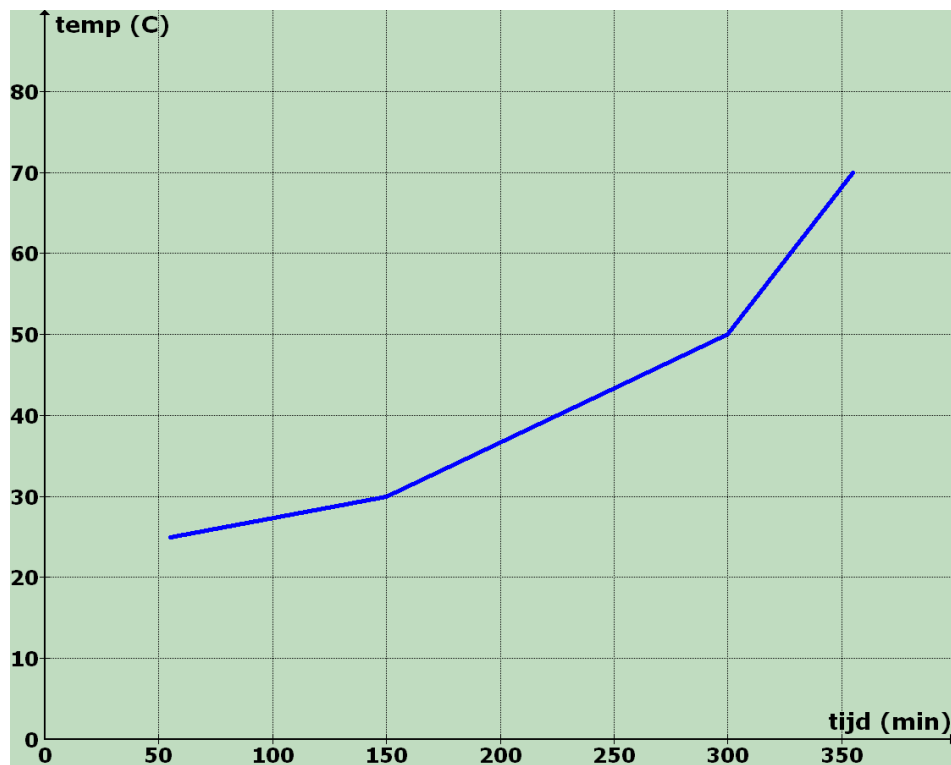
Stofeigenschappen

11. Bij een reactie ontstaat een wit poeder
Welke toestandsaanduiding komt achter de formule van deze stof te staan?
- A. (aq)
 - B. (g)
 - C. (l)
 - D. (s)
12. Noem zes stofeigenschappen.
13. Waarom is het belangrijk dat men van stoffen veel stofeigenschappen kent?
14. Wanneer noemt men een stof zuiver?
15. Leg uit hoe je kunt nagaan dat leidingwater een onzuivere stof is.
16. Je hebt de volgende stoffen: goud, azijn, lucht, koper, aardgas, benzine, zelfrijzend bakmeel, hout, leidingwater, gedestilleerd water en papier.
Zeg welke stoffen zuiver en welke stoffen onzuiver zijn.
17. Schrijf voor de volgende stoffen de toestand op waarin ze normaal voorkomen.
Schrijf eerst de naam van de stof op. Achter de naam zet je tussen haakjes de toestand van de stof.
De stoffen zijn: benzine, aardgas, keukenzout, suiker, zuurstof, koper en zonnebloemolie.
18. Leg met een voorbeeld uit dat de stofeigenschappen van een stof niet veranderen als de vorm van de stof verandert.
19. Glas wordt gebruikt om er ramen en flessen van te maken.
Welke stofeigenschappen maken glas daarvoor geschikt?



Stofeigenschappen

20. Piet wil weten of een stof zuiver of onzuiver is. Hij voert een proef uit en van de meetresultaten maakt hij een diagram.

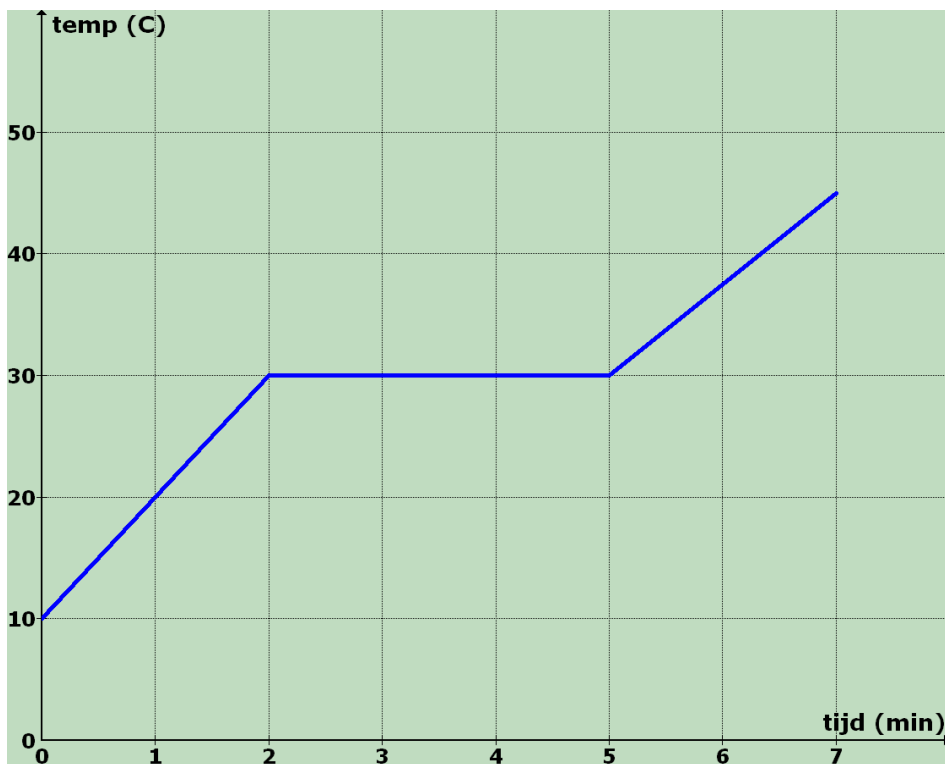


- Op welk tijdstip begint de stof te smelten?
- Hoe lang duurt het smelten?
- Bij welke temperatuur smelt de stof?
- Verandert de temperatuur tijdens het smelten?
- Is er sprake van een smeltpunt of van een smelttraject?
- Is de stof zuiver of onzuiver?



Stofeigenschappen

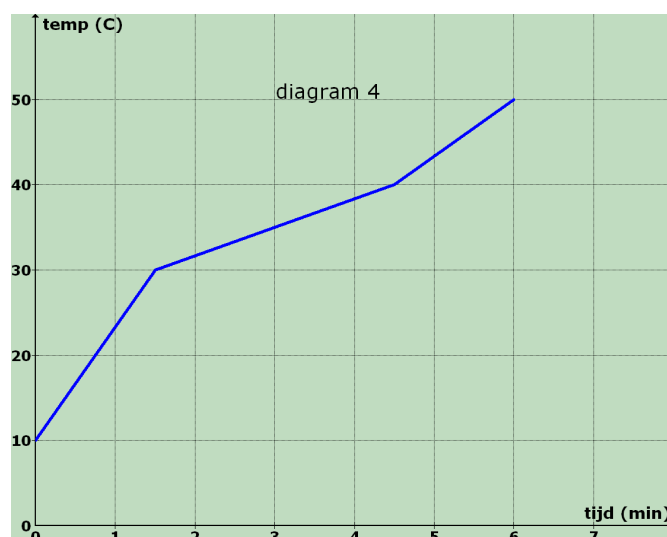
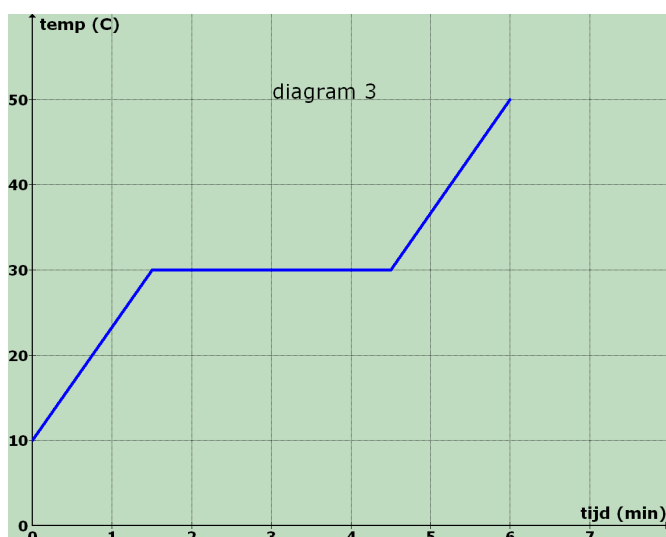
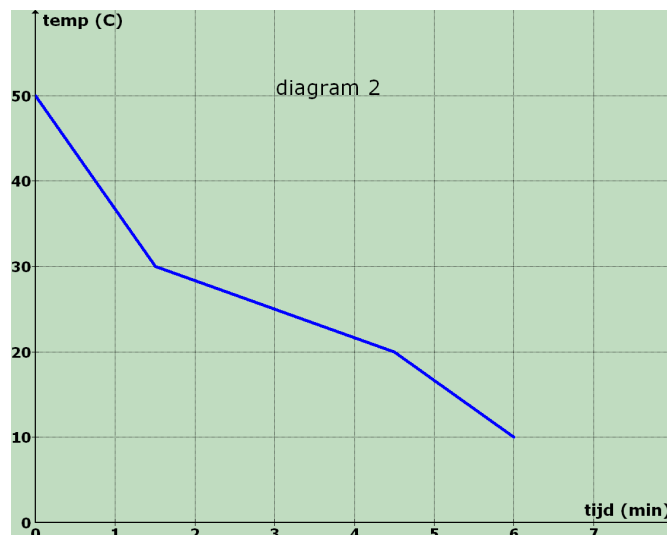
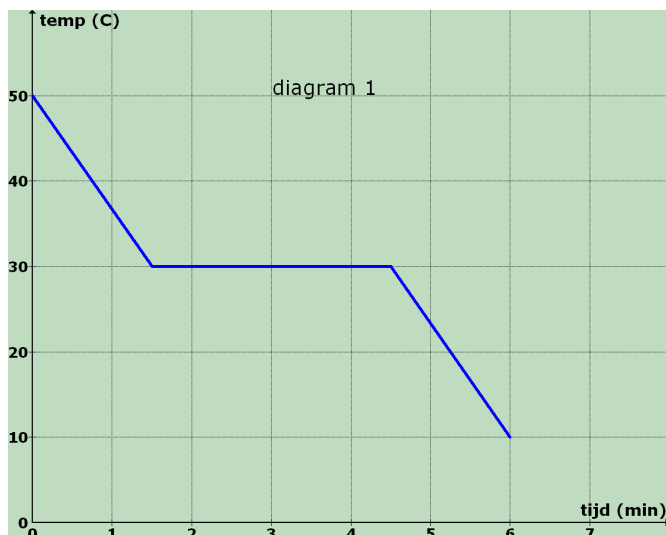
Hieronder is het smeltdiagram van een stof weergegeven. De vraagstukken 21 en 22 gaan over dit diagram.



21. Hoeveel minuten verlopen er tussen het moment dat de stof begint te smelten en het moment dat juist alles gesmolten is?
22. Leg uit of de stof waarvan het smeltdiagram is afgebeeld een zuivere stof of een mengsel is.

Stofeigenschappen

23. Welk van de diagrammen in onderstaande figuur geeft het juiste temperatuurverloop weer bij het stollen van een mengsel?



- A. diagram 1
- B. diagram 2
- C. diagram 3
- D. diagram 4

Water

2



2 Water

2.1 Water



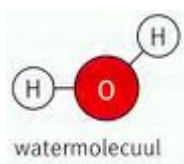
Water is een van de meest bekende stoffen op aarde. Water kan overal op aarde gevonden worden, aangezien het grootste gedeelte van de aarde uit water bestaat. Water wordt op het land onder andere aangetroffen in meren, sloten, vaarten, rivieren en reservoirs. Dit wordt **oppervlaktewater** genoemd.

Wat we niet direct kunnen zien, is dat water ook in de grond kan worden aangetroffen, dit is het zogenaamde **grondwater**. Grondwater is regenwater dat infiltreert in de bodem en wordt opgeslagen in de poriën van de grond.

Water kan ook op aarde ook in gasvormige staat aangetroffen worden, namelijk als vocht of wolken in de lucht.



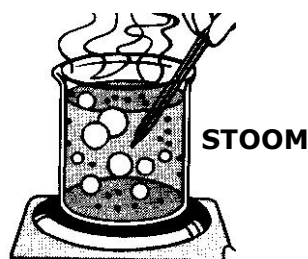
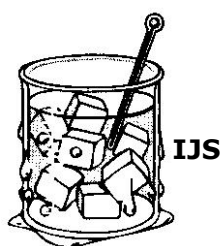
De scheikundige weergave van een watermolecuul is H_2O .



De formule H_2O betekent dat de watermolecuul is opgebouwd uit 2 waterstofatomen en 1 zuurstofatoom.

Water komt in 3 verschillende vormen op de aarde voor.

Bij temperaturen onder $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ als ijs, tussen $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ is het een vloeistof en boven $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ is het waterdamp (stoom).



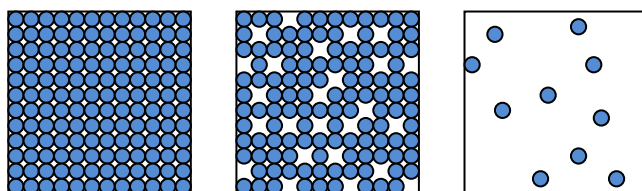
Als de luchtdruk verandert, veranderen de eigenschappen van water. Het kookpunt, de temperatuur waarbij water van een vloeistof in waterdamp verandert, is hoger als de luchtdruk hoger is, en lager bij een lagere luchtdruk. In de bergen bijvoorbeeld is een lage luchtdruk en kookt water al bij 95° C in plaats van 100° C.

Tussen deze 3 vormen waarin water voorkomt is het enige verschil de manier waarop de watermoleculen ten opzichte van elkaar bewegen.

In vaste vorm (ijs) bewegen de moleculen niet meer door elkaar zoals bij vloeistoffen en gassen, ze zitten op een vaste plek ten opzichte van elkaar.

In vloeibare vorm (water) liggen de moleculen zo dicht bij elkaar dat ze nog wel door elkaar kunnen bewegen, maar elkaar wel zodanig aantrekken dat er geen moleculen zomaar wegvliegen zoals bij waterdamp.

In dampvorm (waterdamp) vliegen de watermoleculen kris kras door elkaar in alle richtingen, ze bewegen onafhankelijk van elkaar en er zit veel afstand tussen de moleculen.



Het enige wat de moleculen in vaste vorm doen is trillen. Het bijzondere aan water is dat het een van de weinige stoffen is waarbij de afstand tussen de moleculen in vaste toestand groter is dan in vloeibare toestand. Het gevolg hiervan is dat ijs op water drijft, en waterleidingen kapot kunnen vriezen.

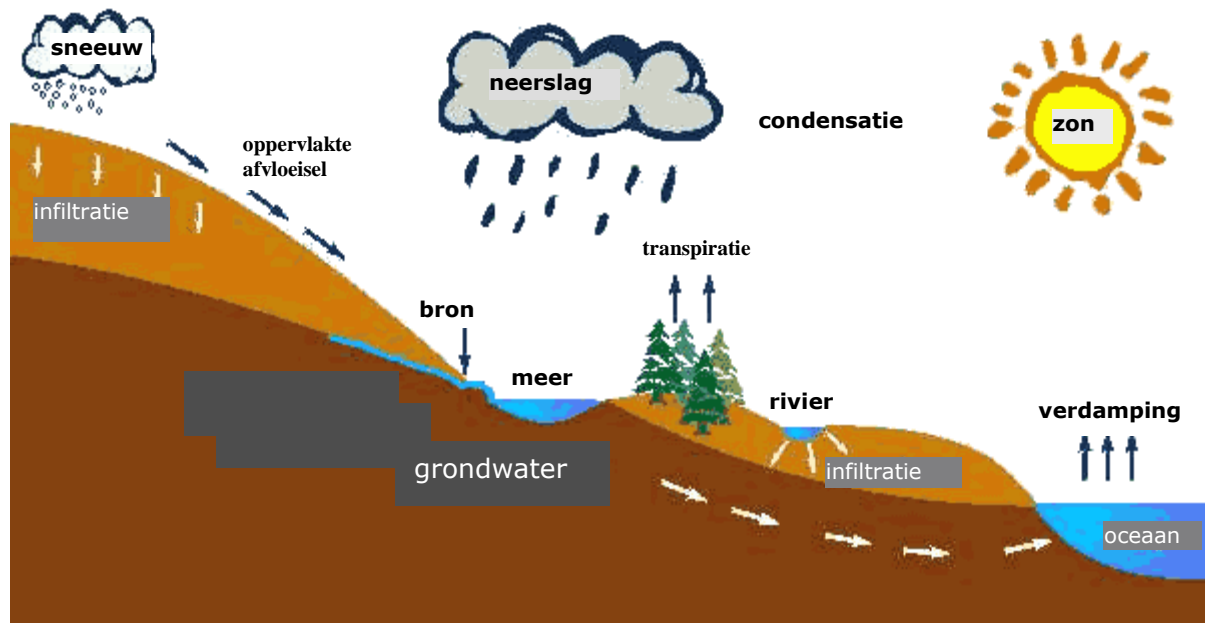
2.2 De waterkringloop

Water maakt deel uit van de hydrologische kringloop. De motor van deze kringloop is de zon. Door de inwerking van de zon verdampt het oppervlaktewater.

Een deel van het atmosfeerwater valt in de vorm van neerslag terug naar beneden en dringt in de ondergrond of wordt via rivieren naar zee gevoerd.

Grondwater kan eeuwen in de grond blijven en lange afstanden afleggen voor het weer aan de oppervlakte komt om opnieuw te verdampen.

Dan begint de cyclus opnieuw.



2.2.1 neerslag

Terwijl ze door de circulerende atmosfeer getransporteerd worden, verplaatsen wolken zich landinwaarts, als een gevolg van de zwaartekracht en verliezen daar water dat terugvalt op de aarde. Dit verschijnsel wordt regen of neerslag genoemd.

2.2.2 infiltratie

Regenwater infiltreert in de grond en zinkt daar tot in bepaalde lagen, waar het zich bij het grondwater voegt. Grondwater verplaatst zich langzaam van gebieden met een grote hoogte en druk naar gebieden met een lage hoogte en druk. Het verplaatst zich van de plaats waar het in de bodem geïnfiltreerd is via een watervoerende laag naar een plaats waar het losgelaten wordt en dit kan een zee of een oceaan zijn.

2.2.3 transpiratie

Planten en andere vegetatievormen nemen uit de grond water op en scheiden dit weer uit in de vorm van waterdamp. Ongeveer 10% van de neerslag die op de grond valt, verdampt vervolgens door de transpiratie van planten, de rest verdampt via de zeeën of oceanen.

2.2.4 oppervlakte afvloeisel

Het regenwater dat niet in de bodem infiltreert, komt direct in het oppervlaktewater terecht, omdat het wegvloeit naar rivieren en meren. Daarna wordt het naar de oceanen en zeeën. Dit water wordt oppervlakte afvloeisel genoemd.

2.2.5 verdamping

Onder invloed van het zonlicht warmt het water in zeeën en oceanen op. Hierdoor verdampt een deel en stijgt op naar de atmosfeer. Daar vormt het wolken, waarna het uiteindelijk in de vorm van regen terugvalt naar de aarde.

De verdamping van oceanen vormt de grootste verdamping.

2.2.6 condensatie

Als het in contact komt met de atmosfeer, wordt de waterdamp weer vloeistof, en is dan ook zichtbaar. Deze opeenhopingen van water in de lucht is wat we wolken noemen.

2.3 Waterverontreiniging

Watervervuiling is iedere chemische, fysische of biologische verandering in de kwaliteit van water dat een schadelijk effect heeft op ieder organisme dat water drinkt.

Wanneer mensen verontreinigd water drinken, heeft dat vaak ernstige gevolgen voor de gezondheid.

Waterverontreiniging kan er ook voor zorgen dat het water niet alleen niet meer geschikt is om als drinkwater gebruikt te worden, maar ook niet geschikt is voor andere doeleinden.

Wat zijn de belangrijkste verontreinigingen?

Er zijn een aantal klassen te onderscheiden.

Ten eerste zijn er ziekteverwekkende stoffen. Dit zijn bacteriën en virussen die in het riool en onbehandeld afval voorkomen.



Een tweede categorie waterverontreinigingen zijn de zogenaamde zuurstofverbruikende verontreinigingen; verontreinigingen die worden verteerd door zuurstofvragende bacteriën.

Wanneer grote aantallen van deze bacteriën deze verontreinigingen omzetten, kan de zuurstof in het water opgebruikt worden. Dit zorgt ervoor dat andere organismen in het water, zoals vissen, door het zuurstoftekort sterven.

Tot de derde categorie behoren in water oplosbare vervuilingen, zoals zuren, zouten en giftige metalen. Grote hoeveelheden van deze stoffen zorgen er voor dat water niet meer geschikt is om te drinken en dat het waterleven sterft. Daarnaast zijn er ook voedingsstoffen die het water vervuilen.

Het gaat hier om in water oplosbare nitraten en fosfaten, die er de oorzaak van zijn dat algen en andere waterplanten enorm gaan groeien, waardoor de zuurstof in het water verbruikt wordt. Dit zorgt voor vissterfte.



Water kan ook vervuild worden door een aantal organische stoffen, zoals olie, plastic en pesticiden, die schadelijk zijn voor mensen en alle planten en dieren in het water.

Tenslotte kunnen in water oplosbare radioactieve stoffen kanker, geboortefwijkingen en genetische schade veroorzaken en zijn daarom zeer gevaarlijke waterverontreinigingen.

Een bijzondere vorm van watervervuiling is de thermische watervervuiling.

Bij de meeste fabrieksprocessen ontstaat een hoop hitte die men kwijt moet. De goedkoopste manier om van deze hitte af te komen is door oppervlaktewater naar de fabriek te leiden, het bloot te stellen aan de hitte en dit verwarmde water terugleiden naar het oppervlaktewater.

De hitte die zich dan in het water bevindt, heeft negatieve effecten op al het leven in het oppervlaktewater. Deze verontreiniging wordt thermische verontreiniging genoemd. Het opgewarmde water verlaagt de oplosbaarheid van zuurstof in het water en het zorgt er ook voor dat organismen sneller gaan ademen. Veel organismen sterven dan door een zuurstoftekort of zijn vatbaarder voor ziekten.



2.4 Oplosbaarheid

Water is verreweg het belangrijkste en meest gebruikte oplosmiddel.

Het al of niet oplosbaar zijn van een stof in een oplosmiddel is een nuttig kenmerk van de stof. Sommige stoffen zoals vet b.v. zijn niet oplosbaar in water maar wel in ether. Een vetvlek verwijderen je dus niet met water.

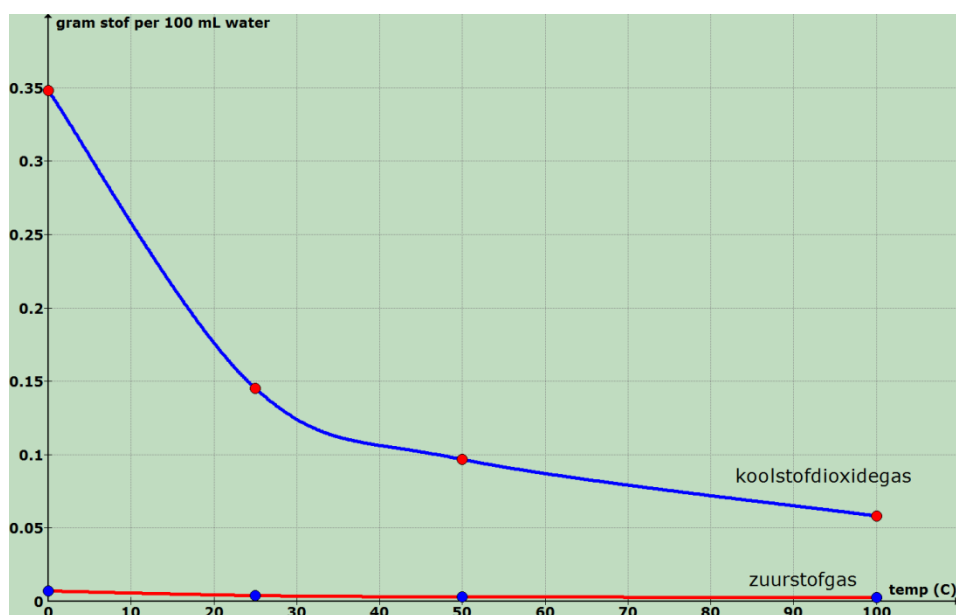
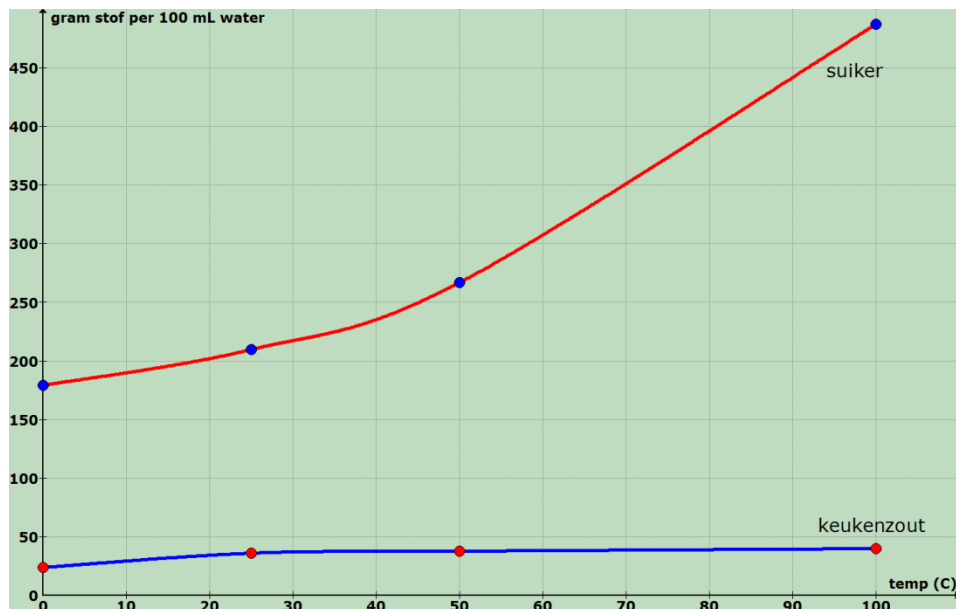
Een belangrijk kenmerk van stoffen is het al of niet oplosbaar zijn ervan in water. Water is immers een veel voorkomend oplosmiddel en wordt dan ook zowel in de industrie, het laboratorium als in het huishoudelijk midden dikwijls als oplosmiddel gebruikt.

De oplosbaarheid in water van enkele stoffen vinden we in de tabel.

opgeloste stof	oplosbaarheid in gram per 100 mL			
	0 °C	25 °C	50 °C	100 °C
suiker	179,2	210	266,5	487,2
keukenzout	24	36	38	40
koolstofdioxidegas	0,348	0,145	0,097	0,058
zuurstofgas	0,007	0,0039	0,003	0,0028

Water

Uit deze tabel kunnen we afleiden dat de oplosbaarheid in water van een vaste stof stijgt met stijgende temperatuur, terwijl deze van een gas daalt.



De waarden in de tabel geven de maximale hoeveelheden oplosbare stof aan bij de gegeven temperatuur. Indien deze hoeveelheid bereikt is, spreken we van een verzadigde oplossing. De snelheid waarmee stoffen oplossen is, zeer verschillend. Ze kan vergroot worden door de stoffen in fijn verdeelde toestand op te lossen, door verwarming en door te roeren of te schudden.

Gevolg: steeds wordt het oplosmiddel water snel in contact gebracht met de moleculen van de vaste stoffen.

Onder oplosbaarheid verstaan we de maximale hoeveelheid van een stof die in een bepaald volume van een oplosmiddel (water) bij een bepaalde temperatuur kan oplossen.

We noemen die oplossing dan **verzadigd**.

Bevat een oplossing bij een bepaalde temperatuur meer opgeloste stof dan bij die temperatuur maximaal kan oplossen (dit verschijnsel doet zich voor bij het afkoelen van een verzadigde oplossing), dan kristalliseert het teveel bij die temperatuur uit.

De oplosbaarheid van een stof is het aantal gram van die stof, dat kan oplossen in 1 liter water bij 25 °C.

Voorbeeld

De oplosbaarheid van keukenzout in water is 359 gram per liter water bij 25 °C. We schrijven ook wel dat de oplosbaarheid van keukenzout 359 g/L bij 25 °C is.

Hoeveel keukenzout lost er in 50 mL water op?

$$\frac{359}{1000} \times 50 = 17,95 \text{ gram}$$

Stoffen die in water oplossen noemen we **hydrofiel** (waterlievend) en stoffen die niet in water oplossen noemen we **hydrofoob** (watervrezend).

2.5 Zepen

Zepen zijn goed oplosbaar in water, ze bestaan uit natriumstearaat of kaliumstearaat moleculen.



We onderscheiden bij deze moleculen twee verschillende gedeelten. De ene helft van het molecuul is hydrofiel en wordt de kop van het molecuul genoemd. De andere helft van het molecuul is hydrofoob en wordt de staart genoemd.

In een zeepoplossing gebeurt nu het volgende. In de oplossing ontstaan kluitjes met stearaatmoleculen, de staarten bij elkaar en de koppen naar buiten gekeerd, omdat de kop hydrofiel is.

Iets dergelijks gebeurt bij het wassen van vuil wasgoed. Vuil dat hydrofiel is levert geen problemen op, want dat lost op in het waswater.

Hydrofoob vuil (vettig vuil) moet verwijderd worden met zeep.

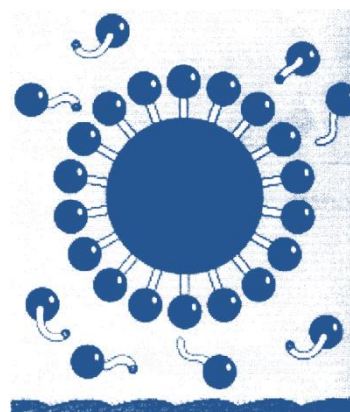
De staarten van de steeraatmoleculen dringen in het hydrofobe vuil, terwijl de koppen van de steeraatmoleculen in het water blijven steken.



De buitenkant van het hydrofobe vuil wordt op deze manier hydrofiel en het lost op in het waswater.



Door te spoelen worden nu alle vuil en zeepresten verwijderd.



Als er veel kalk in water aanwezig is ontstaat kalkzeep.

Kalkzeep is slecht oplosbaar en vrij gemakkelijk te herkennen aan de grijze vlokjes die op het wasgoed drijven. Het wasgoed wordt door de aanwezigheid van kalkzeep stug en grijs, omdat kalkzeep vuil vasthoudt. Bovendien zet het kalkzeep zich ook af in de trommel van de wasmachine.

Omdat de zeep in kalkhoudend water eerst wordt gebruikt voor de vorming van kalkzeep, wordt er meer zeepoeder verbruikt. De zeep wordt pas werkzaam als de kalk uit het water is omgezet in kalkzeep.

2.5.1 enkele zeepsoorten zijn:

groene zeep : het hoofdbestanddeel van groene zeep is meestal kaliumstearaat. De extra vuile plekken van het wasgoed worden ingesmeerd met groene zeep. De oplossing van groene zeep in warm water wordt gebruikt als reinigingsmiddel voor stenen vloeren (tegels en plavuizen).

toilet zeep: het hoofdbestanddeel van toilet zeep is natriumstearaat. De zeep bevat kleurstoffen en parfum. De parfum bepaalt meestal de prijs van de toiletzeep.

2.6 Hardheid van water

In regenwater zijn weinig zouten opgelost, daarom wordt het zacht water genoemd. In het grondwater uit gebieden met kalkrijke grond zijn vaak calcium- en magnesiumzouten opgelost, daarom wordt het hard water genoemd. Zacht water komt in Nederland vooral op de Veluwe voor.

Door verwarming van hard water worden de calcium- en magnesiumzouten ontleed en er ontstaat een vaste stof.

De vorming van de vaste stof noemen we ketelsteenvorming. Dit ketelsteen slaat vooral neer op verwarmingselementen van wasmachines en koffiezetapparaten.

Ook in de fluitketel en in de geiser wordt ketelsteen gevormd. Ketelsteen geleidt de warmte slecht en er moet dus extra brandstof worden verbruikt om het water op temperatuur te houden.

Hard water heeft een andere smaak dan zacht water. Dit is nadelig voor de drankindustrie (bier en frisdranken) en de voedingsmiddelenindustrie.



Er zijn een aantal manieren om het water te ontharden namelijk:


1. Koken.
Bij het koken van hard water ontstaat ketelsteen
2. Toevoegen van ontharders.
Voorbeelden van ontharders zijn soda en in wasmiddelen vooral fosfaten. Ook bij het gebruik van ontharders ontstaat een vaste stof.
3. Ionenwisselaar.
In een ionenwisselaar worden de in het hard water aanwezige calcium- en magnesiumzouten uitgewisseld tegen natriumzouten. Deze natriumzouten zijn afkomstig uit de kunsthars waarmee de ionenwisselaar is gevuld.

WATERONTHARDER

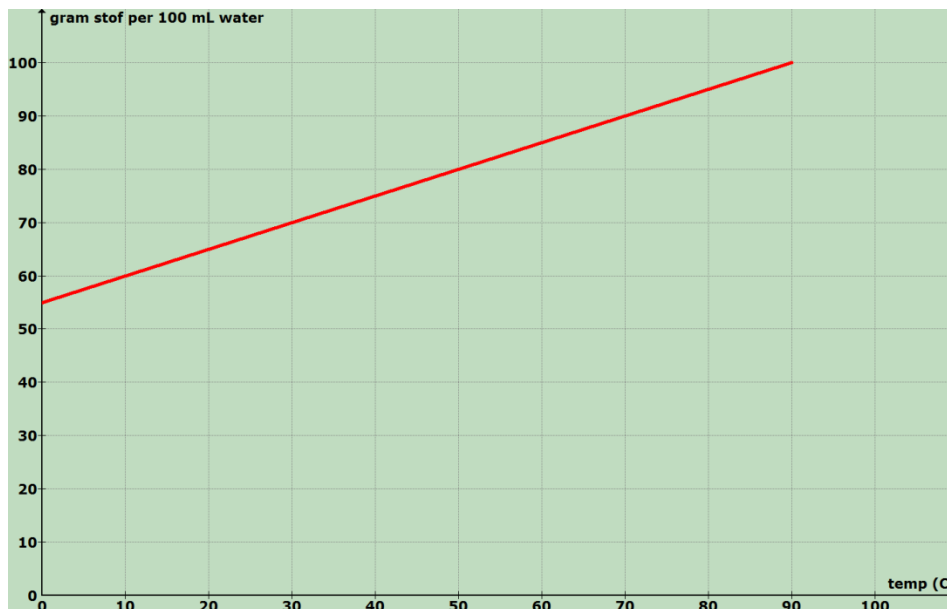
De hardheid van water wordt aangegeven in Duitse hardheidsgraden (D.H.).
Eén duitse hardheidsgraad komt overeen met 7,1 mg opgelost calcium per liter water.
De gemiddelde hardheid van het drinkwater is 16 °D.H.
Onderstaande tabel geeft een overzicht van de verschillende soorten water.

Water	Hardheid
Zacht water	0 – 5 °D.H.
Matig hard water	5 – 10 °D.H.
Hard water	10 – 20 °D.H.
Zeer hard water	> 20 °D.H.

Vraagstukken

1. Men lost suiker, alcohol en olie op in water.
Leg uit welke stoffen we hydrofoob en welke hydrofiel noemen.
2. Els doet olie, ether en water in een erlenmeyer. Ze zet een stop op de erlenmeyer. Daarna schudt ze langdurig. Na het schudden laat Els de erlenmeyer even staan. Ze ziet dan twee lagen. De bovenste laag bestaat uit een oplossing van olie in ether. De onderste laag bestaat uit water. Welke van onderstaande conclusies is op grond van deze proef juist?
 - A. ether en olie zijn hydrofiel
 - B. ether en olie zijn hydrofoob
 - C. olie is hydrofiel en ether is hydrofoob
 - D. olie is hydrofoob en ether is hydrofiel
3. Vele chemische fabrieken gebruiken rivierwater als koelwater bij chemische processen. Dit noemen we thermisch verontreinigd water. Gevolg: het rivierwater stijgt ter plaatse enkele graden in temperatuur. Waarom heeft dit grote invloed op de vissterfte?
4. Bereken de oplosbaarheid van de volgende stoffen in g/L
 - a. er lost 15 gram salpeter op in 50 mL water
 - b. er lost 21 gram suiker op in 10 mL water
 - c. er lost 2,15 gram kunstmest op in 1 mL water
5. De oplosbaarheid van kalizout is 959 g/L.
Hoeveel gram kalizout kan er maximaal oplossen in 100 mL water?
6. De oplosbaarheid van keukenzout is 359 g/L.
Hoeveel gram keukenzout kan er maximaal oplossen in 25 mL water?
7. De oplosbaarheid van suiker is 2100 g/L.
Hoeveel gram suiker kan er maximaal oplossen in 15 mL water?

8. In onderstaande figuur is de oplosbaarheid van een kaliumzout in gram per 100 mL water uitgezet tegen de temperatuur.

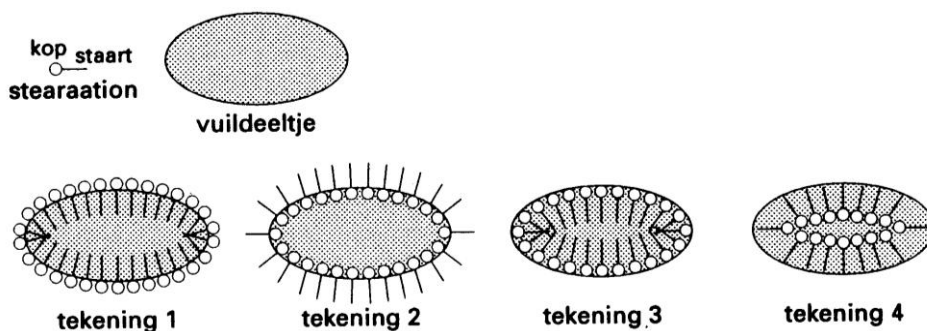


Iemand lost in een bekeerglas 90 gram kaliumzout op in 100 mL kokend water. Als alles is opgelost, laat hij de oplossing afkoelen. Welke van onderstaande beschrijvingen past bij het mengsel in het bekeerglas als dat is afgekoeld tot 80 °C?

- A. alle kaliumzout is opgelost
 - B. er is vast kaliumzout en een oplossing van het kaliumzout
 - C. er is vast kaliumzout en water
9. Welke van onderstaande beschrijvingen past bij het mengsel in het bekeerglas als dat is afgekoeld tot 20 °C?
- A. alle kaliumzout is opgelost
 - B. er is vast kaliumzout en een oplossing van het kaliumzout
 - C. er is vast kaliumzout en water

10. Wasmiddelen bevatten wasactieve deeltjes, zoals steeraatmoleculen, die bestaan uit een hydrofiële kop en een hydrofobe staart. Bij het wassen hechtende steeraatmoleculen zich aan de vuildeeltjes.

Welke van de tekeningen in onderstaande figuur geeft weer wat er dan ontstaat?



- A. tekening 1
B. tekening 2
C. tekening 3
D. tekening 4
11. Jet woont in een gebied met zacht water. Zij drinkt het liefst thee. Tijdens haar vakantie op een camping zet ze op dezelfde manier thee als thuis. Ze vindt de thee nu echter niet lekker.
De campingbaas vertelt haar dat in deze streek het leidingwater veel kalk bevat. Die kalk reageert met stoffen uit de thee. Daardoor smaakt de thee anders. Jet moet dit water een tijd laten koken, voordat zij het op het theezakje schenkt.
Geef aan waarom de thee, die Jet op de camping zet van water dat een tijd gekookt heeft, hetzelfde smaakt als thuis.
12. In onderstaande tabel staat de oplosbaarheid van kunstmest bij twee temperaturen vermeld.

temperatuur (°C)	oplosbaarheid (g/100 mL)
20	30
80	65

Jan voegt 300 gram kunstmest toe aan 500 mL water van 80 °C.

Hij roert enige tijd.

Laat met behulp van een berekening zien dat een onverzadigde oplossing zal ontstaan.

13. Jan koelt daarna de verkregen oplossing langzaam af tot 20 °C.
Beschrijf wat Jan zal kunnen waarnemen.
14. In 100 gram water van 20 °C kan maximaal 11,3 gram van een kaliumzout worden opgelost.
Hoeveel gram van dat kaliumzout kan worden opgelost in 100 gram water van 40 °C.
- A. minder dan 11,3 gram
 - B. ook 11,3 gram
 - C. meer dan 11,3 gram
15. De gemiddelde hardheid van het drinkwater is 16 °D.H.
Hoeveel mg calcium bevat 10 liter van dit water?
16. Het waterleidingbedrijf van Amsterdam gebruikt een installatie die de hardheid van het drinkwater terugbrengt van 17 graden DH tot 8 graden DH.
Een aanzienlijke verlaging met grote voordelen voor de gebruiker van het drinkwater.
De hardheid van het water wordt veroorzaakt door kalk.
1 graad DH komt overeen met 7,1 mg kalk per liter.
- a. Bereken hoeveel mg kalk uit 5 liter drinkwater wordt gehaald door deze installatie.
 - b. Noem een nadeel van het gebruik van hard water in het huishouden.



3 Zuren en basen (D)

3.1 Zuren

Citroenen smaken zuur, omdat ze vrij veel citroenzuur bevatten, de zure azijnsmaak wordt veroorzaakt door azijnzuur. De zure smaak van zuurkool wordt veroorzaakt door melkzuur.

Citroensap is dus een zure oplossing (citroenzuuroplossing).



Appels, peren en druiven bevatten een reeks van zuren. Meestal werken we in het practicum met oplossingen van waterstofchloride, zwavelzuur of salpeterzuur. Men werkt dan wel met verdunde oplossingen, omdat ze opgelost in water pas hun zure eigenschappen tonen en omdat zo'n verdunde zure oplossing niet zo gevaarlijk is om mee te werken. We spreken dan van **verdund** zoutzuur of van een **verdunde** zwavelzuur-oplossing.

Mineraalwater smaakt ten gevolge van het koolzuurgehalte zuur ("prik").

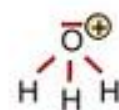
Waterstofchloride opgelost in water heet zoutzuur en kennen we ook onder de naam maagzuur. Verdund zwavelzuur kennen we onder de naam accuzuur.

Zure oplossingen hebben een zure smaak

Een verdunde zure oplossing is een zure oplossing die met water extra verdund is

Voor alle zuren geldt dat als men ze in water oplost, de zuurmoleculen splitsen in ionen. Eén van de ionen die altijd gevormd worden bij de ionisatie van een zuur is het H^+ -ion. Dit H^+ -ion geeft de zure smaak aan een zure oplossing.

Het waterstofion hecht zich in de praktijk onmiddellijk aan een watermolecuul. Om die reden is het wellicht beter om geen H^+ maar H_3O^+ te schrijven. Dit ion wordt het **hydroniumion** genoemd.



Om het begrip duidelijk te houden blijven we echter H^+ noteren.

Zure oplossingen bevatten altijd H^+ -ionen

Niet opgeloste zuren zijn dus **niet** gesplitst in ionen en zijn moleculaire stoffen. Deze stoffen geleiden geen elektrische stroom. Alleen als de zuren worden opgelost splitsen ze zich in ionen en kunnen dan elektrische stroom geleiden.

3.2 Indicator

Om aan te tonen dat een oplossing een zure oplossing is kan men dus gebruik maken van blauw lakmoespapier. We noemen dit een **indicator**.

Een indicator is een stof, die de aanwezigheid van een andere stof kan aantonen door middel van kleurverandering

Een indicator is dus een soort aanwijzer. Blauw lakmoes is een indicator voor zure oplossingen. Lakmoes is een natuurproduct, dat gemaakt wordt uit planten. Dit blauwe lakmoes wordt door het papier geadsorbeerd. Zure oplossingen veranderen de kleur van het blauwe lakmoes in rood. Blauw lakmoes wordt daarom een zuurindicator genoemd.



Blauw lakmoes wordt rood gekleurd in een zure oplossing



Het rode koolsap is ook een zuurindicator. Rode koolsap zelf is paars-blauw van kleur. Door er een zure oplossing bij te doen wordt de kleur rood. Daarom wordt in veel gevallen een zure appel met de rode kool meegekookt, om de rode kleur te krijgen.

3.3 Zuurgraad

Wanneer een zure oplossing verdund wordt met water blijft de oplossing zuur. De verdunde oplossing is echter minder zuur dan de oplossing die in het begin aanwezig was. Hoe zuur een oplossing is wordt aangegeven door de waarde van de **zuurgraad** van die oplossing. Deze zuurgraad wordt de **pH** van de oplossing genoemd.

De zuurgraad van een oplossing wordt aangegeven door de pH van de oplossing

De pH waarde is een maat voor de hoeveelheid waterstofionen die in een oplossing aanwezig is.

pH

De pH waarde is een maat voor de concentratie van de H^+ -ionen in een oplossing. Eigenlijk moeten we spreken van H_3O^+ -ionen omdat een H^+ -ion in water altijd gebonden is aan een H_2O -molecuul.

Overal waar in de tekst H^+ staat, dient men H_3O^+ te lezen.

Zuren en basen

De pH schaal loopt van 0 tot en met 14.

De concentratie H^+ -ionen wordt weergegeven als $[H^+]$.

Nu geldt dat de H^+ -ionenconcentratie in een oplossing gelijk is aan de macht van 10 met als exponent het tegengestelde van de pH van de betreffende oplossing.

In formule:

$$[H^+] = 10^{pH} \text{ mol/liter}$$

Voorbeeld 1

Als de pH van een oplossing 4 is, dan geldt:

$$[H^+] = 10^{-4} = 0,001 \text{ mol/liter}$$

Voorbeeld 2

Bereken de H^+ -ionenconcentratie als de pH van de oplossing gelijk is 3,2

$$[H^+] = 10^{-3,2} = 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/liter}$$

Vaak willen we ook de pH van een oplossing weten, wanneer de $[H^+]$ bekend is.

De formule voor het bereken van de pH luidt als volgt:

$$pH = -\log [H^+]$$

Voorbeeld 3

Bereken de pH van een oplossing als $[H^+] = 0,0001 \text{ mol/liter}$

$$pH = -\log 0,0001 = 4$$

Voorbeeld 4

Bereken de pH van een oplossing als gegeven is dat $[H^+] = 0,045 \text{ mol/liter}$

$$pH = -\log 0,045 = 1,35$$

Zure oplossingen worden ook vaak onderzocht met het universeel indicator papier of pH papier.

Het universeel indicatorpapier is een indicator papier dat gedrenkt is in een mengsel van indicator oplossingen.



Zuren en basen

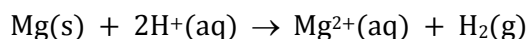
Brengt men een stukje van dit papier in een zure oplossing dan geeft de kleur van het papier meteen de pH waarde aan. De kleur van het indicator papier is afhankelijk van de waarde van de pH. De kleur van het papier kan vergeleken worden met een kleur op de verpakking en op zo manier de pH-waarde worden afgelezen.

Wanneer een zure oplossing wordt verdund, wordt de pH van de oplossing hoger. Wanneer de verdunning van de zure oplossing verder gaat, wordt de pH van de oplossing echter nooit hoger dan 7. Dit is de pH-waarde van water. Als een zure oplossing dus zover verdund is dat de pH gelijk is geworden aan 7 is er zoveel water toegevoegd aan het zuur dat het aantal deeltjes zuur te verwaarlozen is ten opzichte van het aantal watermoleculen.

Oplossingen met een pH-waarde lager dan 7 zijn zuur
Hoe lager de pH, hoe zuurder de oplossing
Wanneer een zure oplossing wordt verdund, wordt de pH-waarde hoger
De pH van zuiver water is gelijk aan 7

Een onedel metaal reageert met de H^+ -ionen van een zure oplossing, waarbij waterstofgas (H_2) ontwijkt.

De reactievergelijking van magnesium met de H^+ -ionen is dan :



Tot nu toe is er steeds gesproken over zure oplossingen. Wanneer een stukje magnesiumlint in een azijnzuuroplossing wordt gebracht, reageert het magnesium met de zure oplossing. Wordt een stukje magnesiumlint in zuiver azijnzuur gebracht, gebeurt er niets.

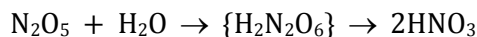
Zuivere zuren zijn niet in ionen gesplitst en kunnen dan ook geen H^+ -ionen afgeven voor de reactie met het magnesium.

Een zuur ontstaat als een niet-metaaloxide reageert met water.

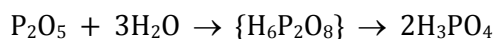
Uit de formule van de oxiden kunnen we de formules van de zuren afleiden door er één molecuul water bij op te tellen en de verkregen formule zodig te vereenvoudigen.

Een uitzondering is het oxide van fosfor waarbij drie moleculen water moeten worden opgeteld.

Enkele voorbeelden :



Het gevormde zuur is salpeterzuur.



Het gevormde zuur is fosforzuur.

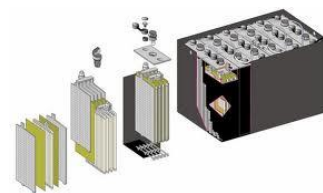
Zuren en basen

De formules van de meest voorkomende zuren vindt men in het onderstaande schema:

- 1) zuren met zuurstof.
- 2) zuren zonder zuurstof.
- 3) organische zuren.

1)	zwavelzuur	H_2SO_4
	zwaveligzuur	H_2SO_3
	salpeterzuur	HNO_3
	salpeterigzuur	HNO_2
	fosforzuur	H_3PO_4
	fosforigzuur	H_3PO_3
	koolzuur	H_2CO_3
2)	waterstoffluoride	HF
	waterstofchloride	HCl
	waterstofbromide	HBr
	waterstofjodide	HI
	waterstofsulfide	H_2S
3)	azijnzuur	HAc

Zwavelzuur is een van de belangrijkste zuren. Het wordt toegepast bij de bereiding van kunstmest en als accuzuur. Verder wordt het gebruikt in verschillende organische processen om water te binden. Het is een hygroscopische stof, dat wil zeggen dat het water aantrekt.



Salpeterzuur tast de meeste metalen aan en het heeft een sterk oxiderende werking. Salpeterzuur tast de weefsels van kleding aan en reageert met stoffen uit de huid waardoor gele vlekken ontstaan. Het is een grondstof voor de kunstmestindustrie en wordt gebruikt voor de bereiding van explosieven.



Koolzuur is een oplossing van CO_2 in water. Het komt o.a. voor in frisdranken, spuitwater en bier. Het is een hypothetisch zuur, want het molecuul H_2CO_3 bestaat niet.

Waterstofchloride is gasvormig zuur. Opgelost in water noemt men het zoutzuur. Het wordt o.a. gevormd in de maag (maagzuur). Zoutzuur wordt gebruikt voor de bereiding van kleurstoffen en als reinigingsmiddel van metaaloppervlakken. Marmer lost op in zoutzuur. Men moet dus nooit marmer met bleekwater schoonmaken, omdat bleekwater zoutzuur bevat.



Waterstofsulfide is ook een gasvormig zuur, dat naar rotte eieren stinkt. Het komt vrij bij de zogenaamde stinkbommen.

3.4 Ionisatievergelijking van zuren

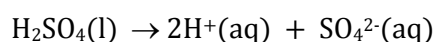
De zuren blijken in water in meer of mindere mate in ionen te zijn gesplitst. Men zegt dan dat het zuur is geïoniseerd. Bij deze ionisatie splitst het zuur zich in H^+ -ionen en een zogenaamd **zuurrest-ion**.

Een zuur is een stof, die in water opgelost, vrije H^+ -ionen kan leveren.
Een zuur wordt ook wel een protonendonor genoemd.

Om aan te geven hoe een zuur bij het oplossen in water in ionen splitst, maken we gebruik van een **ionisatievergelijking**.

Voor de reactiepijl schrijven we dan het molecuul van het zuur en achter de pijl de ionen van waterstof en het zuurrest ion.

Bijvoorbeeld : $HNO_3(l) \rightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$



De zuurrestionen kunnen weer reageren met positieve ionen, daarom is het nodig deze zuurrestionen een naam te geven.

NO_3^-	nitraat
NO_2^-	nitriet
SO_4^{2-}	sulfaat
SO_3^{2-}	sulfiet
PO_4^{3-}	fosfaat
PO_3^{3-}	fosfiet
CO_3^{2-}	carbonaat
F^-	fluoride
Cl^-	chloride
Br^-	bromide
I^-	jodide
Ac^-	acetaat

Zuren en basen

Niet elk zuur zal bij het oplossen in water zich volledig in ionen splitsen. Een zuur dat zich **volledig** in ionen splitst noemen we een **sterk** zuur. Zo'n sterk zuur noemen we dan ook een goede protonendonor, omdat er veel waterstof-ionen worden afgesplitst.

De sterke zuren zijn :

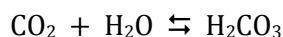
zwavelzuur
salpeterzuur
zoutzuur (een oplossing van HCl)

Een **zwak** zuur is dus een zuur, dat bij het oplossen in water zich maar **gedeeltelijk** in ionen splitst. Het is dus een slechte protonendonor.

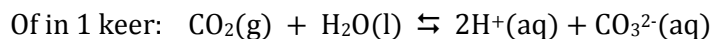
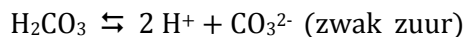
De zwakke zuren zijn :

fosforzuur
azijnzuur
koolzuur

Uit CO₂ en H₂O kan het zuur H₂CO₃ worden gevormd. Dit zuur is echter in water gedeeltelijk in ionen gesplitst (gedeeltelijke splitsing wordt in de scheikunde aangeduid met een dubbele pijl).



Er wordt maar weinig H₂CO₃ gevormd, omdat CO₂ slecht met water reageert.



Er is ook sprake van een zogenaamde trapsgewijze ionisatie bij de zwakke zuren.

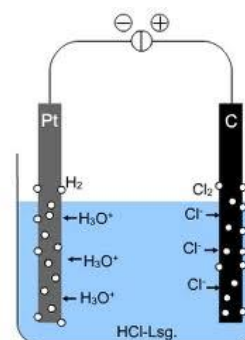
Er ontstaan dan ionen zoals bijvoorbeeld: HCO₃⁻, HPO₄²⁻ enz.

3.5 Elektrolyse van zoutzuur

Bij de elektrolyse van zoutzuur zien we aan beide elektroden een gasontwikkeling ontstaan. Bij de positieve elektrode ruikt dit gas naar chloor.

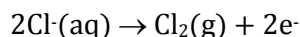
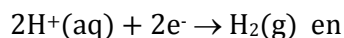
De negatieve elektrode zal een elektronenoverschot hebben en daardoor elektronen afstaan. In dit geval worden deze elektronen opgenomen door H⁺-ionen.

Aan de positieve elektrode worden elektronen door de elektrode opgenomen. Deze elektronen worden afgestaan door de Cl⁻-ionen.

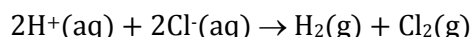


Zuren en basen

De halfreacties zijn:



De totale reactie is:



Bij de elektrolyse van een zuur ontstaat aan de negatieve elektrode waterstofgas

3.6 Zure regen

Een groot nadeel van de fossiele brandstoffen (aardgas, aardolie en steenkool) is dat het onzuivere stoffen zijn en veel zwavel verbindingen bevatten. Bij verbranding ontstaat zwaveldioxide, een giftig gas, dat in de hogere luchtlagen met de waterdamp omgezet wordt in zwavelzuur. In veel gebieden in West-Europa merkt men nu het gevolg van te veel zwaveldioxide in de lucht. Er zijn bossen die helemaal afsterven omdat het regenwater te zuur wordt.



Verder tasten zwaveldioxide en zwavelzuur mergel en marmer aan en het ijzer begint sneller te roesten. Het is mogelijk het zwaveldioxide uit de verbrandingsgassen te halen, maar dat brengt hoge kosten met zich mee. Naast het zwaveldioxide komt bij de verbranding van de fossiele brandstoffen koolstofdioxide in de lucht. Dit gas wordt door de planten verbruikt. Maar door de enorme stijging van het verbruik van de fossiele brandstoffen voor energievoorziening kunnen de planten de grote hoeveelheden koolstofdioxide niet meer aan.

Men is bezig met het opstellen van milieuwetten om de hoeveelheden koolstofdioxide in de lucht te verminderen.

De koolstofdioxide-uitstoot veroorzaakt het zogenaamde broeikaseffect d.w.z. de warmte-uitstraling van de aarde wordt tegengehouden. De temperatuur zou dus enkele graden kunnen gaan stijgen. Het nadeel hiervan is dat reeds bij deze geringe verwarming het ijs bij de polen kan gaan smelten. De zeespiegel stijgt en laaggelegen gebieden kunnen dan overstromen. Maar er zijn ook nog andere stoffen die een verzuring van het milieu opleveren.

Een bekend voorbeeld zijn de stikstofoxiden, die in de verbrandingsmotoren van auto's geproduceerd worden.

Ook ammoniak, dat vooral ontstaat ten gevolge van de intensieve veehouderij, geeft een verzuring van het milieu.



Zuren en basen



Zure regen tast ook voorwerpen aan die gemaakt zijn van kalk of marmer. Deze voorwerpen bevatten de stof calciumcarbonaat. Calciumcarbonaat of kalksteen komt voornamelijk in Zuid-Limburg voor in de vorm van mergel.

Het kalk is een van de noodzakelijke bouwstoffen in ons lichaam. We vinden het calciumcarbonaat in opgeloste toestand in ons leidingwater.

Hierin is het een lastige stof vanwege de bekende kalkaanslag in huishoudelijke apparatuur en leidingen.

Wanneer het leidingwater verwarmd wordt, gaat het opgeloste calciumcarbonaat weer kristalliseren.

Hoe hoger de verhitting hoe sterker de kristalvorming. Dit probleem kan via ontharding met onthardingsapparaten worden omzeild.

Na verloop van tijd moet bijvoorbeeld een koffiezetapparaat ontkalkt worden. Het ontkalken gebeurt meestal met behulp van een azijnzuuroplossing. Het gevormde kalk 'lost op' in zuur.



3.7 Basen

Een zure oplossing ontstaat doordat bepaalde stoffen H^+ -ionen kunnen afstaan. Zo zijn er ook stoffen die de eigenschap hebben H^+ -ionen op te nemen. We noemen deze stoffen: **basen**.

Rood lakmoes is een indicator voor basische oplossingen. Het rode lakmoes wordt dan blauw gekleurd.

Rood lakmoes wordt blauw in een basische oplossing

Een basische oplossing heeft een pH-waarde die hoger is dan 7.

Wanneer een basische oplossing wordt verdund, wordt de pH van de oplossing lager. Wanneer de verdunning van de basische oplossing verder gaat, wordt de pH van de oplossing echter nooit lager dan 7. Dit is de pH-waarde van water.

Als een basische oplossing dus zover verdund is dat de pH gelijk is geworden aan 7 is er zoveel water toegevoegd aan de base dat het aantal deeltjes base te verwaarlozen is ten opzichte van het aantal watermoleculen.

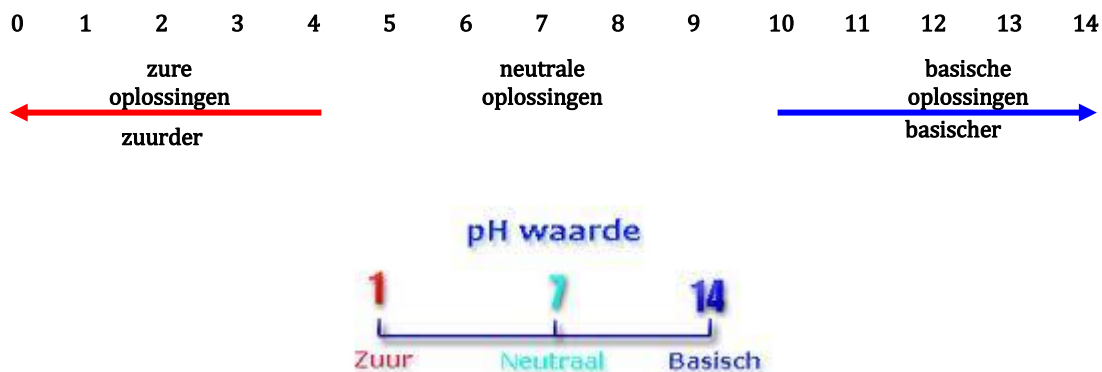
Oplossingen met een pH-waarde groter dan 7 zijn basisch

Hoe groter de pH, hoe basischer de oplossing

Wanneer een basische-oplossing wordt verdund, wordt de pH-waarde kleiner

Zuren en basen

De pH van oplossingen ziet er als volgt uit:



De kleurverandering van een indicator vindt geleidelijk plaats. De kleur verandert in een bepaald pH-gebied.

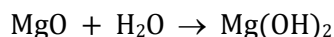
Dit pH-gebied noemt men het **omslagtraject** van een indicator.

In onderstaande tabel zijn de omslagtrajecten van enkele indicatoren aangegeven.

Indicator	Omslagtraject	Kleur in zuur milieu	Kleur in basisch milieu
Dimethylgeel	2,9 – 4,0	rood	geel
Methyloranje	3,1 – 4,4	rood	geel
Methylrood	4,2 – 6,3	rood	geel
Lakmoes	5,0 – 8,0	rood	blauw
Broomthymolblauw	6,0 – 7,6	geel	blauw
Fenolrood	6,8 – 8,4	geel	rood
Fenolftaleïne	8,2 – 10,0	kleurloos	rood

Zuren en basen

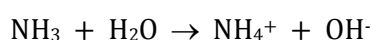
Wanneer een metaaloxide met water reageert ontstaat een base.
Voorbeelden :



De gevormde base heet magnesiumhydroxide



Een ander voorbeeld van een base is het gas ammoniak (NH_3). Ook ammoniak reageert met water :



We zien aan de reactievergelijking dat het ammoniakmolecuul een waterstofion kan binden. Dit binden van een waterstofion is het kenmerk van een base.

Een base is een stof die vrije H^+ -ionen kan binden
Een base wordt ook wel een protonenacceptor genoemd

Dat het hydroxide-ion een base is, zien we aan de vergelijking : $\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Enkele voorbeelden van basen.

De basen natriumhydroxide en kaliumhydroxide komen voor als vaste stoffen. Worden deze hydroxiden opgelost in water dan worden de oplossingen natronloog en kaliloog genoemd.

Natriumhydroxide is een witte, vaste stof en wordt ook wel "caustic soda" genoemd. Het wordt o.a. gebruikt als gootsteenontstopper. Het is zeer schadelijk voor de huid en voor de ogen. In de chemische industrie wordt het gebruikt bij de bereiding van zeep.



De reactie van calciumoxide met water stelt het blussen van kalk voor. Calciumoxide wordt gewoonlijk ongebluste kalk genoemd en calciumhydroxide gebluste kalk. De oplossing van calciumhydroxide in water wordt kalkwater genoemd en wordt gebruikt om het gas CO_2 aan te tonen.

Gebluste kalk wordt gebruikt bij het witten van muren en andere technische doeleinden. Ook in metselspecie wordt gebluste kalk verwerkt.



Zuren en basen

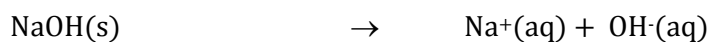


Ammoniak (NH_3) kan oplossen in water onder vorming van NH_4^+ . Dit ion wordt het ammonium-ion genoemd en de oplossing in water heet ammonia. Ammonia wordt vaak in schoonmaakmiddelen toegepast. Het tast de verf van deuren en kozijnen aan. Schoonmaakmiddelen die naar ammoniak ruiken, bevatten ammonia.

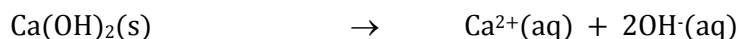
3.8 Ionisatievergelijking van basen

Evenals bij de zuren zijn er ook hydroxiden die oplossen in water en splitsen zich daarbij in ionen. Er kan dus weer een ionisatievergelijking worden opgesteld.

Bijvoorbeeld :



natriumhydroxide \rightarrow **natronloog**



calciumhydroxide \rightarrow **kalkwater**

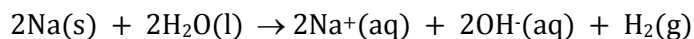
Zoals we reeds bij de zuren hebben gezien, dat er goede en slechte protonen donoren zijn, zo zijn er bij de basen ook goede en slechte protonen acceptors. We spreken dan van **sterke** en **zwakke** basen.

Een zwakke base is een base die slecht waterstofionen opneemt.

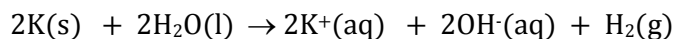
In het algemeen kunnen we zeggen dat de hydroxiden gevormd van de metalen uit de eerste twee groepen van periodiek systeem, de sterke basen vormen. De andere basen zijn over het algemeen zwak.

Een andere manier om basische oplossingen te maken is het oplossen van de metalen Na, K, Ca en Ba. Zoals bekend worden deze vier de zeer onedele metalen genoemd.

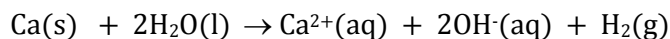
Ze reageren heftig met water en bij die reactie ontstaan telkens drie dingen: metaalionen, OH^- ionen en het gas H_2 .



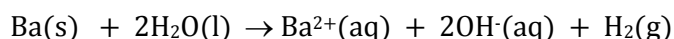
De gevormde oplossing heet **natronloog**.



De gevormde oplossing heet **kaliloog**.



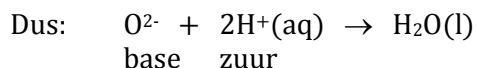
De gevormde oplossing heet **kalkwater**.



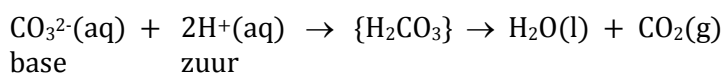
De gevormde oplossing heet **barietwater**.

3.9 Bijzondere basen

De basen O^{2-} en CO_3^{2-} kunnen eveneens reageren met zuren. De base neemt van het zuur de H^+ ionen over. Meestal neemt hij zoveel H^+ ionen op totdat het negatief ion CO_3^{2-} neutraal is.

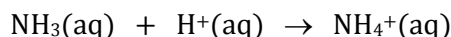


De verbinding met O^{2-} ionen is nooit gesplitst in ionen en zal alleen als een vaste stof in de vorm van een metaaloxide reageren met het zuur.

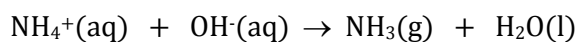


N.B. Omgekeerd wordt bij het inleiden van CO_2 in water weinig H_2CO_3 gevormd, omdat CO_2 slecht in het water oplost.

Het gas ammoniak (NH_3) is zeer goed oplosbaar in water. Die oplossing wordt ammonia genoemd. In de oplossing komt dus veel NH_3 voor en kan als base gemakkelijk H^+ ionen van een zuur opnemen.



Omgekeerd kan men door bij NH_4^+ een base te voegen (bv. OH^-) weer ammoniak gas vrij maken.



3.10 Neutralisatiereacties

Bij het samenvoegen van een zuur en een base wordt de oplossing niet tweemaal zo gevaarlijk als de afzonderlijke oplossingen. Als voorbeeld worden natronloog en zoutzuur bij elkaar gevoegd.

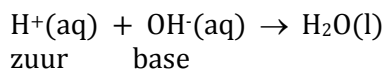
Brengt men een druppel van die oplossing op een horlogeglas dan vormen zich mooie kubusvormige kristalletjes. Wordt de oplossing ingedampt dan blijft na het verdampen van het water keukenzout ($NaCl$) over.

We zien hier: Als een basische oplossing (met OH^- ionen) en een zure oplossing (met H^+ ionen) bij elkaar worden gevoegd, dan vindt een scheikundige reactie plaats.

Het moment waarop alle zuur door de base geneutraliseerd is wordt zichtbaar gemaakt met behulp van een indicator. Er worden namelijk water moleculen gevormd. Dat komt doordat de OH^- ionen als base de H^+ ionen van het zuur opnemen en water vormen.

Zuren en basen

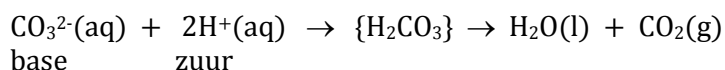
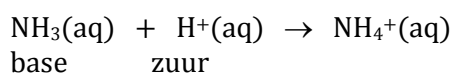
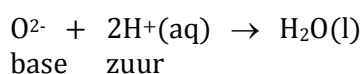
De reactie wordt als volgt genoteerd:



Dit wordt een **neutralisatiereactie** genoemd.

Een neutralisatiereactie is dus een reactie van een zure oplossing met een base.

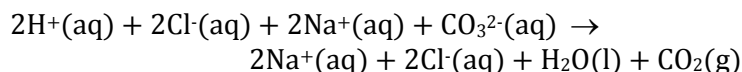
Voorbeelden:



Het ontwijkende gas is duidelijk te zien in de vorm van belletjes. De watervorming is natuurlijk in deze oplossing niet zichtbaar.

1. Men brengt zoutzuur bij een oplossing van natriumcarbonaat

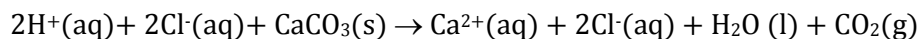
De oplossing gaat bij het toevoegen van het zuur bruisen. Dus er is een gas ontstaan. De reactievergelijking zal luiden:



Er ontstaat een oplossing van natriumchloride.

2. Het bruisen, dus de gasvorming vindt ook plaats als een carbonaat wordt gebruikt dat niet in water oplost.

We doen zoutzuur bij vaste stukjes calciumcarbonaat. De reactievergelijking luidt nu:



Er ontstaat nu een oplossing van calciumchloride.

Zuren en basen

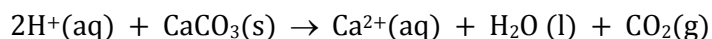
Het CO₂ gas kan worden aangetoond door het te leiden in een oplossing van kalkwater. Hierbij ontstaat een troebeling in het kalkwater, wat duidt op de vorming van een vaste stof. De vaste stof die hier gevormd wordt is calciumcarbonaat. Calciumcarbonaat of kalksteen komt voornamelijk in Zuid-Limburg voor in de vorm van mergel.

Het Ca²⁺ ion is een van de noodzakelijke bouwstoffen in ons lichaam. We vinden het calciumcarbonaat in opgeloste toestand in ons leidingwater. Hierin is het een lastige stof vanwege de bekende kalkaanslag in huishoudelijke apparatuur en leidingen.

Wanneer het leidingwater verwarmd wordt, gaat het opgeloste calciumcarbonaat weer kristalliseren.

Hoe hoger de verhitte hoe sterker de kristalvorming. Dit probleem kan via ontharding met onthardingsapparaten worden omzeild.

Na verloop van tijd moet bijvoorbeeld een koffiezetapparaat ontkalkt worden. Ook deze ontkalking is een neutralisatiereactie. Het ontkalken gebeurt meestal met behulp van een azijnzuuroplossing. Het gevormde kalk 'lost op' in zuur.



Meerkeuze vragen

1. Welke van de stoffen alcohol en zuiver azijnzuur is een moleculaire stof?
 - A. zowel alcohol als zuiver azijnzuur
 - B. alleen alcohol
 - C. alleen zuiver azijnzuur
 - D. geen van beide stoffen

2. Bekijk de onderstaande beweringen.
 - I Zuiver zwavelzuur kan de elektrische stroom goed geleiden.
 - II Zuiver zwavelzuur bevat H^+ ionenWelke van de beweringen is juist?
 - A. zowel I als II
 - B. alleen I
 - C. alleen II
 - D. geen van beide

3. Carla heeft zuiver zwavelzuur en verdund zwavelzuur.
Welke van deze vloeistoffen geleidt de elektrische stroom goed?
 - A. zowel zuiver zwavelzuur als verdund zwavelzuur
 - B. alleen zuiver zwavelzuur
 - C. alleen verdund zwavelzuur
 - D. geen van beide vloeistoffen

4. Welke van de volgende pH-waarden kan een geconcentreerde oplossing van een zuur hebben?
 - A. 1
 - B. 6
 - C. 7
 - D. 10

5. Men heeft twee oplossingen van 1 liter.
Oplossing I heeft $pH = 2$
Oplossing II heeft $pH = 3$
Welke van deze oplossingen is het meest zuur?
 - A. oplossing I
 - B. oplossing II
 - C. oplossing I is even zuur als oplossing II
 - D. geen van beide oplossingen zijn zuur

Zuren en basen

6. Men laat gelijkstroom gaan door een zwavelzuuroplossing.
Hierbij ontstaat waterstof.
Aan welke elektrode ontstaat de waterstof?
Wat is de vergelijking van de daarbij optredende reactie?
- | | de waterstof ontstaat
aan de | de vergelijking van de
reactie is |
|----|---------------------------------|---|
| A. | negatieve elektrode | $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$ |
| B. | negatieve elektrode | $\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ |
| C. | positieve elektrode | $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$ |
| D. | positieve elektrode | $\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ |
7. Zoutzuur noteert men als:
- A. $\text{HCl}(\text{aq})$
 - B. $\text{HCl}(\text{g})$
 - C. $\text{H}^+\text{Cl}^-(\text{l})$
 - D. $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
8. Welke van de hieronder genoemde zuren is een zwak zuur?
- A. azijnzuur
 - B. salpeterzuur
 - C. waterstofchloride
 - D. zwavelzuur
9. Bekijk de volgende beweringen.
- I $\text{HNO}_3(\text{l})$ is een moleculaire stof
 - II Een oplossing van HNO_3 in water is een moleculaire oplossing.
- Welke van deze beweringen is juist?
- A. zowel I als II
 - B. alleen I
 - C. alleen II
 - D. geen van beide
10. Welke soort deeltjes komt in een zwavelzuuroplossing het meest voor?
- A. $\text{H}^+(\text{aq})$ ionen
 - B. $\text{H}_2(\text{aq})$ ionen
 - C. zwavelzuurmoleculen
 - D. sulfaationen

Zuren en basen

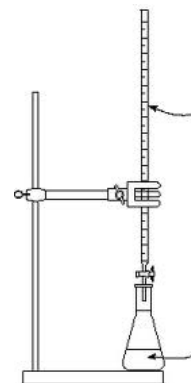
11. In 1 liter water is 4 gram waterstofchloride opgelost.
Men voegt aan deze oplossing nog 1 liter water toe.
Waar staat in onderstaand schema de juiste combinatie van uitspraken?
- | | het aantal H^+ ionen | het aantal H^+ ionen per liter |
|----|------------------------|----------------------------------|
| A. | blijft daarbij gelijk | blijft daarbij gelijk |
| B. | blijft daarbij gelijk | neemt daarbij af |
| C. | neemt daarbij af | blijft daarbij gelijk |
| D. | neemt daarbij af | neemt daarbij af |
12. Een bepaald zuurrest ion heeft de formule $S_4O_6^{2-}$.
Wat is de formule van het bijbehorende zuur?
- A. HS_4O_6
B. $H_2S_4O_6$
C. $H_4S_4O_6$
D. $H_6S_4O_6$
13. Welke van de stoffen waterstofchloride en zwavelzuur is een moleculaire stof?
- A. zowel waterstofchloride als zwavelzuur
B. alleen waterstofchloride
C. alleen zwavelzuur
D. geen van beide stoffen
14. Men laat een gelijkstroom gaan door zoutzuur, terwijl men roert. Er ontstaat waterstofgas
Aan welke elektrode ontstaat het waterstofgas?
Wordt de pH van het zoutzuur door de reactie hoger of lager?
- | | het waterstof ontstaat
aan de | de pH van het zoutzuur
wordt |
|----|----------------------------------|---------------------------------|
| A. | negatieve elektrode | hoger |
| B. | negatieve elektrode | lager |
| C. | positieve elektrode | hoger |
| D. | positieve elektrode | lager |
15. Ammonia noteert men als:
- A. $NH_3(aq)$
B. $NH_3(g)$
C. $NH_3^+(aq)$
D. $NH_4^+(aq)$

Zuren en basen

16. Welke van de hieronder genoemde deeltjes kan H^+ ionen binden?
- A. Ca
 - B. Ca^{2+}
 - C. O^{2-}
 - D. O_2
17. Men voert twee reacties uit.
- I De reactie tussen zoutzuur en ammoniak.
 - II De reactie tussen zoutzuur en calciumoxide.
- Bij welke van deze reacties ontstaat H_2O ?
- A. zowel bij I als bij II
 - B. alleen bij I
 - C. alleen bij II
 - D. bij geen van beide reacties
18. Men heeft twee oplossingen van 1 liter.
- Oplossing I heeft pH 12.
- Oplossing II heeft pH 13.
- Welke van deze oplossingen is het meest basisch?
- Welke van deze oplossingen kan de meeste $H^+(aq)$ ionen binden?
- | | het meest basisch is | de meeste $H^+(aq)$ ionen kunnen gebonden worden door |
|----|----------------------|---|
| A. | oplossing I | oplossing I |
| B. | oplossing I | oplossing II |
| C. | oplossing II | oplossing I |
| D. | oplossing II | oplossing II |
19. Bekijk de onderstaande reactievergelijking:
- $$(Na^+)_2S^{2-}(s) + 2H^+(aq) \rightarrow 2Na^+(aq) + H_2S(g)$$
- Welk deeltje is in deze reactie de base?
- A. H^+
 - B. H_2S
 - C. Na^+
 - D. S^{2-}
20. De indicator broomthymolblauw is in water groen maar geeft in kalkwater een blauwe kleur.
- Welk soort deeltjes uit kalkwater zorgt ervoor dat deze indicator blauw wordt?
- A. $Ca^{2+}(aq)$
 - B. $Ca(OH)_2(aq)$
 - C. $H^+(aq)$
 - D. $OH^-(aq)$

Zuren en basen

21. Welk van de volgende deeltjes geeft GEEN base weer?
- A. NH_4^+
 - B. CO_3^{2-}
 - C. NH_3
 - D. O^{2-}
22. Welk van de deeltjes CO_2 en NH_3 kan een H^+ ion binden?
- A. zowel CO_2 als NH_3
 - B. alleen CO_2
 - C. alleen NH_3
 - D. geen van beide deeltjes
23. Magnesiumoxide lost op in zoutzuur.
Welke deeltjes zitten na afloop van de reactie zeker in de ontstane oplossing?
- A. alleen $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$
 - B. $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ en $\text{Cl}^-(\text{aq})$
 - C. $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ en $\text{O}^{2-}(\text{aq})$
 - D. $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ en $\text{OH}^-(\text{aq})$
24. Zoutzuur met pH 1 wordt geneutraliseerd met natronloog. Er wordt een indicator gebruikt om het eindpunt van de titratie aan te geven.
Welke pH zal de ontstane oplossing ongeveer hebben bij het eindpunt van de titratie?
- A. 0
 - B. 1
 - C. 7
 - D. 14
25. Men laat $\text{CO}_2(\text{g})$ met kalkwater reageren.
Bekijk nu de onderstaande beweringen over deze reactie.
- I Het kalkwater wordt minder basisch.
 - II Er ontstaat een troebeling.
- Welke van deze beweringen is juist?
- A. zowel I als II
 - B. alleen I
 - C. alleen II
 - D. geen van beide




Zuren en basen

26. Een oplossing van een zuur kan men minder zuur maken door:
- I Een oplossing van een base toe te voegen.
 - II De oplossing verder te verdunnen met water.
- Welke van deze beweringen is juist?
- A. zowel I als II
 - B. alleen I
 - C. alleen II
 - D. geen van beide
27. Als men koolstofdioxide wil maken uit calciumcarbonaat kan men toevoegen:
- A. zowel verdund salpeterzuur als verdund zoutzuur
 - B. zowel verdund kaliloog als verdund salpeterzuur
 - C. zowel verdund kaliloog als verdund zoutzuur
 - D. verdund zoutzuur, maar geen verdund salpeterzuur
28. Op een keukenvloer worden tegels met cement vastgelegd. Na afloop van het karwei blijken er cementvlekken op de tegels te zitten. Deze vlekken bestaan voornamelijk uit calciumcarbonaat. Men wil de vlekken verwijderen en kan hiervoor kiezen uit de volgende vloeistoffen:
- ammonia
 - een sodaoplossing
 - water
 - zoutzuur
- De tegels worden door deze stoffen niet aangetast. Welke van deze stoffen is het meest geschikt om de cementvlekken van de tegels te verwijderen?
- A. ammonia
 - B. sodaoplossing
 - C. water
 - D. zoutzuur



Zuren en basen

Open vragen

1. Wat is een indicator ?
2. Uit welke deeltjes bestaan niet opgeloste zuren ?
3. Welke deeltjes ontstaan in ieder geval bij het oplossen van een zuur in water ?
4. Wat moet men toevoegen om gekookte rode kool een rode kleur te laten hebben ?

5. De indicator broomthymolblauw is onder $\text{pH}=6,0$ geel en boven $\text{pH}=7,6$ blauw. Welke kleur heeft deze indicator indien men enkele druppels hiervan bij zoutzuur voegt ?
Welke kleur verwacht je indien de pH van de oplossing neutraal is ?
6. Wat is het voordeel van universeel indicator papier in vergelijking met lakmoes papier ?
7. Bereken de H^+ -ionenconcentratie in een oplossing als gegeven dat de pH van de oplossing gelijk is aan:
 - a. $\text{pH} = 2$
 - b. $\text{pH} = 3,5$
 - c. $\text{pH} = 6,5$
 - d. $\text{pH} = 4,7$
 - e. $\text{pH} = 1,24$
8. Bereken de pH van een oplossing als gegeven is:
 - a. $[\text{H}^+] = 0,05 \text{ mol/liter}$
 - b. $[\text{H}^+] = 0,034 \text{ mol/liter}$
 - c. $[\text{H}^+] = 0,006 \text{ mol/liter}$
 - d. $[\text{H}^+] = 5,12 \cdot 10^{-5} \text{ mol/liter}$
 - e. $[\text{H}^+] = 1,24 \cdot 10^{-3} \text{ mol/liter}$

Zuren en basen

9. Voegt men bij een blauwe oplossing van de indicator broomthymolblauw een weinig zoutzuur dan wordt de oplossing geel.
Voegt men echter bij de blauwe oplossing een oplossing van keukenzout dan vindt er geen kleurverandering plaats.
Verklaar dit.
10. Van welke oplossing is de pH het kleinst?
I Men brengt 1 molecuul zwavelzuur in 1 liter water
II Men brengt 1 molecuul waterstofchloride in 1 liter water
11. Van welke oplossing is de pH het grootst?
I Men brengt 1 molecuul waterstofchloride in 1 liter water
II Men brengt 1 molecuul azijnzuur in 1 liter water.
12. Schrijf de ionisatievergelijking van:
- a. zwaveligzuur
 - b. koolzuur
 - c. waterstoffluoride
 - d. salpeterzuur
 - e. waterstofsulfide
 - f. waterstofbromide
 - g. fosforzuur
 - h. waterstofchloride
 - i. waterstofjodide

Aziijnzure regen gevolg van luchtverontreiniging

Regen met een zuurgraad die te vergelijken is met azijn, druppelde neer in een groot deel van West- en Midden-Nederland.

Vrijdag viel er 0,5 mm regen met een zuurgraad van 3,5. Hoe lager de aanduiding van de zuurgraad is, des te zuurder is de vloeistof. Regen in schone gebieden heeft slechts een zuurgraad van iets minder dan 6.

De hoeveelheid regen die vrijdag op een stad als Utrecht is gevallen bevat ook enkele honderden kilogrammen zuur. Deze zuren ontstaan doordat vervuilende stoffen zoals stikstofoxiden in de lucht omgezet worden in zure stoffen.

13. Eén van de vervuilende stoffen die in de krant worden bedoeld, is stikstofdioxide. Deze stof reageert met water en zuurstof tot een oplossing van salpeterzuur. Geef de vergelijking van deze reactie.
14. De uitdrukking 'Er is 0,5 mm regen gevallen' betekent dat op elke vierkante meter 0,5 liter water terecht is gekomen.
De oppervlakte van de stad Utrecht is $5,7 \cdot 10^7 \text{ m}^2$.
Bereken hoeveel kilogram salpeterzuur tijdens de regenbui op de stad Utrecht is neergevallen. Neem aan dat de regen uitsluitend opgelost salpeterzuur bevat.
15. Zoals in het krantenartikel staat, is de regen ook in schone gebieden een beetje zuur. Dit komt door de aanwezigheid van opgelost koolstofdioxide in het regenwater. Geef een reactievergelijking waaruit blijkt dat een oplossing van koolstofdioxide in water zuur is.
16. Wat verstaat men onder het broeikaseffect ?
17. Wat zal op den langen duur het gevolg hiervan zijn ?
18. Geef de formules van de volgende verbindingen:
 - a. magnesiumhydroxide
 - b. natriumoxide
 - c. aluminiumhydroxide
 - d. bariumoxide
19. Hoe verandert de pH van een oplossing bij toevoeging van een zuur ?

Zuren en basen

20. a. Geef de verbrandingsreactie voor magnesium.

Het gevormde oxide wordt in water gebracht en kleurt lakmoes.

- b. Welke kleur verwacht je voor de lakmoesoplossing en welke deeltjes veroorzaken deze kleurverandering?

21. Appelsap heeft een zure smaak. De pH van appelsap blijkt 4,3 te zijn.

- a. Welke verandering in pH treedt op bij het toevoegen van suiker?
b. Welke verandering verwacht je in pH bij toevoegen van loog?



22. De pH van maagsap is 1,0. Iemand die teveel zuur in het maagsap heeft kan "Rennie" eten.

Rennies bevatten onder andere magnesiumcarbonaat (MgCO_3).

Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als een Rennie in de maag komt.

23. In een krantenartikel over verzuring van meren staat het volgende:

"Uit recent onderzoek blijkt dat het met de verzuring van veel meren erger gesteld is dan men tot nu toe aannam. Vooral meren die liggen op gronden die weinig kalk bevatten, verzuren veel sterker dan andere."

Leg uit dat, door gelijke hoeveelheden zure regen, kalkarme meren sterker zullen verzuren dan kalkrijke meren.

Verduidelijk je antwoord met een reactievergelijking.

24. Veengrond is vaak zuur.

- a. Is de pH van deze veengrond lager dan 7, hoger dan 7 of gelijk aan 7?
Licht je antwoord toe.

Om de hoeveelheid H^+ ionen in veengrond te bepalen schudt men een bepaalde hoeveelheid van deze grond met een neutrale vloeistof. Hierbij komen de H^+ ionen uit de veengrond in de vloeistof.

- b. Geef een voorbeeld van een neutrale vloeistof.

Na flink schudden filtreert men de suspensie. Men voegt aan het filtraat de indicator broomthymolblauw toe.

Broomthymolblauw is geel in zure oplossingen, groen in een neutrale oplossing en blauw in een basische oplossing.

Zuren en basen

- c. Welke kleur zal het filtraat hebben na toevoeging van broomthymolblauw?
Licht je antwoord toe.

Men gaat het filtraat nu neutraliseren met natronloog.

- d. Geef de vergelijking van de reactie die bij de neutralisatie optreedt.

Als de veengrond te zuur is voegt men aan de grond vaak kalkmergel toe. Kalkmergel bevat onder andere veel calciumcarbonaat.

- e. Geef de vergelijking van de reactie die bij dit ontzuren optreedt.

- f. Geef de formule van het deeltje dat bij deze reactie ontzurend werkt.

Regenwater is altijd iets zuur.

- g. Door welk gas uit de lucht worden de zure eigenschappen van regenwater veroorzaakt?

- h. Wat zal na een regenbui gebeuren met het in de grond aanwezige calciumcarbonaat?

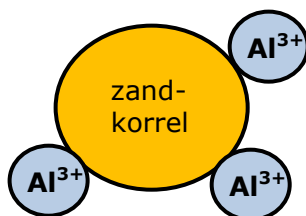
25. Als men marmer overgiet met zoutzuur, ontstaat er het gas koolstofdioxide. Welk soort deeltje zal dan in marmer voorkomen?

Grondwater bevat veel aluminium

Het grondwater tussen Hilversum en Laren bevat op sommige punten grote concentraties aluminium. Recente metingen geven aan dat hier en daar 280 mg aluminium per kubieke meter water voorkomt, terwijl de drinkwaternorm 200 mg per kubieke meter water is. Gevaar voor de volksgezondheid is er niet.

Volgens het waterleidingbedrijf Midden-Nederland zit aluminium van nature in de grond en in het grondwater. Als gevolg van de verzuring van de grond door de zure regen, lost het aluminium dat aan zandkorrels vastzit op en komt in het grondwater. De hoeveelheid aluminium in het grondwater neemt daardoor toe.

26. Waar in het krantenartikel over aluminium wordt gesproken, worden aluminiumionen bedoeld. Hieronder is een 'zandkorrel waaraan aluminium vastzit' schematisch weergegeven. Zo'n zandkorrel werkt als ionenwisselaar.



Geef in vergelijking weer, hoe ten gevolge van zure regen aluminiumionen in het grondwater terecht komen. Gebruik in deze vergelijking de bovenstaande figuur.



4 Zouten

4.1 Zouten

Zouten zijn vaste stoffen. De meeste zijn wit, maar ook alle andere kleuren komen bij de zouten voor. Wit zijn bijvoorbeeld keukenzout (natriumchloride) en krijt (calciumcarbonaat); blauw is kopersulfaat en geel is ijzer(III)chloride.

Het grootste gedeelte van de aardkorst bestaat uit gesteenten. Dit zijn mengsels van slecht oplosbare zouten waarvan het grootste percentage bestaat uit silicaten.

In het grondwater zijn veel zouten opgelost. Lichaamsvochten en sappen van planten bevatten veel opgeloste zouten.

Ook het skelet is uit zouten opgebouwd, voornamelijk uit calciumfosfaat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.



Naast het scheiden van mengsels in zuivere stoffen, zoals dat bijvoorbeeld gebeurt in olieraffinaderijen, is ook het winnen van metalen en zouten de taak van de chemicus. Bij het oplossen van al deze problemen ontdekt de chemicus voortdurend nieuwe feiten over de fundamentele eigenschappen van de materie en de aard van levensprocessen. De chemicus is dus op de eerste plaats analyticus. Zijn taak is dan ook primair om via bepaalde scheidingstechnieken uit mengsels zuivere stoffen te maken. Bij een mengsel van bijvoorbeeld ijzer en zand is dat eenvoudig. Een magneet is in dit geval uitermate geschikt om dit mengsel te scheiden tot twee zuivere stoffen.

Wil men zout uit zeewater winnen dan is dat al een stuk moeilijker, omdat door het verdampen van het water het zout als zuivere stof achterblijft.

Veranderingen waarbij de fundamentele eigenschappen van de stoffen niet worden veranderd, zijn fysische veranderingen. Bij chemische veranderingen - in chemische reacties - vinden ingrijpende veranderingen in de structuur van de gebruikte materie plaats.

Zout en water kunnen bijvoorbeeld niet alleen gescheiden worden maar ook nog ontleed in de elementen waaruit ze zijn opgebouwd

Door middel van de elektrische stroom wordt water gesplitst in waterstof H_2 en zuurstof O_2 . Waterstof is een licht en brandbaar gas en zuurstof is een gas dat de verbranding onderhoudt en dat voor de ademhaling van levensbelang is.

Ook keukenzout kan met behulp van de elektrische stroom in gesmolten toestand ontleed worden. Het ontleedt dan in het geelgroene giftige chloorgas en een zilverachtig metaal natrium dat in vochtige lucht tot ontbranding komt. Bij het waarnemen van keukenzoutkristallen kan men niet constateren dat zij uit een metaal en een gas zijn gevormd.

Geen enkele eigenschap van keukenzout hangt rechtstreeks samen met de eigenschappen van de elementen natrium en chloor waaruit het gevormd is.



4.2 Namen van zouten

De namen van de zouten zijn afgeleid van de namen van de zuren waaruit zij kunnen ontstaan. Zo heten alle zouten van zoutzuur **chloriden** (Cl^-).

Zo kent men ook **fluoriden** (F^-), **bromiden** (Br^-) en **jodiden** (I^-) en **sulfiden** (S^{2-}) en **oxiden** (O^{2-}).

Deze namen worden voorafgegaan door de naam van het in het zout gebonden metaal.

Voorbeelden:

formule zout	naam zout
NaCl	natriumchloride
NaF	natriumfluoride
NaBr	natriumbromide
NaI	natriumjodide
Na_2S	natriumsulfide
Na_2O	natriumoxide

De negatieve ionen van deze zouten (zuurrestionen) noemt men **enkelvoudige ionen**; deze zijn afgeleid van de overeenkomstige zuren.

Naast enkelvoudige ionen als zuurresten kennen we ook **samengestelde ionen**.

Deze zuurrestionen zijn afgeleid van zuren met een samengestelde zuurrest. Onder de zuurrest verstaat men de atoomgroep die van de formule van het zuur overblijft, als men de waterstof weglaat.

Zouten

Voorbeelden:

	zuur	zuurrest	naam van het zout
salpeterzuur	HNO_3	NO_3^-	nitraat
zwavelzuur	H_2SO_4	SO_4^{2-}	sulfaat
zwaveligzuur	H_2SO_3	SO_3^{2-}	sulfiet
koolzuur	H_2CO_3	CO_3^{2-}	carbonaat
fosforzuur	H_3PO_4	PO_4^{3-}	fosfaat
azijnzuur	HAc	Ac^-	acetaat

Andere voorbeelden van negatieve zoutionen zijn:

ClO_3^-	chloraat
CrO_4^{2-}	chromaat
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	dichromaat
HCO_3^-	waterstofcarbonaat (bicarbonaat)
MnO_4^-	permanganaat
NO_2^-	nitriet
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	thiosulfaat
OH^-	hydroxide

4.3 Bepaling verhoudingsformule van zouten

Een zout is opgebouwd uit positieve metaalionen en negatieve zuurrestionen (óf enkelvoudig óf samengesteld).

Voor het opstellen van de formule van een zout moet je goed letten op de valentie van het metaal en de lading van de zuurrestionen.

In alle uit ionen opgebouwde moleculen is het aantal positieve ladingen gelijk aan het aantal negatieve ladingen. Bij het opstellen van de formules van de zouten bewijst deze regel goede diensten.

Hoe ziet de formule van kaliumnitraat uit?

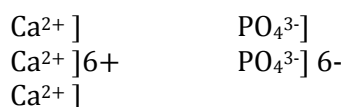
De valentie van kalium is +1 en de lading van de zuurrest nitraat is -1, dus de gevraagde formule moet zijn KNO_3 , kaliumnitraat.

Calciumnitraat: Calcium is tweewaardig, dus aan een calciumatoom zullen zich twee eenwaardige zuurresten kunnen binden.

De formule is dus $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Om de formule voor calciumfosfaat te vinden, redeneren we als volgt: calcium is tweewaardig positief en de zuurrest van fosforzuur driewaardig negatief.

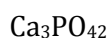
Wil het aantal positieve ladingen gelijk zijn aan het aantal negatieve ladingen, dan moeten we dus nemen drie calcium ionen en twee zuurresten PO_4 dus:



de verhoudingsformule is dus $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Bij deze formule moeten de haakjes om het PO_4 blijven staan, omdat het getal 2 dat er achter komt te staan zowel geldt voor P als voor O.

Als men de haakjes weg zou laten zou er het volgende komen te staan:



Dit betekent dat het fosfaat ion bestaat uit 1 P atoom en 42 O atomen.

Ook mag men de aantallen atomen in het fosfaat ion niet met 2 vermenigvuldigen, dus: $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$

De formule voor magnesiumsulfide wordt als volgt gevonden.

Magnesium is tweewaardig positief en het sulfide-ion is tweewaardig negatief. Omdat het aantal positieve ladingen gelijk moet zijn aan het aantal negatieve ladingen, moeten we dus één magnesiumion (Mg^{2+}) en één sulfide-ion (S^{2-}) nemen.

de verhoudingsformule is dus MgS

4.4 Oplosbaarheid van zouten

Water is verreweg het belangrijkste en meest gebruikte oplosmiddel. Het oplossen van uit ionen opgebouwde kristallen zoals zouten (elektrolyten), is te verklaren uit het feit dat watermoleculen het kristalrooster binnendringen en zowel de positieve natriumionen omringen als ook de negatieve chloor- ionen. Bij het oplossen, het omringen van de ionen door watermoleculen, treedt een energie-effect op.

Of de ionen omringd worden door watermoleculen en het zout dus oplost in het water, hangt onder andere af van de grootte van het ion, de grootte van de ladingen van de ionen, de polariteit van het oplosmiddel water en de temperatuur van het water.

De binding in een watermolecuul bestaan uit atoombindingen.

Het zuurstofatoom gaat een binding aan met beide waterstofatomen. Het zuurstofatoom heeft dus een gemeenschappelijk elektronenpaar met allebei de waterstofatomen. Bij de binding tussen twee dezelfde atomen trekken de twee atomen precies even hard aan het gemeenschappelijk elektronenpaar. Bij bindingen tussen verschillende soorten atomen, zoals bij water, trekt er één atoom harder. Daardoor zit het gemeenschappelijk elektronenpaar niet meer precies in het midden tussen de kernen.

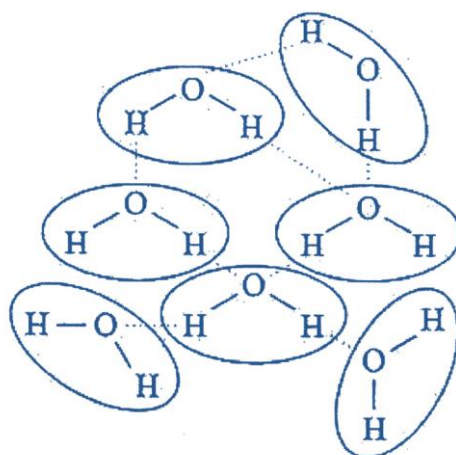
Bij water trekt het zuurstofatoom harder en zitten de gemeenschappelijke elektronenparen dichterbij het zuurstofatoom.

Het gevolg is dat zuurstofatoom een beetje negatief wordt geladen en de waterstofatomen een beetje positief.

We noemen daarom het watermolecuul een **dipool**.

Door deze ladingsverdeling is er tussen de watermoleculen onderling een aantrekkingskracht. Deze aantrekkingskracht heet een **waterstofbrug**.

Waterstofbruggen zorgen ervoor dat het kookpunt van water hoger is dan men eigenlijk zou verwachten.



Met het begrip waterstofbrug is ook uit te leggen, waarom bepaalde stoffen wel en waarom bepaalde stoffen niet in water oplossen.

Als een andere vloeistof met water wil mengen moeten de watermoleculen elkaar loslaten. De waterstofbruggen moeten verbroken worden. Dat kan alleen als er met de moleculen van de andere stof opnieuw waterstofbruggen worden gevormd.

De meeste moleculen waarin een -OH groep of een -NH groep zit zullen in water oplossen.

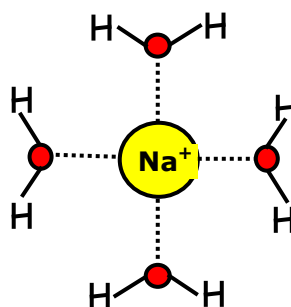
Sommige stoffen kunnen tussen de moleculen alleen vanderwaals-bindingen maken. De stoffen die onderling deze eigenschappen hebben, lossen ook goed op in elkaar. Het is dus niet zo dat alleen stoffen die waterstofbruggen kunnen maken in elkaar oplossen.

De atoombinding in een dipoolmolecuul tussen twee verschillende soorten atomen wordt een **polaire** binding genoemd.

In sterk polaire stoffen zoals water kunnen verbindingen die uit ionen bestaan gemakkelijk oplossen.

De positieve ionen van de verbinding zullen een wisselwerking aangaan met het negatieve uiteinde en de negatieve ionen met het positieve uiteinde van de dipool. Zo omgeven zich positieve ionen met watermoleculen, waarbij de zuurstofatomen naar het ion zijn toegekeerd.

We kunnen ons dit schematisch als volgt weerstellen :



Men spreekt nu van **gehydrateerde ionen**.

De elektrische dipool van water is ook de oorzaak ervan, dat moleculaire stoffen, zoals suiker, in water oplossen. Ook deze moleculaire stoffen bezitten een dipool. Er zullen elektrostatische aantrekkingskrachten bestaan tussen de dipolen onderling.

Bij niet-elektrolyten d.w.z. molecuulkristallen (molecuulroosters) zoals bijvoorbeeld suiker, worden hele moleculen uit het geordende rooster getrokken en door watermoleculen omringd. Wij zeggen: de vanderwaalskrachten tussen de moleculen worden verbroken.

De snelheid waarmee stoffen oplossen is, zeer verschillend. Ze kan vergroot worden door de stoffen in fijn verdeelde toestand op te lossen, door verwarming en door te roeren of te schudden.

Gevolg: steeds wordt het oplosmiddel water snel in contact gebracht met de ionen of moleculen van de vaste stoffen.

Onder **oplosbaarheid** verstaan we de maximale hoeveelheid van een stof die in een bepaald volume van een oplosmiddel (water) bij een bepaalde temperatuur kan oplossen. We noemen die oplossing dan **verzadigd**.

Bevat een oplossing bij een bepaalde temperatuur meer opgeloste stof dan bij die temperatuur maximaal kan oplossen (dit verschijnsel doet zich voor bij het afkoelen van een verzadigde oplossing), dan kristalliseert het teveel bij die temperatuur uit.

4.5 Suspensie, oplossing en emulsie

We brengen in een reageerbuis een spatelpunt zand en vullen deze buis voor 3/4 gedeelte met water. We schudden het mengsel krachtig; zo ontstaat een troebel mengsel omdat de kleine en fijne vaste deeltjes zich gelijkmatig in het water hebben verdeeld.

De zwaardere zanddeeltjes bezinken snel, de lichtere deeltjes blijven nog een tijdje zweven. Deze deeltjes kunnen de wrijvingsweerstand van het water niet meer overwinnen en blijven daardoor in het water zweven. Bij deze proeven met zand en water zal dat niet het geval zijn. Hier is het water na enkele uren volledig helder.

Op de bodem van de reageerbuis zijn de deeltjes dan naar grootte gesorteerd. Beneden liggen de grofste deeltjes en boven de fijnste deeltjes.



In de wetenschap noemt men de toestand die optreedt bij het schudden van de reageerbuis, waarbij vaste deeltjes zoals zand of andere onoplosbare stoffen verdeeld zijn in het water, **suspensie**.

Filtreert men een suspensie van zand en water door een filtreerpapier, dan blijven de vaste stoffen in het filter en het water loopt helder door het filter heen.

Fijnere suspensies gaan door het filter heen. Om die deeltjes te kunnen opvangen heeft men ultra filters nodig.

Deze naar vorm en grootte onregelmatige 'bouwstenen' kunnen natuurlijk nooit een geordend kristalrooster vormen, zoals dat het geval is bij het indampen van een keukenzoutoplossing. Daarom vinden we bij een suspensie op de bodem geen kristallen maar een soort drab.

Zouten

Wij lossen een spatelpunt van een oplosbare vaste stof, bijvoorbeeld een zout of suiker, in een voor de helft met gedestilleerd water gevulde reageerbuis op. De eigenschappen van deze oplossing zijn in alle opzichten tegenstrijdig met de eerder genoemde suspensie van zand in water.

De oplossing is namelijk helemaal helder (bijvoorbeeld een heldere keukenzoutoplossing). De in het water zwemmende, onzichtbare keukenzoutdeeltjes bezinken niet. Tenminste, indien de verdamping van het water wordt verhinderd.

De keukenzoutoplossing gaat dan ook helemaal door de filter heen, zelfs bij gebruik van een ultra filter. Bewijs hiervoor: Het filtraat smaakt zout en bij indampen blijft vast keukenzout over. In tegenstelling tot de suspensie ontstaan bij het indampen kubusvormige kristallen. In de keukenzoutoplossing is het NaCl gesplitst in de uiterst kleine Na^+ - en Cl^- ionen, die bij indampen een zeer regelmatig kristalrooster vormen.



We vullen een reageerbuis voor de helft met water en voegen enkele druppels slaolie toe. We houden de duim boven op de reageerbuis en schudden de inhoud daarna krachtig. De oplossing zal er nu melkachtig uitzien.

Met behulp van een microscoop kan men nu heel fijne oliedruppeltjes in het water zien zweven.

De witte kleur van de oplossing is het gevolg van de totale terugkaatsing van het licht.

Men noemt zulke oplossingen van twee niet met elkaar mengbare vloeistoffen, waarvan de druppeltjes van de ene vloeistof zweven in de andere vloeistof, **emulsies**.

De levensduur van emulsies is beperkt, omdat de kleine oliedruppeltjes bijna nooit dezelfde soortelijke massa hebben als water. Is de soortelijke massa van de oliedruppeltjes groter dan de soortelijke massa van het water dan bezinken de druppeltjes.

Is de soortelijke massa van het oliedruppeltje kleiner dan die van het water dan gaan ze drijven. (Dit is te vergelijken met room op de melk)

Omdat bij de meeste in de handel verkrijgbare emulsies zoals zonne- brandolie, huidcrèmes etc. (herkenbaar aan de melkachtige troebeling) tussen de bereiding van deze stoffen en de verkoop in de meeste gevallen maanden voorbijgaan, proberen chemici emulsies te maken met een grote stabiliteit.

De bestendigheid kan op verschillende manieren worden vergroot. In verse melk kan men de vetdruppeltjes zodanig verkleinen dat gedurende geruime tijd geen roomlaag meer wordt gevormd. Het meest effectief wordt de levensduur van de emulsies verhoogd door het toevoegen van geschikte stoffen de zogenaamde **emulgatoren** of **stabilisatoren**.

De emulgator kan de emulsie door een verhoging van de viscositeit stabiliseren. Emulgatoren met verdikkings- en stabilisatoreigenschappen zijn meestal natuurlijke stoffen zoals: zetmeel, pectine, gelatine, caseïne, eigeel, etc.

4.6 Het oplossen van zouten in water

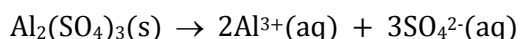
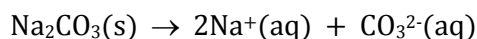
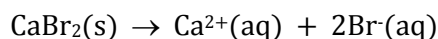
Zouten zijn samengesteld uit positieve en negatieve ionen. Je moet de schrijfwijze daarvan goed kennen.

Bij het oplossen in water komen deze ionen vrij en worden beweeglijk.

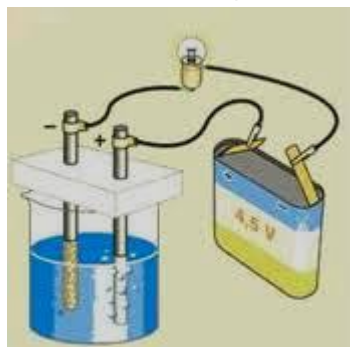
Zo zal het zout Na^+Cl^- in water splitsen in $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$.

Zouten zoals ijzerhydroxide, loodjodide lossen slecht op in water. Er ontstaan dus ook geen beweeglijke ionen.

Voorbeelden van zouten die wel in water oplosbaar zijn, zijn:



Dus stoffen die in oplossing of in gesmolten toestand de elektriciteit geleiden zijn in die oplossing **geheel of gedeeltelijk in ionen gesplitst**.



De stoffen die in oplossing de elektriciteit geleiden en dus in ionen zijn gesplitst noemt men **elektrolyten**.

Tot de elektrolyten behoren de opgeloste zouten, de zuren en de basen.

Uit een proef blijkt verder: water geleidt de elektrische stroom niet en is dus ook niet in ionen gesplitst.

Welke zouten in water oplossen (en dus in ionen worden gesplitst) en welke zouten onoplosbaar zijn kan je opzoeken in onderstaande oplosbaarheidstabel.

Oplosbaarheid van zouten in water bij kamertemperatuur

	OH ⁻	O ²⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	Ac ⁻
Ag ⁺		s	s	s	s	s	s	m	s	s	g	m
Al ³⁺	s	s	g	g	g			g		s	g	g
Ba ²⁺	g		g	g	g	m	s	s	s	s	g	g
Ca ²⁺	m		g	g	g	m	s	m	s	s	g	g
Cu ²⁺	s	s	g	g		s	s	g	s	s	g	g
Fe ²⁺	s	s	g	g	g	s	s	g	s	s	g	g
Fe ³⁺	s	s	g	g		s		g		s	g	g
Hg ⁺		s	s	s	s	s	s	s	s	s	g	m
Hg ²⁺		s	g	m	s	s			s	s	g	g
K ⁺	g		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Mg ²⁺	s	s	g	g	g	m	s	g	s	s	g	g
Na ⁺	g		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
NH ₄ ⁺			g	g	g		g	g			g	g
Ni ²⁺	s	s	g	g	g	s		g	s	s	g	g
Pb ²⁺	s	s	m	m	s	s	s	s	s	s	g	g
Zn ²⁺	s	s	g	g	g	s	s	g	s	s	g	g

s = slecht oplosbaar m = matig oplosbaar g = goed oplosbaar

Je kan alvast onthouden dat alle natrium-, kalium- en ammoniumzouten, evenals alle nitraten, in water goed oplosbaar zijn.

4.7 Temperatuur en oplosbaarheid

De temperatuur heeft een grote invloed op de oplosbaarheid van vaste stoffen in geschikte oplosmiddelen en in het bijzonder bij het oplossen van zouten.

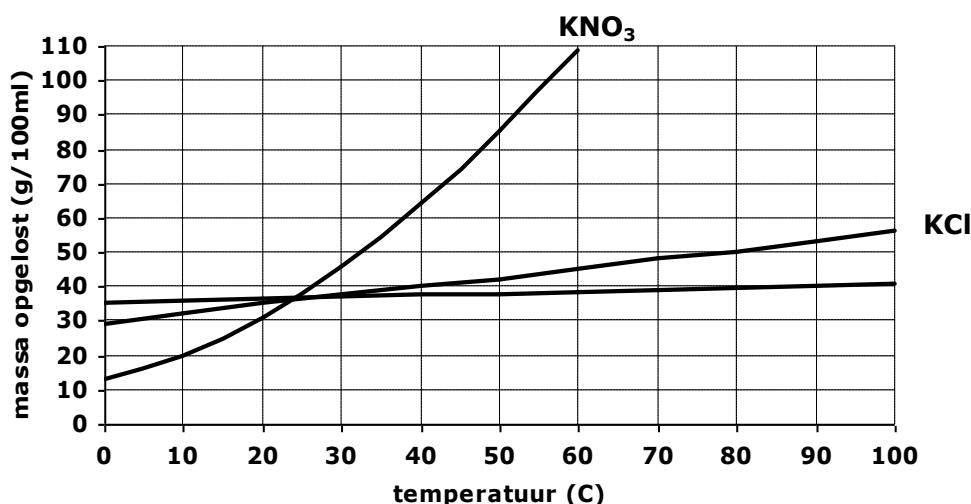
Naarmate de temperatuur hoger wordt, neemt de oplosbaarheid in het algemeen toe.

Keukenzout wijkt in zoverre van de algemene regel af, dat het in heet water niet veel meer oplost dan in koud water.

Het verband dat er bestaat tussen oplosbaarheid en temperatuur kan duidelijk en overzichtelijk worden weergegeven door een grafische voorstelling.

Zouten

In de figuur zijn de oplosbaarheidlijnen voor een drietal zouten getekend. De lijnen geven aan hoeveel gram van elk der zouten bij de verschillende temperaturen in 100 ml water oplossen.



Uit de grafische voorstelling kunnen we gemakkelijk afleiden, wat er gebeuren zal bij afkoeling van een oplossing waarin zich meer dan een zout bevindt.

Zolang in de oplossing nog geen van de zouten verzadigd is, gebeurt er natuurlijk niets. Zodra echter net één van de zouten verzadigd raakt, begint dit zout bij verdere afkoeling uit te kristalliseren, terwijl de andere zouten nog in oplossing blijven.

Men maakt van het verschil in oplosbaarheid gebruik, om uit een mengsel van oplosbare zouten een bepaald zout af te scheiden, bijvoorbeeld KCl uit ruwe kaliumzouten, die naast KCl veel NaCl bevatten.

Daar de zouten de neiging hebben samen uit te kristalliseren, verkrijgt men langs deze weg bij eerste kristallisatie het KCl echter nog lang niet zuiver.

Een zout kristalliseert niet alleen bij afkoeling van een verzadigde oplossing maar ook door het indampen van een zoutoplossing.

Bevinden zich meerdere zouten in de oplossing dan zal het van de oplosbaarheid van elk van de zouten afhangen, welk zout het eerst begint te kristalliseren.

Ook gassen kunnen in water oplossen. Bij het verwarmen van water ontwijken eerst luchtbelletjes. Temperatuurverhoging doet de oplosbaarheid van gassen afnemen. Door een vloeistof te laten koken, kan men de opgeloste gassen verdrijven.

Bekend is de vissterfte in water dat door wat voor reden ook is opgewarmd.



4.8 Hydrofiele en hydrofobe stoffen

Oplosmiddelen kunnen ook in elkaar oplossen.

Men spreekt dan van **mengen**.

Zo zijn water en alcohol in alle verhoudingen mengbaar.

Water en olie zijn niet mengbaar en water en ether zijn maar heel beperkt mengbaar.

Bij het rustig laten staan van een mengsel van ether en water vormen zich twee vloeistoflagen.

Het water is de onderste laag omdat het water een grotere soortelijke massa heeft dan ether.

Brengen we in een mengsel van water en ether een spatelpunt kopersulfaat, dan zal na krachtig schudden de onderste laag blauw worden. Het kopersulfaat is een zeer polaire stof en is dus opgelost in het polaire water.

Stoffen die in water oplossen noemen we ook wel **hydrofiel** ('waterlievend').

Voegen we daarna een weinig jodium toe dan wordt alleen de bovenste laag van het mengsel bruin. Dus het jodium is opgelost in de apolaire ether.

Stoffen die niet in water oplossen maar in apolaire stoffen zoals ether, noemen **hydrofoob** ('watervrezend').

Op deze wijze kan men door toepassing van de oplosbaarheid in verschillende oplosmiddelen twee vaste stoffen van elkaar scheiden.

4.9 Kristalwater

Met sommige stoffen kan water **hydraten** maken. Een hydraat is een verbinding van water met een andere stof, die tot stand komt zonder dat de oorspronkelijke moleculen worden verandert. De meeste hydraten zijn vaste stoffen en het water dat ze bevatten noemen we kristalwater. Bij verwarming zal dit kristalwater verdwijnen. Men geeft in een zogenaamde verhoudingsformule weer hoeveel watermoleculen er in het rooster van de stof aanwezig zijn.

Voorbeelden :

CuSO_4 is watervrij kopersulfaat en is wit.

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ is blauw

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ noemt men soda

Een ander voorbeeld is gips.

Het natuurlijke gips heeft de samenstelling : $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Voordat men gips gaat gebruiken wordt het natuurlijke gips gebrand, zodat een deel van het kristalwater verdwijnt.

Er blijft dan over : $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$.

Dit gebrande gips wordt in de bouw gebruikt. Daar mengt men het water waarbij weer $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ontstaat, dat een harde massa wordt.

Een ander voorbeeld van het gebruik van gips is het spalken van een botbreuk in het ziekenhuis.



Vaak doet zich het probleem voor om een niet verwarmde ruimte zo droog mogelijk te houden om bederf, schimmelvorming en roesten tegen te gaan. Om dit te verhinderen, plaatst men op verschillende plaatsen in die ruimte een schaal met calciumchloride, dat van te voren door droge verhitting watervrij is gemaakt. Deze als gips uitziende verbinding trekt uit de omgeving de waterdamp naar zich toe.

Hierbij gaat het om $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Ook dit ijsachtige zout is op zijn beurt wateraantrekkend. In de chemie noemt men deze eigenschap **hygroscopisch**.

In enkele dagen tijd trekt het zelfs zo sterk water aan, dat het zout tenslotte in het water oplost. We kunnen vervolgens in een droogoven het water weer verdampen en het calciumchloride kan weer opnieuw als droogmiddel worden gebruikt.

Hygroscopische stoffen zijn dus ideale droogmiddelen. Het drogen van voorwerpen vindt plaats in een **exsiccator**.

Dat is een grote glazen bak met deksel, waarin zich een geperforeerde porseleinen plaat bevindt. Onder deze plaat brengt men het droogmiddel dat water onttrekt aan de stoffen die boven op deze plaat staan.



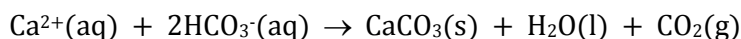
4.10 Hardheid van water

In regenwater zijn weinig zouten opgelost, daarom wordt het **zacht water** genoemd. In het grondwater uit gebieden met kalkrijke grond zijn vaak calcium- en magnesiumzouten opgelost, daarom wordt het **hard water** genoemd.

Zacht water komt in Nederland vooral op de Veluwe voor.

De hardheid van hard water wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van calcium- en magnesiumwaterstofcarbonaat, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ en $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Door verhitting worden deze stoffen ontleed in de overeenkomstige carbonaten, water en koolstofdioxide volgens de vergelijking:



De vorming van de vaste stof noemen we **ketelsteenvorming**. Dit ketelsteen slaat vooral neer op verwarmingselementen van wasmachines en koffiezetapparaten.

Ook in de fluitketel en in de geiser wordt ketelsteen gevormd. Ketelsteen geleidt de warmte slecht en er moet dus extra brandstof worden verbruikt om het water op temperatuur te houden.



Hard water heeft een andere smaak dan zacht water.

Dit is nadelig voor de drankindustrie (bier en frisdranken) en de voedingsmiddelenindustrie.

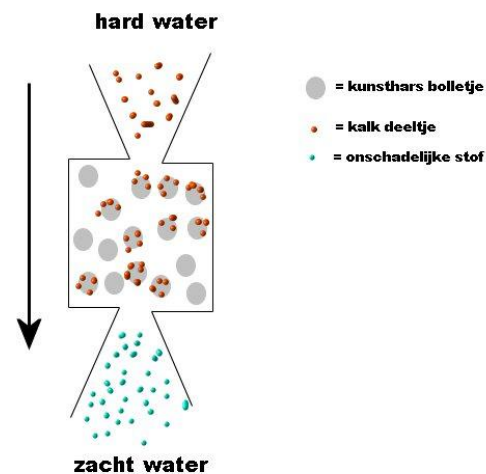
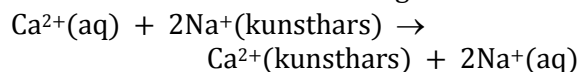
Er zijn een aantal manieren om het water te ontharden namelijk:

1. Koken.
Bij het koken van hard water ontstaat ketelsteen
(zie bovenstaande vergelijkingen).
2. Toevoegen van ontharders.
Voorbeelden van ontharders zijn soda (natriumcarbonaat) en in wasmiddelen vooral fosfaten. Ook bij het gebruik van ontharders ontstaat een vaste stof.
 $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$ of
 $3\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$

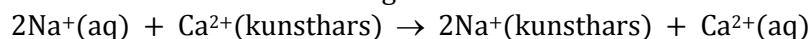
3. Ionenwisselaar.

In een ionenwisselaar worden de in het hard water aanwezige calcium- en magnesiumionen uitgewisseld tegen natriumionen.

Deze natriumionen zijn afkomstig uit de kunsthars waarmee de ionenwisselaar is gevuld.



Na verloop van tijd moet de kunjthars **geregenereerd** worden. Dit kan met behulp van een geconcentreerde keukenzoutoplossing. De natriumionen moeten dan weer in de plaats komen van de calcium- en magnesiumionen.

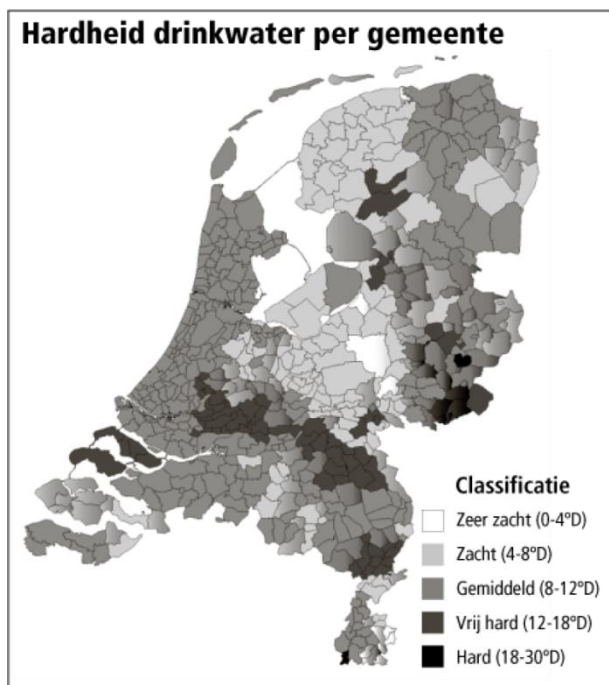


De hardheid van water wordt aangegeven in **Duitse hardheidsgraden (D.H.)**.

Eén duitse hardheidsgraad komt overeen met 7,1 mg opgelost calcium per liter water.

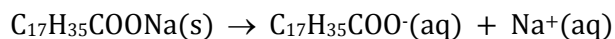
De gemiddelde hardheid van het drinkwater is 16 °D.H.

Onderstaande figuur geeft een overzicht van de verschillende soorten water per gemeente.



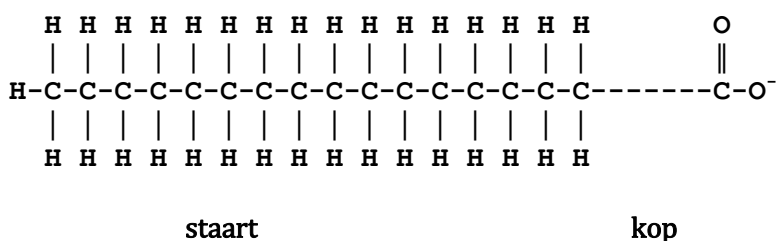
4.11 Zepen

Zepen zijn ook zouten. Ze bestaan uit Na^+ ionen of K^+ ionen samen met stearaationen ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^-$). De zepen zijn goed oplosbaar in water:



De negatieve lading van het steeraation bevindt zich in de COO-groep. Deze groep is dus **polair** en wordt de **kop** van het steeraation genoemd.

De lange koolstofketen draagt geen lading en is **apolair** en wordt de **staart** genoemd.



In een zeepoplossing gebeurt nu het volgende.

In de oplossing ontstaan kluitjes met stearaationen, de staarten bij elkaar en de koppen naar buiten gekeerd, omdat de kop polair is. Iets dergelijks gebeurt bij het wassen van vuil wasgoed. Vuil dat polair is levert geen problemen op, want dat lost op in het waswater.

Apolair vuil (vettig vuil) moet verwijderd worden met zeep.

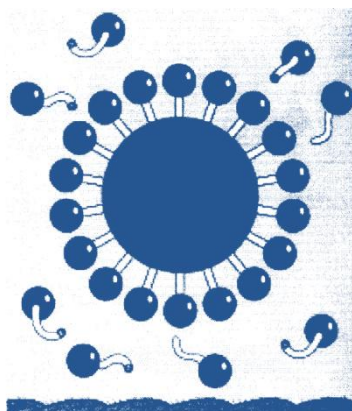
De staarten van de steeraationen dringen in het apolaire vuil, terwijl de koppen van de steeraationen in het water blijven steken.



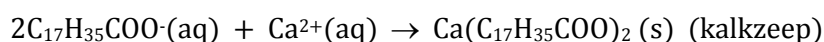
De buitenkant van het apolaire vuil wordt op deze manier polair en het lost op in het waswater.



Door te spoelen worden nu alle vuil en zeepresten verwijderd.



Bij het wassen in hard water ontstaat **kalkzeep**.



Kalkzeep is slecht oplosbaar en vrij gemakkelijk te herkennen aan de grijze vlokjes die op het waswater drijven.

Het wasgoed wordt door de aanwezigheid van kalkzeep stug en grijs, omdat kalkzeep vuil vasthoudt. Bovendien zet het kalkzeep zich ook af in de trommel van de wasmachine.

Omdat de zeep in hard water eerst wordt gebruikt voor de vorming van kalkzeep, wordt er meer zeepoeder verbruikt. De zeep wordt pas werkzaam als de calciumionen uit het water zijn omgezet in kalkzeep.

Enkele zeepsoorten zijn:

groene zeep : het hoofdbestanddeel van groene zeep is meestal kaliumstearaat. De extra vuile plekken van het wasgoed worden ingesmeerd met groene zeep. De oplossing van groene zeep in warm water wordt gebruikt als reinigingsmiddel voor stenen vloeren (tegels en plavuizen).



toilet zeep: het hoofdbestanddeel van toilet zeep is natriumstearaat. De zeep bevat kleurstoffen en parfum. De parfum bepaalt meestal de prijs van de toiletzeep.



Meerkeuze vragen

1. Welke van de ionen Co^{2+} en OH^- noemt men een samengesteld ion?
 - A. zowel Co^{2+} als OH^-
 - B. alleen Co^{2+}
 - C. alleen OH^-
 - D. geen van beide ionen

2. De formule van zilversulfaat is:
 - A. AgS
 - B. Ag_2S
 - C. AgSO_4
 - D. Ag_2SO_4

3. De formule voor bariumfosfaat is:
 - A. BaPO_4
 - B. $\text{Ba}_2(\text{PO}_4)_3$
 - C. Ba_3PO_4
 - D. $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$

4. Welke lading heeft het AsO_3 ion in $\text{Cu}_3(\text{AsO}_3)_2$?
 - A. 1-
 - B. 2-
 - C. 3-
 - D. 6-

5. Wat is de formule van lood(VI)sulfide?
 - A. PbS_2
 - B. PbS_4
 - C. Pb_2S
 - D. Pb_4S

6. De formule van kaliumdichromaat is $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
Hoe groot is de lading van het dichromaation?

A. 1-	D. 6-
B. 2-	E. 7-
C. 4-	F. 8-

7. Wat is de verhouding tussen het aantal calciumionen en het aantal nitraationen in calciumnitraat?

	aantal calciumionen	:	aantal nitraationen
A.	1	:	1
B.	1	:	2
C.	1	:	3
D.	2	:	1
E.	2	:	3
F.	3	:	2

8. Het symbool van gallium is Ga.
Hoe groot is de lading van een galliumion in GaPO_4 ?

- A. 1+
- B. 2+
- C. 3+
- D. 4+

9. De formule van het permanganaation is MnO_4^- .
Wat is de formule van calciumpermanganaat?

- A. CaMnO_4
- B. $\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2$
- C. Ca_2MnO_4

10. Welke positieve ionen komen voor in een oplossing van $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$?

- A. $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$
- B. $\text{Al}_2^{+}(\text{aq})$
- C. $\text{Al}_2^{3+}(\text{aq})$
- D. $\text{Al}_3^{+}(\text{aq})$

11. Een natriumnitraatoplossing wordt volledig ingedampt.
Dit noteert men als:

- A. $\text{NaNO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{aq})$
- B. $\text{NaNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{s})$
- C. $\text{NaNO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$
- D. $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{s})$

12. Welke positieve ionen komen voor in een oplossing van ammoniumnitraat?

- A. $\text{NH}_3^+(\text{aq})$
- B. $\text{NH}_3^{2+}(\text{aq})$
- C. $\text{NH}_4^+(\text{aq})$
- D. $\text{NH}_4^{2+}(\text{aq})$

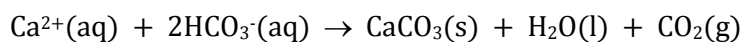
13. Een oplossing van nikkeltchloride (NiCl_2) heeft een groene kleur.
Een oplossing van KCl is kleurloos.
Bekijk de onderstaande beweringen over de oplossing van NiCl_2 .
I De oplossing is groen gekleurd door de aanwezigheid van chloride-ionen.
II De oplossing ruikt naar chloor.
Welke van deze beweringen is juist?
A. zowel I als II
B. alleen I
C. alleen II
D. geen van beide
14. Hoe verhouden zich het aantal tin(II)ionen, chloride-ionen en watermoleculen in de stof $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?
- | | aantal Sn^{2+} -ionen | : | aantal Cl^- -ionen | : | aantal H_2O moleculen |
|----|--------------------------------|---|-----------------------------|---|---------------------------------------|
| A. | 1 | : | 1 | : | 1 |
| B. | 1 | : | 1 | : | 2 |
| C. | 1 | : | 2 | : | 2 |
| D. | 1 | : | 2 | : | 4 |
15. Bekijk de onderstaande beweringen over gips.
I Gips is calciumsulfaat.
II Het hard worden van gips berust op het opnemen van kristalwater.
Welke van deze beweringen is juist?
A. zowel I als II
B. alleen I
C. alleen II
D. geen van beide
16. Welke van de hieronder genoemde stoffen is een belangrijk bestanddeel van kalkzeep?
A. calciumcarbonaat
B. calciumstearaat
C. calciumwaterstofcarbonaat
D. natriumstearaat
17. Bekijk de onderstaande beweringen over een stearaat-ion.
I Het stearaat-ion heeft een hydrofiele staart en een hydrofobe kop.
II Het stearaat-ion dringt bij het wassen met zijn staart in de vuildeeltjes.
Welke van deze beweringen is juist?
A. zowel I als II
B. alleen I
C. alleen II
D. geen van beide

18. Els doet olie, ether en water in een erlenmeyer. Ze zet een stop op de erlenmeyer. Daarna schudt ze langdurig. Na het schudden laat Els de erlenmeyer even staan. Ze ziet dan twee lagen. De bovenste laag bestaat uit een oplossing van olie in ether. De onderste laag bestaat uit water. Welke van onderstaande conclusies is op grond van deze proef juist?



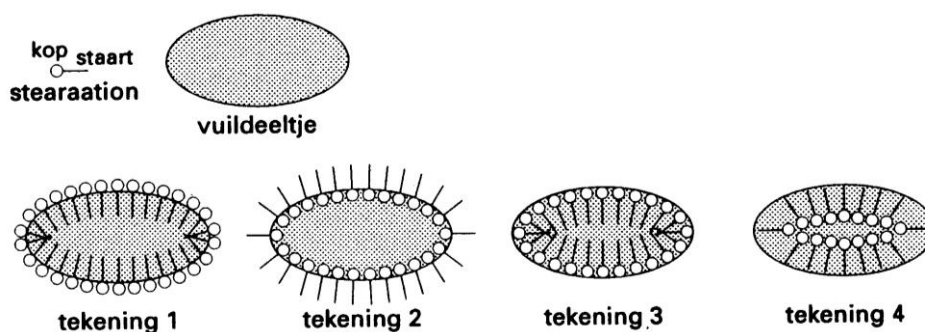
- A. ether en olie zijn hydrofiel
- B. ether en olie zijn hydrofoob
- C. olie is hydrofiel en ether is hydrofoob
- D. olie is hydrofoob en ether is hydrofiel

19. Bekijk de volgende reactievergelijking.



Bij welk proces treedt deze reactie op?

- A. Bij het koken van hard water
 - B. Bij het maken van kalkwater
 - C. Bij het 'oplossen' van kalksteen in de grond
 - D. Bij het wassen met harde zeep
20. Wasmiddelen bevatten wasactieve deeltjes, zoals steeraatmoleculen, die bestaan uit een hydrofiële kop en een hydrofobe staart. Bij het wassen hechtende steeraatmoleculen zich aan de vuildeeltjes. Welke van de tekeningen in onderstaande figuur geeft weer wat er dan ontstaat?



- A. tekening 1
- B. tekening 2
- C. tekening 3
- D. tekening 4

21. Lisette heeft een oplossing van een kunstmeststof. De oplossing bevat:
- I ammoniumionen
 - II calciumionen
 - III chloride-ionen
 - IV kaliumionen
 - V nitraationen
- Lisette dampt de kunstmestoplossing volledig in.
Hoeveel verschillende zouten kunnen daarbij maximaal ontstaan?
- A. 3
 - B. 4
 - C. 5
 - D. 6
22. Een metaal A met een valentie +3 en een niet-metaal B met valentie -2 vormen het zout A_2B_3 .
De ionisatie van het zout in water is:
- A. $A_2B_3(s) \rightarrow 2A^{3+}(aq) + 3B^{2-}(aq)$
 - B. $A_2B_3(s) \rightarrow 2A^{3-}(aq) + 3B^{2+}(aq)$
 - C. $A_2B_3(s) \rightarrow 3A^{2-}(aq) + 2B^{3+}(aq)$
 - D. $A_2B_3(s) \rightarrow 3A^{3-}(aq) + 2B^{2+}(aq)$
23. Welk van de woorden calciumionen, carbonaationen of natriumionen moet je invullen om de onderstaande uitspraak juist te maken?
- Hard water is water dat veel bevat.
- A. calciumionen
 - B. carbonaationen
 - C. natriumionen

Open vragen

1. Geef de formules van de volgende negatieve ionen:

a. chloride	e. oxide	i. nitraat
b. bromide	f. sulfide	j. carbonaat
c. jodide	g. sulfaat	k. fosfaat
d. fluoride	h. sulfiet	l. hydroxide

2. Geef de formules van:

bariumchloride	zinkbromide	calciumjodide
natriumfluoride	kaliumoxide	lithiumsulfide
ijzer(II)sulfaat	tin(IV)sulfiet	magnesiumsulfaat
kaliumcarbonaat	ijzer(III)fosfaat	aluminiumhydroxide
zilverbromide	zinkjodide	lood(IV)fluoride

3. Geef de formules van:

aluminiumoxide	natriumsulfiet	ijzer(III)sulfaat
calciumnitraat	bariumcarbonaat	tin(II)hydroxide
nikkeljodide	zinkfluoride	bariumoxide
magnesiumsulfide	calciumsulfaat	lithiumsulfiet
natriumcarbonaat	kaliumfosfaat	ijzer(III)hydroxide

4. Geef de formules van:

aluminiumsulfide	koper(II)chloride	tin(II)bromide
ijzer(II)carbonaat	magnesiumfosfaat	natriumhydroxide
lood(II)fluoride	lithiumoxide	magnesiumsulfide
aluminiumsulfaat	koper(I)sulfiet	ijzer(II)nitraat
lood(IV)carbonaat	natriumfosfaat	calciumhydroxide

5. Geef de formules van:

kwik(I)chloride	tin(II)sulfide	kaliumbromide
bariumjodide	zilverfluoride	zinkoxide
nikkelfosfaat	koper(II)sulfaat	natriumthiosulfaat
zilvernitraat	bariumbromide	koper(II)nitraat
zinkhydroxide	kwik(II)chloride	tin(IV)sulfaat

6. Geef de formules van:

tin(IV)fosfaat	lood(IV)hydroxide	lood(II)chloride
zinkchloride	tin(IV)nitraat	aluminiumfluoride
lithiumnitraat	kaliumfluoride	ijzer(II)sulfide
koper(II)sulfide	aluminiumfosfaat	bariumsulfiet
zilvercarbonaat	magnesiumoxide	aluminiumcarbonaat

7. Geef de formule van:
- | | | |
|--------------------|-------------------|---------------------|
| magnesiumhydroxide | kaliumsulfide | kwik(II)nitraat |
| calciumoxide | koper(I)carbonaat | koper(I)oxide |
| lood(II)sulfiet | tin(IV)oxide | magnesiumfosfaat |
| kwik(II)bromide | ijzer(II)nitraat | ijzer(III)carbonaat |
8. Geef de formule van:
- | | | |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| aluminiumchloraat | kaliumdichromaat | natriumnitriet |
| natriumpermanganaat | calciumchromaat | koper(I)sulfide |
| zilverbicarbonaat | tin(IV)chloraat | zinkdichromaat |
| bariumpermanganaat | lithiumdichromaat | aluminiumnitriet |
| koper(I)bicarbonaat | lood(IV)thiosulfaat | ijzer(III)chloraat |
9. Stel de volgende reactievergelijkingen op:
- De reactie tussen aluminium en chloor.
 - De ontleding van zilveroxide.
 - De ontleding van zilverbromide.
10. a. Als ijzer met waterstof chloride reageert, worden twee nieuwe stoffen gevormd: ijzer(II)chloride en waterstof.
b. Kalium reageert heftig met water. Daarbij ontstaan kaliumhydroxide en waterstofgas. Geef de reactievergelijking van deze reactie.
11. Geef de reactievergelijking van
- De vorming van aluminiumoxide uit de elementen.
 - Kwik reageert met zwavel. Er ontstaat kwik(I)sulfide.
 - Ijzer(II)sulfide kan men maken door ijzer met zwavel te laten reageren.
12. Geef de naam van het zout dat de formule $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ heeft.
13. Men heeft een onbekende groene stof. Bij het verhitten van de groene stof ontstaan alleen koperoxide en koolstofdioxide.
Hieronder is deze reactie met een onvolledige reactievergelijking weergegeven.
- $\rightarrow \text{CuO} + \text{CO}_2$
- In de vergelijking is alleen de formule van de groene stof niet ingevuld.
Wat is de formule en de naam van de groene stof?

14. Een oplossing van cobaltnitraat $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ wordt toegevoegd aan een oplossing van kaliumchromaat K_2CrO_4 .
Er treedt een reactie op waarbij cobaltchromaat ontstaat.
Wat is de formule van cobaltchromaat?
15. Men lost suiker, alcohol en olie op in water. Leg uit welke stoffen we hydrofoob en welke hydrofiel noemen.
16. Vele chemische fabrieken gebruiken rivierwater als koelwater bij chemische processen. Dit noemen we thermisch verontreinigd water.
Gevolg: het rivierwater stijgt ter plaatse enkele graden in temperatuur. Waarom heeft dit grote invloed op de vissterfte?
17. Welke zouten in water oplossen (en dus in ionen worden gesplitst) en welke zouten slecht oplosbaar zijn, kan je opzoeken in een tabel.
Schrijf nu zelf het oplossen van de volgende zouten op (als dat nodig is, schrijf je: lost slecht op).
- | | | | |
|-----|--------------------|-----|---------------------|
| 1. | Kaliumchloride | 17. | Koper(II)sulfaat |
| 2. | Natriumsulfide | 18. | Natriumcarbonaat |
| 3. | Magnesiumnitraat | 19. | Kaliumnitraat |
| 4. | Zilverchloride | 20. | Calciumhydroxide |
| 5. | Zilvernitraat | 21. | Calciumcarbonaat |
| 6. | Natriumhydroxide | 22. | Ijzer(II)nitraat |
| 7. | Natriumsulfaat | 23. | Ijzer(III) chloride |
| 8. | Kaliumcarbonaat | 24. | Natriumfosfaat |
| 9. | Kaliumfosfaat | 25. | Bariumhydroxide |
| 10. | Koper(II)chloride | 26. | Koper(II)nitraat |
| 11. | Aluminiumbromide | 27. | Lood(II)chloride |
| 12. | Magnesiumcarbonaat | 28. | Aluminiumnitraat |
| 13. | Kwik(I)nitraat | 29. | Ammoniumnitraat |
| 14. | Kwik(II)nitraat | 30. | Ammoniumnitraat |
| 15. | Kwik(I)chloride | 31. | Ammoniumchloride |
| 16. | Kwik(II)chloride | 32. | Ammoniumsulfiet |
18. Geef het indampen van een keukenzout-oplossing weer in een reactievergelijking.

19. Jet woont in een gebied met zacht water. Zij drinkt het liefst thee. Tijdens haar vakantie op een camping zet ze op dezelfde manier thee als thuis. Ze vindt de thee nu echter niet lekker.
De campingbaas vertelt haar dat in deze streek het leidingwater veel kalk bevat. Die kalk reageert met stoffen uit de thee. Daardoor smaakt de thee anders. Jet moet dit water een tijd laten koken, voordat zij het op het theezakje schenkt.
Geef aan waarom de thee, die Jet op de camping zet van water dat een tijd gekookt heeft, hetzelfde smaakt als thuis.
20. De gemiddelde hardheid van het drinkwater is 16 °D.H.
Hoeveel mg calcium bevat 10 liter van dit water?
21. In verband met de gezondheid moet het water van zwembaden regelmatig worden onderzocht.
Hieronder staat het resultaat van een chemisch onderzoek van twee zwembaden I en II.

	zwembad I	zwembad II
	aantal mg/l	aantal mg/l
waterstofcarbonaat	255	85
carbonaat	0	0
chloride	485	355
calcium	110	35
ammonium	0,01	0,01
zuurstof	30	35
werkzaam chloor	1,5	3,0

- a. Geef de formules van de ionen die in bovenstaand schema vermeld zijn.

Het zwemwater in beide baden is hard. Volgens het schema komt er geen carbonaat in voor.

- b. Leg uit waarom er geen carbonaat kan voorkomen in het harde zwemwater.

In beide zwembaden kan kalksteenaanslag ontstaan.

- c. Wat is de formule van de stof waaruit die kalksteenaanslag bestaat?
- d. In welk van de baden zal de kans op het ontstaan van kalksteenaanslag het grootst zijn? Licht je antwoord toe.
- e. Geef de formule van de stof die gebruikt wordt om bacteriegroei in zwemwater tegen te gaan.

22. Het waterleidingbedrijf van Amsterdam gebruikt een installatie die de hardheid van het drinkwater terugbrengt van 17 graden DH tot 8 graden DH.
Een aanzienlijke verlaging met grote voordelen voor de gebruiker van het drinkwater.
De hardheid van het water wordt veroorzaakt door kalk.
1 graad DH komt overeen met 7,1 mg kalk per liter.
Bereken hoeveel mg kalk uit 5 liter drinkwater wordt gehaald door deze installatie.
23. Veel water in Nederland is hard water. Een nadeel van hard water is de vorming van ketelsteen. Dit slaat bijvoorbeeld neer op het verwarmingselement van een koffiezetapparaat.
- a. Leg uit met behulp van een reactievergelijking, dat bij gebruik van hard water ketelsteen gevormd wordt op het verwarmingselement.
- Om water te ontharden wordt tegenwoordig vaak gebruik gemaakt van een ionenwisselaar.
- b. Welke ionen worden bij gebruik van een ionenwisselaar bij het ontharden tegen elkaar uitgewisseld?



5 Neerslagreacties

5.1 Reactie tussen twee zouten

Als bij een oplossing van kaliumchloride KCl een oplossing van zilvernitraat AgNO_3 wordt gevoegd, ontstaat een wit neerslag.

Als we deze proef uitvoeren met een oplossing van kaliumchloride KCl en een oplossing van natriumnitraat NaNO_3 , dan ontstaat er geen neerslag.

Na het bij elkaar voegen van twee zoutoplossingen zal er een scheikundige reactie verlopen indien de positieve ionen van het ene zout met de negatieve ionen van het andere zout een slecht oplosbaar zout kunnen vormen.

Als dit het geval, zeggen we dat het nieuwe zout neerslaat.

Voor het opstellen van een neerslag reactie kunnen we een stappenplan maken.

Een stappenplan voor het opstellen van neerslagreacties.

We voegen een oplossing van kaliumchloride bij een oplossing van zilvernitraat.

- **stap 1 Inventarisatie**

In het mengsel zijn de volgende ionen aanwezig: K^+ , Cl^- , Ag^+ en NO_3^-

- **stap 2 Zet de ionen in een tabel en kijk wat er in de oplosbaarheidtabel over de combinaties staat.**

	Cl^-	NO_3^-
K^+		
Ag^+		

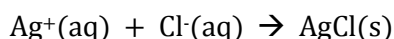
Je weet (zie: welke zouten lossen op en welke niet) dat alle natriumzouten en nitraten oplosbaar zijn in water.

Neerslagreacties

De tabel komt er nu zo uit te zien.

	Cl ⁻	NO ₃ ⁻
K ⁺	g	g
Ag ⁺	s	g

- **stap 3** Zet de ionen die met elkaar neerslaan links van de reactie pijl en de vaste stof die daardoor ontstaat rechts van de reactie pijl.



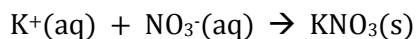
- **stap 4** Zorg dat alles dat zowel links als rechts van de reactie pijl staat tegen elkaar wordt weggestreept en zorg dat de reactievergelijking kloppend is.

In dit geval klopt de reactievergelijking.

Met de K⁺-ionen en de NO₃⁻-ionen gebeurt niets. We zouden deze ionen die niet direct aan de reactie deelnemen **tribune ionen** kunnen noemen, omdat ze vanaf de tribune mogen toezien hoe de andere ionen met elkaar een chemische verbinding aangaan.

Je vindt deze tribune ionen ook niet in de reactievergelijking terug, omdat ze niet aan de reactie deelnemen.

Men heeft dus na de reactie een neerslag van AgCl en een oplossing van kaliumnitraat. Het neerslag kan dan worden afgefilterd en het filtraat kan worden ingedampt. Na de indamping blijft vast kaliumnitraat KNO₃ over. De indampingsvergelijking luidt:



Samengevat kunnen we zeggen dat bij deze reactie van twee zoutoplossingen twee nieuwe zouten zijn gevormd. Eén door neerslagvorming en de ander door indamping.

Neerslagreacties

Een ander voorbeeld.

We voegen een oplossing van natriumchloride bij een oplossing van bariumnitraat.

- **stap 1 Inventarisatie**

In het mengsel zijn de volgende ionen aanwezig: Na^+ , Cl^- , Ba^{2+} en NO_3^-

- **stap 2 Zet de ionen in een tabel en kijk wat er in de oplosbaarheidtabel over de combinaties staat.**

	Cl^-	NO_3^-
Na^+		
Ba^{2+}		

Je weet (zie: welke zouten lossen op en welke niet) dat alle natriumzouten en nitraten oplosbaar zijn in water.

De tabel komt er nu zo uit te zien.

	Cl^-	NO_3^-
Na^+	g	g
Ba^{2+}	g	g

- **stap 3 Zet de ionen die met elkaar neerslaan links van de reactie pijl en de vaste stof die daardoor ontstaat rechts van de reactie pijl.**

Geen reactie want er wordt geen slecht oplosbaar zout gevormd bij deze samenvoeging.

De meeste zouten zijn wit van kleur. De meeste zoutoplossingen zijn echter kleurloos. Er zijn echter enkele uitzonderingen waarvan je de volgende moet kennen:

- Oplossingen met koper(II)-ionen zijn **blauw** gekleurd
- Oplossingen met ijzer(II)-ionen zijn **lichtgroen** gekleurd
- Oplossingen met ijzer(III)-ionen zijn **geelbruin** gekleurd

5.2 Aantonen van ionen in een oplossing

Met behulp van een neerslagreactie, dus ook met behulp van de oplosbaarheidtabel, kunnen we vaak aantonen of een bepaald soort ionen al of niet aanwezig is in een oplossing. Via een neerslagreactie kunnen we namelijk duidelijk zichtbaar maken of een bepaald soort ionen aanwezig is in een kleurloze oplossing.

Stel je krijgt tijdens een practicum een reageerbuis uitgereikt met een witte vaste stof erin. De docent(e) vertelt je erbij dat de stof of natriumhydroxide of natriumsulfaat is. Aan jou de opdracht om uit te zoeken met welke van deze twee stoffen je te maken hebt.

Omdat beide stoffen bij het oplossen natriumionen bevatten, onderscheiden ze zich wat de positieve ionen betreft niet van elkaar.

De negatieve ionen zijn wel verschillend. De ene oplossing bevat namelijk hydroxide-ionen en de andere sulfaationen.

Er moet dus aangetoond worden of er in de reageerbuis OH^- -ionen of SO_4^{2-} -ionen zitten.

Hiervoor wordt weer een klein oplosbaarheidtabelletje gemaakt. Alleen de negatieve ionen worden ingevuld. Op de plaats van de positieve ionen wordt voorlopig nog even niets ingevuld. Wel worden de vier hokjes over de oplosbaarheid ingevuld.

Er zijn twee hokjes beschikbaar voor de hydroxide-ionen. In de ene wordt de letter s gezet en in de andere de letter g.

Bij de sulfaationen wordt hetzelfde gedaan alleen in omgekeerde volgorde.

	OH^-	SO_4^{2-}
.....	s	g
.....	g	s

In principe komt het hierop neer, dat we voor bijvoorbeeld het hydroxide-ion een positief ion zoeken dat een slecht oplosbaar zout levert en voor het sulfaation een goed oplosbaar zout levert.

Voor het andere positieve ion geldt het omgekeerde.

Met behulp van de oplosbaarheidtabel kunnen we vinden dat voor de eerste regel een groot aantal ionen voldoet.

Namelijk: Al^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} en Zn^{2+}

Al deze ionen leveren met hydroxide-ionen een slecht oplosbaar zout en met sulfaationen een goed oplosbaar zout.

Neerslagreacties

Voor de tweede regel kunnen we slechts één positieve ionsoort invullen, namelijk Ba^{2+} .

Laten we op de eerste regel als positieve ionsoort Cu^{2+} kiezen en op de tweede regel Ba^{2+} .

	OH^-	SO_4^{2-}
Cu^{2+}	s	g
Ba^{2+}	g	s

We nemen uit de reageerbuis met de witte vaste stof een beetje vaste stof en lossen dit op in water. Dan voegen we een oplossing toe die koperionen bevat, bijvoorbeeld kopernitraat, want dit is goed oplosbaar.

Wanneer een vaste stof (neerslag) ontstaat, dan moet dit het zout koperhydroxide zijn. In dat geval bevatte de buis hydroxide-ionen en dus was de witte vaste stof natriumhydroxide.

Ontstaat er geen neerslag dan bevatte de buis sulfaationen en dus het zout natriumsulfaat.

We kunnen ook een oplossing toevoegen die bariumionen bevat, bijvoorbeeld bariumnitraat (goed oplosbaar). Wanneer een neerslag was ontstaan, moet dat het zout bariumsulfaat zijn. In dat geval bevatte de buis sulfaationen en dus het zout natriumsulfaat.

Ontstaat er geen neerslag dan bevatte de buis hydroxide-ionen en dus het zout natriumhydroxide.

5.3 Verontreinigingen in een zout

Op dezelfde manier kunnen we nagaan of een zout al of niet verontreinigd is met een ander zout.

Voorbeeld

Om te onderzoeken of het zout koperchloride eventueel verontreinigd is met bariumchloride, moeten we proberen om in een oplossing van dit zout bariumionen aan te tonen.

Cu^{2+}	g
Ba^{2+}	s

Dit kan bijvoorbeeld door aan de oplossing van het zout wat natriumsulfaatoplossing toe te voegen.

	SO_4^{2-}
Cu^{2+}	g
Ba^{2+}	s

Wanneer er een neerslag ontstaat, moet dit bariumsulfaat zijn en was het zout dus verontreinigd met bariumionen, dus met bariumchloride.

5.4 Verwijderen van ionen uit een oplossing

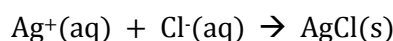
Het afvalwater van vele laboratoria bevat vaak opgeloste ionen die absoluut niet thuis horen in de natuur. Een laboratorium voor het ontwikkelen van foto's en films loost bijvoorbeeld via het afvalwater veel opgeloste zilverionen.

Deze zilverionen moeten uit dit afvalwater verwijderd worden. Dit kan met behulp van een negatief ionsoort. Dit negatieve ion moet in combinatie met zilverionen een slecht oplosbaar zout geven.

De oplosbaarheidtabel laat weer zien dat er verschillende mogelijkheden zijn om door toevoeging van een negatief ion, zilverionen te laten neerslaan uit een oplossing.

Als voorbeeld nemen we chloride-ionen.

De reactievergelijking van de reactie die dan plaatsvindt is:



De Ag^+ -ionen komen dus terecht in de vaste stof AgCl . Deze vaste stof kan worden verwijderd door filtratie.

Omdat we nooit lossen chloride-ionen kunnen toevoegen, maar altijd in combinatie met positieve ionen, kiezen we een zout, waarvan het positieve ion nooit kan reageren via een neerslag. Dit zijn bijvoorbeeld natriumionen.

We voegen dus chloride-ione toe in de vorm van een natriumchlorideoplossing.

Willen we een positieve ionsoort uit een oplossing verwijderen, dan zoeken we een negatieve ionsoort die er een slecht oplosbaar zout mee vormt.
Gebruik daarbij een oplossing waarin de gekozen negatieve ionsoort samen met natriumionen aanwezig is.

Net zoals we positieve ionen uit water kunnen verwijderen met behulp van negatieve ionen, zo kunnen we negatieve ionen uit water verwijderen met behulp van positieve ionen. Deze positieve ionsoort moet dan met het te verwijderen negatief ion een neerslag vormen.

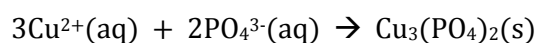
Voorbeeld

Willen we bijvoorbeeld fosfaationen uit water verwijderen, dan kunnen we in de oplosbaarheidtabel vinden welke positieve ionsoort hiervoor te gebruiken is.

Uit de tabel blijkt, dat hiervoor een groot aantal positieve ionen te gebruiken is. We noemen onder andere: Ag^+ , Al^{3+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} , Mg^{2+} , enz.

Laten we eens kiezen voor de ionsoort Cu^{2+} .

Voegen we deze ionsoort toe aan de oplossing die fosfaationen bevat, dan vindt de volgende reactie plaats:



Neerslagreacties

De fosfaationen zijn terecht gekomen in de vaste stof koperfosfaat. Deze vaste stof kan worden afgefilterd.

Omdat we natuurlijk geen potje hebben met alleen Cu^{2+} -ionen, gebruiken we een oplossing waarin koperionen voorkomen. Behalve de koperionen bevat zo'n oplossing natuurlijk ook een negatief ionsoort. Daarvoor kiezen we meestal nitraationen. In het voorbeeld gebruiken we dus een oplossing van kopernitraat.

Willen we een negatieve ionsoort uit een oplossing verwijderen, dan zoeken we een positieve ionsoort die er een slecht oplosbaar zout mee vormt.
Gebruik daarbij een oplossing waarin de gekozen positieve ionsoort samen met nitraationen aanwezig is.

Meerkeuze vragen

1. Sander voegt een oplossing van bariumchloride en een oplossing van magnesiumnitraat bij elkaar.
Bekijk nu onderstaande beweringen over deze proef.
 1. er ontstaat een neerslag van bariumnitraat.
 2. er ontstaat een neerslag van magnesiumchloride.Welke van deze beweringen is juist?
 - A. zowel 1 als 2
 - B. alleen 1
 - C. alleen 2
 - D. geen van beide
2. Om zinkionen uit een oplossing te verwijderen kan men gebruik maken van:
 - A. bariumcarbonaat
 - B. bariumnitraat
 - C. natriumcarbonaat
 - D. natriumnitraat
3. Richard voegt een oplossing van bariumhydroxide bij een oplossing van ijzer(II)sulfaat. Welke van de stoffen bariumsulfaat en ijzer(II)hydroxide slaan hierbij neer?
 - A. zowel bariumsulfaat als ijzer(II)hydroxide
 - B. alleen bariumsulfaat
 - C. alleen ijzer(II)hydroxide
 - D. geen van beide stoffen

Neerslagreacties

4. Christiaan voegt een kopersulfaatoplossing aan een onbekende oplossing van een ander zout toe. Er ontstaat een neerslag van één zout.
Het neerslag is blauw met daarboven een kleurloze oplossing.
Uit welke van de volgende stoffen kan het neerslag bestaan?
- A. bariumsulfaat
 - B. koperhydroxide
 - C. kopersulfaat
 - D. natriumsulfaat
5. Marianne heeft een oplossing van natriumcarbonaat.
Dorine heeft een oplossing van natriumchloride.
Zij voegen ieder aan hun oplossing een zilvernitraatoplossing toe.
Bij wie ontstaat een neerslag?
- A. zowel bij Marianne als bij Dorine
 - B. alleen bij Marianne
 - C. alleen Bij Dorine
 - D. bij geen van beiden
6. Bij een oplossing van $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ wordt een oplossing van K_2CrO_4 gevoegd.
Er ontstaat een neerslag.
Wat zal de formule zijn van dit neerslag?
- A. KNO_3
 - B. K_2NO_3
 - C. PbCrO_4
 - D. Pb_2CrO_4
7. Iemand wil onderzoeken of een vloeistof een oplossing van natriumchloride of een oplossing van bariumchloride is.
Men kan dit onderzoeken door aan de oplossing toe te voegen:
- A. een natriumnitraatoplossing
 - B. een natriumsulfaatoplossing
 - C. een zilvernitraatoplossing
 - D. een zilversulfaatoplossing

Open vragen

Werk van de onderstaande vraagstukken 1 t/m 16 als volgt uit:

- Schrijf de inventarisatie van de aanwezige ionen op
- Schrijf in een vergelijking op welke ionen met elkaar reageren of noteer geen reactie
- Geef de naam van de nieuw gevormde stof
- Noteer de ionen die na de reactie nog aanwezig zijn

1. calciumbromide en zilvernitraat
2. natriumfosfaat en ijzer(II)nitraat
3. lood(II)nitraat en natriumsulfide
4. koper(II)chloride en ijzer(III)nitraat
5. ijzer(II)sulfaat en natriumhydroxide
6. ijzer(II)sulfaat en bariumhydroxide
7. kaliumcarbonaat en ijzer(III)sulfaat
8. kwik(II)chloride en magnesiumjodide
9. nikkelnitraat en kaliumfosfaat
10. magnesiumchloride en zinknitraat
11. koperchloride en kaliumhydroxide
12. kopersulfaat en bariumhydroxide

Ook van matig oplosbaar zout kan een neerslag ontstaan. Namelijk dan, wanneer er veel van de desbetreffende ionen aanwezig zijn.

In de praktijk is dat al gauw het geval.

13. zilvernitraat en kopersulfaat
14. calciumjodide en kaliumhydroxide
15. lood(II)nitraat en aluminiumsulfaat
16. calciumchloride en ammoniumsulfiet

Neerslagreacties

17. Men heeft vier oplossingen A, B, C en D.
A is een oplossing van kaliumsulfaat. Deze oplossing is kleurloos.
B is een oplossing van koper(II)sulfaat. Deze oplossing is blauw.
C is een oplossing van kaliumpermanganaat. Deze oplossing is paars en bevat kaliumionen en permanganaationen (MnO_4^-)
D is een oplossing van bariumhydroxide. Deze oplossing is kleurloos.

Door de kleuren van oplossingen met elkaar te vergelijken kan men vaak afleiden welk soort ionen een bepaalde kleur veroorzaakt.

Uit de vergelijking van oplossing A met oplossing B volgt bijvoorbeeld dat koper(II)ionen de blauwe kleur van oplossing B veroorzaken.

- a. Leg uit welk soort ionen de paarse kleur van oplossing C veroorzaakt.

Men voegt aan de oplossing van kaliumsulfaat een beetje van de oplossing van bariumhydroxide toe. Er ontstaat een neerslag.

- b. Geef de formule van de stof die is neergeslagen.

Men voegt aan de oplossing van koper(II)sulfaat heel veel van de oplossing van bariumhydroxide toe. Het ontstane reactiemengsel is troebel.
Het reactiemengsel wordt gefiltreerd.

- c. Leg uit of het filtraat gekleurd zal zijn.

Tenslotte voegt men aan de oplossing van kaliumpermanganaat een beetje van de oplossing van bariumhydroxide toe.
Nu ontstaat geen neerslag.

- d. Neem het onderstaande oplosbaarheidtabelletje over en vul op de plaats van de stippen een g of een s in.

	MnO_4^-
Ba^{2+}
K^+



6 Formules (D)

6.1 Molecuulformule

Uit allerlei onderzoek weten we van vrijwel alle stoffen uit welke atoomsoorten ze bestaan en ook hoeveel atomen van elke atoomsoort in een molecuul van zo'n stof voorkomen.

Dat geven we weer door de **molecuulformule**.

Aan zo'n molecuulformule kunnen we dus zien uit welke atoomsoorten een molecuul bestaat, maar ook hoeveel atomen van elke atoomsoort in een molecuul van een bepaalde stof voorkomen.

We weten dat een molecuul water uit twee waterstofatomen en uit één zuurstofatoom bestaat.

Daarom is de molecuulformule voor water H_2O .



Methaanmoleculen bestaan uit één koolstofatoom en uit vier waterstofatomen.

De molecuulformule voor methaan is dus CH_4 .



Voor suiker schrijven we de molecuulformule $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Daaraan kunnen we zien dat één molecuul suiker uit 12 koolstofatomen, uit 22 waterstofatomen en uit 11 zuurstofatomen bestaat.

Het getal achter de symbolen noemt men **index**. Deze getallen geven aan hoeveel atomen van een bepaalde atoomsoort in een molecuul voorkomen. Als we willen aangeven dat we te maken hebben met bijvoorbeeld 3 moleculen suiker, schrijven we $3 C_{12}H_{22}O_{11}(s)$.

Het getal 3 noemen we de **coëfficiënt**. Daarmee geven we dus het aantal moleculen aan.

Als we de vaste stof suiker willen opschrijven, noteren we: $C_{12}H_{22}O_{11}(s)$.

Voor het gasvormige ammoniak schrijven we $NH_3(g)$.

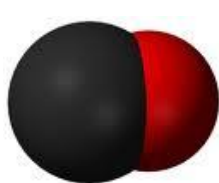
Aan de molecuulformules voor de stoffen kunnen we bovendien zien waarin de moleculen van elkaar verschillen.

Een voorbeeld: de molecuulformules voor ammoniak en voor zwaveldioxide zijn respectievelijk NH_3 en SO_2 . Hieruit kunnen we afleiden dat het verschil in stoffeigenschappen van deze twee stoffen verklaard kan worden uit de verschillende atoomsoorten waaruit de moleculen van ammoniak en zwaveldioxide bestaan.

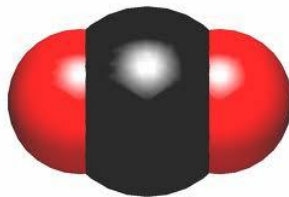
Soms verschillen de moleculen niet van elkaar door de atoomsoorten waaruit ze bestaan, maar wel door het aantal atomen dat van elke atoomsoort in een molecuul voorkomt. Dat is bijvoorbeeld het geval bij waterstofoxide (water) met de molecuulformule H_2O en bij waterstofperoxide met de molecuulformule H_2O_2 .

Beide moleculen bestaan uit atomen waterstof en zuurstof. Maar in een molecuul water komt slechts één zuurstofatoom voor, terwijl in een molecuul waterstofperoxide twee zuurstofatomen voorkomen.

Zoiets ziet men ook bij koolstofmono-oxide (CO) en bij koolstofdioxide (CO₂).



Koolstofmono-oxide



Koolstofdioxide

Onthoud in ieder geval de volgende formules:

H ₂ O	water
CH ₄	methaan
CO ₂	koolstofdioxide (kooldioxide)
CO	Koolstofmono-oxide (koolmonoxide)

Ook bij elementen kunnen de stoffen met molecuulformules beschreven worden. We onderscheiden hierbij:

- **1-atomige moleculen**, namelijk de edelgassen.
Edelgasmoleculen bestaan dus maar uit één atoom.
Deze geven we weer als He, Ne, enzovoort.
De index 1 wordt hierbij niet geschreven.
- **2-atomige moleculen**.
Dit zijn de volgende stoffen: H₂, N₂, O₂, F₂, Cl₂, Br₂ en I₂.

De gebruikte formules beschrijven steeds bepaalde stoffen. Schrijf de formules dus zorgvuldig op. Een kleine verandering in de formule kan betekenen dat het ineens om een heel andere stof gaat!

6.2 Verhoudingsformule

Verhoudingsformules gebruiken we bij het beschrijven van zouten.

Bij het behandelen van het ionrooster hebben we gezien dat de ionen op een bepaalde manier in een vaste stof gerangschikt zijn.

De positieve ionen en de negatieve ionen wisselen elkaar hierbij af.

Het is nu echter niet mogelijk aan te geven welke ionen bij elkaar horen. Dat betekent dat er geen moleculen van een zout bestaan. Er bestaat dus ook geen vast aantal ionen dat bij elkaar hoort.

Wel komen de ionen in een bepaalde verhouding naast elkaar voor.

Vandaar de term **verhoudingsformule**.

Formules

Zo is natriumchloride opgebouwd uit Na^+ en Cl^- -ionen in de verhouding 1:1. Daarom is de verhoudingsformule voor natriumchloride NaCl .

Bij de reactie tussen magnesium en zwavel ontstaan Mg^{2+} -ionen en S^{2-} -ionen. Dus ook weer in de verhouding 1:1. Het magnesiumsulfide dat bij deze reactie ontstaat, heeft dus de verhoudingsformule $\text{Mg}^{2+}\text{S}^{2-}$ of MgS .

Bij de reactie van magnesium en chloor (Cl_2) ontstaan op elk Mg^{2+} -ion, twee Cl^- -ionen. Magnesiumchloride bestaat dus uit magnesium- en chloride-ionen in de verhouding 1:2. De verhoudingsformule is dus $\text{Mg}^{2+}(\text{Cl}^-)_2$ of MgCl_2 .

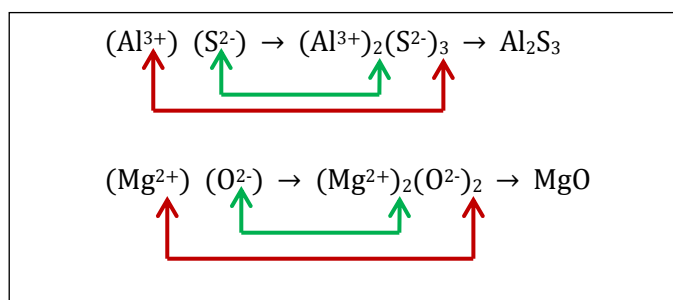
Bij de reactie tussen aluminium en zwavel op twee Al^{3+} -ionen, drie S^{2-} -ionen. De verhouding van de aluminium- en zwavelionen in aluminiumsulfide is 2:3. Daarom is de verhoudingsformule $(\text{Al}^{3+})_2(\text{S}^{2-})_3$ of Al_2S_3 .

zout		naam	opgebouwd Uit de ionen	ion- verhouding
Na^+Cl^-	NaCl	natriumchloride	Na^+ en Cl^-	1:1
$\text{Mg}^{2+}\text{S}^{2-}$	MgS	magnesiumsulfide	Mg^{2+} en S^{2-}	1:1
$\text{Mg}^{2+}\text{O}^{2-}$	MgO	magnesiumoxide	Mg^{2+} en O^{2-}	1:1
$\text{Cu}^{2+}(\text{Cl}^-)_2$	CuCl_2	koperchloride	Cu^{2+} en Cl^-	1:2
$(\text{Al}^{3+})_2(\text{S}^{2-})_3$	Al_2S_3	aluminiumsulfide	Al^{3+} en S^{2-}	2:3

Voor het vinden van de formules van de stoffen die zijn opgebouwd uit ionen past men vaak de **kruisregel** toe.

Hiervoor is het wel noodzakelijk dat men de valenties van de elementen weet.

Bij de kruisregel wordt de waarde van de valentie van het ene element de index van het andere element en omgekeerd.



Om de eenvoudigste verhouding te vinden moet er wel gedeeld worden door de grootste gemene deler zoals in het voorbeeld gedaan is bij Mg_2O_2 dan MgO wordt.

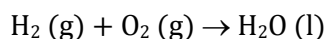
6.3 Reactievergelijkingen

Tot nu toe hebben we reacties beschreven met reactieschema's. De reactie tussen waterstof en zuurstof tot water kunnen we bijvoorbeeld met het volgende reactieschema aangeven:

waterstof (g) + zuurstof (g) → water (l)

Met behulp van formules is het echter mogelijk om in zo'n schema aan te geven hoe de stoffen er precies uitzien.

Het voorbeeld wordt dan:



We praten nu over een **reactievergelijking**.

Hiermee kunnen we het aantal atomen en het aantal moleculen aangeven dat met elkaar reageert.

We moeten dan wel op het volgende letten:

Van reacties maken we reactievergelijkingen.

Daarin staan de molecuulformules van de reagerende stoffen en van de reactieproducten.

Achter de molecuulformules van de deze stoffen zetten we de faseaanduiding.

Bij een reactievergelijking verdwijnen en ontstaan geen atomen.

De atomen van de beginstoffen hergroeperen zich tot moleculen van de reactieproducten (dat zijn dus nieuwe stoffen). Dat betekent dat je bij het maken van een reactievergelijking eraan moet denken dat het aantal atomen van de beginstoffen even groot moet zijn als het aantal atomen van de reactieproducten.

Zorg er dus voor dat het aantal atomen vóór de reactiepijl even groot is als het aantal atomen achter de reactiepijl. Als dat het geval is, mag je zeggen dat het reactieschema klopt.

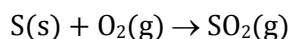
Zo'n 'kloppend' reactieschema noemt men een reactievergelijking.

Bij een reactie is het aantal atomen van de beginstoffen even groot als het aantal atomen van de reactieproducten.

Een paar voorbeelden:

Bij een reactie van zwavel (S) met zuurstof (O₂) ontstaat zwaveldioxide (SO₂).

De reactievergelijking is dan:



Dit is een goede vergelijking van de reactie, want het aantal atomen van de beginstoffen is even groot als het aantal atomen van het reactieproduct.

Formules

Bij de reactie van stikstof (N₂) en waterstof (H₂) ontstaat ammoniak (NH₃).



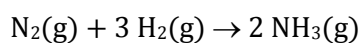
Toch is I niet goed, want links van de pijl staan 2 N-atomen en rechts staat maar 1 N-atoom.

Door NH₃ met 2 te vermenigvuldigen, maken we aantal N-atomen vóór en na de reactiepijl gelijk.

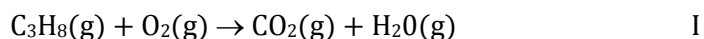


Toch klopt II ook nog niet, want links staan 2 H-atomen en rechts staan 6 H-atomen (2 x ...H₃).

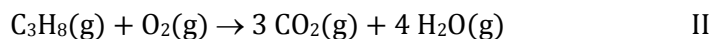
Door H₂ met 3 te vermenigvuldigen krijgen we het aantal H-atomen voor en na de reactie gelijk.



Bij de volledige verbranding van propaan (C₃H₈) ontstaan koolstofdioxide en water.

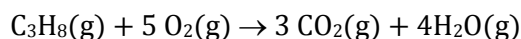


Vergelijking I klopt niet, omdat er uit de 3 C-atomen en uit de 8 H-atomen van het propaan 3 CO₂ en 4 H₂O kan ontstaan. Tenminste als er voldoende zuurstof voor de verbranding aanwezig is. I wordt dus:



Maar vergelijking II klopt ook nog niet. Want voor de verbranding tot 3 CO₂ zijn 6 O-atomen nodig en voor de verbranding tot 4 H₂O zijn 4 O-atomen nodig. Dat zijn dus 10 O-atomen. Links van de pijl staan maar 2 O-atomen.

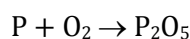
Door O₂ met 5 te vermenigvuldigen wordt de vergelijking 'kloppend' gemaakt.



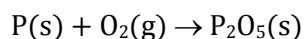
Bij een reactie is het aantal atomen van de beginstoffen even groot als het aantal atomen van de reactieproducten.

Wat moet je doen om een vergelijking goed op te schrijven?

- 1 Schrijf de juiste molecuulformules voor de beginstoffen en de reactieproducten op.

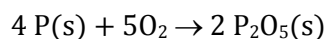


- 2 Zet vervolgens de faseaanduiding achter de formules van de stoffen.



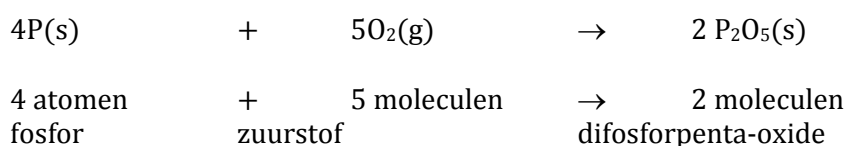
Formules

- 3 Zorg er tenslotte voor dat de vergelijking 'kloppend' wordt. Dat betekent dat je ervoor zorgt dat het aantal atomen voor en na de reactiepijl even groot is. Dat doe je soms door coëfficiënten voor de (molecuul)formules te zetten.



Het aantal atomen van de beginstoffen is even groot als het aantal atomen in de reactieproducten. Mogen we nu ook zo'n uitspraak doen over het aantal moleculen voor en na de reactie?

We bekijken de volgende vergelijking nog eens.



Vóór de reactiepijl staan totaal 9 deeltjes (atomen en moleculen) maar na de reactiepijl staan er slechts 2.

Ook uit andere voorbeelden blijkt dat het aantal deeltjes van de beginstoffen niet even groot hoeft te zijn als het aantal deeltjes van de reactieproducten. Dat is goed te begrijpen als we nog even in herinnering roepen dat bij een reactie de atomen van de beginstoffen zich hergroeperen tot nieuwe moleculen van de reactieproducten.

Bij een reactie hoeft het aantal deeltjes van de beginstoffen niet even groot te zijn als het aantal deeltjes van de reactieproducten.

Wat stelt de vergelijking $4 \text{P(s)} + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{P}_2\text{O}_5(\text{s})$ nu eigenlijk voor?

Deze vergelijking zegt dat steeds vier atomen van de vaste stof fosfor reageren met vijf moleculen van de gasvormige stof zuurstof en dat bij deze reactie steeds twee moleculen van de vaste stof difosforpenta-oxide gevormd worden.

Maar men kan geen reacties uitvoeren met een paar atomen of moleculen. Daarvoor zijn de atomen en de moleculen veel te klein.

Reacties voert men uit met miljarden atomen of moleculen. Een vergelijking geeft dus aan in welke verhouding de atomen of de moleculen met elkaar reageren.

Reactievergelijkingen geven aan in welke verhouding de atomen of de moleculen met elkaar reageren.

Meerkeuze vragen

1. Er bestaat een stof met de formule $C_{10}H_{22}O$.
Het totaal aantal atomen in een molecuul $C_{10}H_{22}O$ is:
A. 1
B. 3
C. 32
D. 33
2. Hoe noteert men 4 moleculen jood?
A. I_4
B. $2I_2$
C. $4I$
D. $4I_2$
3. Een molecuul chloorethaan bestaat uit 2 atomen C, 5 atomen H en 1 atoom Cl.
Welke molecuulformule heeft chloorethaan?
A. C_2H_5Cl
B. $2CH_5Cl$
C. $2C_5H_1Cl$
D. $8CHCl$
4. Een korreltje suiker ($C_{12}H_{22}O_{11}$) bestaat uit
A. 3 atomen
B. 45 atomen
C. 1 molecuul
D. een zeer groot aantal moleculen
5. Hoe geeft men twee moleculen water in chemisch tekenschrift aan?
A. H_2O_2
B. $2H_2O$
C. H_4O_2
D. $2H_2 + O_2$
6. Welke van de volgende stoffen bestaat uit moleculen?
A. aluminium
B. argon
C. chloor
D. ijzer



7. Bekijk de volgende beweringen over suiker ($C_{12}H_{22}O_{11}$).
I Gesmolten suiker noteert men als $(C_{12}H_{22}O_{11})(g)$
II Suikerwater noteert men als $(C_{12}H_{22}O_{11})(l)$
Welke van deze beweringen is juist?
A. zowel I als II
B. alleen I
C. alleen II
D. geen van beide
8. Welke molecuulformule is fout?
A. Cl_2
B. N_2
C. O_2
D. C_2
9. Bismuthoxide heeft de formule $(Bi^{3+})_2(O^{2-})_3$.
Deze formule mag men zonder haakjes ook schrijven als:
A. BiO
B. Bi_2O_3
C. Bi_3O_2
D. Bi_6O_6
10. De verhoudingsformule voor koperchloride is $CuCl_2$.
Wat is de verhouding van het aantal koperionen en het aantal chloride-ionen in koperchloride?
A. 1 : 1
B. 1 : 2
C. 2 : 1
D. 2 : 2
11. De verhoudingsformule voor aluminiumoxide is Al_2O_3 .
Het zuurstofion heeft een lading van -2.
Welke lading heeft het aluminiumion?
A. 3^-
B. 3^+
C. 6^+
D. 6^-



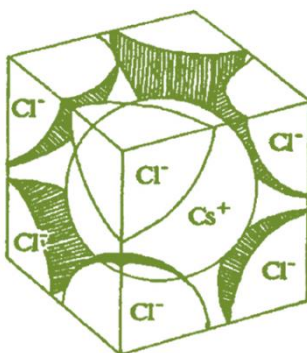
12. Wat is de formule van stikstofdioxide?
- A. NO
 - B. NO₂
 - C. N₂O
 - D. N₂O₂
13. Wat is de formule van tin(II)sulfide?
- A. SnS
 - B. SnS₂
 - C. Sn₂S
 - D. Sn₂S₂
14. De formule van het uraandeeltje dat voorkomt in de stof met formule U₂O₃ is:
- A. U⁺
 - B. U²⁺
 - C. U³⁺
 - D. U⁶⁺
15. Van het metaal kwik zijn twee verbindingen met chloor bekend.
De formule van één van deze verbindingen is HgCl.
Wat is de naam van deze verbinding?
- A. kwikchloride
 - B. kwik(I)chloride
 - C. kwik(II)chloride
16. Molybdeen, Mo, is een metaal.
Wat is de naam van het zout met de formule MoS₂?
- A. molybdeen(I)sulfide
 - B. molybdeen(II)sulfide
 - C. molybdeen(III)sulfide
 - D. molybdeen(IV)sulfide
 - E. molybdeen(V)sulfide
 - F. molybdeen(VI)sulfide

Open vragen

1. Bauxiet (aluminiumerts) heeft de verhoudingsformule $(\text{Al}^{3+})_2(\text{O}^{2-})_3$ (of Al_2O_3).
 - a. In welke verhouding komen de aluminium- en de oxide-ionen in het ionrooster van bauxiet voor?
 - b. Wat is de lading van het aluminium- en van het oxide-ion?

Bauxiet kan door stroom ontleed worden in aluminium en in zuurstof.

- c. Wat is de formule voor een aluminium ion en voor een aluminiumatoom?
 - d. Iemand beweert dat een aluminium ion drie elektronen moet opnemen om te veranderen in een aluminiumatoom. Leg uit waarom je het wel of niet eens bent met hem.
2. Hieronder staat het ionrooster van cesiumchloride (Cs^+Cl^-).



- a. In welke verhouding komen beide ion soorten voor?
 - b. Wat is de lading van het Cs-ion?
 - c. Door hoeveel Cs-ionen wordt één Cl-ion omringd?
En door hoeveel Cl-ionen wordt één Cs-ion omringd?
 - d. Verklaar waarom deze stof een hoog smeltpunt heeft.
3. Geef de namen voor de stoffen met de verhoudingsformules:
 - a. K^+F^- ,
 - b. Na^+Br^- ,
 - c. $\text{Cu}^{2+}(\text{Cl}^-)_2$,
 - d. $\text{Mg}^{2+}\text{S}^{2-}$,
 - e. $\text{Al}^{3+}(\text{F}^-)_3$.

Formules

4.
 - a. Uit welke ionen bestaan de zouten zilverchloride, natriumbromide en calciumsulfide?
 - b. Wat zijn de verhoudingsformules voor de zouten kwik(I)chloride en kwik(II)chloride?
 - c. Hoe heten de bindingen tussen de ionen?
 - d. Hoe heet het rooster waarin de ionen regelmatig gerangschikt zijn?
5. In het ionrooster van aluminiumfluoride komen aluminium- en fluoride-ionen in de verhouding 1 : 3 voor.
 - a. Wat is de verhoudingsformule voor aluminiumfluoride?
 - b. De lading van het fluoride-ion is -1.
Wat is de lading van het aluminium-ion?
6. De verhoudingsformule voor natriumfosfide is Na_3P .
 - a. Uit welke ion soorten bestaat natriumfosfide?
 - b. Wat is de lading van beide ion soorten?
7. Geef de verhoudingsformules van de stoffen die bestaan uit de elementen calcium en zwavel, aluminium en zuurstof, kalium en zwavel, aluminium en zwavel en uit magnesium en stikstof.
8. Geef de molecuulformule voor de verbinding tussen:
 - a. waterstof en chloor
 - b. stikstof en waterstof.
9. Geef de formule van koper(I)oxide.
10. Het zout calciumhypochloriet heeft de formule $\text{Ca}(\text{ClO})_2$.
Geef de formule van het hypochloriet ion.
11. Geef de naam van de stof met de formule SO_3 .



7 Reactievergelijkingen (D)

7.1 Vergelijking

Tot nu toe hebben we reacties beschreven met reactieschema's. De reactie tussen waterstof en zuurstof tot water kunnen we bijvoorbeeld met het volgende reactieschema aangeven:



Met behulp van formules is het echter mogelijk om in zo'n schema aan te geven hoe de stoffen er precies uitzien. Het voorbeeld wordt dan:



We praten nu over een **reactievergelijking**. Hiermee kunnen we het aantal atomen en het aantal moleculen aangeven dat met elkaar reageert. We moeten dan wel op het volgende letten:

Van reacties maken we reactievergelijkingen.

Daarin staan de molecuulformules van de reagerende stoffen en van de reactieproducten. Achter de molecuulformules van de deze stoffen zetten we de faseaanduiding.

Bij een reactievergelijking kunnen geen atomen verdwijnen en er ontstaan ook geen nieuwe atomen. De atomen van de beginstoffen hergroeperen zich tot moleculen van de reactieproducten (dat zijn dus nieuwe stoffen).

Dat betekent dat je bij het maken van een reactievergelijking eraan moet denken dat het aantal atomen van de beginstoffen even groot moet zijn als het aantal atomen van de reactieproducten.

Zorg er dus voor dat het aantal atomen vóór de reactiepijl even groot is als het aantal atomen achter de reactiepijl. Als dat het geval is, mag je zeggen dat het reactieschema klopt. Zo'n 'kloppend' reactieschema noemt men een reactievergelijking.

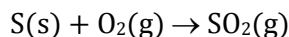
Bij een reactie is het aantal atomen van de beginstoffen even groot als het aantal atomen van de reactieproducten.

Reactievergelijkingen

Een paar voorbeelden:

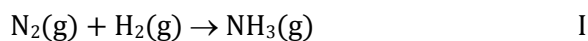
Bij een reactie van zwavel (S) met zuurstof (O₂) ontstaat zwaveldioxide (SO₂).

Dus:

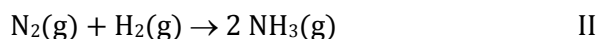


Dit is een goede vergelijking van de reactie, want het aantal atomen van de beginstoffen is even groot als het aantal atomen van het reactieproduct.

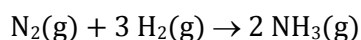
Bij de reactie van stikstof (N₂) en waterstof (H₂) ontstaat ammoniak (NH₃).



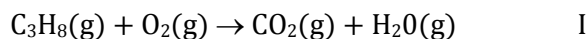
Toch is I niet goed, want links van de pijl staan 2 N-atomen en rechts staat maar 1 N-atoom. Door NH₃ met 2 te vermenigvuldigen, maken we aantal N-atomen vóór en na de reactiepijl gelijk.



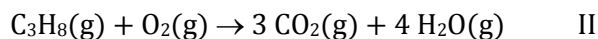
Toch klopt II ook nog niet, want links staan 2 H-atomen en rechts staan 6 H-atomen (2 x ...H₃). Door H₂ met 3 te vermenigvuldigen krijgen we het aantal H-atomen voor en na de reactie gelijk.



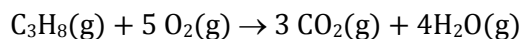
Bij de volledige verbranding van propaan (C₃H₈) ontstaan koolstofdioxide en water.



Vergelijking I klopt niet, omdat er uit de 3 C-atomen en uit de 8 H-atomen van het propaan 3 CO₂ en 4 H₂O kan ontstaan. Tenminste als er voldoende zuurstof voor de verbranding aanwezig is. I wordt dus:



Maar vergelijking II klopt ook nog niet. Want voor de verbranding tot 3 CO₂ zijn 6 O-atomen nodig en voor de verbranding tot 4 H₂O zijn 4 O-atomen nodig. Dat zijn dus 10 O-atomen. Links van de pijl staan maar 2 O-atomen. Door O₂ met 5 te vermenigvuldigen wordt de vergelijking 'kloppend' gemaakt.

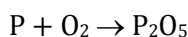


Bij een reactie is het aantal atomen van de beginstoffen even groot als het aantal atomen van de reactieproducten.

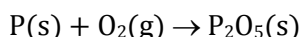
Reactievergelijkingen

Wat moet je doen om een vergelijking goed op te schrijven?

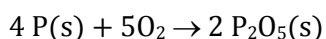
1. Schrijf de juiste molecuulformules voor de beginstoffen en de reactieproducten op.



2. Zet vervolgens de faseaanduiding achter de formules van de stoffen.

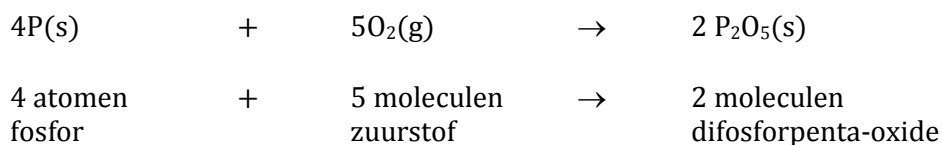


3. Zorg er tenslotte voor dat de vergelijking 'kloppend' wordt. Dat betekent dat je ervoor zorgt dat het aantal atomen voor en na de reactiepijl even groot is. Dat doe je soms door coëfficiënten voor de (molecuul)formules te zetten.



Het aantal atomen van de beginstoffen is even groot als het aantal atomen in de reactieproducten. Mogen we nu ook zo'n uitspraak doen over het aantal moleculen voor en na de reactie?

We bekijken de volgende vergelijking nog eens.



Vóór de reactiepijl staan totaal 9 deeltjes (atomen en moleculen) maar na de reactiepijl staan er slechts 2. Ook uit andere voorbeelden blijkt dat het aantal moleculen van de beginstoffen niet even groot hoeft te zijn als het aantal moleculen van de reactieproducten. Dat is goed te begrijpen als we nog even in herinnering roepen dat bij een reactie de atomen van de beginstoffen zich hergroeperen tot nieuwe moleculen van de reactieproducten.

Bij een reactie hoeft het aantal moleculen van de beginstoffen niet even groot te zijn als het aantal moleculen van de reactieproducten.

Wat stelt de vergelijking $4 \text{ P(s)} + 5 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ P}_2\text{O}_5(\text{s})$ nu eigenlijk voor?

Deze vergelijking zegt dat steeds vier atomen van de vaste stof fosfor reageren met vijf moleculen van de gasvormige stof zuurstof en dat bij deze reactie steeds twee moleculen van de vaste stof difosforpenta-oxide gevormd worden.

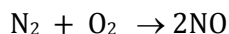
Maar men kan geen reacties uitvoeren met een paar atomen of moleculen. Daarvoor zijn de moleculen veel te klein. Reacties voert men uit met miljarden atomen of moleculen. Een vergelijking geeft dus aan in welke verhouding de atomen of de moleculen met elkaar reageren.

Reactievergelijkingen geven aan in welke verhouding de atomen of de moleculen met elkaar reageren.

Reactievergelijkingen

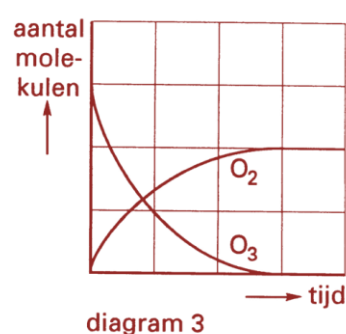
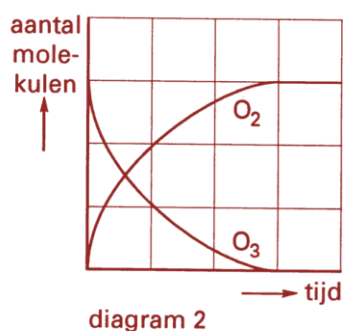
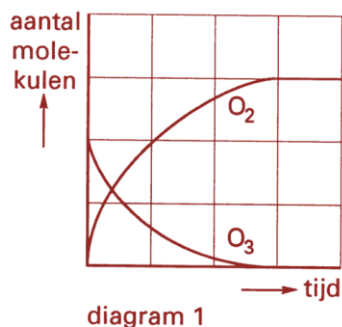
Meerkeuze vragen

1. Een reactie wordt weergegeven door de vergelijking:



Welke van de onderstaande uitspraken over deze reactie is juist?

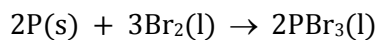
1. bij deze reactie blijft het totale aantal atomen gelijk
 2. bij deze reactie blijft het totale aantal moleculen gelijk.
 - A. geen van beide
 - B. alleen 1
 - C. alleen 2
 - D. zowel 1 als 2
2. Hieronder is de vergelijking gegeven van de reactie waarbij ozon wordt omgezet in zuurstof.
- $$2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$$
- In de diagrammen van onderstaande figuur zijn aantallen moleculen uitgezet tegen de tijd.
- Welk van deze diagrammen is juist voor deze reactie?



- A. diagram 1
 - B. diagram 2
 - C. diagram 3
3. Bij de ontledingsreactie van waterstofperoxide (H_2O_2) ontstaat water en zuurstof. De juiste vergelijking voor deze ontledingreactie is:
- A. $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
 - B. $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}(\text{g})$
 - C. $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
 - D. $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$

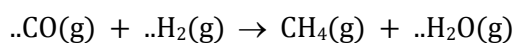
Reactievergelijkingen

4. Men laat fosfor met broom reageren volgens de vergelijking:



Met hoeveel moleculen Br_2 reageren 10 atomen P dan?

- A. 3
 - B. 10
 - C. 15
 - D. 30
5. Bekijk de volgende reactievergelijking.



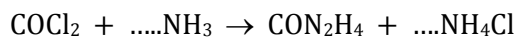
Om de vergelijking 'kloppend' te maken moet bij H_2 ingevuld worden:

- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
6. Een ontledingsreactie van moutsuiker is hieronder gedeeltelijk weergegeven.



Wat moet op de stippellijn worden ingevuld om de vergelijking volledig te maken?

- A. 5H_2
 - B. 4O_2
 - C. H_2O
 - D. $5\text{H}_2\text{O}$
 - E. $8\text{H}_2\text{O}$
7. Bekijk de volgende reactievergelijking.



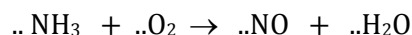
Om de vergelijking kloppend te maken, moeten alleen voor NH_3 en NH_4Cl getallen ingevuld worden.

Welk getal staat voor NH_3 als de vergelijking kloppend is gemaakt?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5
- F. 6

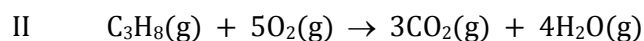
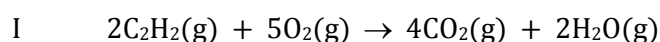
Reactievergelijkingen

8. Hieronder staat een reactievergelijking die nog kloppend gemaakt moet worden.



Welk getal komt voor O_2 te staan als de vergelijking kloppend is gemaakt?

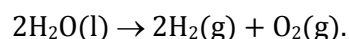
- A. 2
 - B. 3
 - C. 4
 - D. 5
 - E. 6
9. Bekijk de volgende reactievergelijkingen die de volledige verbranding van C_2H_2 en C_3H_8 voorstellen.



Van de stof C_2H_2 en van de stof C_3H_8 wil men een gelijk aantal moleculen volledig verbranden.

Voor welke van deze verbrandingen zijn de meeste zuurstofmoleculen nodig?

- A. Voor de verbranding van C_2H_2
 - B. Voor de verbranding van C_3H_8
 - C. Bij beide verbrandingen zijn evenveel moleculen zuurstof nodig
 - D. Dit is niet te voorspellen
10. De vergelijking voor de ontleding van water is



Hierover worden de volgende beweringen gedaan:

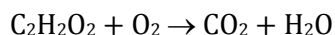
- I Bij deze reactie is het aantal atomen voor en na de reactie gelijk.
- II Bij deze reactie is het aantal moleculen voor en na de reactie gelijk.

Welke van deze beweringen is juist?

- A. alleen I
- B. alleen II
- C. zowel I als II
- D. geen van beide

Reactievergelijkingen

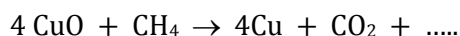
11. Voor een bepaalde reactie wordt de volgende reactievergelijking gemaakt:



Welke coëfficiënt moet voor O_2 gezet worden om de vergelijking 'kloppend' te maken?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

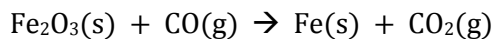
12. Hieronder is de vergelijking van de reactie tussen koperoxide en methaan gedeeltelijk weergegeven:



Wat moet op de open plaats worden ingevuld?

- A. H_4
- B. 2H_2
- C. H_2O
- D. $2\text{H}_2\text{O}$
- E. H_4O_2

13. De volgende reactievergelijking is niet kloppend.



Welk getal komt voor CO te staan als deze reactievergelijking kloppend is gemaakt?

- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 5

Reactievergelijkingen

Open vragen

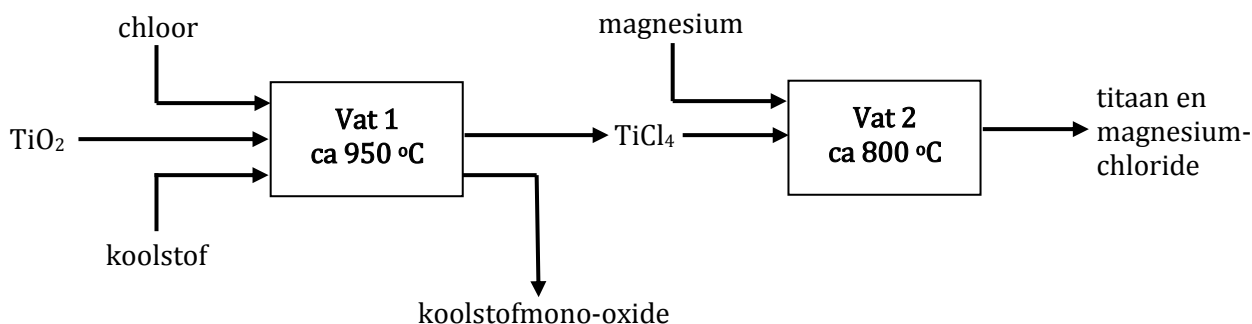
1. Bij de gisting van glucose ($C_6H_{12}O_6$) ontstaan uit elke molecuul glucose twee moleculen ethanol (C_2H_6O) en twee moleculen koolstofdioxide. Geef de vergelijking voor deze reactie.

2. Hieronder is schematisch weergegeven wat in een ureumfabriek gebeurt.



Geef met een vergelijking weer wat in deze fabriek gebeurt.

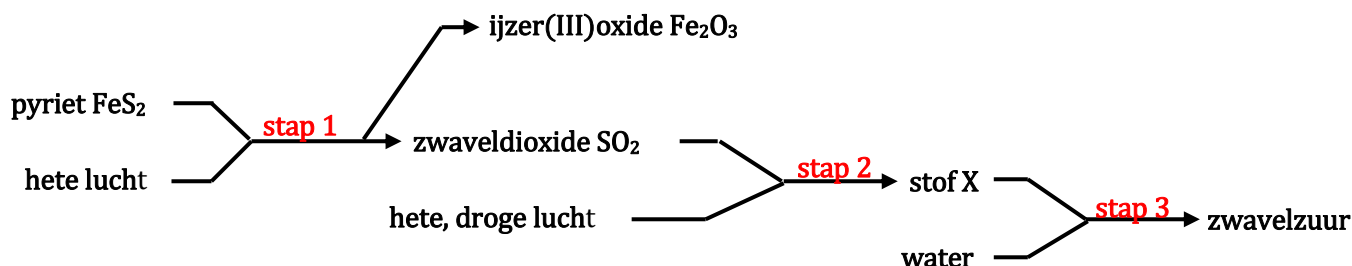
3. Het symbool van het element titaan is Ti. Titaan is een metaal. Het is bestand tegen inwerking van zuurstof en water. Het wordt gemaakt uit titaanoxide TiO_2 , volgens onderstaand schema.



Het proces dat zich afspeelt in vat 1 kan worden weergegeven met een reactievergelijking. Geef deze vergelijking.

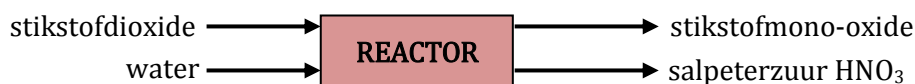
Reactievergelijkingen

4. Pyriet, FeS_2 , wordt gebruikt om zwavelzuur te maken. De bereiding verloopt in drie stappen. In onderstaande figuur is de bereiding van zwavelzuur uit pyriet schematisch weergegeven.



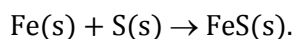
Geef de vergelijking van de reactie die bij stap 1 hoort.

5. In de figuur is na stap 2 een stof aangeduid als "stof X". Geef de namen van de elementen die stof X moet bevatten.
6. In planten wordt glucose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, gemaakt door een reactie van koolstofdioxide met water.
Bij deze reactie ontstaat verder alleen zuurstof.
Geef de vergelijking van deze reactie.
7. De laatste stap in de productie van salpeterzuur is hieronder schematisch weergegeven.



Het proces dat zich in de reactor afspeelt, kan worden weergegeven met een reactievergelijking.
Geef deze vergelijking.

8. De reactie van ijzer met zwavel wordt voorgesteld door de vergelijking

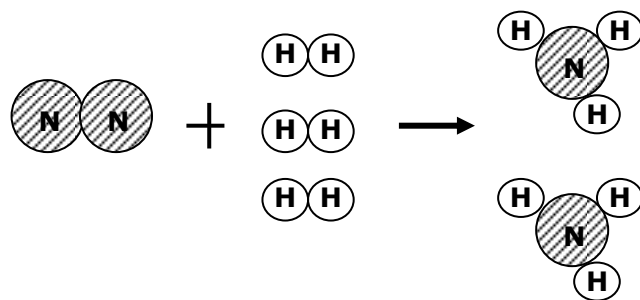


Stel dat bij deze reactie $6 \cdot 10^{20}$ ijzeratomen reageren.
Hoeveel zwavelatomen zijn er dan bij deze reactie nodig?

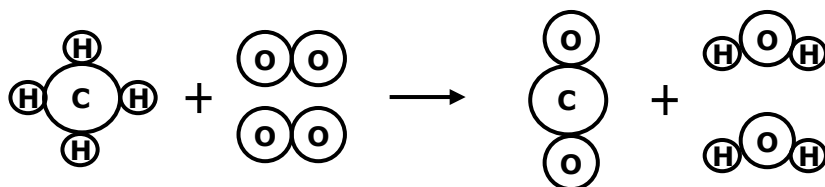
Reactievergelijkingen

9. Bij de reactie van chloormethaan met ammoniak ontstaan methaanamine (CH_3NH_2) en nog één andere stof.
Bij deze reactie reageert één molecuul chloormethaan (CH_3Cl) met twee moleculen ammoniak (NH_3).
Geef de formule van de stof die naast methaanamine bij deze reactie ontstaat.

10. Geef de reactievergelijking voor de reactie die met het volgende model voorgesteld wordt:



11. De gasvormige stoffen koolstofmono-oxide en waterstof reageren met elkaar onder vorming van methaan en waterdamp.
- Geef de molecuulformules van de vier stoffen.
 - Geef de reactievergelijking. Vergeet de toestandsaanduidingen niet!
12. De onderstaande tekening stelt de volledige verbranding voor van een stof A.



- Geef de naam van stof A.
- Geef bovenstaande tekening in een reactievergelijking weer en leg uit of deze reactievergelijking kloppend is.
- Hoeveel moleculen zuurstof zijn nodig bij de volledige verbranding van 100.000 moleculen van stof A?

Bij de verbranding van stof A kan in plaats van koolstofdioxide soms koolstofmono-oxide ontstaan.

Iemand zegt dat bij de verbranding van 100.000 moleculen van stof A tot koolstofmono-oxide en water evenveel moleculen zuurstof nodig zijn als bij de volledige verbranding van 100.000 moleculen van stof A.

- Leg uit of die persoon gelijk heeft.

Reactievergelijkingen

13. De vaste stof kaliumnitraat, formule KNO_3 , ontleedt bij verhitting in zuurstof en vast kaliumnitriet, formule KNO_2 .

a. Geef de vergelijking van deze ontledingsreactie.

In buskruit zit onder andere zwavel en kaliumnitraat.

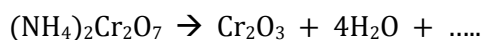
Bij de explosie van buskruit reageert zwavel met zuurstof. Het kaliumnitraat levert deze zuurstof. Er ontstaat weer kaliumnitriet.

b. Geef de vergelijking van de reactie die bij de explosie van buskruit plaatsvindt tussen kaliumnitraat en zwavel.

Buskruit bevat behalve kaliumnitraat en zwavel ook nog wat koolstof. Bij de explosie van buskruit reageert deze koolstof ook met zuurstof.

c. Geef de formule van de twee koolstofverbindingen die bij deze reactie kunnen ontstaan en geef de namen van die twee verbindingen.

14. De formule van ammoniumdichromaat is $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Hieronder is de vergelijking onvolledig weergegeven van de reactie die optreedt bij de verhitting van ammoniumdichromaat.



Bij deze reactie ontstaan chroom(III)oxide (Cr_2O_3), water en nog een andere stof. Wat is de formule van die andere stof?

Hieronder is een deel van een artikel uit een krant overgenomen.

UITSTOOT VAN STIKSTOFOXIDEN KAN AANZIENLIJK WORDEN VERMINDERD

In de meeste elektriciteitscentrales wordt aardgas verbrand. De warmte die hierbij vrijkomt, wordt met enige tussenstappen omgezet in elektrische stroom.

De zuurstof die voor de verbranding nodig is, komt uit de lucht.

In de verbrandingsketels kan ook stikstof uit de lucht met zuurstof reageren. Bij deze reactie ontstaan stikstofoxiden.

De afvalgassen bevatten dus ook deze stikstofoxiden. De afvalgassen komen via de schoorsteen in de buitenlucht terecht. De stikstofoxiden dragen bij aan het ontstaan van zure regen.

Om de uitstoot van stikstofoxiden te verminderen, kan men ammoniak toevoegen aan de afvalgassen. De stikstofoxiden worden dan omgezet in water en stikstof.

15. Geef de namen van de reactieproducten die, samen met de stikstofoxiden, uit de schoorsteen komen bij volledige verbranding van aardgas (CH_4).

Reactievergelijkingen

16. Geef de vergelijking van de reactie van stikstofmono-oxide (NO) met ammoniak (NH_3).
17. Ammoniak levert een bijdrage aan de verzuring van het milieu. Het komt met het regenwater in de grond terecht. Daar gebruiken bacteriën ammoniak als brandstof en zetten het om in salpeterzuur HNO_3 en water.
Geef de reactievergelijking voor deze omzetting van ammoniak in salpeterzuur.

Hieronder is een deel van een artikel uit een krant overgenomen.

MAANSTENEN KUNNEN ZUURSTOF LEVEREN

Toekomstige bewoners van de maan zullen geen zuurstof vanaf de aarde met zich mee hoeven te nemen. In plaats daarvan kunnen zij dit gas met een chemisch proces aan maanstenen onttrekken.

Volgende 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. Waterstof verbindt zich dan met zuurstof tot water, de metalen ijzer en titaan blijven over.

Om dit proces op de maan uit te kunnen voeren, zijn sterke zonne-energie installaties of kernreactoren nodig. Er is namelijk veel energie nodig om zuurstof uit ilmeniet te halen.

Ook de terugwinning van zuurstof door elektrolyse van het water, dat is ontstaan, vraagt veel energie.



18. Geef de vergelijking van de reactie van ilmeniet (FeTiO_3) met waterstof.

Om te beginnen gebruikt men waterstof die vanaf de aarde naar de maan is gebracht.

19. Moet men daarna steeds opnieuw waterstof naar de maan brengen?
Licht je antwoord toe.

Afval dat de stof $\text{C}_{14}\text{H}_9\text{Cl}_5$ bevat, wordt meestal op zee verbrand. Bij deze verbranding ontstaan koolstofdioxide, water en waterstofchloride, HCl .

Het waterstofchloride vormt met waterdamp een nevel die op het zeewater neerdaalt.

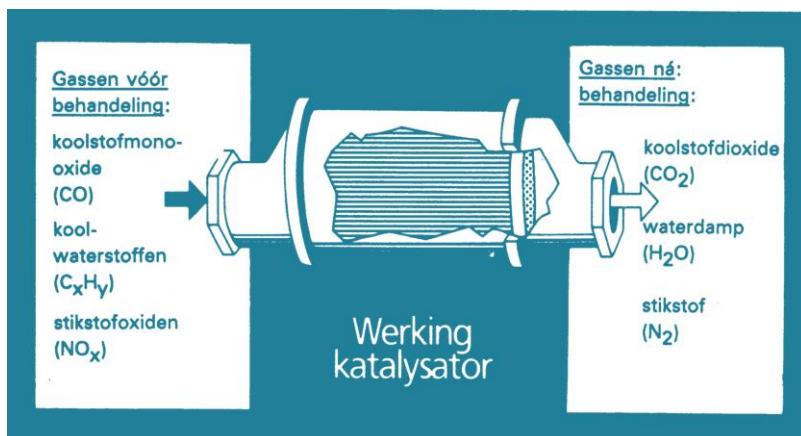
20. Geef de vergelijking van de verbranding van $\text{C}_{14}\text{H}_9\text{Cl}_5$.

Reactievergelijkingen

Hieronder staat een gedeelte uit de uitgave 'De auto met katalysator' van het ministerie van Volksgezondheid.

Hoe werkt zo'n katalysator

De werking van katalysator is moeilijk in een paar woorden uit te leggen. Het komt erop neer dat de verbrandingsgassen een nabehandeling ondergaan, waardoor schadelijke gassen worden omgezet in onschadelijke gassen.



Eén van de reacties die in de katalysator optreedt, is die tussen koolstofmono-oxide en stikstofdioxide.

21. Geef de vergelijking van deze reactie.