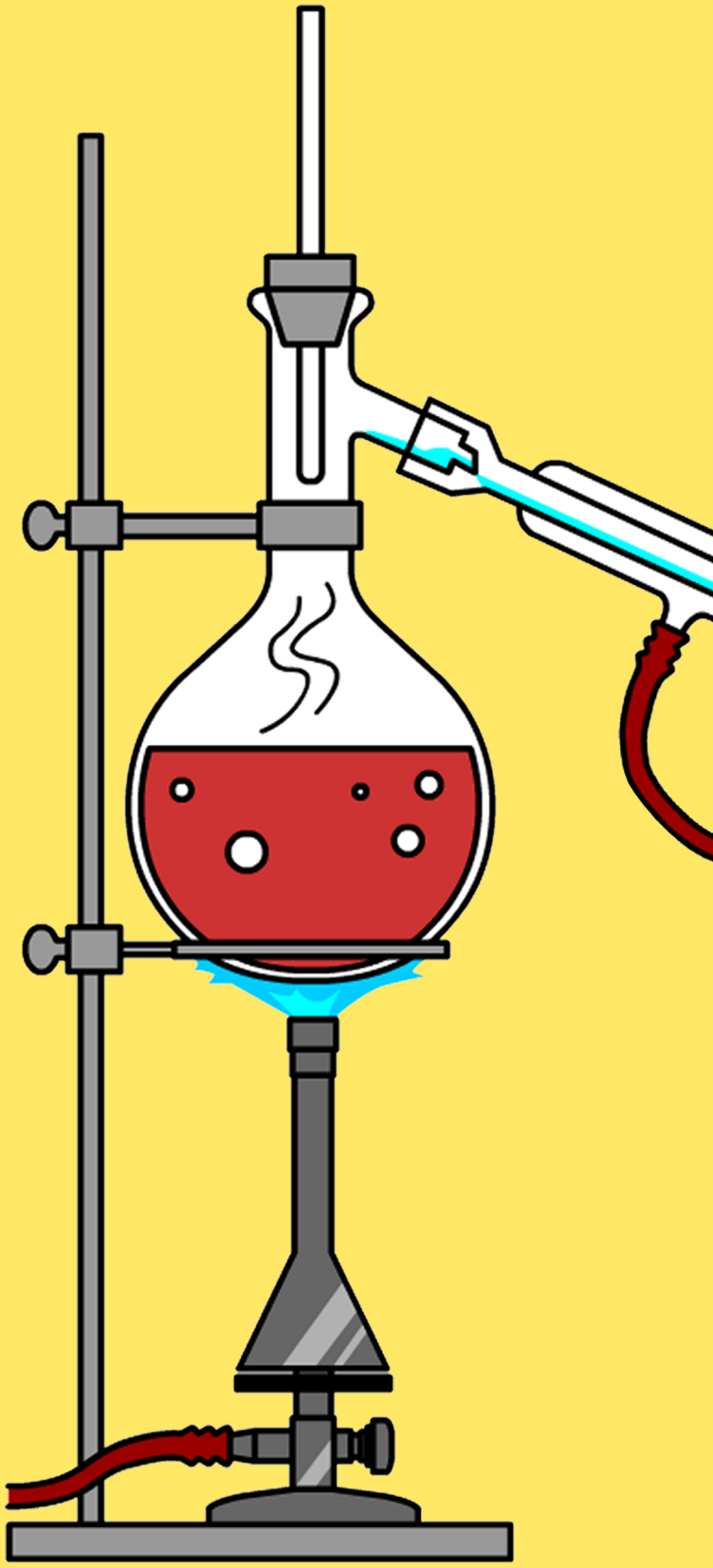
S. P. Dinkgreve
© 2023



WETEN SCHAPS SCHOOL

Scheikunde voor de middelbare school

KLAS 3H/V

Voor de online versie met filmpjes en animaties,
ga naar: www.wetenschapsschool.nl

TESTVERSIE

Copyright © 2023 by Stephan P. Dinkgreve
All rights reserved. This book or any portion thereof may not be reproduced or used in any manner whatsoever without the express written permission of the publisher except for the use of brief quotations in a book review.

Printed in the Netherlands

First Printing

www.wetenschapsschool.nl

Inhoudsopgave

Klas 3 SCHEIKUNDE

Hoofdstuk 1 **Experimenteren** 3

§1 Scheikunde 3

§2 Veiligheid 4

§3 Experimenteren 6

§4 Chemische reacties en faseovergangen 8

§5 Verbranding 10

§6 Zuren en basen 11

§7 Schoonmaken 12

§8 Oefentoets 15

Hoofdstuk 2 **Mengsels** 16

§1 Scheikunde 16

§2 Concentratie 19

§3 Volume- en massaprocent 22

§4 Oplosbaarheid en oplossnelheid 23

§5 Oefentoets 26

Hoofdstuk 3 **Scheidingsmethoden** 27

§1 Zuivere stoffen en mengsels 27

§2 Bezinken en filtreren 28

§3 Indampen en destilleren 30

§4 Extraheren, adsorptie en chromatografie 31

§5 Oefentoets 33

Hoofdstuk 4 **Atomen en moleculen** 35

§1 Het periodiek systeem 35

§2 Metalen 38

§3 Moleculaire stoffen 41

§4 Naamgeving 48

§5 Scheiden en ontleden 50

§6 Oefentoets 54

Hoofdstuk 5 **Zouten** 55

§1 De bouw van atomen 55

§2 Ionen 57

§3 Zouten 59

§4 Oplossen van zouten 63

§5 Oefentoets 64

Hoofdstuk 6 **Chemische reacties** 65

§1 Chemische reacties 65

§2 Reactiesnelheid 67

§3 Reactievergelijkingen 69

§4 Verbrandingsreacties 72

§5 Behoud van massa en massaverhouding 73

§6 Overmaat 74

§7 Massaverhouding II (VWO) 75

§8 Oefentoets 76

TESTVERSIE

Hoofdstuk 1
Experimenteren

§1 Scheikunde

In dit hoofdstuk ga je leren hoe je scheikunde-experimenten kan uitvoeren. Maar voordat we daarmee beginnen is het eerst van belang goed te weten wat scheikunde eigenlijk is.

Welkom bij de wetenschapsschool. In dit boek zal je worden geïntroduceerd in de wetenschap genaamd **scheikunde**. Het doel van wetenschap is te begrijpen **hoe de wereld werkt**. Scheikunde is echter niet de enige wetenschap. Naast de scheikunde bestaat ook o.a. de natuurkunde en de biologie. In de rest van deze paragraaf bespreken we de verschillen.

De **scheikunde** gaat over **stoffen**. In dit vak bestuderen we de **eigenschappen** van deze stoffen en onderzoeken we waar deze stoffen uit **opgebouwd** zijn. In sommige omstandigheden **veranderen** stoffen in compleet **andere stoffen**. Als dit gebeurt, spreken we van een **chemische reactie**. Tijdens een chemische reactie kan er van alles gebeuren. Stoffen kunnen van kleur veranderen, licht geven of zelfs ontploffen. Hieronder zien we links bijvoorbeeld een wit poeder genaamd kopersulfaat dat blauw wordt als het in contact komt met water. Rechts zien we de verbranding van thermiet dat o.a. gebruikt wordt voor het lassen van tramrails.

(Afbeelding: Benjah-bmm27; PD / CaesiumFluoride; CC BY-SA 3.0)

Natuurkunde gaat over de **natuurwetten** die in het universum werken. Deze wetten vertellen ons welke **krachten** er werken op materie en voor welke **beweging** deze krachten zorgen. Twee belangrijke begrippen in de natuurkunde zijn dus beweging en kracht. Bij beweging kan je bijvoorbeeld denken aan het opstijgen van een vliegtuig of het vallen van een steen. Bij krachten kan je bijvoorbeeld denken aan de **zwaartekracht** of aan **elektrische** en **magnetische krachten**.

Hoewel natuurkunde het woord “natuur” bevat, heeft het weinig te maken met het leven op aarde. Dit wordt beschreven door de **biologie**.

TESTVERSIE

Zorg dat je het verschil tussen natuurkunde, scheikunde en biologie begrijpt

1. (8p) Horen de volgende uitspraken bij de natuurkunde, de scheikunde of de biologie:
   a. In tandpasta zit fluoride.
   b. Een parachutist valt langzaam naar de aarde.
   c. Een lamp brandt als je het lichtknopje indrukt.
   d. Het menselijk lichaam bestaat uit cellen.
   e. Met behulp van zeep kunnen we vetvlekken verwijderen.
   f. In een batterij zitten bepaalde stoffen waarin energie wordt opgeslagen.
   g. Met een infraroodcamera kunnen we in het donker zien.
   h. Een druppel inkt lost op in een bak water.
2. (2p) Noem twee uitvindingen waarbij de natuurkunde een belangrijke rol heeft gespeeld. Doe daarna hetzelfde voor de scheikunde.
3. (3p) Beschrijf het verschil tussen natuurkunde, scheikunde en biologie.

§2 Veiligheid

In de scheikunde werken we vaak met chemicaliën. Voordat we gaan experimenteren met deze stoffen is het van belang dat je hier veilig mee om kan gaan. In deze paragraaf lees je hier meer over.

Ter bescherming van je kleding en je armen dragen we tijdens scheikunde-experimenten een **labjas**. Ter bescherming van je ogen draag je een **veiligheidsbril** (zie de onderstaande afbeelding). Beide dien je ten alle tijden op te hebben als er in het lokaal scheikunde-experimenten worden uitgevoerd. Denk er tevens aan om lange haren met een elastiek in een knotje te binden. Je wilt immers niet dat je haren in een gevaarlijke stof of in een vlam belanden. Let er ook op dat je niet eet en drinkt in het scheikundelokaal, omdat stoffen via je handen in je eten kunnen gaan zitten. Om gevaarlijke stoffen niet onopgemerkt via je handen mee naar buiten te nemen, is het van belang je handen te wassen na afloop van een experiment.

(Afbeelding: TEDxNewcastle met Andrew Szydlo)

Bij het gebruik van stoffen is het van belang eerst op het etiquette te kijken, zodat je weet waar je op moet letten bij het gebruik van de stof. Op het etiquette staan namelijk zogenaamde **gevarenpictogrammen** of **gevarensymbolen**. Hieronder zie je een aantal pictogrammen die je uit je hoofd wilt kennen.

Even ter verduidelijking. “Corrosief” betekent dat de stof bijtend reageert op de huid. Een fles die “onder druk” staat kan gevaar opleveren als deze verwarmd word. Dan neemt de druk in de fles immers toe en kan de fles exploderen of kan de dop eraf schieten. Misschien dat je je ook afvraagt wat het verschil is tussen "ontvlambaar" en “oxiderend”. Ontvlambaar betekent dat het materiaal in brand kan vliegen als er vuur in de buurt is. Oxiderend betekent dat de stof in brand kan vliegen als het in aanraking komt met bepaalde andere stoffen. Bij “langetermijnschade” moet je bijvoorbeeld denken aan kankerverwekkende stoffen. Je merkt dit effect niet meteen, maar op lange termijn is het zeer gevaarlijk.

Let er tevens op dat je veel stoffen die je gebruikt in de scheikundeles niet in de prullenbak of de gootsteen kan gooien. In plaats daarvan is er een speciaal **afvalvat** aanwezig in het lokaal.

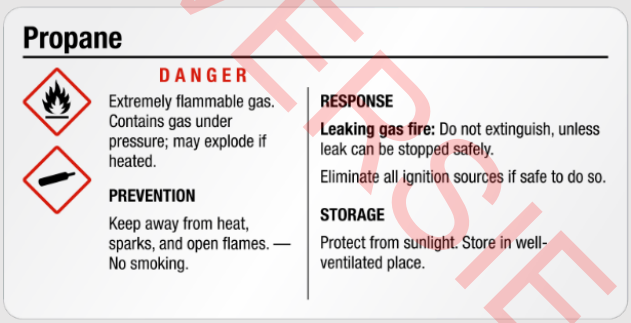
TESTEXEMPLAAR

Mocht er toch iets misgaan tijdens een experiment, dan zijn er in het lokaal een aantal hulpmiddelen aanwezig. Als je een stof in je ogen krijgt, spoel je ogen dan zo snel mogelijk schoon met de **oogdouche**. Als je kleding in brand vliegt, ga dan onder de **douche** staan. Als er in het lokaal een brand ontstaat, dan kan je ook gebruik maken van de **branddeken**. Gelukkig zijn deze noodmaatregelen zelden tot nooit nodig, maar mocht het een keer misgaan, dan is het belangrijk dat je weet wat je in zo'n situatie moet doen.

Zorg dat je de veiligheidseisen bij experimenteren in de scheikunde kent

1. (2p) Noem drie veiligheidsmaatregelen die je bij elk experiment in het scheikundelokaal moet uitvoeren.
2. (1p) Noem een maatregel die je kan nemen als je kleding in brand staat.
3. (1p) Noem een maatregel die je kan nemen als er in het lokaal een brand ontstaat.
4. (3p) In de onderstaande linker afbeelding is een fles terpentine afgebeeld. Terpentine wordt o.a. gebruikt bij het schoonmaken van verfkwasten. Leg uit waar je op moet letten bij het gebruik van terpentine.
5. In de onderstaande rechter afbeelding is een fles waterstofchloride afgebeeld. Deze stof wordt in het Nederlands ook wel zoutzuur genoemd.
    a. (1p) Leg uit waar je op moet letten bij het gebruik van zoutzuur.
    b. (1p) Leg uit waarom waterstofchloride in de scheikunde les vaak sterk verdund wordt met water.

6. (2p) Hieronder is het label te zien op een tank propaan. Leg uit waar je op moet letten bij gebruik van deze stof.

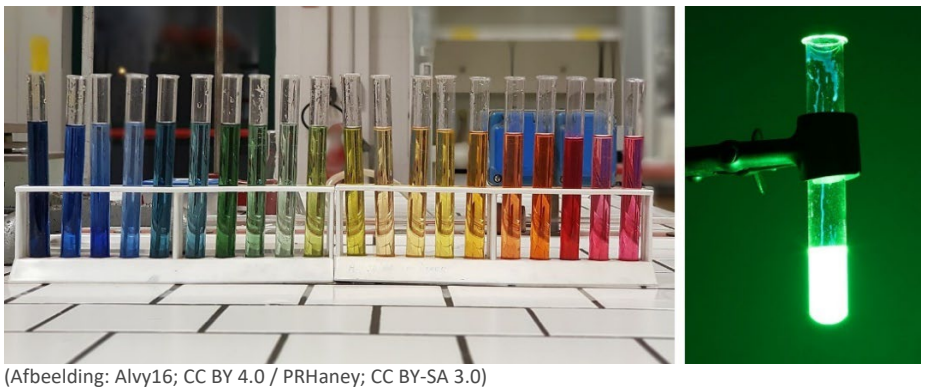


TESTVERSIE

§3 Experimenteren

In deze paragraaf komen we dan eindelijk toe aan het uitvoeren van experimenten. In de theorie bespreken we een aantal materialen die we gebruiken bij experimenteren.

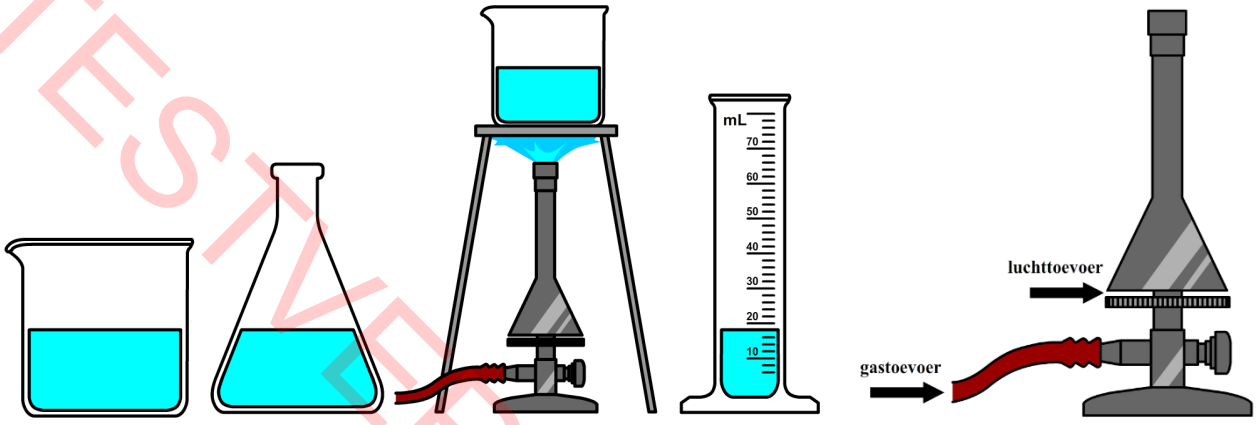
Als we stoffen willen mengen of verwarmen, dan doen we deze stoffen vaak eerst in **glaswerk**. Een bekend voorbeeld is de **reageerbuis**. Dit is een lang, dun, glazen buisje dat wordt gebruikt als we werken met kleine hoeveelheden stof. Hieronder zien we links bietensap dat in verschillende stoffen een andere kleur krijgt. Rechts zien we een chemische reactie tussen twee stoffen waar licht bij vrij komt. Deze stoffen worden bijvoorbeeld gebruikt in "glowsticks" en in de natuur zorgen ze voor het licht van vuurvliegjes.



(Afbeelding: Alvy16; CC BY 4.0 / PRHaney; CC BY-SA 3.0)

Door en reageerbuis rustig heen en weer te schudden kan je stoffen mengen. Als harder schudden nodig is, kan je de reageerbuis dichtmaken met een **rubberen stop**. Met een **reageerbuisknijper** kan de reageerbuis opgepakt worden en in een vlam verhit worden.

Een type glaswerk waar we meer stof in kwijt kunnen is het **bekerglas** (zie de eerste onderstaande afbeelding). Daarnaast hebben we ook de **erlenmeyer** (zie de tweede afbeelding). Een erlenmeyer heeft een brede bodem en een smalle hals en als gevolg kan je dit type glaswerk gemakkelijk **schudden zonder te morsen**. Zowel het bekerglas als de erlenmeyer kunnen ook verwarmd worden. Ze worden hiervoor eerst op een **driepoot** gezet (zie de derde afbeelding). Een ander type glaswerk is de **maatcilinder** (zie de vierde afbeelding). Een maatcilinder is een lange cilinder met op de zijkant een maatverdeling waarmee we het **volume** van vloeistoffen kunnen bepalen. Meestal wordt de maatverdeling gegeven in **milliliters**. Maatcilinders zijn niet bedoeld om te verwarmen.



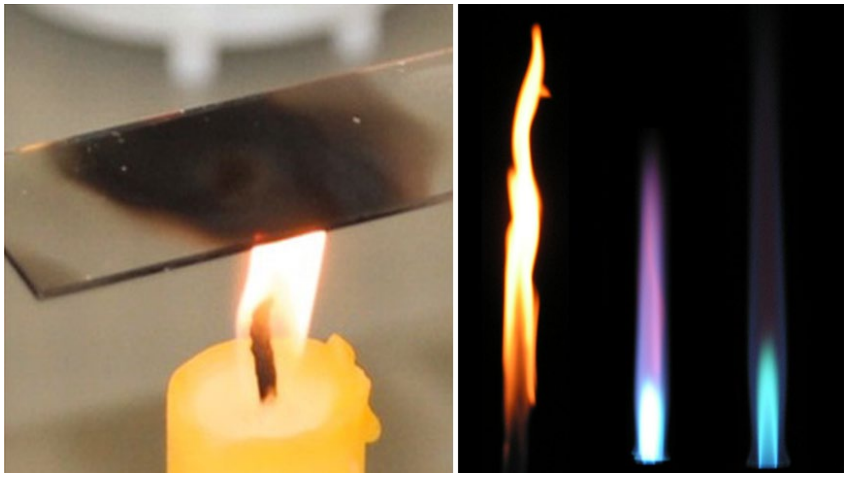
Om stoffen te verwarmen gebruiken we een **gasbrander** (zie de bovenstaande rechter afbeelding). De branders in het scheikundelokaal werken op **aardgas**. Dit gas bestaat voornamelijk uit het brandbare **methaan** (CH_4). Als we het aardgas met een lucifer aansteken, dan reageert het gas met de **zuurstof** in de lucht. Bij deze reactie komt **warmte** en **licht** vrij—er ontstaat **vuur**.

Als je met de gasbrander wilt werken, zorg je eerst dat zowel de **gaskraan** als de twee **draaiknoppen** op de brander **dicht** zijn. Daarna draai je eerst de **gaskraan** een klein stukje open. Steek dan een lucifer aan en draai de onderste draaiknop van de brander een stukje open. Met deze knop wordt gas toegelaten in de brander. Steek dan met de lucifer de vlam aan. Als het goed is krijg je nu een **gele vlam** te zien.

TESTVERSIE

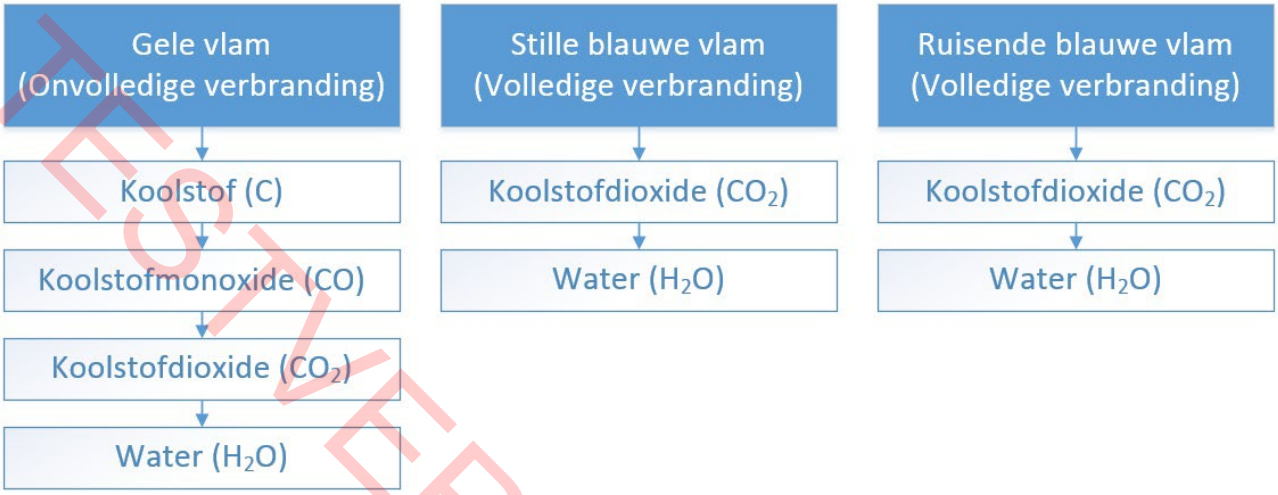
De bovenste knop regelt de **luchttoevoer**. Op dit moment is deze knop nog dicht en als gevolg kan er maar **weinig zuurstof** bij de vlam komen. We spreken in dit geval van **onvolledige verbranding**. Bij dit type verbranding komt naast **water** en **koolstofdioxide** ook **koolstof** (**C**) **koolstofmonoxide** (**CO**) vrij. Koolstof is een zwarte vaste stof die we in het dagelijks leven "**roet**" noemen. Het ontstaan van roet merken we bijvoorbeeld als we een stukje glas in deze vlam houden (zie middelste onderstaande afbeelding). Omdat we geen roet op ons glaswerk willen hebben, wordt een gele vlam **niet** gebruikt voor het verwarmen van materialen. Als we brander even niet gebruiken, dan zetten we wel de gele vlam aan, omdat deze vlam het best zichtbaar is. De gele vlam wordt daarom ook wel de **waarschuwingsvlam** genoemd. Koolstofmonoxide is een onzichtbaar gas dat bij hoge concentratie gevaarlijk is voor de mens.

Als we stoffen willen verwarmen, dan zetten we de **luchttoevoer verder open**. Als we dit geleidelijk doen, zullen we eerst zien dat de vlam **blauw** wordt. Bij grote hoeveelheden zuurstof gaat de vlam daarnaast ook hoorbaar **ruisen** en wordt er een **lichtblauwe kern** in de vlam zichtbaar. We noemen deze vlammen de **blauwe vlam** en de **ruisende vlam** (zie de onderstaande rechter). Hoe meer we de luchttoevoer openzetten, hoe **heter** de vlam wordt. Het topje van de lichtblauwe kern is het heetste deel van de vlam en daar worden dan ook materialen gehouden die we sterk willen verhitten.



(Afbeelding: … / Arthur Jan Fijalkowski; CC BY 3.0)

Bij de **blauwe vlam** en de **ruisende vlam** vindt **volledige verbranding** plaats. Bij dit type verbranding ontstaat alleen **koolstofdioxide** (**CO_2**) en **water** (**H_2O**). In de onderstaande afbeelding zijn de stoffen die ontstaan bij de verschillende vlammen nog eens overzichtelijk weergegeven:



TESTVERSIE

Zorg dat je de werking van de brander kan beschrijven

1. (3p) Leg uit wanneer je gebruik maakt van de gele vlam, wanneer van de blauwe vlam en wanneer van de ruisende vlam.
2. (1p) Hoe kan je het ontstaan van koolstof bij onvolledige verbranding van aardgas aantonen?
3. (1p) Hoe kan je het ontstaan van water aantonen bij de verbranding van aardgas?
4. (3p) Geef bij elk van de volgende vlammen aan of de gas- en de luchttoevoerknop dicht moet, een beetje open moet of flink open moet:
   a. Een grote gele vlam
   b. Een grote ruisende vlam
   c. Een kleine blauwe stille vlam
5. (2p) Schrijf op welke stoffen ontstaan bij de volledige en de onvolledige verbranding van methaan.
6. (2p) In een cv-ketel (centraleverwarmingsketel) in huis wordt aardgas verbrand om hiermee water te verwarmen. Dit warme water wordt dan naar de verwarmingen in het huis rondgepompt. Als er in de cv-ketel onvolledige verbranding optreedt kan dit gevaarlijk zijn. Leg uit waarom.

§4 Chemische reacties en faseovergangen

In deze paragraaf gaan we het verschil tussen faseovergangen en chemische reacties bestuderen.

Scheikunde gaat over de eigenschappen van stoffen en wat er gebeurt als we deze stoffen mengen. In sommige omstandigheden kunnen stoffen **veranderen** in compleet andere stoffen. Als dit gebeurt, spreken we van een **chemische reactie**.

Een bekend voorbeeld van een chemische reactie is de **verbrandingsreactie**. In de eerste onderstaande afbeelding zien we de verbranding van staalwol. Staalwol bestaat voornamelijk uit **ijzer** en bij hoge temperaturen reageert het met de **zuurstof** in de lucht. Bij de verbranding van ijzer ontstaat **ijzeroxide**. In het dagelijks leven noemen we dit ook wel "**roest**". Bij deze reactie is zuurstof en ijzer dus veranderd in een **nieuwe stof**: ijzeroxide. Er heeft dus een **chemische reactie** plaatsgevonden. In de natuur roest ijzer ook, maar dat gaat veel langzamer (zie de tweede afbeelding).

(Afbeelding: alennzg / Islander61; CC BY-SA 4.0)

Naast chemische reacties kunnen stoffen ook **faseovergangen** ondergaan. Over het algemeen bevinden stoffen zich in één van de volgende drie **fasen**:

- **gas**
- **vloeibaar**
- **vast**

We kennen allemaal de drie fasen van water. Vast water noemen we ijs, vloeibaar water noemen we gewoon “water” en water in gasvorm noemen we waterdamp. Als een stof van de ene fase overgaat naar een andere, dan spreken we van een **faseovergang**. Bij een faseovergang ontstaat **geen nieuwe stof**. We krijgen gewoon **dezelfde stof** te zien, alleen dan in een **andere fase**. Of je water nu in gas-, vloeibare- of vaste vorm tegenkomt, het blijft water. Een faseovergang is daarom **geen chemische reactie**.

Als een stof van één fase overgaat naar een andere, dan spreken we van een **faseovergang**. Hieronder zien we links het smelten van ijs. Dit is een faseovergang van vast naar vloeibaar. Zelfs een voorwerp zo hard als staal wordt bij hogere temperaturen een vloeistof (zie de middelste afbeelding). In de rechter afbeelding “zien” we water verdampen. Dit is een overgang van vloeibaar naar gas. Merk op dat de **nevel** die boven het kokende water ontstaat, bestaat uit kleine druppels in vloeibare fase. Pas als deze druppels lijken te verdwijnen “in het niets”, veranderen ze in een gas. Waterdamp kunnen we namelijk niet met het oog zien.

(Afbeelding: Pixabay; PD / P sakthy; CC BY-SA 3.0 / Pixabay; PD-mod)

Er zijn ook stoffen die niet in alle fasen voorkomen. Neem bijvoorbeeld hout. Er bestaat geen “vloeibaar hout” of “houtgas”. Suiker komt ook niet in alle fasen voor. Als we suiker verwarmen vindt er een chemische reactie plaats. Hierbij ontstaat o.a. een bruine stof genaamd karamel.

Zorg dat je het verschil kent tussen chemische reacties en faseovergangen

1. (4p) Leg uit welk van de volgende fenomenen chemische reacties zijn en welke faseovergangen:
    a. Staal wordt bij hoge temperatuur vloeibaar.
    b. Als we suiker verwarmen ontstaat er karamel.
    c. Wolken ontstaan als waterdamp in de lucht condenseert tot waterdruppels.
    d. Een stuk hout verbrandt tot as.
    e. Binnen de aarde is het warm genoeg dat steen smelt.
    f. Met inktwisser kan je blauwe inkt transparant maken.
    g. Een persoon bakt een ei.
    h. Een ijsje bevriest in de vriezer.
2. (1p) Stel je krijgt een glas cola met een aantal ijsklontjes. Geef aan in welke fase de frisdrank, de koolstofdioxide (de “prik”) en het ijs zich bevinden.
3. (2p) Geef bij elk van de volgende stoffen aan of ze in vloeibare vorm bestaan:
    a. Hout
    b. IJzer
    c. Suiker
    d. Goud
    e. Zout

TESTVERSIE

§5 Verbranding

In deze paragraaf gaan we het verschil tussen faseovergangen en chemische reacties bestuderen.

In deze paragraaf gaan we bestuderen welke factoren nodig zijn voor verbranding.

Een stof vliegt **in brand** als aan **drie factoren** wordt voldaan. De eerste factor is de aanwezigheid van een **brandstof**, de tweede factor is de aanwezigheid van genoeg **zuurstof** en de derde factor is dat de temperatuur boven de **ontbrandingstemperatuur** komt. Bij heftige verbrandingsreacties kunnen er naast vuur ook **explosies** ontstaan.

Misschien had je naast de drie factoren ook verwacht dat het noodzakelijk zou zijn dat de brandstof "aangestoken" wordt. Dit is echter niet noodzakelijk. Als aan de bovenstaande eisen wordt voldaan, dan vliegt de stof automatisch in brand (dit zie je bijvoorbeeld gebeuren in het filmpje op de website). De vlam van een lucifer kan natuurlijk wel helpen om de ontbrandingstemperatuur te bereiken.

Als we een brand willen **blussen**, dan kan dat door één of meerdere van de drie factoren **weg te nemen**. Als bijvoorbeeld olijfolie in de koekenpan in brand vliegt, dan is het voldoende door een deksel op de pan te plaatsen. Als gevolg raakt de zuurstof in de pan op en stopt de verbrandingsreactie. De brandweer gebruikt vaak water om vuur te doven. Het water zorgt er voornamelijk voor dat de temperatuur van de brandstof onder de ontbrandingstemperatuur komt. Een andere mogelijkheid om een brand te blussen is met een **CO_2-brandblusser**. De koolstofdioxide in de blusser duwt de zuurstof in de lucht weg bij het vuur en daardoor gaat het vuur uit. We zien dit effect in het filmpje op de website.

Zorg dat je kan redeneren met de drie factoren die nodig zijn voor verbranding

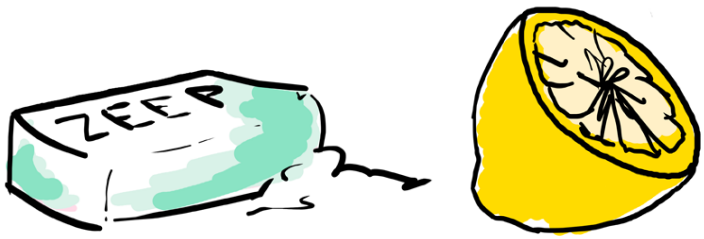
1. (1p) Als je een bekerglas over een kaars zet, dan gaat de kaars na verloop van tijd uit. Leg uit welk van de drie factoren ontnomen wordt.
2. (1p) Als een brandweer een flinke brand in een huis blust, dan houden ze vaak de aangrenzende huizen ook nat. Leg uit hoe dit voorkomt dat de brand overslaat.
3. (1p) Een blusapparaat werkt met koolzuur. Je spuit daarmee een laag koude koolzuur over de brand. Op welke twee manieren blust dit blusapparaat?
4. (1p) In grote bossen wordt soms een strook bos gekapt. Zo'n strook noemen we een brandgang. De gang is breed genoeg dat het vuur niet kan oversteken bij een eventuele bosbrand. Welk van de drie factoren voor ontbranding wordt hier weggenomen?
5. De olijfolie in je pan vliegt in brand.
    a. (1p) Waarom is het niet verstandig deze brand met water te doven?
    b. (1p) Noem een andere methode waarmee je de brand kan blussen.

TESTVERSIE

§6 Zuren en basen

Behalve in verschillende fasen kunnen we stoffen ook indelen in zuren, basen en pH-neutrale stoffen. We gaan dit in deze paragraaf bestuderen.

We kunnen scheikundige stoffen indelen in **zuren**, **basen** en **pH-neutrale stoffen**. Zuren ben je bekend mee uit het dagelijks leven. **Citroensap** is een voorbeeld van een **zuur**, maar er bestaan nog vele andere zuren, zoals **zwavelzuur** en **zoutzuur**. Basische stoffen ken je ook, alhoewel het woord misschien nieuw voor je is. **Zeep** is een voorbeeld van een basische stof. Je hebt zeep vast wel eens per ongeluk geproefd. De zeepsmaak is kenmerkend voor veel basische stoffen.

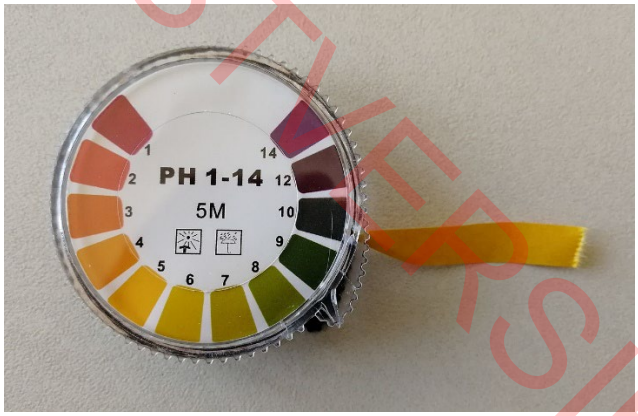


Hoe zuur of hoe basisch een stof is geven we aan met een getal genaamd de **zuurgraad**, ook wel de **pH-waarde** genoemd. Een **zuur** heeft een **pH van lager dan 7**. Hoe lager dit getal, hoe zuurder de stof. **Basen** hebben een pH waarde van **boven de 7**. Hier geldt dat hoe hoger de pH, hoe meer basisch de stof is. Als stoffen een **pH van 7** hebben, dan zijn ze **pH-neutraal**. Deze stoffen zijn niet zuur en niet basisch. Het bekendste voorbeeld hiervan is water.

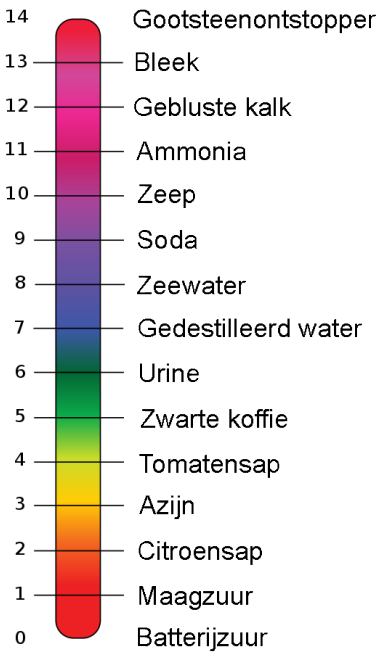
Een manier om de zuurgraaf van een stof te vinden is met behulp van een **indicator**. Een bekend voorbeeld hiervan is **rodekoolsap**. Hieronder is rodekoolsap toegevoegd aan een aantal stoffen met toenemende pH-waarde van links naar rechts. Met behulp van een chemische reactie verkleurd de sap afhankelijk van de pH-waarde.

(Afbeelding; Epaenurk; CC BY-SA 3.0)

Meestal gebruiken we bij het bepalen van de pH-waarde echter **universeel indicatorpapier**. Als je een stof in aanraking brengt met dit papier, dan verkleurt het. Bij een rolletje indicatorpapier is een legenda afgebeeld waarop je kan zien welke pH-waarde hoort bij welke kleur (zie de onderstaande afbeelding). Hiernaast zien we een aantal stoffen met de bijbehorende pH-waarde.



(Afbeelding: AGeremia CC BY-SA 4.0 / Edward Stevens; CC BY 3.0-mod)



TESTVERSIE

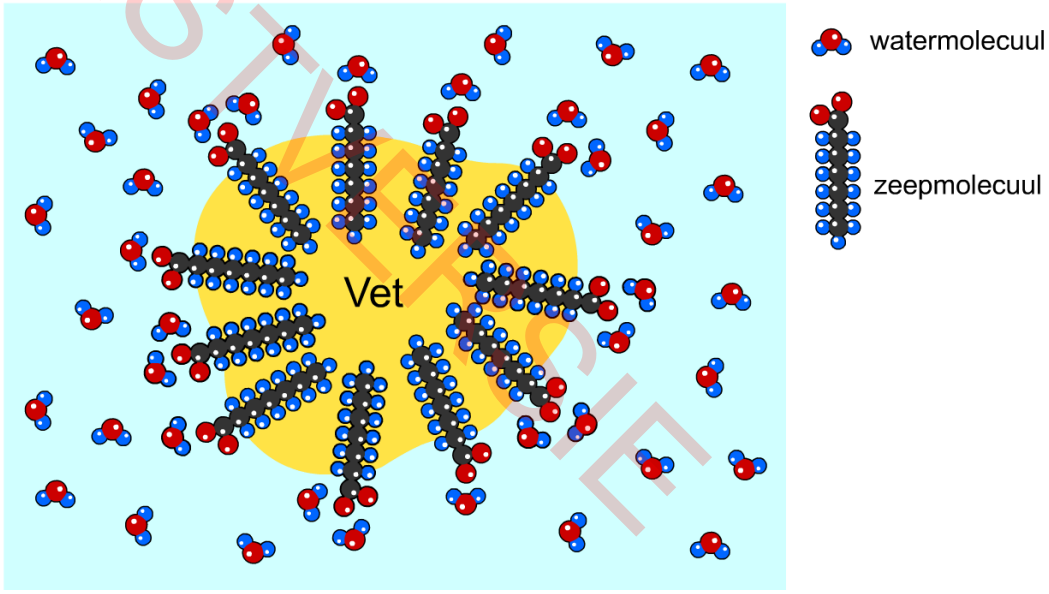
Zorg dat je kan redeneren met zuren, basen en de pH-waarde

1. Een persoon heeft een oplossing met een pH-waarde van 4,5.
   a. (1p) Leg uit of we hier te maken hebben met een zuur of een base?
   b. (1p) De persoon verdunt de oplossing met water. Gaat de pH-waarde hierdoor omhoog of omlaag?
   c. (1p) De persoon blijft de oplossing verdunnen. Leg uit welke pH-waarde de oplossing op den duur zal krijgen.
   d. (1p) Beantwoord nogmaals deze vraag, maar nu in het geval van het verdunnen van ammonia.
2. (1p) Leg aan de hand van een afbeelding uit de paragraaf uit of ketchup een zuur is of een base.
3. (1p) Een persoon heeft drie bakjes met daarin water, azijn en ammonia. Het eerste bakje heeft een pH-waarde van 4, de tweede van 10 en de derde van 7. Leg uit welke stof in welke bakje zit.
4. De huid van de mens heeft een pH-waarde van 5,5. Deze waarde zorgt ervoor dat de groei van bacteriën geremd wordt.
   a. (1p) Is de huid zuur, basisch of neutraal.
   b. (1p) Leg uit wat het nadeel is van het wassen van de huid met zeep.
   c. (1p) In reclames spreek men soms van pH-neutrale zeep die de pH-waarde van de huid niet aanpast. Leg uit of dit scheikundig correct taalgebruik is.

§7 Schoonmaken

In het dagelijks leven komen we de scheikunde expliciet tegen bij het schoonmaken. In deze paragraaf gaan we leren hoe we hier de scheikunde effectief voor kunnen inzetten.

Zoals je weet zijn sommige vlekken gewoon met water uit je kleding te wassen en andere niet. De vlekken die we wel met water wegkrijgen hebben de eigenschap dat ze **oplossen in water**. We noemen dit ook wel **hydrofiele stoffen**. Een goed voorbeeld hiervan zijn de suikers en kleurstoffen in zoete drankjes, zoals limonade. Bij **hydrofobe stoffen** is water echter niet voldoende. Neem bijvoorbeeld **vetvlekken**. Doordat vet niet oplost in water, blijft het in kleding zitten. We kunnen deze vlekken wel verwijderen met **zeep**. Op moleculair niveau heeft zeep de vorm van kleine speldjes. De koppen van deze speldjes zijn **hydrofiel**. Dit betekent dat ze **aangetrokken** worden tot water. De stelen van deze moleculen zijn **hydrofoob**. Dit betekent dat ze **afgestoten** worden door water. Als de zeepmoleculen in de buurt van vet komen, dan zijn de staarten geneigd om in het vet te steken om bij het water weg te blijven (zie de onderstaande afbeelding). Op een gegeven moment is het vet helemaal ingekapseld door de zeepmoleculen en omdat de kop van de zeepmoleculen hydrofiel is, kan het water het hele vetbolletje nu oplossen en daarmee losweken uit de kleding.



TESTVERSIE

Een ander voorbeeld van een stof die niet oplost in water is **nagellak**. Om nagellak op te lossen wordt vaak **aceton** gebruikt. In het geval van **verf** gebruiken we vaak **terpentine** of **wasbenzine**. Ook **soda** en **ammonia** worden gebruikt om bijvoorbeeld vetten te verwijderen. Al deze stoffen zijn **basisch**.

Een ander type vuil waar we in huis graag van af willen is **kalkaanslag**. "Water" uit de kraan is geen zuiver water. Er zitten hier namelijk **kalkzouten** in opgelost. We noemen dit water in de scheikunde ook wel **hard water**. Als hard water verdampt, dan blijft kalkaanslag achter. Dit kan je bijvoorbeeld zien als je een pan water laat droogkoken. We zien het ook vaak in de badkamer op plekken waar veel water verdampt, zoals bij een kraan (zie de onderstaande linker afbeelding). Een andere plek waar we kalk tegenkomen is bijvoorbeeld op het warmte-element in een waterkoker of wasmachine (zie de rechter onderstaande afbeelding). Omdat kalk warmte slecht geleid maakt dit de wasmachine op den duur minder efficiënt. Een manier om kalkaanslag schoon te maken is met behulp van **zuren**, zoals bijvoorbeeld **azijn**.

(Afbeelding: Zbigniew Czernik; CC BY 3.0 / Hustvedt; CC BY-SA 3.0)

In moderne **wasmiddelen** zitten een heel aantal stoffen. De belangrijkste is **detergent**. Dit is een stof die in werking lijkt op zeep, maar het is wel **pH-neutraal**, wat beter is voor de huid. Detergent heeft wel het nadeel dat het slechter is voor het milieu. Naast detergent bevat wasmiddel vaak nog een aantal andere stoffen waarmee verschillende typen vlekken verwijderd kunnen worden. **Enzymen** worden bijvoorbeeld gebruikt om **eiwitvlekken**, (zoals zweet en bloed) schoon te maken. Een **ontharder** voorkomt **kalkaanslag**. Aan wasmiddel voor **witte was** is ook **bleek** toegevoegd om **kleurstofvlekken** te verwijderen. Let er wel op dat je geen gekleurde was met dit wasmiddel in aanraking laat komen, want dan ben je de kleur kwijt. Ook wordt een **optisch witmaker** toegevoegd. Dit zorgt ervoor dat witte kleren nog witter lijken dan ze in werkelijkheid zijn. We zien dit effect bijvoorbeeld heel goed onder een "black light" waarin de kleding sterk oplicht.

Hieronder is een tabel te vinden met stoffen uit de tekst die vaak gebruikt worden in de schoonmaak. Het is van belang dat je deze stoffen uit je hoofd kent en weet wat ze doen.

Stof	**Eigenschappen**
Aceton	Een hydrofobe vloeistof waarmee je o.a. nagellak kan verwijderen.
Ammonia	Een basische vloeistof waarmee o.a. vetten goed kunnen worden verwijderd. De vloeistof is irriterend voor de huid.
Soda	Een wit poeder dat goed oplost in water. Sodaoplossing is basisch en wordt gebruikt bij het verwijderen van o.a. vetten. Het heeft ook een licht schurende werking, waardoor het vlekken op bijvoorbeeld tafelbladen goed weg krijgt.
Terpentine / Wasbenzine	Een hydrofobe vloeistof waarmee o.a. verfvlekken worden verwijderd en waarmee verf kan worden verdund. Ook zware vet- en olievlekken worden hiermee verwijderd. Deze stoffen kunnen irriterend zijn voor de huid en wordt daarom vaak alleen gebruikt voor zware klussen.
Azijn	Een zure vloeistof waarmee o.a. kalkaanslag kan worden verwijderd.

HERKANSING

Zorg dat je kan redeneren over schoonmaakmiddelen

1. (2p) Met zeep kunnen vetten worden verwijderd. Beschrijf hoe dit op moleculair niveau gebeurt.
2. (2p) In een wasmachine gebruiken we vaak detergent in plaats van zeep. Noem een voordeel en een nadeel hiervan.
3. (1p) Noem vier ingrediënten in wasmiddel voor witte was.
4. De hardheidsgraad van water verschilt in verschillende delen van Nederland. Rond Amsterdam zit de hardheidsgraad rond de 7,8 °D. Voor elke hardheidsgraad zit er 7,1 mg calcium in een liter water.
   a. (2p) Hoeveel gram calcium zit er volgens de kaart in een kubieke meter water in Amsterdam?
   b. (2p) Als we ervan uitgaan dat elk huishouden per jaar 150 000 L water verbruikt, hoeveel kilogram calcium stroomt er dan per jaar onze huizen binnen?
5. (1p) De buurman heeft een “wondermiddel” ontdekt waarmee hij kalkaanslag in de waterkoker goed kan verwijderen. Hieronder is het resultaat te zien. Welke van de volgende stoffen zou wel eens in zijn wondermiddel kunnen zitten: wasbenzine, citroensap, sodaoplossing of detergent.

TESTVERSIE

§8 Oefentoets

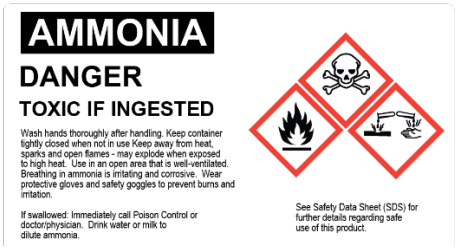
Chemische reacties en faseovergangen

1 (3p) Leg in de volgende gevallen uit of er sprake is van een chemische reactie of niet:
- Suiker lost op in water
- Je bakt een ei
- Benzine verbrandt in de motor van een auto

2 (3p) Leg uit of de volgende stoffen in vloeibare fase bestaan:
- Goud
- Tapijt
- Suiker

Veiligheid

3 (3p) Op een potje ammonia staat het volgende label. Leg uit waar je op moet letten als je werkt met ammonia.

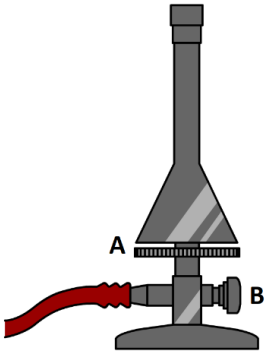


De brander

Hiernaast is een brander afgebeeld. De brander bevat twee draaiknoppen die in de tekening A en B zijn genoemd.

4 (2p) Beschrijf waar knop A en knop B voor dienen.

5 (3p) Neem de volgende tabel over en schrijf in de lege vakjes: “dicht”, “beetje open” of “open”.



	Knop A	Knop B
Grote stille blauwe vlam		
Kleine gele vlam		
Kleine blauwe ruisende vlam		

6 (2p) Beschrijf in welke situatie we gebruik maken van de gele vlam en in welke situatie van de ruisende blauwe vlam.

Vlam in de pan

Een persoon is een schnitzel aan het braden en plots vliegt de vlam in de pan.

7 (1p) Het is verstandig eerst het gas uit te draaien. Leg uit waarom.

8 (1p) Daarna doet de persoon de deksel op de pan. Leg uit waarom hiermee de vlam dooft.

9 (1p) Waarom is het in dit geval geen goed idee om het vuur te blussen met water?

10 (1p) Je zou wel een CO_2-blusser kunnen gebruiken. Leg uit waarom hiermee de vlam dooft.

11 (1p) Als een stuk hout in brand vliegt, kan je wel water gebruiken. Leg uit hoe het water de vlam dooft.

Kraanwater

Het kraanwater in Amsterdam heeft een hardheidsgraad van 8,4 °D. Voor elke hardheidsgraad zit er 7,1 mg calcium in een liter water.

12 (3p) In een krantenartikel staat dat een Amsterdams huishouden gemiddeld 9 kg kalk per jaar binnenkrijgt via het leidingwater. Van welk gemiddeld jaargebruik van water zijn de schrijvers van het artikel uitgegaan?

13 (1p) Waarom is te veel kalk slecht voor de wasmachine?

De badkamer

Een leerling wil de badkamer schoonmaken. Er moet kalkaanslag verwijderd worden en de gootsteen moet ontstopt worden.

14 (1p) Welke van de volgende drie stoffen zou je gebruiken bij het verwijderen van kalkaanslag in de badkamer: bleekmiddel, wasbenzine, ammonia of azijn. Leg je antwoord uit.

15 (1p) Gootsteenontstopper is een vloeistof waarmee opgehoopte vetten in de leidingen afgebroken kunnen worden. Leg uit of gootsteenontstopper een zure, een basische of een neutrale stof is.

TESTVERSIE

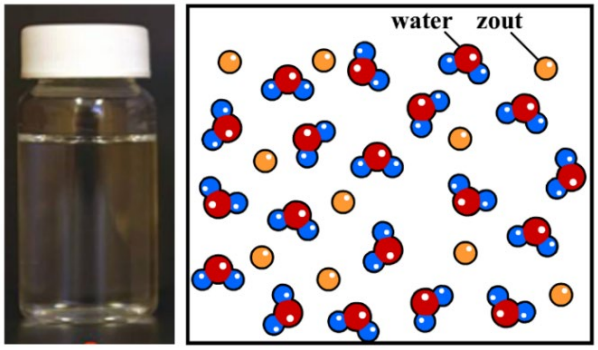
Hoofdstuk 2
Mengsels

§1 Scheikunde

In dit hoofdstuk gaan we verschillende mengsels bestuderen. In deze eerste paragraaf gaan we het hebben over oplossingen en suspensies.

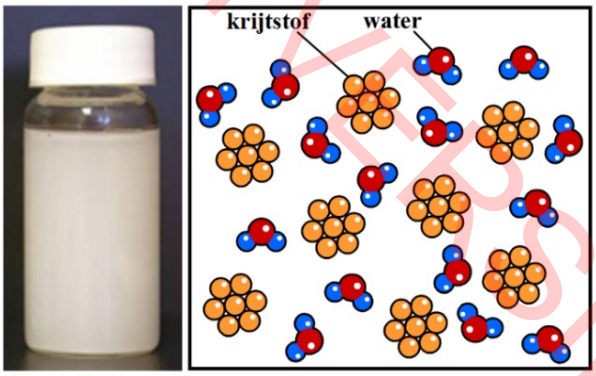
Een stof waar we doorheen kunnen kijken noemen we **helder**. Als we een stof met een vloeistof mengen en het mengsel blijft helder, dan spreken we van een **oplossing**. Een voorbeeld van een oplossing is zeewater. In zeewater zit zout opgelost, maar toch kunnen we het zout niet zien. Een ander voorbeeld is het oplossen van suiker in thee. Ook hier lijkt het suiker te "verdwijnen" in het water. Oplossingen kunnen wel een kleur hebben. Denk bijvoorbeeld aan limonade. Limonade is helder, maar heeft vaak wel een kleur.

Hoe komt het dat oplossingen helder zijn? Neem bijvoorbeeld zeewater. Zeewater is helder omdat de zoutdeeltjes zich **volledig verspreiden** in het water (zie de onderstaande afbeelding). We noemen een dergelijk mengsel een **homogeen mengsel**. Een zoutdeeltje is een miljoen keer kleiner dan een millimeter en kan dus niet met onze ogen gezien worden. Omdat alle deeltjes los van elkaar door het water bewegen, kunnen we ze dus niet zien.



Ook **gassen** vormen **homogene mengsels**. Neem bijvoorbeeld de lucht. De lucht bestaat o.a. uit de gassen stikstof, zuurstof en koolstofdioxide. Omdat de deeltjes in een gas los van elkaar bewegen, kunnen gassen **altijd** goed mengen en vormen ze dus altijd homogene mengsels. Elk mengsel van gassen is helder (maar net als bij vloeistoffen kunnen deze gassen wel een kleur hebben).

Een vloeistof waar we niet doorheen kunnen kijken noemen we **troebel**. Als we een stof met een vloeistof mengen en het mengsel wordt troebel, dan spreken we van een **suspensie**. Er ontstaat bijvoorbeeld een suspensie als we krijtstof mengen met water. Een suspensie ontstaat doordat het krijt zich **niet perfect mengt** met het water. De krijtdeeltjes blijven in kleine **klontjes** aan elkaar plakken en deze klontjes zweven rond in het water (zie de onderstaande afbeelding). Omdat deze klontjes groot genoeg zijn om met onze ogen te kunnen zien, kunnen we niet door een suspensie heen kijken. We noemen een dergelijk mengsel een **heterogeen mengsel**.



TEKSTBOEK

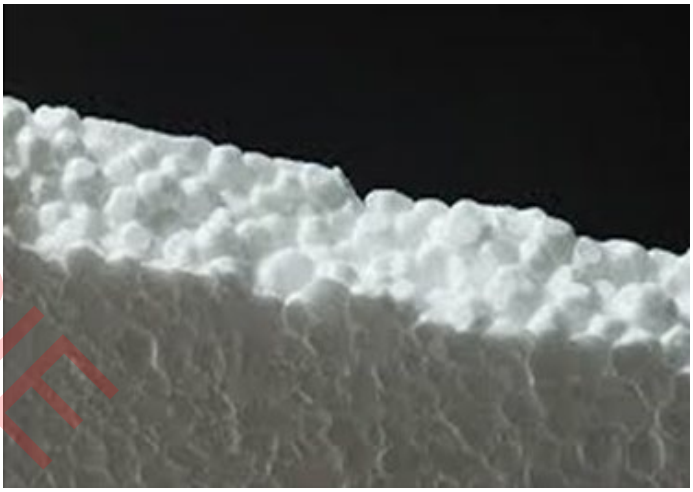
Naast suspensies bestaan er ook nog andere heterogene mengsels. Een voorbeeld is rook. **Rook** is een collectie van kleine stukjes **vaste stof** die in de lucht zweven. Rook is dus geen gas, maar bestaat uit kleine stukjes vaste stof (zie de twee onderstaande afbeeldingen).

(Afbeelding: US Coast Guard; PD / Reinald Kirchner CC BY-SA 2.0)

Een ander voorbeeld is een **nevel**. Nevel is een collectie van kleine **vloeibare druppeltjes** die in de lucht zweven. We kunnen bijvoorbeeld een nevel maken door een fles haarlak of deodorant te spuiten. Ook wolken en mist zijn nevels. Een nevel is dus geen gas, maar bestaat uit kleine waterdruppeltjes.

(Afbeelding: Pixabay; PD / Keith Miller; PD / Pixabay; PD)

Een ander voorbeeld van een heterogeen mengsel is **schuim**. Een schuim bestaat uit **gasbelletjes** die zich in een vloeistof of een vaste stof bevinden. Denk bijvoorbeeld aan de “prik” in cola. Dit bestaat uit kleine belletjes koolstofdioxide. Een ander voorbeeld is piepschuim. Dit bestaat uit plastic bolletjes gevuld met lucht.



(Afbeelding: Pixabay; PD)

TEST DRAFT

Het laatste voorbeeld van een heterogeen mengsel noemen we een **emulsie**. Een emulsie bestaat uit stoffen die onder normale omstandigheden niet mengen, maar die door een extra stof, genaamd de **emulgator**, toch mengen. Voorbeelden van emulsies zijn mayonaise, boter en crèmes. Mayonaise bestaat voornamelijk uit olie en een beetje azijn. Zoals je in de linker onderstaande afbeelding kan zien, mengen deze vloeistoffen normale omstandigheden niet. Als emulgator voegen we eigeel toe en zo ontstaat de emulsie mayonaise.

(Afbeelding: Victor Blacus; CC BY-SA 4.0 / Takeaway; CC BY-SA 3.0)

Hieronder zien we in de tabel samengevat welke homogene en heterogene mengsels we in de tekst besproken hebben.

Homogeen mengsel	**Heterogeen mengsel**
Oplossing	Suspensie
Gasmengsel	Rook
	Nevel
	Schuim
	Emulsie

Zorg dat je de verschillende soorten homogene en heterogene mengsels kan herkennen en beschrijven

1. (2p) Wat is het verschil tussen een heterogeen en een homogeen mengsel? Leg dit verschil uit op atomair niveau.
2. (4p) Maak schetsen van de volgende fenomenen, waarbij je moleculen voorstelt als kleine bolletjes:
   a. Twee vloeistoffen die niet mengen met een verschillende dichtheid
   b. Een homogeen mengsel
   c. Een heterogeen mengsel
   d. Een mengsel van zuurstof en stikstof (twee gassen)
3. (4p) Welke van de volgende mengsels zijn homogeen en welke heterogeen?
   a. Leidingwater
   b. Melk
   c. Limonade
   d. Lucht
   e. Pindakaas
   f. Thee
   g. Boter

TESTVERSIE

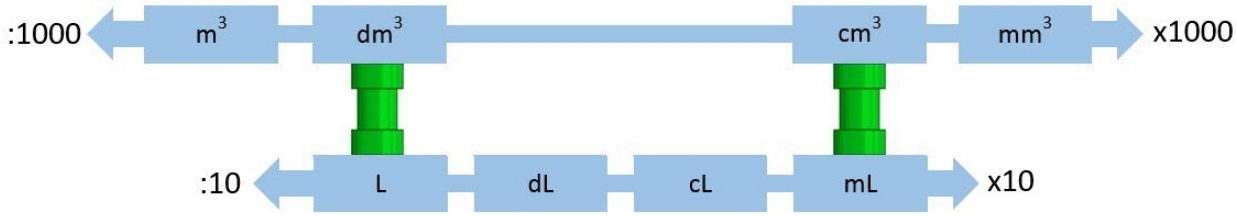
4. (2p) Beschrijf het verschil tussen een emulsie en een suspensie.
5. (2p) Beschrijf het verschil tussen nevel en rook.
6. (3p) Vul de volgende tabel in:

	Vaste stof	Vloeistof	Gas
In vaste stof			
In vloeistof			
In gas			

§2 Concentratie

In deze paragraaf gaan we leren rekenen met het begrip concentratie. Een bekend voorbeeld waarbij concentratie een rol speelt is limonade. Hoe meer siroop er in een bepaalde hoeveelheid water wordt gedaan, hoe hoger de concentratie.

Als we willen rekenen met concentratie, dan is het noodzakelijk dat we herhalen hoe we rekenen met het **volume**. Het volume van een stof geeft aan **hoeveel ruimte** deze stof inneemt. De bekendste eenheden van volume staan hieronder beschreven:



In de vorige afbeelding zien we dat het volume zowel in **kubieke meter** als in **liter** weergegeven kan worden. 1 L is bijvoorbeeld exact hetzelfde als 1 dm^3. Er geldt dus:

$$1\ \text{L} = 1\ \text{dm}^3$$

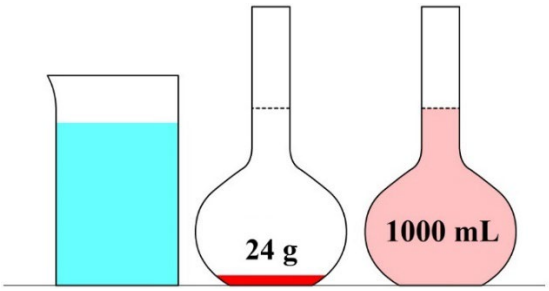
Om te rekenen met concentratie is het ook van belang dat we kunnen meten hoe "zwaar" stoffen zijn. Hiervoor wordt het begrip **massa** gebruikt. De massa meten we meestal in:

Normaal gesproken gebruiken we echter alleen de milligram, de gram en de kilogram:

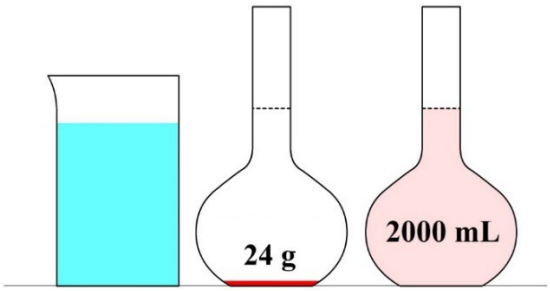
Dan nu de concentratie. Als we twee stoffen met elkaar mengen, dan kunnen we dit in verschillende verhoudingen doen. Denk bijvoorbeeld aan limonade. We kunnen zelf kiezen hoeveel siroop en hoeveel water we toevoegen bij het maken van limonade. De hoeveelheid water en de hoeveelheid siroop bepalen samen hoe zoet de limonade zal worden. Als de limonade erg zoet is, dan spreken we van een **hoge concentratie** siroop. Als je de siroop bijna niet proeft, dan spreken we van een **lage concentratie** siroop.

TESTVERSIE

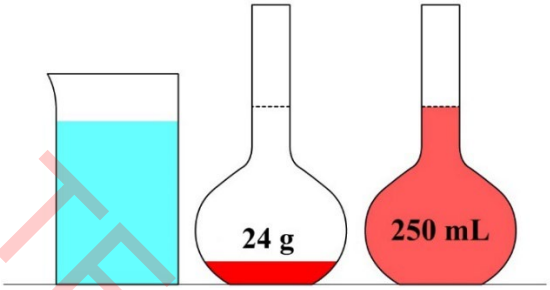
In de onderstaande afbeelding zien we een maatkolf. Stel we schenken 24 gram siroop in de maatkolf en vullen dit daarna aan met water tot aan de stippellijn. Zoals aangegeven op de maatkolf, hebben we dan 1000 mL (oftewel, 1,000 L) limonade. De limonade die we nu gemaakt hebben, heeft een siroopconcentratie van 24 **gram per liter** (24 **g/L**).



In de volgende maatkolf schenken we 24 gram siroop in een maatkolf en vullen dit aan tot we 2,000 liter limonade hebben. Elke liter limonade bevat in dit geval dus 24 / 2 = 12 gram siroop. De siroopconcentratie is in dit geval dus **12 g/L**. In dit tweede voorbeeld is de siroopconcentratie dus lager en als gevolg smaakt de limonade minder zoet.



In de volgende maatkolf schenken we 24 gram siroop in een maatkolf en vullen dit aan tot we 0,25 liter limonade hebben. In dit geval zou een liter van deze limonade 24 × 4 = 96 gram siroop bevatten. Deze limonade heeft dus een **siroopconcentratie van 96 g/L**. In dit voorbeeld is de concentratie dus hoger en smaakt de limonade dus zoeter.



Laten we nu een iets complexere vraag oplossen. Stel we maken 1,2 L limonade met daarin 10 gram siroop en we hebben 0,15 L limonade met daarin 2 gram siroop. **Welke limonade smaakt zoeter?**

We kunnen deze vraag beantwoorden door de gegevens te noteren in een verhoudingstabel. De eerste soort limonade bevat 10 gram siroop en heeft een volume van 1,2 liter. Als we de concentratie van deze limonade willen weten, dan willen we weten hoeveel gram siroop er in **1 liter** van deze limonade opgelost zit. Door kruislings te vermenigvuldigen vinden we dan:

Massa siroop	**10 g**	**8,3 g**
Volume limonade	1,2 L	1 L

Deze limonade heeft dus een concentratie van **8,3 g/L**.

Op dezelfde manier vinden we de concentratie van het tweede type limonade:

Massa siroop	**2 g**	**13,3 g**
Volume limonade	0,15 L	1 L

Deze limonade heeft dus een concentratie van **13,3 g/L**.

Met deze gegevens zijn we in staat de vraag te beantwoorden. Omdat de tweede soort limonade een hogere concentratie heeft, smaakt deze limonade het zoetst.

TESTVERSIE

Nog een laatste voorbeeld. Stel dat we 2,5 L limonade hebben gemaakt met een concentratie van 34 g/L. Hoeveel gram siroop is er dan gebruikt om deze limonade te maken?

Een siroopconcentratie van 34 g/L betekent dat er 34 gram siroop gebruikt is voor een liter van deze limonade. Door kruislings te vermenigvuldigen vinden we dan:

Massa siroop	**34 g**	**85 g**
Volume limonade	1 L	2,5 L

Er is dus 85 gram siroop gebruikt voor de 2,5 L limonade.

Zorg dat je kan rekenen met massa en volume

1. (2p) We vergelijken een groot blok piepschuim met een kleine loden kogel. Leg uit welk voorwerp de grootste massa heeft en welke het grootste volume.
2. (7p) Schrijf de volgende meetwaarden om:
   a. 150 kg = ... g
   b. 0,03kg = ... g
   c. 23 000 g = ... kg
   d. 0,025 g = ... mg
   e. 1 250 mg = ... g
   f. 0,25 kg = ... mg
   g. 0,023 kg = ...mg
3. (10p) Schrijf de volgende meetwaarden om:
   a. 2,231 L = ... mL
   b. 56,2 mL = ... L
   c. 5600 cm^3 = ... L
   d. 66,08 mL = ... dm^3
   e. 0,0765 L = ... cm^3
   f. 1,54 dm^3 = ... mL
   g. 1,7 dm^3 = ... mL
   h. 150 mm^3 = ... L
   i. 0,23 m^3 = ... cL
   j. 0,9 dL = ... cm^3

Zorg dat je kan rekenen en redeneren met de concentratie in gram per liter

4. Een leerling lost een schepje zout op in een glas water.
   a. (1p) Hebben we hier te maken met een homogeen of een heterogeen mengsel?
   b. (1p) Ze laat het glas met de oplossing in de zon staan en het water verdampt langzaam. Leg uit hoe de concentratie van de oplossing verandert.
5. (1p) Een leerling heeft een glas met 200 mL limonade gemaakt. Ze drinkt een kwart van de limonade op. Leg uit of de concentratie van de oplossing verandert.
6. (1p) Een leerling maakt een zoutoplossing met een concentratie van 5,0 g/L. Bereken hoeveel gram zout er in 8,0 liter van deze oplossing zit.
7. (2p) Een leerling heeft 250 mL afwaswater nodig met een wasmiddelconcentratie van 20 g/L. Bereken hoeveel gram afwasmiddel de leerling nodig heeft.
8. (2p) In 1,0 L sodaoplossing is 295 gram soda opgelost. Bereken hoeveel gram soda is opgelost in 8 mL van deze oplossing.
9. (1p) Een leerling maakt een zoutoplossing van 200 mL, waar 60 gram zout in is opgelost. Bereken hoeveel gram keukenzout je in 450 mL moet oplossen om een even grote concentratie te krijgen.
10. (3p) Stel je hebt twee oplossingen met dezelfde concentratie, maar met een verschillend volume. Laat met een berekening zien wat de concentratie is van deze twee mengsels als je ze samenvoegt. Verklaar je antwoord.
11. (VWO, 3p) Een bak is gevuld met twee liter zoutoplossing met een zoutconcentratie van 8,0 g/L. Aan deze oplossing voegen we nog 4,0 gram zout toe. Bereken de concentratie van het eindproduct.
12. (VWO, 3p) In een bak zit een zoutoplossing met een volume van 4,0 liter en met daarin opgelost 16 gram zout. We voegen water toe aan de bak totdat de concentratie is gedaald naar 3,0 g/L. Bereken hoeveel liter water we moeten toevoegen om dit voor elkaar te krijgen.

TESTVERSIE

§3 Volume- en massaprocent

In deze paragraaf gaan we leren concentraties weer te geven als procenten. Dit kan op twee manieren: als massaprocent en als volumeprocent.

Tot nu toe hebben we concentraties weergegeven in gram per liter. We kunnen concentraties echter ook weergeven in **procenten**. Er zijn twee manieren waarop we dit kunnen doen. Kijk bijvoorbeeld eens naar de volgende afbeelding. We zien een mengsel bestaande uit rode en gele deeltjes. Stel dat het totale volume van het mengsel 2,0 L is en dat het mengsel voor 0,50 L uit gele deeltjes bestaat. In dat geval weten de dat het mengsel voor 0,50 / 2,0 × 100 = 25% uit gele deeltjes bestaat. We zeggen dan dat de concentratie 25 **volumeprocent** is. We korten dit meestal af tot **25 vol%**.

Naast het volume kunnen we ook naar de massa kijken. Stel dat ditzelfde mengsel een massa van 3,0 kg heeft en dat 1,0 kg uit gele deeltjes bestaat. 1,0 / 3,0 × 100 = 33,3% van de massa bestaat dan dus uit gele deeltjes. We zeggen dan dat de concentratie 33,3 **massaprocent** is. Afgekort gebruiken we hier gewoon het procentteken (dus 33,3%). Merk op dat we dus een andere waarde kunnen vinden voor het volumepercentage (25 vol%) en het massapercentage (33%).

Voorbeeld 1:

1,00 liter wijn bevat 12,0 vol% alcohol. Bereken hoeveel milliliter alcohol er in de fles zit.

Hiervoor gebruiken we weer een verhoudingstabel.

Volume	**1,00 L**	**0,120 L**
Volumeprocent	100 vol%	12,0 vol%

De fles bevat dus 0,120 L alcohol en dat is gelijk aan 120 mL.

Voorbeeld 2:

Aan 120 mL water is 8 mL siroop toegevoegd. Bereken de siroopconcentratie in volumeprocent.

We hebben in totaal 120 + 8 = 128 mL limonade. Dit is het totale volume, oftewel 100 vol%. Als we de verhoudingstabel invullen, vinden we:

Volume	**128 mL**	**8 mL**
Volumeprocent	100 vol%	6,25 vol%

De siroopconcentratie is dus 6,25 vol%.

Voorbeeld 3:

In 250 gram halvarine zit 40% vet. Bereken hoeveel gram vet er in de halvarine zit.

Massa	**250 g**	**100 g**
Massaprocent	100%	40%

Er zit dus 100 gram vet in de halvarine.

Zorg dat je kan rekenen en redeneren met massaprocent en volumeprocent

1. (1p) Op een zak chips staat: “Light chips, slechts 4% vet”. Wat betekent deze 4% precies?
2. Op een bierflesje Rochefort 10 staat 11,3% VOL.
   a. (1p) Leg uit wat dit betekent.
   b. (2p) Het volume van de fles is 33 cL. Bereken hoeveel milliliter van het biertje bestaat uit alcohol.

TESTVERSIE

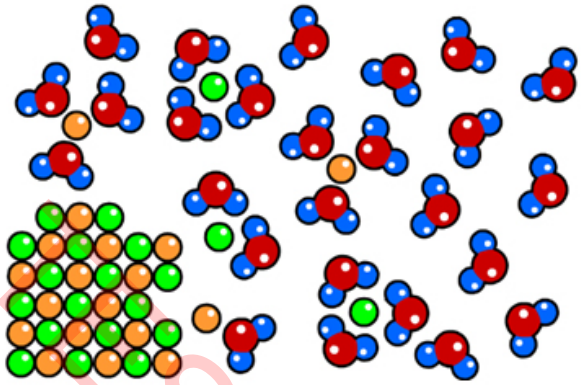
3. (2p) In 450 gram jam zit 160 gram suiker. Bereken de suikerconcentratie van deze jam in massaprocent.
4. (4p) In 80 gram sodaoplossing is 15 gram soda opgelost. Een leerling verdunt deze oplossing met 120 g water. Bereken de sodaconcentratie in zowel de oorspronkelijke als de verdunde oplossing. Druk de concentratie uit in massaprocent.
5. (2p) Een leerling lost 4 gram zout op in een bak met 46 gram water. Bereken de zoutconcentratie in massaprocent?
6. (VWO, 2p) Een leerling wil met een pak met 1,0 kg soda een sodaoplossing maken met 15% soda. Bereken hoeveel kilogram water ze hiervoor nodig heeft.

§4 Oplosbaarheid en oplossnelheid

In deze paragraaf bestuderen we hoeveel gram je maximaal kan oplossen in een vloeistof en bestuderen we van welke factoren de oplossnelheid afhankelijk is.

Oplosbaarheid

Als we zoutkorrels in water leggen, dan trekken de watermoleculen de zoutdeeltjes los uit de zoutkorrels (zie de onderstaande afbeelding). Dit noemen we het **oplossen van zout**. Hoe meer zoutdeeltjes er echter opgelost zijn, hoe groter de kans wordt dat een zo'n zoutdeeltje weer tegen de korrel botst en daar weer aan **vast komt te zitten**. Als de hoeveelheid opgeloste zoutdeeltjes toeneemt, dan kan het gebeuren dat het aantal zoutdeeltjes dat loskomt van de korrel **even groot** wordt als het aantal zoutdeeltjes dat weer aan de korrel **vast komt te zitten**. Het resultaat is dat de zoutkorrel **niet meer kleiner** wordt. De zoutkorrels lossen dan dus niet verder op.



Er zit dus een **maximum** aan de hoeveelheid zout dat in een bepaalde hoeveelheid water kan worden opgelost. Bij een temperatuur van 25 °C kan je bijvoorbeeld maximaal 359 gram zout per liter water oplossen. Deze maximale hoeveelheid noemen we de **oplosbaarheid**. Zout heeft dus een oplosbaarheid van 359 **g/L**. Als je **nog meer** zout toevoegt, dan lost dit niet op, maar blijft het gewoon **op de bodem liggen**. Als de zoutconcentratie onder dit maximum zit, dan noemen we de oplossing **onverzadigd**. Als de limiet bereikt is, dan noemen we de oplossing **verzadigd** (zie de onderstaande afbeelding).

(Afbeelding: Brandon Burghardt; PD)

PROEFVERSIE

De oplosbaarheid van stoffen is afhankelijk van de temperatuur. Voor vaste stoffen, zoals zout of suiker, **neemt de oplosbaarheid toe** als de **temperatuur toeneemt**. We kunnen dus meer van deze stoffen oplossen in warm water dan in koud water. Dit komt omdat bij hogere temperaturen de deeltjes sneller bewegen en de deeltjes dus gemakkelijk los komen.

Ook **gassen** kunnen **oplossen in water**. Je hebt bijvoorbeeld vast wel eens gehoord dat vissen zuurstof filteren uit het water met behulp van hun kieuwen. Dit betekent dus dat er zuurstof opgelost zit in het water. Als de temperatuur van het water toeneemt, dan gaan deze zuurstofmoleculen sneller bewegen en zo ontsnappen ze gemakkelijker uit de vloeistof. Bij gassen zorgt een **hogere temperatuur** dus voor een **lagere oplosbaarheid**.

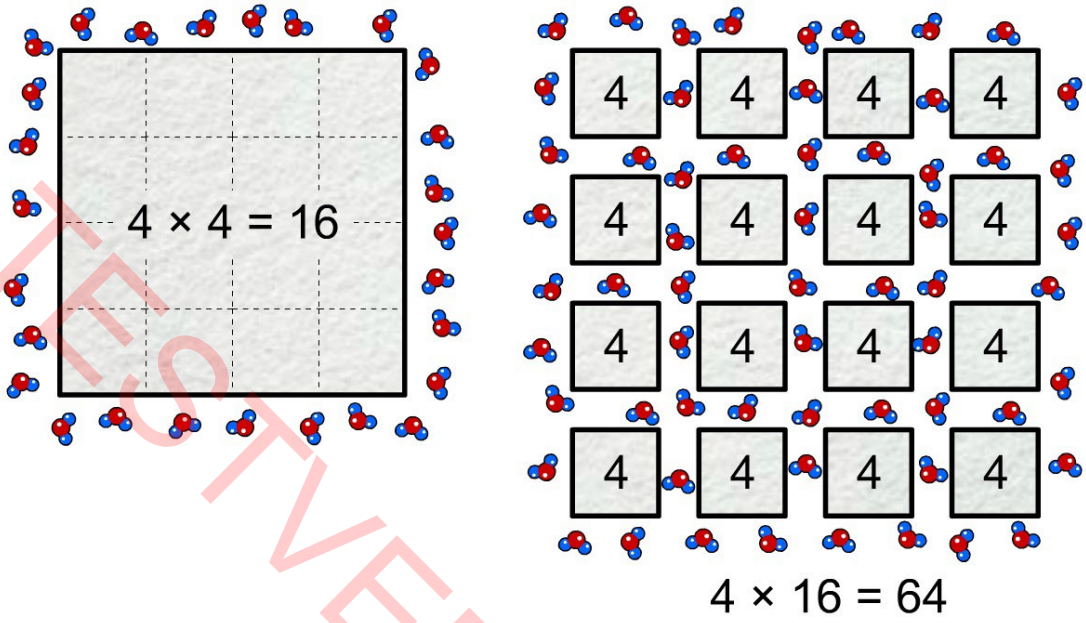
Oplossnelheid

De oplosbaarheid vertelt ons hoeveel stof er maximaal opgelost kan worden, maar het zegt ons niets over **hoe snel** een stof oplost. Er zijn een aantal manieren om de **oplossnelheid** kunnen vergroten:

- door de oplossing te **roeren**.
- door de **temperatuur te verhogen**.
- door de **verdelingsgraad te vergroten**.

Roeren vergroot de oplossnelheid doordat de deeltjes zo beter met elkaar **in aanraking** komen. Als we suiker in water willen oplossen, zorgt roeren ervoor dat water beter in contact kan komen met de suiker. De **temperatuur** verhoogt de oplossnelheid doordat deeltjes met een hogere temperatuur **sneller bewegen**. Als gevolg botsen de waterdeeltjes sneller en krachtiger tegen de suikerdeeltjes.

De laatste factor waarmee we de oplossnelheid kunnen verhogen is de **verdelingsgraad**. De verdelingsgraad vertelt ons hoe goed een stof "**verdeeld**" is. De suikerdeeltjes in poedersuiker zijn bijvoorbeeld in kleinere stukjes verdeeld dan in kristalsuiker. Het gevolg is dat poedersuiker een veel **groter oppervlak** heeft dat in aanraking komt met het water en hierdoor lost het poedersuiker sneller op. In de onderstaande afbeelding wordt dit effect duidelijk. In de linker afbeelding komt zuurstof in aanraking met een blok met 16 centimeter aan omtrek. In de rechter afbeelding is het blok verdeeld in 16 stukken en komt zuurstof in aanraking met 64 centimeter aan omtrek. Dit is 4 keer zo veel!



Roeren en het verhogen van de verdelingsgraad verhogen de oplossnelheid, maar bij deze ingrepen blijft de **oplosbaarheid gelijk**. De stof lost met deze technieken **sneller** op, maar er lost hierdoor **niet een grotere hoeveelheid** stof op. De temperatuur heeft wel effect op zowel de oplosbaarheid als de oplossnelheid. In warm water lost dus **meer suiker** op en het suiker lost ook nog eens **sneller** op.

Invloed op de oplosbaarheid:	**Invloed of de oplossnelheid:**
Temperatuur	Temperatuur
	Roeren
	Verdelingsgraad

TESTVERSIE

Zorg dat je kan redeneren met de oplossnelheid en de oplosbaarheid

1. (2p) Leg met behulp van een schets uit waarom het gemakkelijker is om een berg houtsnippers te verbranden dat het is om een enkel blok hout met hetzelfde volume te verbranden.
2. (4p) Je hebt een net verzadigde oplossing van keukenzout. Je wilt nog meer oplossen. Leg uit welke van de volgende maatregelen hiervoor geschikt zijn:
    a. Roeren
    b. De oplossing afkoelen
    c. Meer water toevoegen
    d. Het zout verpoederen
3. Een persoon maalt suiker fijn en lost het op in water.
    a. (1p) Leg uit of een verzadigde oplossing van poedersuiker zoeter is dan een verzadigde oplossing van suiker.
    b. (1p) Leg uit wat het voordeel is van fijnmalen van suiker bij het oplossen.
4. (2p) In een suikerfabriek wordt de suiker uit gemalen suikerbieten eerst in heet water opgelost. Geef twee redenen waarom men heet water gebruikt en geen koud water.
5. (1p) Vissers weten al eeuwen dat het lastiger is om vissen te vangen als het water warm is. Kan je dit uitleggen aan de hand van de oplosbaarheid van een bepaald gas in water?

Zorg dat je kan rekenen met de oplosbaarheid

6. (2p) Suiker heeft een oplosbaarheid in water van 2000 g/L. Bereken hoeveel gram suiker maximaal kan oplossen in 200 mL water.
7. De oplosbaarheid van soda in water van 25 °C is 295 g/L.
    a. (2p) Bereken hoeveel gram soda je maximaal kan oplossen in 250 mL water van 25 °C.
    b. (3p) Een leerling doet 400 g soda bij 1,5 L water van 25 °C. Leg uit of de leerling een verzadigde of een onverzadigde sodaoplossing heeft gemaakt.
8. De volgende tabel geeft de oplosbaarheid van suiker in water bij verschillende temperaturen.

Temperatuur (°C)	**Oplosbaarheid (g/L)**
0	1750
20	2000
40	2400
60	3250

    a. (2p) Leg uit waarom een hogere temperatuur zorgt voor een hogere oplossnelheid en een hogere oplosbaarheid.
    b. (3p) Teken de grafiek die het verband aangeeft tussen de oplosbaarheid van suiker en de temperatuur.
    c. (3p) Bepaal met behulp van de grafiek hoeveel gram suiker maximaal in 200 mL water van 50 °C oplost.
9. (2p) De oplosbaarheid van soda van 20 °C is 275 g/L. Hoeveel water van 20 °C heb je minimaal nodig om 100 g soda op te lossen.
10. (VWO, 3p) De oplosbaarheid van salmiak bij een temperatuur van 25 °C is 390 g/L. Een leerling ontdekt dat in 100 mL kokend water gemakkelijk 50 gram salmiak op te lossen is. Dan laat de leerling de oplossing afkoelen tot 25 °C. Bereken hoeveel salmiak er op de bodem komt te liggen.

TESTVERSIE

§5 Oefentoets

Mengsels

1 (2p) Beschrijf het verschil tussen een oplossing en een suspensie.

2 (2p) Beschrijf het verschil tussen rook en nevel.

Cola

Een blikje cola staat een minuutje open en heeft een koolstofdioxide-concentratie van 2,0 g/L.

3 (2)p Er zit 330 mL cola in het blikje. Hoeveel gram koolstofdioxide is hierin opgelost?

4 (2p) Toen de cola nog in een blikje zat, stond het onder grote druk. In het blikje zat toen 1,5 gram CO_2. Bereken hoeveel gram per liter de CO_2-concentratie van de cola is afgenomen na het een minuutje te openen.

5 (3p) Een leerling schenkt in één glas koude cola en in een ander glas warme cola (zie de rechter afbeelding). Leg aan de hand van de hoeveelheid schuim uit in welk glas de warme cola zit en in welk glas de oplosbaarheid van CO_2 het grootst is.

Limonade maken

Een leerling maakt een grote kan limonade voor een verjaardag. Ze gebruikt 850 mL siroop en mengt dit met 12,0 L water.

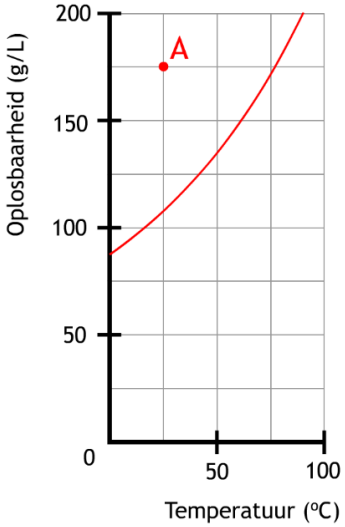
6 (2p) Geef aan of limonade een heterogeen of een homogeen mengsel is. Maak ook een tekening van dit mengsel op atomair niveau.

7 (3p) Bereken het volumepercentage van de siroop in de limonade.

8 (2p) De leerling wil nu 10,0 L limonade maken. Hij vond de limonade uit vraag 4 echter iets te sterk. De nieuwe limonade moet een volumepercentage hebben die de helft is van de limonade uit vraag 4. Bereken hoeveel liter water er in dat geval nodig is.

Een zoutoplossing

Een leerling wil een zoutoplossing maken met een concentratie en een temperatuur gegeven door punt A in het rechter diagram. Om dit voor elkaar te krijgen doet de leerling 180 gram zout in 1,0 L water. In het diagram vinden we ook een grafiek voor de oplosbaarheid van zout bij verschillende temperaturen.



9 (1p) De leerling begint het mengsel te roeren. Het lukt hem hiermee echter niet om al het zout op te lossen. Waar is het roeren wel goed voor?

10 (1p) De leerling kan het zout wel geheel laten oplossen door de temperatuur van het mengsel te verhogen. Bij welke temperatuur is al het zout voor het eerst opgelost?

11 (1p) De leerling kan het zout ook geheel oplossen door meer water bij het mengsel te gieten. Bij welke concentratie is al het zout voor het eerst opgelost?

12 (2p, VWO) Bereken hoeveel water de leerling hiervoor moet toevoegen.

Concentratie

13 (2p) In zeewater zit gemiddeld 50 g/L zout. In een groot zeeaquarium zit 30 kubieke meter zeewater. Hoeveel kilogram zout is er totaal in dit aquarium opgelost?

14 (2p, HAVO) In een liter water is 150 gram suiker opgelost. Hoeveel gram suiker zit er in 25 mL van deze oplossing?

15 (2p, VWO) In een bak zit 2 liter sodaoplossing waarin 20 gram soda is opgelost. Er wordt water toegevoegd totdat de concentratie is gedaald tot 8 g/L. Hoeveel liter water is aan de oplossing toegevoegd?

Oplossing of suspensie

Een leerling heeft een pot gele verf gekocht om zijn kamer mee te schilderen.

16 (1p) Leg uit hoe je kan zien of verf een oplossing is of een suspensie.

17 (2p) Verklaar deze eigenschap aan de hand van de deeltjes waaruit de verf bestaat. Doe dit door middel van een tekening en een duidelijke uitleg.

TESTVERSIE

Hoofdstuk 3
Scheidingsmethoden

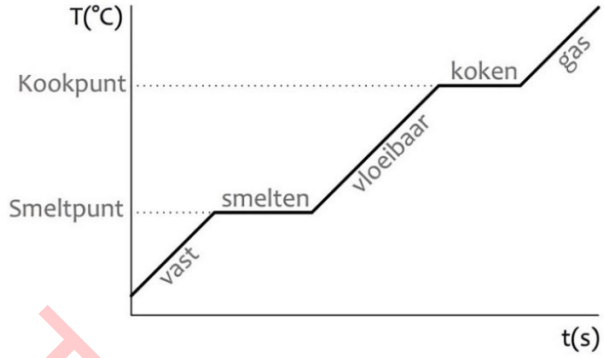
§1 Zuivere stoffen en mengsels

In deze paragraaf gaan we het verschil tussen zuivere stoffen en mengsels bespreken. We gaan ook een techniek leren waarmee we kunnen bepalen of een stof zuiver is of niet.

Chemische samenstelling (mg/L)	
Natrium (Na^+)	17,17
Kalium (K^+)	3,1
Magnesium (Mg^{2+})	41,65
Calcium (Ca^{2+})	134,3
Fluor (F^-)	0,04
Chloor (Cl^-)	8
Sulfaat (SO_4^{2-})	8,61
Waterstofcarbonaat (HCO_3^-)	732

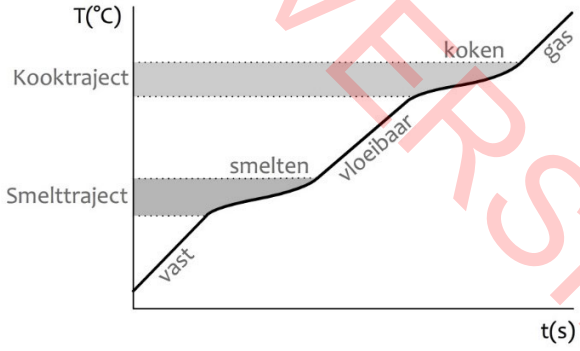
Als een bepaald materiaal uit **één soort stof** bestaat, dan noemen we dit materiaal **zuiver**. Helemaal zuiver zijn stoffen eigenlijk nooit, maar er zijn een aantal stoffen die redelijk in de buurt komen. Denk bijvoorbeeld aan een suikerklontje of een stuk koperdraad. Als een materiaal uit **meerdere stoffen** bestaat, dan noemen we dit een **mengsel**. Een voorbeeld van een mengsel is beton. Dit is een mengsel van water, zand, cement en grind. Zelfs het water uit de kraan is een mengsel. Hieronder zien we een label van een flesje mineraalwater. Op dit label staat dat er in het water allerlei stoffen zijn opgelost, zoals calcium, magnesium en natrium.

We kunnen met een simpel experiment bepalen of een materiaal een zuivere stof of een mengsel is. Neem bijvoorbeeld de zuivere stof tin. Als we deze stof geleidelijk verwarmen, dan begint het te smelten bij een temperatuur van 232 °C. Gedurende de periode waarin het tin aan het smelten is, blijft de temperatuur 232 °C. We noemen dit het **smeltpunt** van tin (zie de onderstaande afbeelding).



De reden dat de temperatuur tijdens het smelten niet hoger wordt, is omdat de warmte tijdens het smelten niet gebruikt wordt om het tin te laten smelten, maar om de sterke **bindingen** tussen de tin-atomen te **verbreken**. Dit is nodig om het tin vloeibaar te maken. Als je de temperatuur van tin verhoogd tot 2602 °C, dan begint het te koken. Ook hier zien we dat de temperatuur constant blijft tot het moment dat al het tin is verdampt.

Als we een mengsel verwarmen, dan zien we een ander patroon. Omdat de verschillende stoffen in een mengsel allemaal andere smeltpunten hebben, is er **geen eenduidig smeltpunt**. Als gevolg blijft de temperatuur tijdens het smelten en het koken **niet constant**. De temperatuurstijging tijdens het smelten noemen we het **smelttraject** en de temperatuurstijging tijdens het koken het kooktraject (zie de onderstaande afbeelding).



Door te achterhalen of een stof een smeltpunt of een smelttraject heeft, kunnen we dus bepalen of een stof een zuivere stof of een mengsel is!

TRIOVERSIE

Zorg dat je kan aantonen of een stof een zuivere stof of een mengsel is

1. (8p) Leg voor elk van de volgende stoffen uit of het een mengsel of een zuivere stof is:
    a. Suiker
    b. Mineraalwater
    c. Lucht
    d. Bloed
    e. Koper
    f. Alcohol
    g. IJsthee
    h. Melk
2. (1p) Beschrijf een experiment waarmee je kan bepalen of een stof zuiver is of een mengsel.
3. Een leerling wil weten of margarine een zuivere stof is of een mengsel. Ze smelt margarine en laat het daarna afkoelen in een koelkast. Tijdens het afkoelen meet ze elke minuut de temperatuur. Ze schrijft haar metingen op in een tabel:

t(min.)	T(°C)
0	60
1	51
2	42
3	33
4	30
5	27
6	25
7	15

    a. (4p) Bepaal het smeltpunt of het smelttraject van margarine.
    b. (1p) Leg aan de hand van de metingen uit of margarine een mengsel of een zuivere stof is.

TESTVERSIE

§2 Bezinken en filtreren

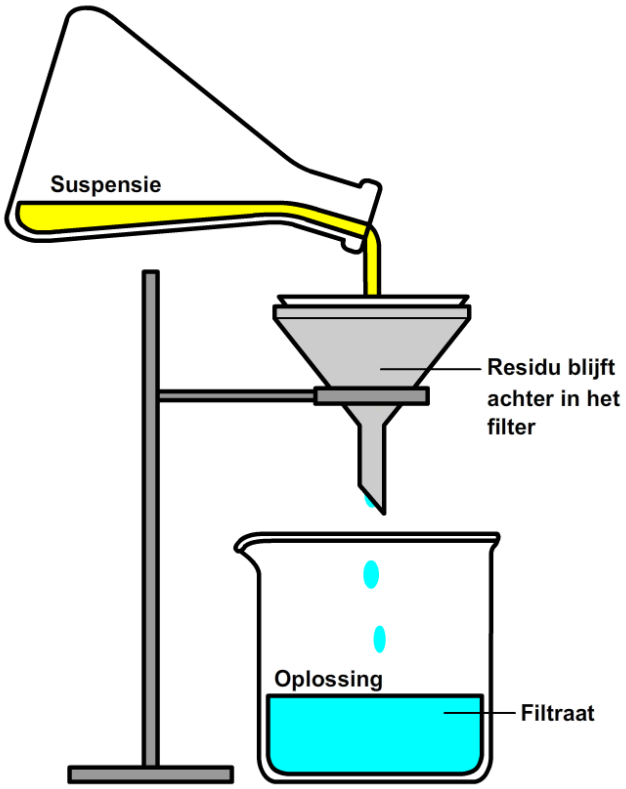
In de rest van het hoofdstuk gaan we verschillende scheidingsmethoden bespreken waarmee we de stoffen in een mengsel kunnen scheiden.

Het is gemakkelijk om van twee zuivere stoffen een mengsel te maken, maar het omgekeerde is vaak lastiger. Stel je mengt suiker en meel. In dat geval komen vele duizenden suikerkorrels en meelkorrels door elkaar te liggen. Het lijkt misschien een onmogelijke taak om deze stoffen weer te scheiden, maar toch bestaan er een aantal technieken om dit te doen. We noemen dit **scheidingsmethoden**.

De simpelste scheidingsmethode wordt **bezinken** genoemd. Stel we hebben een mengsel van zand en water. Om dit mengsel voor een deel te scheiden hebben we alleen een beetje geduld nodig. Omdat zand een **grotere dichtheid** heeft dan water, zakt het na verloop van tijd vanzelf naar de bodem (zie de rechter afbeelding). De stof die op de bodem komt te liggen—in dit geval het zand—noemen we het **bezinksel**.

(Afbeelding: Tummers77; CC BY-SA 4.0)

Een andere bekende scheidingsmethode wordt **filtreren** genoemd. Hiermee kunnen we **suspensies** scheiden. Een filter is een stukje papier met daarin **microscopische gaatjes** waar losse deeltjes gemakkelijk doorheen gaan, maar waar de **klontjes** in een suspensie in **blijven steken**. In de onderstaande afbeelding zien we een gele suspensie die in een filter wordt geschonken. De gele korrels blijven in het filter hangen, terwijl de waterdeeltjes gemakkelijk door het filter stromen en in het bekerglas terecht komen. Bij deze scheidingsmethode wordt dus gebruik gemaakt van het **verschil in grootte** van de verschillende stoffen in het mengsel. De stof die achter blijft in het filter noemen we het **residu**. De stof die door het filter stroomt noemen we het **filtraat**.



Een **mondkapje** is ook een voorbeeld van een filter. Lucht gaat moeiteloos door dit filter heen, omdat dit gas uit losse deeltjes bestaat. Rookdeeltjes blijven bijvoorbeeld in het filter hangen, omdat deze stoffen uit grotere klontjes met vele deeltjes bestaan (rook bestaat uit stukjes vaste stof). Op deze manier kunnen we ademen zonder deze rookdeeltjes binnen te krijgen. Het nadeel van een mondkapje is dat schadelijke gassen wel gewoon door het filter heen kunnen. Hiertegen beschermt een mondkapje dus niet.

Zorg dat je kan redeneren met het scheiden van suspensies door middel van bezinken en filtratie

1. Leg uit of je de volgende mengsels kan scheiden met filtratie. Benoem ook telkens wat het residu is en wat het filtraat.
    a. (2p) Een mengsel van suiker en water
    b. (2p) Een mengsel van meel en water
    c. (2p) Een mengsel van limonadesiroop en water
    d. (3p) Een mengsel van suiker en meel (je mag water toevoegen)
    e. (2p) Een mengsel van zout en suiker (je mag water toevoegen).
2. (2p) In een bekerglas met een flinke hoeveelheid water doet men een beetje zout, krijt en zand. Het geheel wordt goed geroerd en gefiltreerd. Leg uit waaruit het filtraat bestaat en waaruit het residu bestaat.

TESTVERSIE

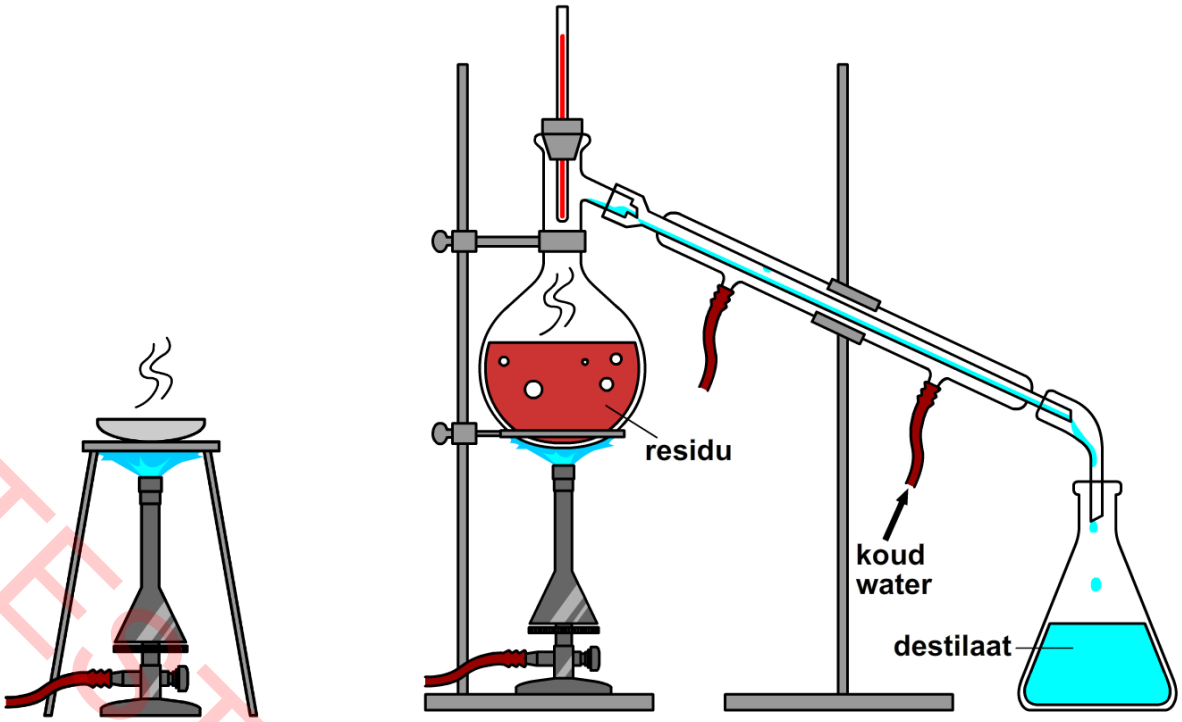
§3 Indampen en destilleren

In deze paragraaf gaan we nog twee scheidingsmethoden bestuderen, genaamd indampen en bezinken.

In de vorige paragraaf hebben we geleerd dat we suspensies kunnen scheiden met een filter. In het geval van een **oplossing** gaat dit echter niet lukken. Een oplossing bestaat immers uit allemaal losse deeltjes en die gaan dus allemaal door het filter. We hebben in dat geval dus een andere scheidingsmethode nodig.

De simpelste manier om een oplossing te scheiden wordt **indampen** genoemd. Indampen is het verhitten van een oplossing, zodat één stof in de oplossing **verdampt**, terwijl de andere **achterblijft** (zie de onderstaande linker afbeelding). Neem bijvoorbeeld zeewater. Als we zeewater aan de kook brengen, dan zal het water verdampen, maar het zout niet. Zout heeft namelijk een kookpunt van wel 1413 °C! Bij deze techniek maken we dus gebruik van het **verschil in kookpunt** om verschillende stoffen te scheiden.

Bij indampen van zeewater hou je zout over, maar wat als je nu juist het water wilt hebben? Bijvoorbeeld om drinkwater van zeewater te maken. In dat geval gebruiken we een scheidingsmethode die **destillatie** wordt genoemd. Bij destillatie vangen we de verdampte stof op in een afgekoelde buis. De lage temperatuur van deze buis zorgt ervoor dat de verdampte stof gemakkelijk condenseert. De druppels die hierbij ontstaan glijden door de buis naar beneden en worden opgevangen in een erlenmeyer (zie de onderstaande rechter afbeelding). De stof die achter blijft noemen we wederom het **residu**. De stof die opgevangen wordt noemen we het **destillaat**.



Destillatie kan bijvoorbeeld gebruikt worden om (bijna) zuivere alcohol uit wijn te halen. Wijn bestaat voor het grootste gedeelte uit water en alcohol. Water heeft een kookpunt van 100 °C en alcohol van 78 °C. Als we de wijn verhitten **tussen deze twee kookpunten in**, dan verdampt de alcohol wel, maar het water niet. Op deze manier kan je bijna pure alcohol verkrijgen. Pure alcohol is een brandstof en kan met een lucifer in brand worden gestoken.

Zelfs als we kraanwater destilleren blijft er een residu achter (zie de onderstaande afbeelding). Het residu bestaat voornamelijk uit **kalk**. Dit zelfde proces zorgt bijvoorbeeld voor kalkaanslag in de badkamer. Het water dat we opvangen bij de destillatie van water noemen we **gedestilleerd water**. Dit is (bijna) **zuiver water**.

Zorg dat je kan redeneren met het scheiden van stoffen met behulp van indampen en destillatie

1. (1p) Melkpoeder wordt gemaakt door o.a. melk te destilleren. Noem een voordeel van melkpoeder boven gewone vloeibare melk.
2. (2p) Welke twee faseovergangen vinden bij destillatie plaats?

TESTEXEMPLAAR

3. (2p) Leg uit wat het verschil is tussen kraanwater en gedestilleerd water.
4. Een mengsel van aceton en alcohol wordt gedestilleerd.
    a. (1p) Tot welke temperatuur moet je het mengsel hiervoor verwarmen? (Maak hier gebruik van informatie uit BINAS)
    b. (1p) Welke stof wordt het destillaat en welke het residu?
    c. (1p) Leg uit of je met dit experiment geheel zuivere stoffen krijgt.
5. (1p) Lucht is een mengsel van vooral zuurstof en stikstof. Deze gassen hebben een verschillend kookpunt. Leg uit hoe je deze twee stoffen kunt scheiden.
6. (2p) De waterkringloop beschrijft de cyclus waarbij water uit de zee verdampt, als regen neervalt op land en via rivieren weer terugstroomt naar de zee. Leg uit waarom (een deel) van dit proces met destillatie vergeleken wordt.
7. (1p) De Dode Zee heeft een extreem hoog zoutgehalte. Leg uit hoe dit komt en vertel op welke scheidingsmethode dit proces het meest lijkt.

§4 Extraheren, adsorptie en chromatografie

In deze paragraaf gaan we nog twee scheidingsmethoden bestuderen, genaamd extraheren en adsorptie.

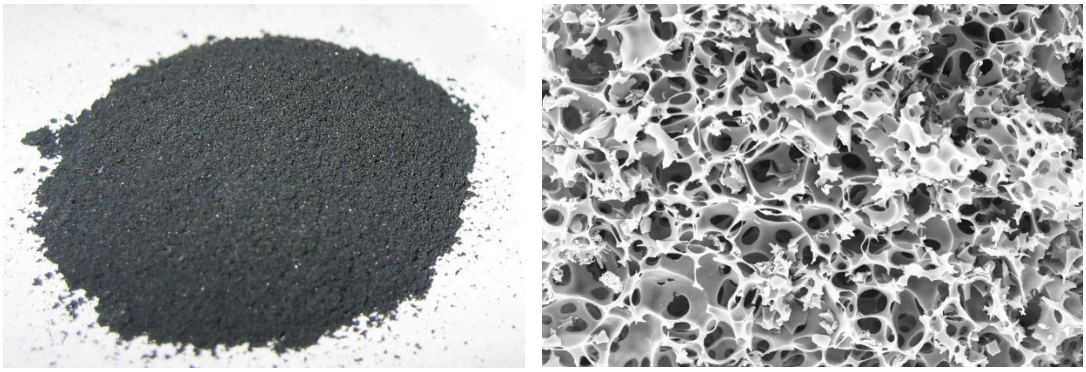
Een andere scheidingsmethode wordt **extraheren** genoemd. Extraheren werkt als één van de stoffen in een mengsel **oplosbaar** is en de andere niet. In zoutmijnen zit zout bijvoorbeeld vaak vast in poreuze stenen. Als we het zout uit de stenen willen verwijderen, dan voegen we eerst warm water toe. Het zout lost op in dit water, maar het steen natuurlijk niet.

We zijn ook aan het extraheren als we een theezakje in heet water dopen. Een aantal stoffen uit de theeblaadjes lost op in het water, terwijl andere stoffen achterblijven (zie de onderstaande linker afbeelding). Merk op dat het theezakje ook dient als een filter, waar de theeblaadjes niet doorheen kunnen. In de rechter afbeelding zien we een theezakje in koud water en een theezakje in warm water. Zoals je kan zien werkt extraheren beter bij **hogere temperatuur**. Dit komt omdat deeltjes bij hogere temperatuur **sneller bewegen**.

(Afbeelding: Pixabay; PD)

TESTVERSIE

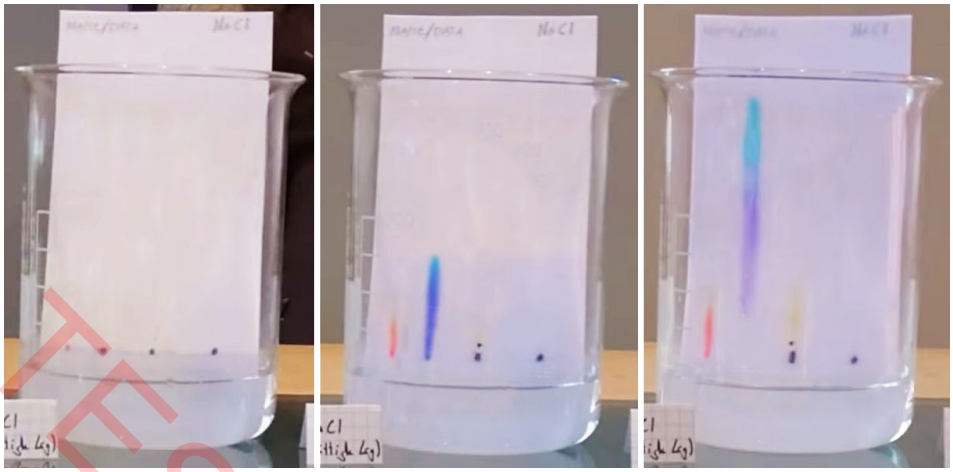
Een andere scheidingsmethode wordt **adsorptie** genoemd (niet te verwarren met "absorptie"). Adsorptie is het proces waarbij moleculen zich **hechten** aan een andere stof. Het bekendste adsorptiemiddel is **actieve kool**. Dit is een zwart poeder waarin vele microscopische poriën zitten (zie de onderstaande afbeelding). Sommige stoffen blijven in deze poriën vastzitten.



(Afbeelding: Ravedave; CC BY 2.5 / SomnathWiki007; CC BY 4.0)

Actieve kool wordt bijvoorbeeld gebruikt bij het **verwijderen van kleurstoffen**. Denk bijvoorbeeld aan het wit maken van bruine suiker. Actieve kool wordt ook gebruikt in gasmaskers. Sommige gasmoleculen die schadelijk voor ons zijn of onprettig ruiken, blijven namelijk in de poriën van het actieve kool steken.

De laatste scheidingsmethode van dit hoofdstuk wordt **chromatografie** genoemd. Hieronder zien we een strookje papier met daarop een paar stippen gemaakt met een viltstift. Het strookje is in water geplaatst en het water trekt langzaam door het papier omhoog. Omdat de verschillende stoffen in de stip **meer of minder goed oplossen** en ook **meer of minder goed aan papier adsorberen**, zullen de verschillende stoffen in verschillende mate door het water mee omhoog worden getrokken. Als gevolg worden de verschillende stoffen van elkaar gescheiden.



(Afbeelding: RolandKrebs; CC BY 3.0)

Als je de hoogte die een bepaalde stof bereikt deelt door hoe hoog het water komt vanaf de stip, dan vind je de zogenaamde **R_f-waarde**. In formuletaal ziet dit er als volgt uit:

$$R_f = \frac{\text{hoogte van stof}}{\text{hoogte van water}}$$

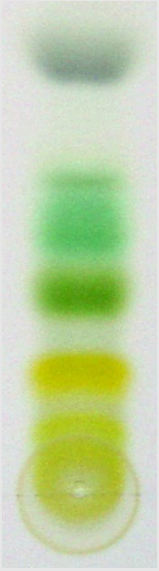
Elke stof heeft zijn eigen R_f-waarde en aan de hand van deze waarde kunnen we dus de stof achterhalen. De meeste stoffen komen niet netjes op één hoogte uit, maar vormen een vlek op het papier. Je meet in dat geval de hoogte tot aan het midden van de vlek.

Zorg dat je kan redeneren met het scheiden van stoffen met behulp van extraheren, adsorptie en chromatografie

1. In sommige plekken in Nederland vinden we onder de grond poreus steen dat gevuld is met zout. Om dit zout te verkrijgen pompen we water naar deze stenen, zodat het zout erin oplost.
    a. (1p) Welke scheidingsmethode is hier gebruikt?
    b. (1p) Wat moeten we daarna doen om het zout van deze oplossing te scheiden?

TESTVERSIE

2. (2p) Welke twee scheidingsmethoden pas je toe als je een theezakje in je kop thee doet?
3. Bij bereiding van suiker uit suikerbieten worden de suikerbieten eerst in fijne reepjes gesneden. Vervolgens worden ze in een bak met heet water gedaan.
    a. (1p) Waarom worden de bieten eerst fijngesneden?
    b. (1p) Daarna worden de suikerbieten in heet water gedaan. Welke scheidingsmethode wordt hier toegepast?
    c. (2p) Noem twee voordelen van het gebruik van heet water?
    d. (1p) Hoe kun je de suiker daarna uit de oplossing verkrijgen?
4. In sommige steden in Azië lopen mensen geregeld met mondkapjes om zich te beschermen tegen luchtverontreiniging.
    a. (1p) Welke scheidingsmethode wordt hier gebruikt?
    b. (1p) Tegen welk soort luchtverontreiniging beschermen deze kapjes?
    c. (1p) Tegen welke soort luchtverontreiniging beschermen deze kapjes niet?
    d. (1p) Een gasmasker beschermt ook tegen sommige gassen. Hoe doet een gasmasker dat?
5. (1p) Waarom moet de vulling van een gasmasker na verloop van tijd vernieuwd worden?
6. In de afbeelding in het hoofdstuk zien we het chromatogram van een paar kleuren viltstift. Met viltstift is een stip op een strookje papier gezet en dit strookje is in het water gedaan.
    a. (2p) Leg uit welke drie scheidingsmethoden bij dit proces een rol spelen.
    b. (3p) Bereken de R_f-waarde van de paarse stof in de tweede stip. Neem aan dat het water even hoog is opgeklommen als de lichtblauwe stof in deze stip.
7. (4p) In de rechter afbeelding is chromatografie toegepast om de componenten te scheiden van een plantextract. De twee groene kleuren zijn twee typen chloroplasten. Dit is de stof die ervoor zorgt dat planten via fotosynthese zonlicht kunnen omzetten in energie. Bepaal de R_f-waarde van beide chloroplasten. Ga ervan uit dat het water tot de bovenkant van de afbeelding is opgeklommen.



(Afbeelding: Flo~commonswiki; CC BY-SA 2.5)

TESTVERSIE

§5 Oefentoets

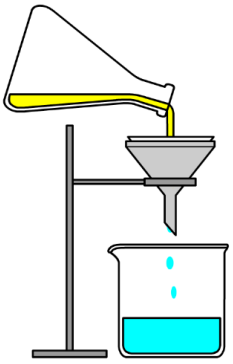
Water zonder kalk

Een simpele manier om kalk uit water te verwijderen is door een lege kom in een pan met kokend water te plaatsen. Op de deksel van de pan worden ijsklontjes gelegd (zie de afbeelding hiernaast). Op den duur vult de kom zich dan met zacht water (zonder kalk). Dit water kan je dan bijvoorbeeld gebruiken in een strijkijzer.

1 (1p) Leg uit welke scheidingsmethode is toegepast om het water te ontkalken.
2 (1p) Leg uit waarom de ijsklontjes op de deksel het proces versnellen.

Filtreren

Een leerling heeft een mengsel van suiker en meel. De massa van het mengsel is 45 gram en de leerling wil weten hoeveel gram suiker hierin zit. De leerling doet het mengsel in warm water en na een tijdje roeren giet ze het mengsel in een filter (zie de rechter afbeelding).



3 (1p) Leg uit waarom water gebruikt wordt om de suiker en de meel te scheiden.
4 (2p) Leg uit waarom het handig is om warm water te gebruiken.
5 (1p) Leg uit waarom het handig is om te roeren.
6 (2p) Geef in de rechter afbeelding aan waar het filtraat en waar het residu zich bevindt.

7 (2p) Welke stoffen zitten er in het filtraat en welke in het residu?
8 (2p) In het bekerglas is een suikeroplossing ontstaan. Welke scheidingsmethode kan de leerling nu gebruiken om de suiker te scheiden van de oplossing, zodat de suiker gewogen kan worden? Geef de naam van deze methode en leg uit welke stofeigenschap van het suiker en het water wordt gebruikt om deze methode te kunnen toepassen.
9 (2p) De leerling weegt een leeg bekerglas. De massa van het lege bekerglas is 23,7 g. Als ze de suiker toevoegt weegt het bekerglas 31,5 g. Bereken met gegevens uit deze opgave de massa van het meel en van het suiker.
10 (1p) Bereken het massapercentage suiker dat in het oorspronkelijke mengsel zat.

Chocolade

Een leerling wil onderzoeken of chocolade een zuivere stof is of een mengsel. Om hier achter te komen breekt hij de chocolade in stukjes en verwarmt het terwijl hij roert. Elke minuut meet hij de temperatuur en de metingen zet hij in de onderstaande tabel:

t (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
T (°C)	18	27	36	38	40	42	51	60	69

11 (3p) Maak een diagram van de metingen van de leerling en bepaal hiermee het smeltpunt of het smelttraject van chocolade.
12 (1p) Leg uit welke conclusie de leerling kan trekken uit dit experiment.

Vloeibare lucht

13 Stikstof heeft een kookpunt van -196 ℃ en zuurstof heeft een kookpunt van -183 ℃. Door lucht sterk af te koelen, kan je lucht dus vloeibaar maken. Deze vloeibare lucht kan je dan destilleren. Met destillatie kan de zuurstof en de stikstof dan gescheiden worden. Leg uit welk van deze stof het destillaat vormt en welke het residu.

Wijn

Bij het maken van rode wijn worden druiven eerst gekneusd tot most. Aan deze most wordt gist toegevoegd. De gist zorgt ervoor dat de suiker ($C_6H_{12}O_6$) in de most wordt omgezet tot alcohol (C_2H_5OH). Voor de vergisting wordt de most samen met de gist in een vat gebracht. Een eiken vat geeft hierbij het beste resultaat. Zo'n vat geeft namelijk de lekkerste geur- en smaakstoffen aan de wijn af. Na het gisten worden de vaste stoffen gescheiden van de vloeistof. De vloeistof wordt opnieuw in een vat gebracht om te rijpen. Sommige wijnmakers gebruiken roestvrij stalen vaten voor het rijpen van de wijn. Om toch de geur- en smaakstoffen te krijgen voegen ze er houtspaanders aan toe. De wijn is dan sneller op smaak dan in een eiken vat.
14 (1p) Van welke scheidingsmethode wordt gebruik gemaakt bij de afgifte van geur- en smaakstoffen aan de wijn uit het hout?
15 (1p) Welke scheidingsmethode ligt het meest voor de hand om de vaste stoffen in de wijn te scheiden van de vloeistof?

(Bron: Examen VMBO-TL 2007-1)

Goud

(1) Op sommige plaatsen kunnen stukjes goud gemakkelijk gewonnen worden door goud-bevattend zand uit te wassen. (2) De kleine stukjes goud zakken als eerst naar de bodem, terwijl het zand langer blijft zweven en met het water kan worden verwijderd. (3) Deze methode werkt niet als goud vastzit in gesteente. (4) In dat geval wordt er kwik toegevoegd aan het gesteente. (5) Bijna alle metalen (inclusief goud) lossen op in kwik, maar gesteente niet. (6) Vervolgens wordt het verkregen mengsel van goud en kwik verwarmd, totdat het kwik verdampt en het goud overblijft. (7) De kwikdamp vangt men op en laat men afkoelen, zodat het opnieuw gebruikt kan worden.
16 (3p) Noem alle scheidingsmethoden die genoemd zijn in de tekst en schrijf op in welke zin deze methoden genoemd worden (Let op: niet in elke zin staat een scheidingsmethode).

(Bron: Examen VMBO-TL 2006-1)

TESTVERSIE

Hoofdstuk 4
Atomen en moleculen

§1 Het periodiek systeem

In dit hoofdstuk gaan we kijken naar de verschillende stoffen waar de wereld uit bestaat. Het blijkt dat de wereld bestaat uit 118 verschillende atomen. Deze atomen kunnen gecombineerd worden tot zogenaamde metaalroosters, moleculen en zouten. De eerste twee bespreken we in dit hoofdstuk en zouten in het volgende hoofdstuk. In deze paragraaf beginnen we met het bestuderen van atomen.

De wereld bestaat uit **miljoenen soorten stoffen**, maar al deze stoffen blijken te bestaan uit een combinatie van slechts **118 soorten** kleine bolvormige deeltjes die we **atomen** noemen. Elk van de 118 atoomsoorten heeft een **naam** en een **symbool**. Dit symbool bestaat uit een hoofdletter en in sommige gevallen ook een kleine letter. Al deze symbolen staan in de onderstaande tabel, genaamd het **periodiek systeem der elementen**. De atoomsoorten die grijs zijn weergegeven noemen we **metalen**. De atoomsoorten die blauw zijn weergegeven noemen we **niet-metalen** (de atomen in de witte vlakjes worden metalloïden genoemd en zitten qua eigenschappen tussen metalen en niet-metalen in).

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

De atoomsoorten en de bijbehorende symbolen in de onderstaande tabel moet je uit het hoofd kennen.

Metalen		**Metalen**		**Niet-metalen**		**Niet-metalen**	
Natrium	Na	Koper	Cu	Waterstof	H	Broom	Br
Kalium	K	Zilver	Ag	Koolstof	C	Jood	I
Magnesium	Mg	Goud	Au	Stikstof	N	Helium	He
Calcium	Ca	Zink	Zn	Fosfor	P	Neon	Ne
Chroom	Cr	Aluminium	Al	Zuurstof	O	Argon	Ar
IJzer	Fe	Tin	Sn	Zwavel	S		
Nikkel	Ni	Lood	Pb	Fluor	F		
Platinum	Pt	Kwik	Hg	Chloor	Cl		

Zorg dat je de namen en symbolen kent van de atoomsoorten uit de tabel

1. Ga naar deze opdracht op de website en speel de twee programma's uit (of maak de twee opdrachten op de volgende bladzijden)

TESTVERSIE

Vul de symbolen in behorende bij de volgende elementen:

Koper
Metaal

Symbool: ……..

Calcium
Metaal

Symbool: ……..

Zuurstof
Niet-metaal

Transparent gas

Symbool: ……..

Zilver
Metaal

Symbool: ……..

Magnesium
Metaal

Symbool: ……..

Lood
Metaal

Symbool: ……..

IJzer
Metaal

Symbool: ……..

Chroom
Metaal

Symbool: ……..

Goud
Metaal

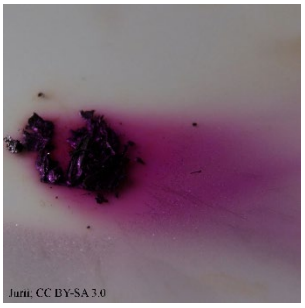
Symbool: ……..

Stikstof
Niet-metaal

Transparent gas

Symbool: ……..

Jood
Niet-metaal



Symbool: ……..

Koolstof
Niet-metaal

Symbool: ……..

Neon
Niet-metaal

Transparent gas

Symbool: ……..

Chloor
Niet-metaal

Symbool: ……..

Helium
Niet-metaal

Transparent gas

Symbool: ……..

Aluminium
Metaal

Symbool: ……..

TESTVERSIE

Zwavel
Niet-metaal

Symbool: ……..

Broom
Niet-metaal

Symbool: ……..

Argon
Niet-metaal

Transparent gas

Symbool: ……..

Tin
Metaal

Symbool: ……..

Natrium
Metaal

Symbool: ……..

Nikkel
Metaal

Symbool: ……..

Fosfor
Niet-metaal

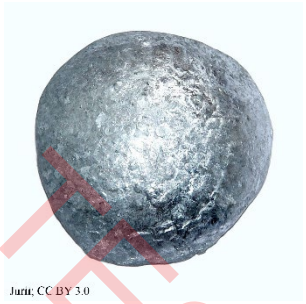
Symbool: ……..

Waterstof
Niet-metaal

Transparent gas

Symbool: ……..

Zink
Metaal



Symbool: ……..

Fluor
Niet-metaal

Symbool: ……..

Platinum
Metaal

Symbool: ……..

Kalium
Metaal

Symbool: ……..

Kwik
Metaal

Symbool: ……..

TESTVERSIE

Vul de volgende tabel aan:

Symbool	Element
Fe	
Ni	
F	
Pb	
K	
Br	
Cl	
Zn	
Al	
S	

Symbool	Element
Na	
Hg	
C	
Au	
Sn	
N	
Ne	
Mg	
P	
O	

Symbool	Element
Cr	
He	
Cu	
Ag	
Ca	
H	
I	
Pt	
Ar	

§2 Metalen

In deze paragraaf bestuderen we een aantal eigenschappen van metalen.

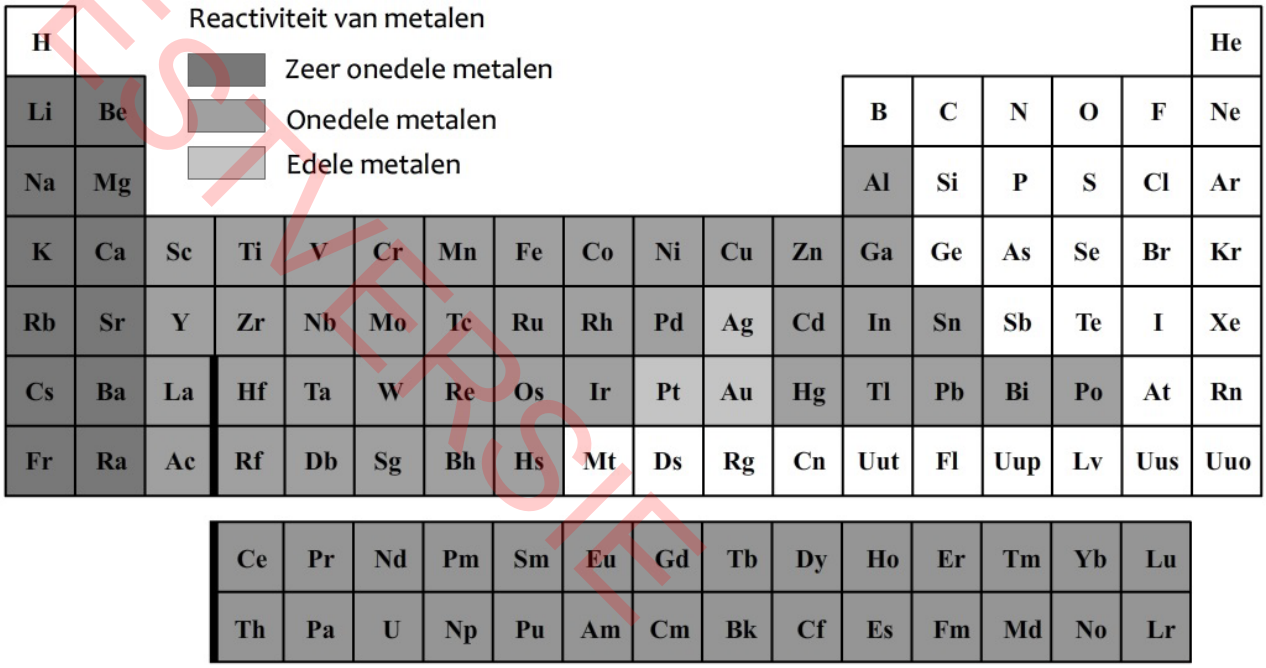
Metalen zijn te herkennen aan de volgende stofeigenschappen:

- Ze glimmen als ze gepolijst zijn.
- Ze zijn buigbaar.
- Ze zijn goede geleiders van warmte en elektriciteit.
- Ze zijn vast bij kamertemperatuur (behalve kwik).

Daarnaast is het ook waar dat de meeste metalen grijs zijn, maar zeker niet allemaal. De bekendste uitzonderingen zijn goud (geel) en koper (oranje, zie de eerste afbeelding aan de rechterzijde). Het metaal kwik is ook een uitzondering, omdat vloeibaar is bij kamertemperatuur (zie de tweede afbeelding). Je kwik tegenwoordig niet meer kopen, omdat het erg giftig is. We moeten het daarom dus even doen met het filmpje op de website.

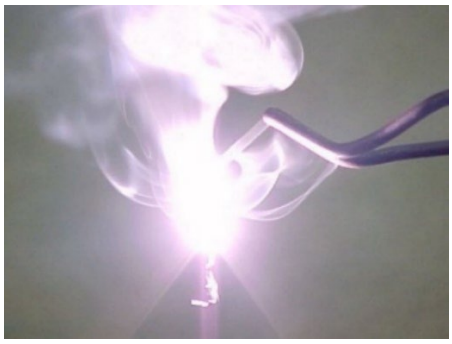
(Afbeelding: images-of-elements.com; CC BY-SA 3.0; Marmall4; CC BY 3.0)

In de onderstaande afbeelding zijn de metalen in het periodiek systeem in het grijs aangegeven.



TESTVERSIE

De metalen in de eerste linker twee kolommen van het periodiek systeem worden de **zeer onedele metalen** genoemd. Deze metalen zijn extreem **reactief**. De stoffen in de eerste kolom reageren bijvoorbeeld heftig met water en zuurstof. Een voorbeeld is het metaal natrium. In het filmpje op de website kan je deze reactie zien. De metalen in de tweede kolom reageren iets minder heftig, maar als ze worden verwarmd, reageren ze behoorlijk met zuurstof. Hieronder zien we bijvoorbeeld een foto van de verbranding van magnesium (op de website is ook een filmpje te vinden). Deze chemische reactie zorgt voor een fel wit licht.



Zeer onedele metalen komen we **nooit** in elementaire vorm tegen **in de natuur**. Dit is goed te begrijpen, omdat ze zo gemakkelijk reageren met stoffen als water en zuurstof.

Het reageren van een metaal met zuurstof noemen we **oxideren**. Het bekendste voorbeeld hiervan zijn we al eerder tegengekomen: de **oxidatie van ijzer**. We noemen dit ook wel **roesten**. Een ander bekend voorbeeld is het **oxideren van koper**, ook wel **patina** genoemd. Patina is lichtgroen. Het Vrijheidsbeeld is hier bijvoorbeeld van gemaakt (zie de afbeelding rechtsonder).

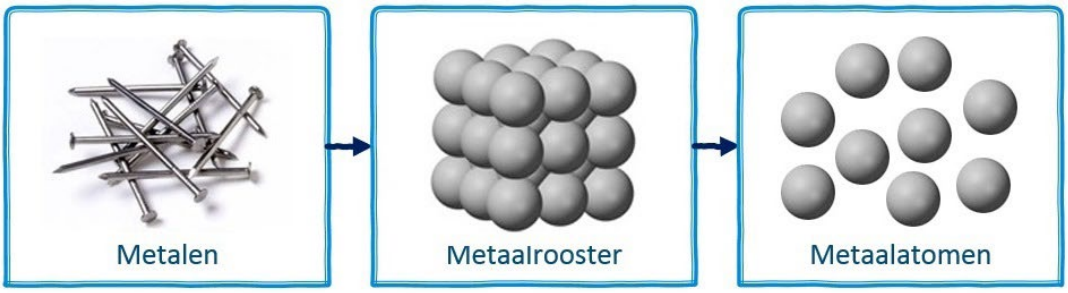
(Afbeelding: Dudva; CC BY-SA 4.0)

De stoffen **zilver** (**Ag**), **goud** (**Au**) en **platinum** (**Pt**) worden de edele metalen genoemd. Deze metalen reageren niet of nauwelijks met andere stoffen. De overige metalen noemen we de onedele metalen. Deze metalen zijn wel reactief, maar deze reacties verlopen meestal langzaam.

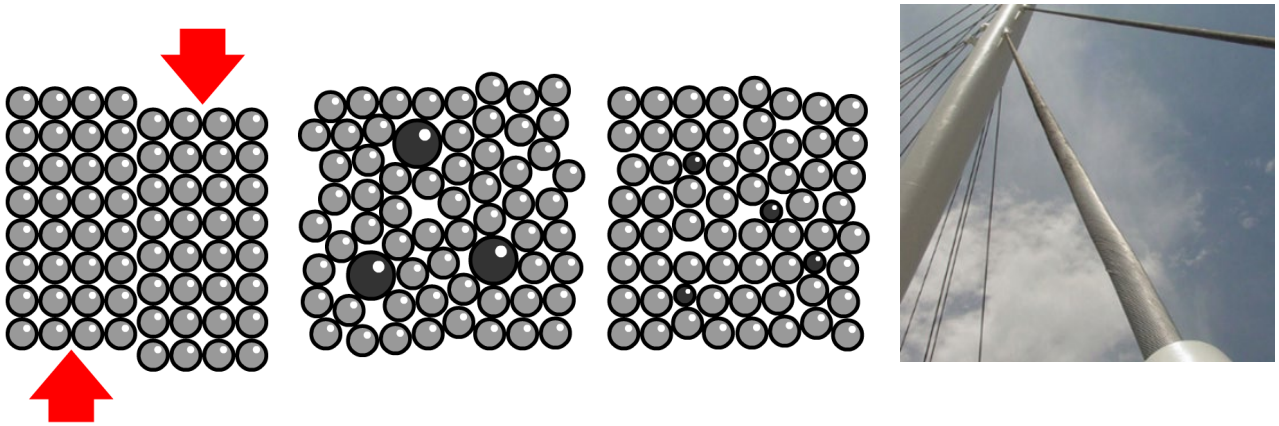
(Afbeelding: Alchemist-hp; CC BY-SA 3.0 / Alchemist-hp; CC BY-SA 3.0 / Robert Lavinsky; CC BY 3.0)

TERVERSIE

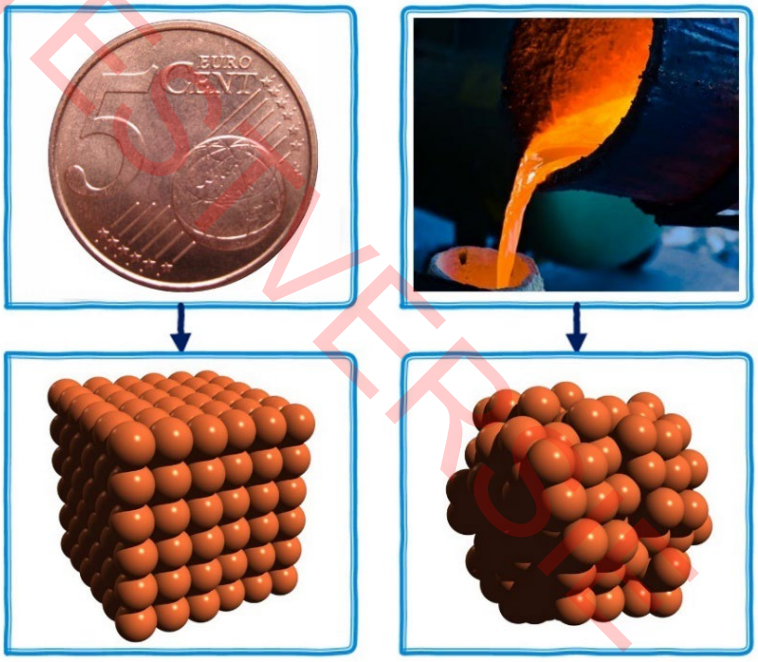
Als we metaalatomen samenbrengen, dan ordenen ze zich meestal in een regelmatig patroon dat een **metaalrooster** wordt genoemd (zie de onderstaande afbeelding).



Een **zuiver metaal** bestaat slechts uit **één atoomsoort** en als gevolg passen de atomen netjes **naast elkaar** in het metaalrooster. Het gevolg hiervan is dat de atomen in deze roosters gemakkelijk langs elkaar kunnen worden geschoven (zie de linker onderstaande afbeelding). Zuivere metalen zijn hierdoor **buigbaar**. Een mengsel van een metaal en een andere stof noemen we een **legering**. Doordat verschillende soorten atomen verschillende groottes hebben, verbreekt dit de perfecte ordening van het rooster (zie de middelste twee afbeeldingen). Als gevolg hiervan zijn legeringen een stuk **sterker**. Een bekend voorbeeld van een legering is **staal**. Dit bestaat uit ijzer gemengd met een beetje koolstof (zie de rechter afbeelding).



De orde in het rooster verbreekt ook als we een metaal smelten. In dat geval gaan de atomen langs elkaar bewegen (zie de onderstaande afbeelding).



TE BEVEREN

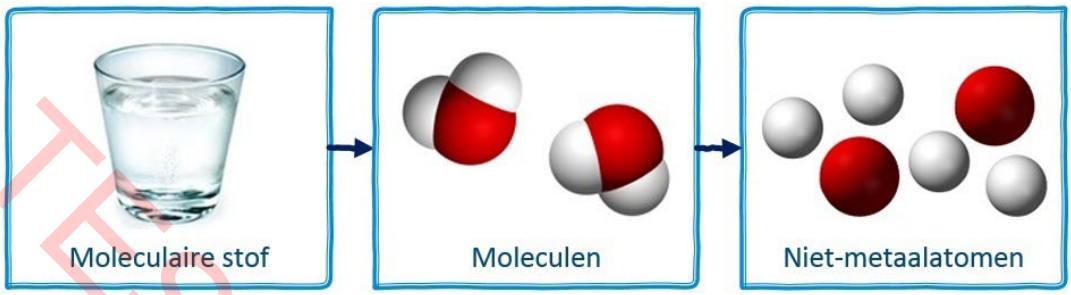
Zorg dat je kan redeneren met edele en onedele metalen en dat je metaalroosters kan tekenen

1. (2p) Maak een tekening van vast en vloeibaar aluminium op atomair niveau.
2. (3p) Noem drie zeer onedele, drie onedele en drie edele metalen.
3. (2p) Leg voor zowel calcium als lood uit of deze metalen sterk reageren met zuurstof als ze flink worden verwarmd.
4. (2p) Goud komt in de natuur in zuivere vorm voor. IJzer echter niet. Leg uit hoe dit komt.
5. (1p) Chroom is een duur metaal. Toch worden metalen voorwerpen in de badkamer omhult door een laagje chroom. Bedenk waarom dit gedaan wordt.
6. (1p) Trouwringen bestaan meestal voor een groot deel uit goud. Zuiver goud is echter niet geschikt voor sieraden. Bedenk waarom dit zo is.
7. Brons is een legering van 85% koper en 15% tin. Een tin-atoom is iets groter dan een koperatoom.
    a. (3p) Teken een model van brons met 20 atomen.
    b. (1p) Leg aan de hand van deze tekening uit waardoor brons stugger is dan koper.

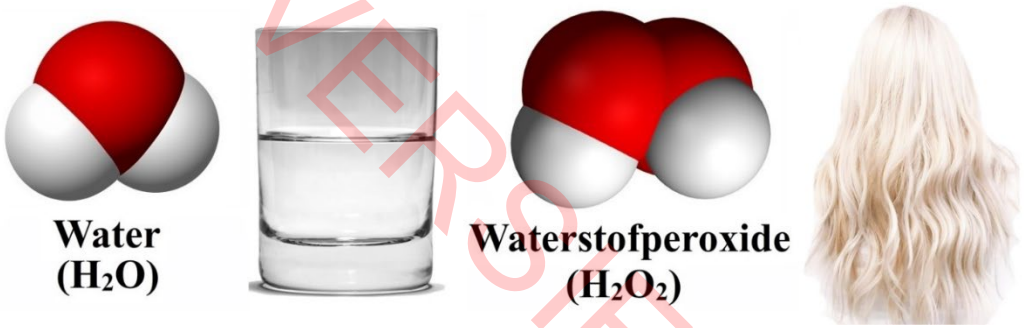
§3 Moleculaire stoffen

In deze paragraaf bestuderen we een aantal eigenschappen van niet-metalen.

Als we **niet-metaalatomen** samenbrengen, dan groeperen ze zich meestal in **vaste combinaties** die we **moleculen** noemen. In de middelste onderstaande afbeelding zien we bijvoorbeeld twee watermoleculen. Moleculen beschrijven we met behulp van een **molecuulformule**. De molecuulformule van een watermolecuul is **H_2O**, omdat het uit **twee waterstofatomen** (**H_2**) en één **zuurstofatoom** (**O**) bestaat.

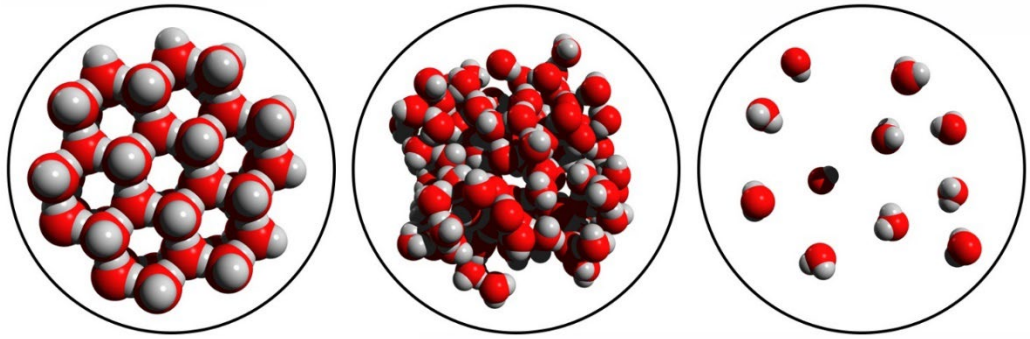


Het **soort molecuul** bepaalt met welk **soort stof** we te maken hebben. Neem bijvoorbeeld de onderste twee moleculen. Een waterstofperoxidemolecuul bevat slechts één zuurstofatoom meer dan water, maar toch is het een geheel andere stof. Waterstofperoxide wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het blonderen van haar!

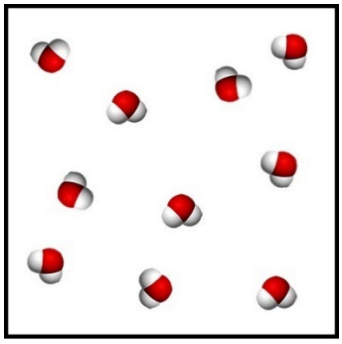


TE BEVEROE

Ook de **fase** van de stof kunnen we weergeven in de molecuulformule. We gebruiken hiervoor de eerste letter van de Engelse woorden “solid” (vaste stof), “liquid” (vloeistof) en “gas” (gas). We schrijven deze letter tussen haakjes achter de molecuulformule (zie de onderstaande afbeelding).



Ook het **aantal moleculen** kunnen we in de molecuulformule weergeven. Dit doen we door een getal **voor** de molecuulformule te schrijven. We noemen dit getal de **coëfficiënt**. In de onderstaande afbeelding zijn bijvoorbeeld 10 watermoleculen in gasfase afgebeeld. Onder de afbeelding zien we de bijbehorende molecuulformule.



10 H_2O (g)

In het onderstaande periodiek systeem zijn de **niet-metalen** in kleur aangegeven.

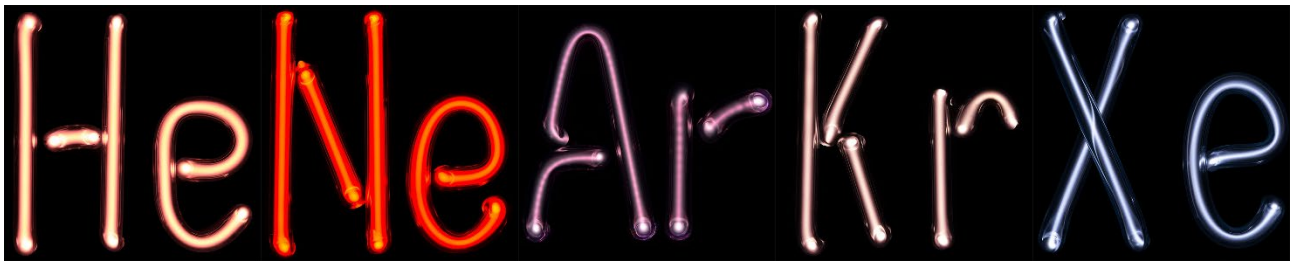
Niet-metalen
Edelgassen
Halogenen
Andere niet-metalen

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

TESTVERSIE

De niet-metalen in de meest rechtse kolom worden de **edelgassen** genoemd. De bekendste voorbeelden zijn **helium** (**He**), **neon** (**Ne**) en **argon** (**Ar**). Edelgassen zijn **niet reactief**. Dit betekent dat ze vrijwel nooit met andere stoffen reageren. Edelgassen kunnen wel gebruikt worden voor **neonverlichting**. Elk van deze gassen licht namelijk op in een andere kleur, wanneer er stroom doorheen loopt (zie de onderstaande afbeelding). Omdat **helium** een erg kleine dichtheid heeft, wordt het ook gebruikt in heliumballonnen en zeppelins.

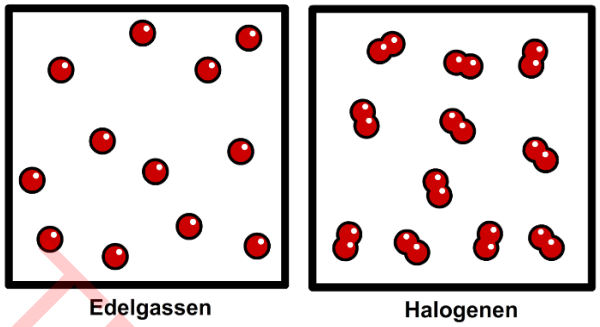


(Afbeelding: Pslawinski; CC BY-SA 2.5)

De atomen van edelgassen bewegen allemaal **los van elkaar** (zie de onderstaande linker afbeelding). Edelgassen vormen dus **geen** moleculen.

De niet-metalen in de tweede kolom van rechts in het periodiek systeem worden de **halogenen** genoemd. De halogenen zijn juist erg reactief en reageren vooral goed met metalen. Bij deze reactie ontstaat **zouten**. Hierover gaan we meer leren in het volgende hoofdstuk. De bekendste halogenen zijn **fluor** (**F**) en **chloor** (**Cl**). Dit zijn beide giftige, lichtgele gassen. Zoals je weet wordt fluor gebruikt in tandpasta en wordt chloor gebruikt voor het ontsmetten van zwembadwater. Natuurlijk wordt hier niet elementair fluor en elementair chloor bedoeld, want dat is immers giftig! In tandpasta zit de verbinding natriumfluoride (NaF) en in het zwembad de verbinding natriumhypocloriet (NaClO).

Als zuivere stof komen de halogenen **in paren** voor (dus in groepjes van twee). Dit is goed te zien in de onderstaande rechter afbeelding. Een chloormolecuul heeft dus de molecuulformule $\mathbf{Cl_2}$ en bestaat uit twee chlooratomen. Een fluormolecuul heeft de molecuulformule $\mathbf{F_2}$ en bestaat uit twee fluoratomen. Etc.



Naast de halogenen komen ook **stikstofmoleculen** ($\mathbf{N_2}$), **zuurstofmoleculen** ($\mathbf{O_2}$) en **waterstofmoleculen** ($\mathbf{H_2}$) **in paren** voor. Het is belangrijk dat je dit uit je hoofd weet. **Zuurstof** ($\mathbf{O_2}$) en **stikstof** ($\mathbf{N_2}$) zijn beide gassen die in grote hoeveelheden in de lucht voorkomen. De lucht bestaat wel voor **78 %vol** uit **stikstof** en voor **21 %vol** uit **zuurstof** (er zit verder nog 0,9 %vol argon en slechts 0,04 vol% koolstofdioxide in de lucht). Waterstof is de atoomsoort met de kleinste dichtheid en als gevolg werd het vroeger gebruikt in zeppelins. Dit bleek echter niet het beste plan, omdat waterstof ook **brandbaar** is. In de onderstaande beroemde foto zien we de explosie van de Hindenburg Zeppelin.

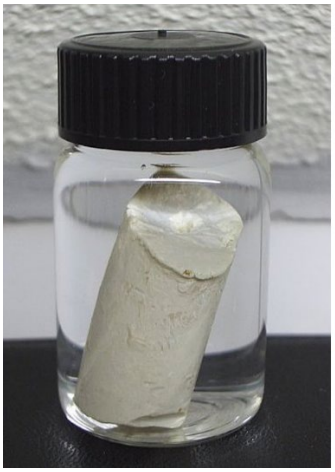
(Afbeelding: Sam Shere; PD)

TERVERSIE

De laatste niet-metalen die we zullen bespreken zijn koolstof, fosfor en zwavel. **Koolstof** (**C**) kan voorkomen als **roet**, maar ook als **grafiet** en **diamant**. Grafiet is zwart en voelt vettig aan en wordt gebruikt in potloden. Onder zeer hoge druk en bij zeer hoge temperatuur verandert grafiet in diamant. Diamant is een heldere vaste stof die vaak in sieraden wordt gebruikt. Het is de hardste stof die bestaat.

(Afbeelding: Y.K. Liao; CC BY-SA 4.0 / Dmgerman; CC BY 3.0 / Pixabay; PD)

Zwavel (**S**) is een vaste gele stof die veel voorkomt in vulkanische gebieden (zie de linker onderstaande afbeelding). Zwavel is brandbaar en wordt bijvoorbeeld gebruikt in de kop van lucifers en in vuurwerk. Van **fosfor** (**P**) bestaat zowel een witte als een rode variant (zie de rechter onderstaande afbeeldingen). De witte variant is giftig, brandbaar en erg reactief. Rode fosfor is minder brandbaar en wordt bijvoorbeeld gebruikt op het strijkvlak van luciferdoosjes.

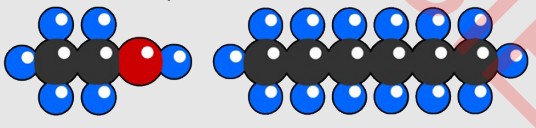


(Afbeelding: Ben Mills; PD / W. Oelen; CC BY 3.0)

TESTVERSIE

Zorg dat je het verschil begrijpt tussen atomen en moleculen, dat je molecuulformules kan opstellen en dat je kan redeneren over edelgassen en halogenen

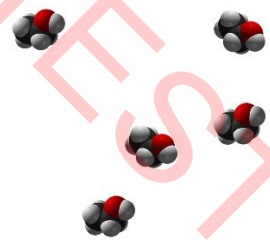
1. Ga naar deze opdracht op de website en speel het programma uit (of maak de opdracht aan het eind van de paragraaf).
2. (1p) Bestaan er meer atoomsoorten of meer molecuulsoorten? Leg je antwoord uit.
3. (4p) Maak tekeningen van:
   a. 16 Sn(s)
   b. 3 O_2(g)
   c. 6 Cu(s)
   d. 8 Hg(l)
4. (2p) Noteer de molecuulformules van de onderste twee moleculen. (grijs = koolstof, blauw = waterstof, rood = zuurstof)



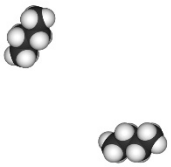
5. (2p) Bereken het aantal atomen van elke atoomsoort in 15 CO_2.
6. (2p) Bereken het totaal aantal atomen in vijf suikermoleculen ($C_{12}H_{22}O_{11}$).
7. Als suiker ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ontleed wordt, ontstaan koolstof en water.
    a. (1p) Hoeveel koolstofatomen ontstaan er uit één suikermolecuul?
    b. (1p) Hoeveel watermoleculen ontstaan er uit één suikermolecuul?
8. (2p) Leg uit wat het verschil is tussen Cl_2 en 2Cl?
9. (1p) Wat hebben edelgassen en edelmetalen met elkaar gemeen.
10. (1p) Waarom worden gloeilampen gevuld met argon en niet met lucht?
11. (2p) Welke twee eigenschappen maakt helium geschikt als vulling van een zeppelin?
12. (1p) Een ballon is gevuld met helium. Teken het helium op atomair niveau
13. (3p) Teken een stikstofmolecuul, een zuurstofmolecuul en een koolstofdioxidemolecuul op atomair niveau. Noteer ook de bijbehorende molecuulformules.
14. (2p) Teken drie fluormoleculen. Noteer ook de bijbehorende molecuulformule.
15. (2p) Teken tien broommoleculen op atomair niveau. Noteer ook de bijbehorende molecuulformule.
16. (1p) In neonverlichting zit neon. Als we door neon een elektrische stroom laten lopen, dan gaat het oplichten. Teken neon op atomair niveau.

Beantwoord de vragen bij de onderstaande afbeeldingen:

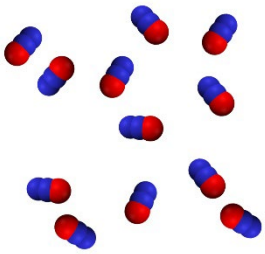
Hoeveel **moleculen** zijn hier afgebeeld?



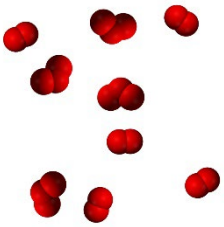
Hoeveel **moleculen** zijn hier afgebeeld?



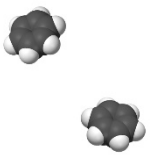
Hoeveel **soorten atomen** zijn hier afgebeeld?



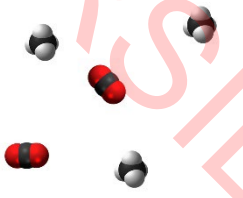
Hoeveel **moleculen** zijn hier afgebeeld?



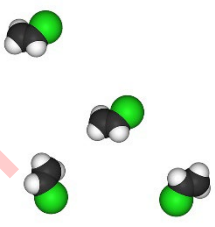
Hoeveel **moleculen** zijn hier afgebeeld?



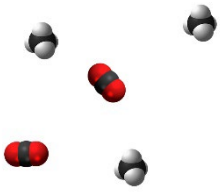
Hoeveel **soorten moleculen** zijn hier afgebeeld?



Hoeveel **soorten atomen** zijn hier afgebeeld?

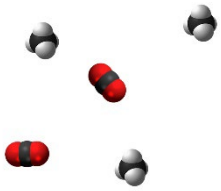


Hoeveel **soorten atomen** zijn hier afgebeeld?

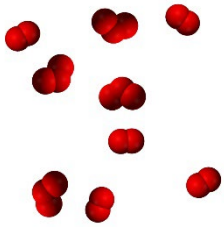


TESTVERSIE

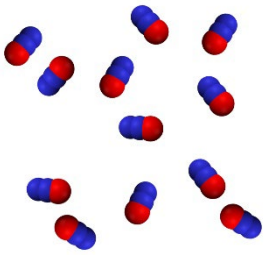
Hoeveel **atomen** zijn hier afgebeeld?



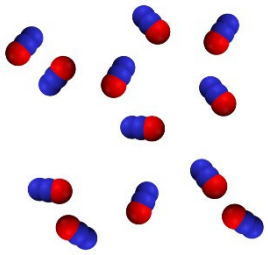
Hoeveel **soorten moleculen** zijn hier afgebeeld?



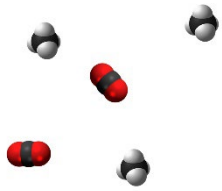
Hoeveel **moleculen** zijn hier afgebeeld?



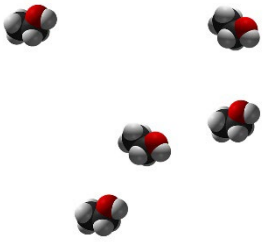
Hoeveel **atomen** zijn hier afgebeeld?



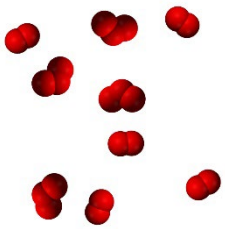
Hoeveel **soorten atomen** zijn hier afgebeeld?



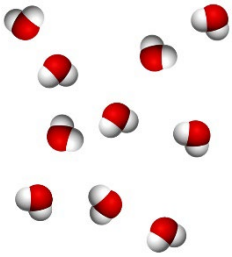
Hoeveel **soorten moleculen** zijn hier afgebeeld?



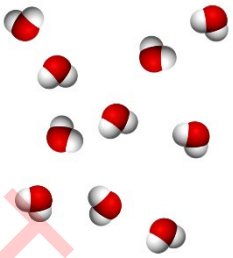
Hoeveel **atomen** zijn hier afgebeeld?



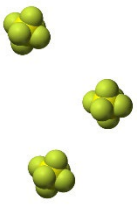
Hoeveel **soorten moleculen** zijn hier afgebeeld?



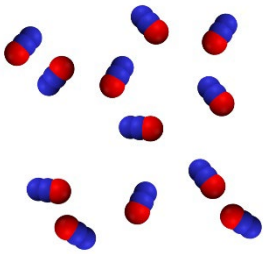
Hoeveel **moleculen** zijn hier afgebeeld?



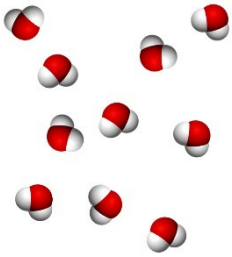
Hoeveel **soorten atomen** zijn hier afgebeeld?



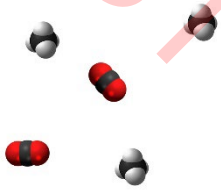
Hoeveel **soorten moleculen** zijn hier afgebeeld?



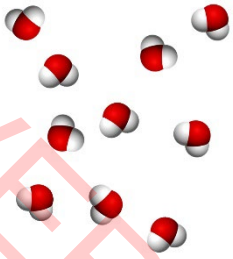
Hoeveel **soorten atomen** zijn hier afgebeeld?



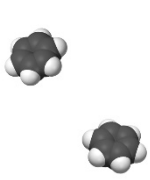
Hoeveel **moleculen** zijn hier afgebeeld?



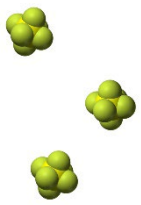
Hoeveel **atomen** zijn hier afgebeeld?



Hoeveel **soorten moleculen** zijn hier afgebeeld?

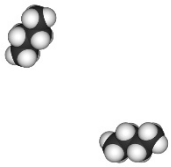


Hoeveel **soorten moleculen** zijn hier afgebeeld?

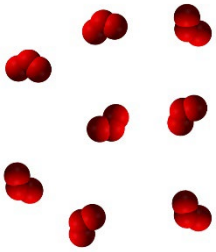


TESTVERSIE

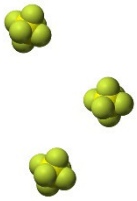
Hoeveel **soorten atomen** zijn hier afgebeeld?



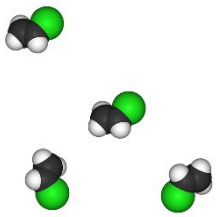
Hoeveel **atomen** zijn hier afgebeeld?



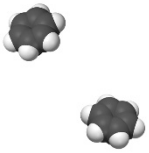
Hoeveel **moleculen** zijn hier afgebeeld?



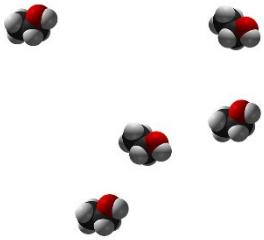
Hoeveel **soorten moleculen** zijn hier afgebeeld?



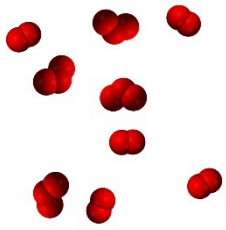
Hoeveel **atomen** zijn hier afgebeeld?



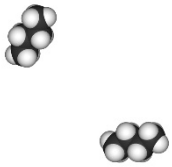
Hoeveel **soorten atomen** zijn hier afgebeeld?



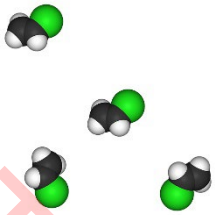
Hoeveel **soorten atomen** zijn hier afgebeeld?



Hoeveel **soorten moleculen** zijn hier afgebeeld?



Hoeveel **moleculen** zijn hier afgebeeld?



TESTVERSIE

§4 Naamgeving

In deze paragraaf gaan we leren molecuulformules in woorden uit te drukken.

Molecuulformules kunnen we ook in woorden noteren. Voor de cijfers in de molecuulformules gebruiken we de volgende Griekse voorvoegsels:

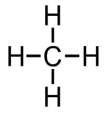
Voorvoegsel	**Cijfer**
mono-	één
di-	twee
tri-	drie
tetra-	vier
penta-	vijf
hexa-	zes

Daarnaast laten we de benamingen eindigen op "**-ide**". Neem bijvoorbeeld $\mathbf{N_2F_4}$. Dit spreken we uit als **di**stikstof**tetra**fluor**ide**. Het voorvoegsel **mono-** wordt altijd weggelaten bij het eerst genoemde atoom. **ClF** wordt dus niet ~~**mono**~~chloor**mono**fluoride, maar chloor**mono**fluoride.

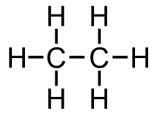
Als het **laatste atoom zuurstof** (**O**) is, dan eindigen we niet op ~~zuurstofide~~, maar op **-oxide** Denk bijvoorbeeld aan koolstofdi**oxide** (CO_2). Als het **laatste atoom zwavel** (**S**) is, dan eindigen we niet op ~~zwavelide~~, maar op **-sulfide**. H_2S wordt dus diwaterstofmono**sulfide**, terwijl we SO_2 gewoon uitspreken als **zwavel**dioxide.

Stoffen die alleen uit koolstof- en waterstofatomen bestaan noemen we **koolwaterstoffen**. Voor koolwaterstoffen gebruiken we een aparte naamgeving. Hieronder zien we de acht simpelste koolwaterstoffen. Methaan, ethaan, propaan en butaan zijn **brandbare gassen**. Methaan wordt in het dagelijks leven ook wel **aardgas** genoemd. Pentaan, hexaan, heptaan en octaan zijn **vloeibare** brandstoffen. Er wordt verwacht dat je deze benamingen uit je hoofd kent.

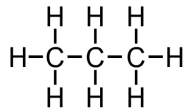
Methaan CH_4



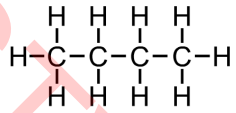
Ethaan C_2H_6



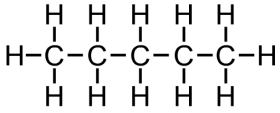
Propaan C_3H_8



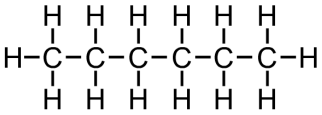
Butaan C_4H_{10}



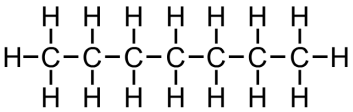
Pentaan C_5H_{12}



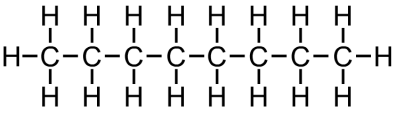
Hexaan C_6H_{14}



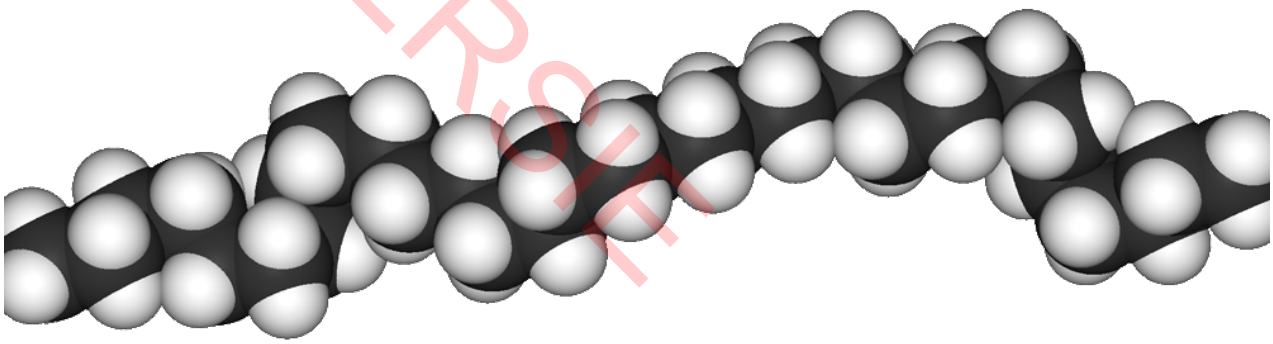
Heptaan C_7H_{16}



Octaan C_8H_{18}



Als het aantal koolstofatomen in de koolwaterstoffen toeneemt, dan vinden we op een gegeven moment ook **benzine**, **kerosine** en **diesel**. Als het aantal koolstofatomen boven de 50 uitkomt, dan ontstaan een aantal vaste stoffen, zoals kaarsvet, vaseline en asfalt. Als het aantal koolstofatomen in de duizenden gaat lopen, dan ontstaat **polyethyleen** (zie de onderstaande afbeelding). Dit is het meest voorkomende **plastic**.



TESTVERSIE

Zorg dat je molecuulformules in woorden kan uitschrijven

1. Ga naar deze opdracht op de website en speel het programma uit (of vul de linker tabel onder aan deze paragraaf aan).
2. Ga naar deze opdracht op de website en speel het programma uit (of vul de rechter tabel onder aan deze paragraaf aan).
3. (7p) Geef de naam van de volgende verbindingen:
    a. SO_2
    b. SO_3
    c. N_2O_3
    d. $SiCl_4$
    e. C_2H_6
    f. H_2O
    g. C_4H_{10}
4. (6p) Geef de molecuulformule van:
    a. koolstofmonoxide
    b. koolstofdioxide
    c. butaan
    d. zwaveldichloride
    e. diwaterstofmonosulfide
    f. Ethaan
5. (VWO, 2p) Leg uit dat de algemene molecuulformule van de koolwaterstoffen $C_nH_{(2n+2)}$ is.

Vul de onderstaande tabellen aan:

Stof	**Molecuulformule**	**Molecuulformule**	**Stof**
Butaan	.....	CH_4	.....
Propaan	.....	P_4S_4	.....
Diwaterstofmonosulfide	.....	Cl_2O	.....
Methaan	.....	N_2O_3	.....
Dichloormonoxide	.....	C_4H_{10}	.....
Zwaveldioxide	.....	H_2O	.....
Distikstoftetrasulfide	.....	P_2O_5	.....
Zwaveldibromide	.....	H_2S	.....
Zwaveltetrafluoride	.....	PI_3	.....
Difosforpentaoxide	.....	SO_2	.....
Tetrafosfortetrasulfide	.....	C_2H_6	.....
Koolstoftetrachloride	.....	N_2S_4	.....
Ethaan	.....	C_3H_8	.....
Distikstoftrioxide	.....	CO	.....
Diwaterstofmonoxide	.....	SF_4	.....
fosfortrijodide	.....	CCl_4	.....
koolstofmonoxide	.....	SBr_2	.....

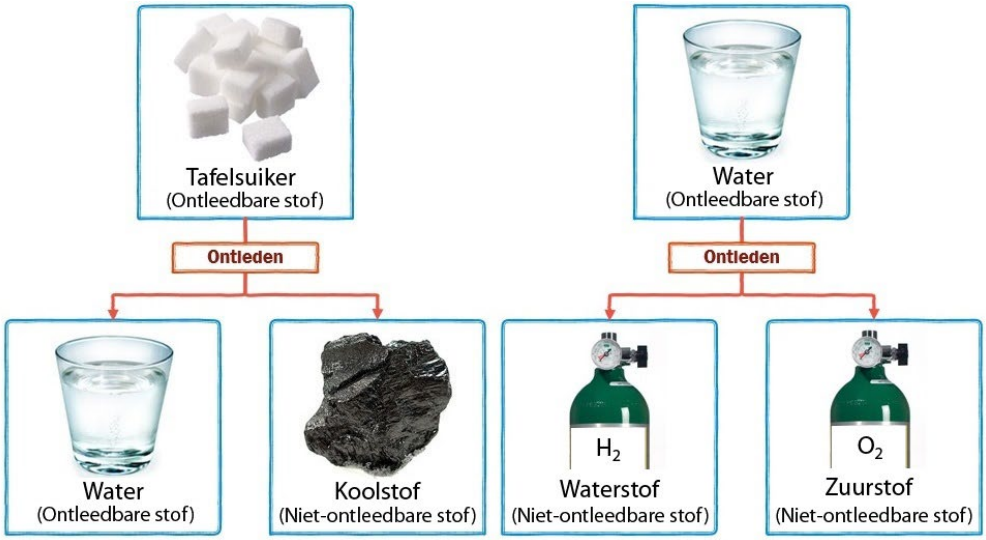
TESTVERSIE

§5 Scheiden en ontleden

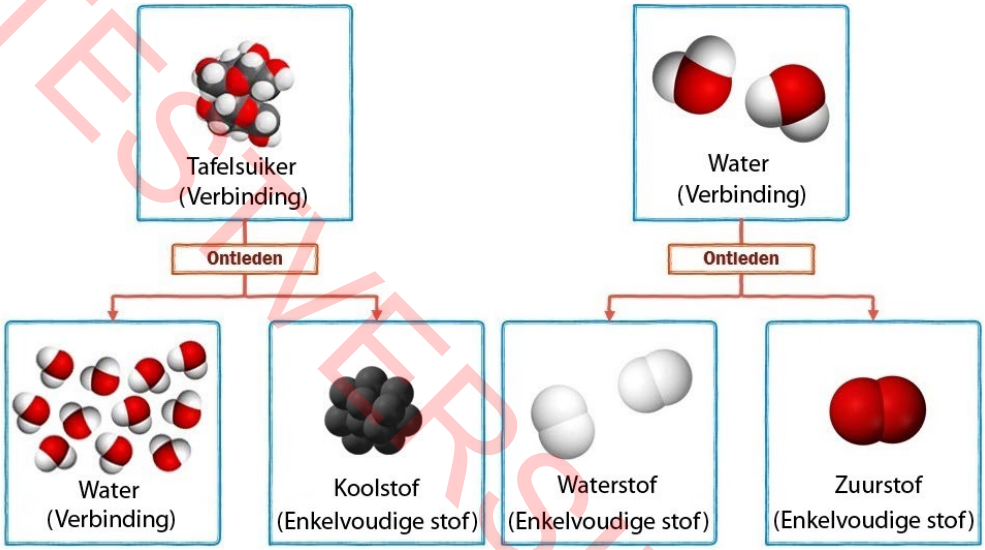
In deze paragraaf gaan we achterhalen welke stoffen te ontleden zijn en welke niet. Ook gaan we het verschil tussen scheiden en ontleden onderzoeken.

Als we **energie** aan een stof toevoegen, bijvoorbeeld door een stof te verwarmen of er elektriciteit doorheen te laten lopen, dan kan het gebeuren dat er een **chemische reactie** optreedt. De stof kan hierbij **opsplitsen** in twee of meerdere stoffen. We noemen een dergelijke reactie een **ontledingsreactie**. Stoffen die we kunnen ontleden noemen we **ontleedbare** stoffen. Stoffen die we niet kunnen ontleden noemen we **niet-ontleedbare stoffen**. Suiker is een voorbeeld van een ontleedbare stof, omdat we het kunnen ontleden in koolstof en water (zie het filmpje op de website, waar suiker wordt ontleed door er zwavelzuur aan toe te voegen).

De koolstof die ontstaat, kunnen we niet verder ontleden, maar het water wel. Als we genoeg stroom door water laten lopen, dan ontleed het in zuurstof en waterstof. Zuurstof en waterstof kunnen we niet verder ontleden (zie de onderstaande afbeelding).

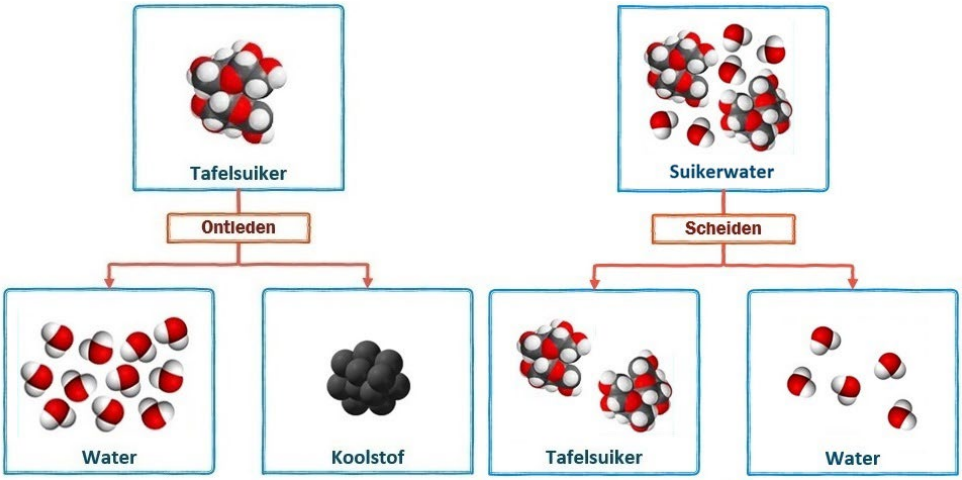


In de onderstaande afbeelding zien we dezelfde reactie op moleculair niveau. Merk op dat de **ontleedbare stoffen** uit **meerdere soorten atomen** bestaan. We noemen dit type stoffen ook wel **verbindingen**. De **niet-ontleedbare stoffen** bestaan uit slechts **één soort atoom**. We noemen dit type stoffen ook wel **enkelvoudige stoffen** of **elementaire stoffen**. Bij ontleden worden de verschillende soorten atomen dus van elkaar losgetrokken.



TESTVERSIE

Hieronder zien we links de **ontleding van suiker** in koolstof en water en rechts het **scheiden van suikerwater** in water en suiker (wat bijvoorbeeld met indampen gedaan kan worden). Bij **ontleden** ontstaan **nieuwe moleculen** en dus **nieuwe stoffen**. Er is hier dus sprake van een **chemische reactie**. Suikerwater daarentegen is een **mengsel**. Mengsels bestaan uit **meerdere soorten stoffen** en dus ook **meerdere soorten moleculen**. Tijdens het scheiden ontstaan geen nieuwe moleculen, maar worden de moleculen alleen **gesorteerd**. Hier heeft dus **geen chemische reactie** plaatsgevonden.



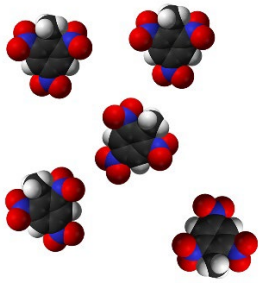
Zorg dat je het verschil tussen ontleden en scheiden, mengsels en zuivere stoffen kent

1. Ga naar deze opdracht op de website en speel het programma uit (of maak de opdracht aan het eind van de paragraaf).
2. (2p) Geef twee verschillen tussen elementen en verbindingen.
3. (2p) Beschrijf het verschil tussen ontleden en scheiden.
4. (5p) Leg uit of er bij de volgende processen sprake is van ontleding of scheiding:
    a. Zout wordt gewonnen door zeewater te laten verdampen.
    b. Aardgas wordt verbrand in de brander.
    c. Alcohol wordt gedestilleerd uit wijn.
    d. Vlees verkoolt op een barbecue.
    e. In de industrie maakt men chloor uit natriumchloride (keukenzout).
5. Je kunt water koken en je kunt water ontleden.
    a. (1p) Wat ontstaat er bij het koken van water?
    b. (1p) Wat ontstaat er bij het ontleden van water?
    c. (1p) Leg uit in welk geval er een chemische reactie plaatsvindt.
    d. (1p) Leg uit bij welk proces je meer energie nodig hebt.
6.
    a. (2p) Leg uit hoe je met een experiment kan aantonen of een stof een enkelvoudige stof of een verbinding is.
    b. (2p) Leg uit dat een zuivere stof niet altijd een enkelvoudige stof hoeft te zijn. Leg in je antwoord duidelijk het verschil uit.
    c. (2p) Noem een voorbeeld van een enkelvoudige stof die geen zuivere stof is.

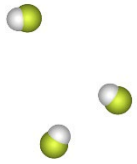
TESTVERSIE

Beantwoord de vragen bij de onderstaande afbeeldingen:

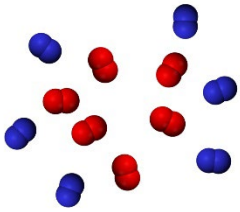
Is de stof ontleedbaar of niet-ontleedbaar?



Is de stof zuiver of een mengsel?

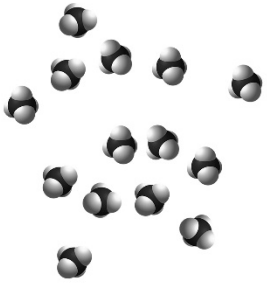


Zijn dit een enkelvoudige stoffen of verbindingen?

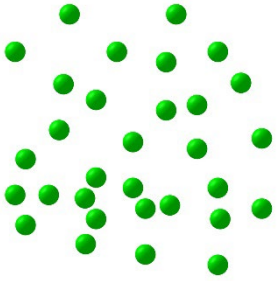


Is de stof ontleedbaar of niet-ontleedbaar?

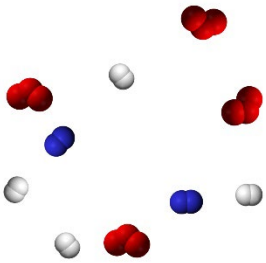
Is de stof ontleedbaar of niet-ontleedbaar?



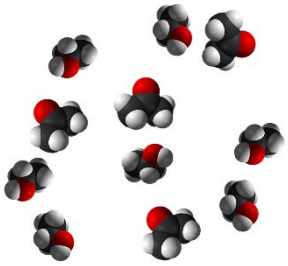
Is de stof zuiver of een mengsel?



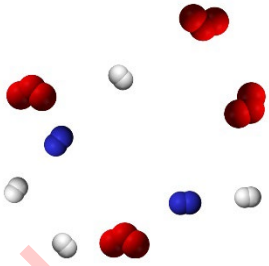
Is de stof ontleedbaar of niet-ontleedbaar?



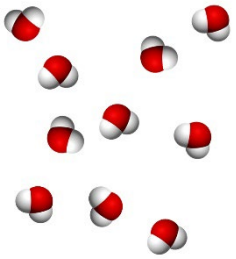
Is de stof zuiver of een mengsel?



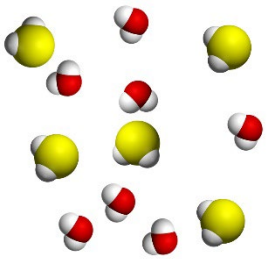
Zijn dit een enkelvoudige stoffen of verbindingen?



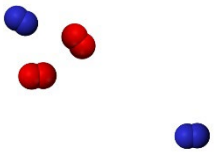
Is dit een enkelvoudige stof of een verbinding?



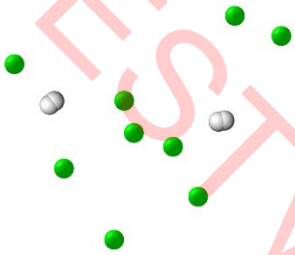
Is de stof zuiver of een mengsel?



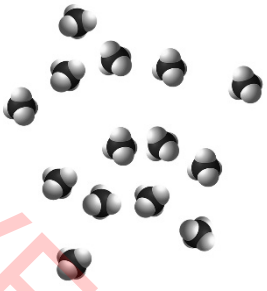
Is de stof zuiver of een mengsel?



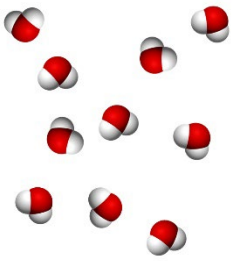
Zijn dit een enkelvoudige stoffen of verbindingen?



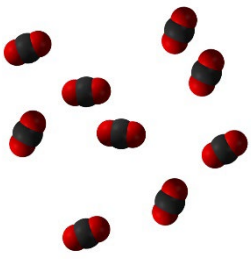
Is dit een enkelvoudige stof of een verbinding?



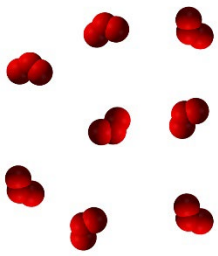
Is de stof ontleedbaar of niet-ontleedbaar?



Is dit een enkelvoudige stof of een verbinding?



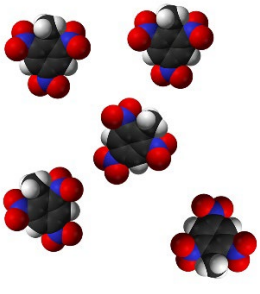
Is de stof zuiver of een mengsel?



Is dit een enkelvoudige stof of een verbinding?

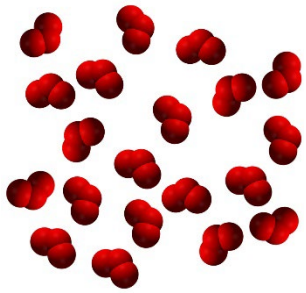
Is de stof ontleedbaar of niet-ontleedbaar?

Is dit een enkelvoudige stof of een verbinding?

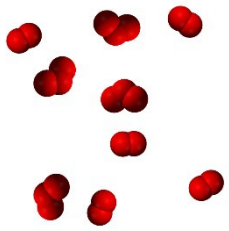


TESTVERSIE

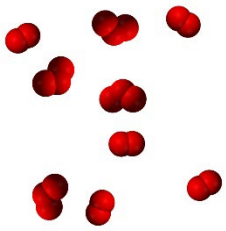
Is de stof ontleedbaar of niet-ontleedbaar?



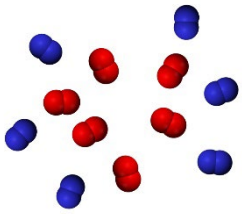
Zijn dit een enkelvoudige stoffen of verbindingen?



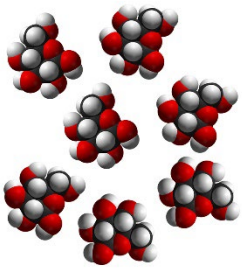
Is de stof zuiver of een mengsel?



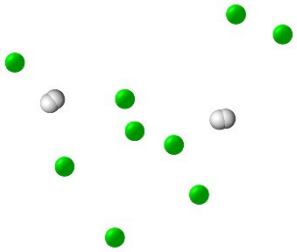
Is de stof ontleedbaar of niet-ontleedbaar?



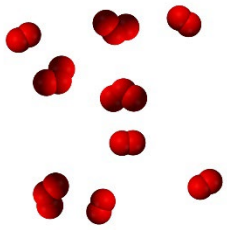
Is de stof zuiver of een mengsel?



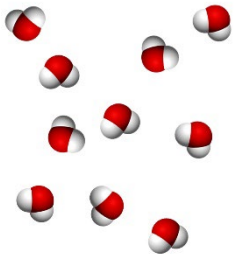
Zijn dit een enkelvoudige stoffen of verbindingen?



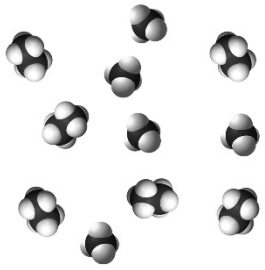
Is de stof ontleedbaar of niet-ontleedbaar?



Is de stof zuiver of een mengsel?



Is de stof zuiver of een mengsel?



Is dit een enkelvoudige stof of een verbinding?

TESTEXEMPLAAR

Leer de volgende atomen en verbindingen voor de toets!

Atomen			
Metalen		**Niet-metalen**	
Natrium	Na	Waterstof	H
Kalium	K	Koolstof	C
Magnesium	Mg	Stikstof	N
Calcium	Ca	Fosfor	P
Chroom	Cr	Zuurstof	O
IJzer	Fe	Zwavel	S
Nikkel	Ni	Fluor	F
Platinum	Pt	Chloor	Cl
Koper	Cu	Broom	Br
Zilver	Ag	Jood	I
Goud	Au	Helium	He
Zink	Zn	Neon	Ne
Aluminium	Al	Argon	Ar
Tin	Sn		
Kwik	Hg		
Lood	Pb		

Verbindingen			
Moleculaire stoffen		**Zouten**	
Water	H_2O	Keukenzout	NaCl
Ammoniak	NH_3		
Methaan	CH_4		
Ethaan	C_2H_6		
Propaan	C_3H_8		
Butaan	C_4H_{10}		
Pentaan	C_5H_{12}		
Hexaan	C_6H_{14}		
Waterstof	H_2		
Stikstof	N_2		
Zuurstof	O_2		
Fluor	F_2		
Chloor	Cl_2		
Broom	Br_2		
Jood	I_2		

§6 Oefentoets

Metalen en niet-metalen

1 (2p) Noem drie eigenschappen van metalen.

2 (2p) Noem twee edelgassen en geef ook de voornaamste stofeigenschap van edelgassen.

3 (1p) Halogenen reageren gemakkelijk met metalen. Hoe worden de verbindingen tussen halogenen en metalen genoemd?

Molecuulformules

4 (5p) Teken de volgende moleculen. Teken atomen als bolletjes en schrijf in deze bolletjes het symbool van het atoom.

- 3 CO_2 (g)
- 9 Al (s)
- Drie fluormoleculen in gasvorm
- Lood bij kamertemperatuur
- Argon bij kamertemperatuur

5 (3p) Geef de molecuulformule van:

- 3000 neonatomen
- 3 methaanmoleculen
- 12 broommoleculen

6 (4p) Geef de naam van de volgende verbindingen:

- CCl_4
- N_2O_3
- C_3H_8
- H_2S

IJzer

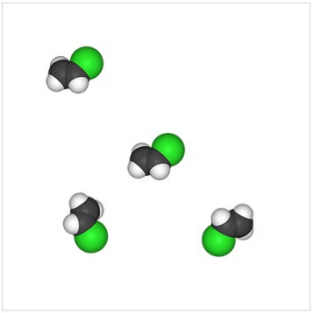
7 (2p) Van ijzer wordt o.a. prikkeldraad gemaakt. Dit prikkeldraad wordt meestal gegalvaniseerd. Dit betekent dat het ijzer wordt omhult met een laagje zink. Leg uit waarom dit gedaan wordt. Waarom is juist zink hiervoor geschikt?

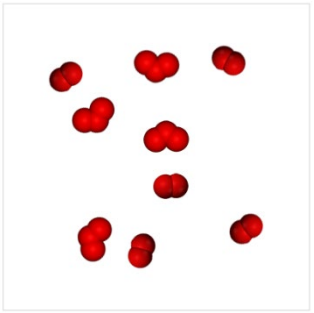
8 (1p) Er wordt vaak gezegd dat er ijzer in ons bloed zit. Leg uit of het hier gaat om zuiver ijzer of om een verbinding.

Atomen en moleculen

9 (10p) Beantwoord de volgende vragen voor elk van de twee rechter afbeeldingen:

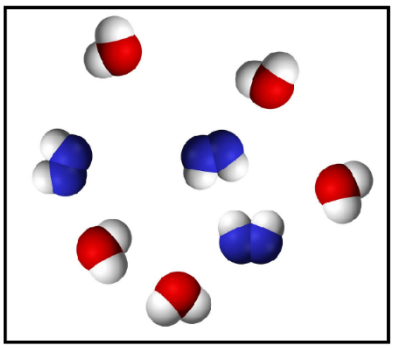
- Noem het aantal molecuulsoorten
- Noem het aantal atomen
- Leg uit of het een mengsel of een zuivere stof is
- Leg uit of de stof bestaat uit verbindingen of enkelvoudige stoffen
- Hoe maak je hier zuivere elementaire stoffen van. Door te scheiden of te ontleden?





Diazeen

In de rechter afbeelding is schematisch een oplossing van de stof diazeen (N_2H_2) in water afgebeeld.



10 (1p) Uit welke molecuulsoorten bestaat de oplossing?

11 (1p) Uit welke atoomsoorten bestaat de oplossing?

12 (2p) Hoeveel moleculen en hoeveel atomen zijn er afgebeeld?

13 (2p) De diazeen in de oplossing ontleedt langzaam in stikstofgas en waterstofgas. Teken hoe de vloeistof eruit ziet als je een lange tijd gewacht hebt. Ga ervan uit dat de gassen niet ontsnappen naar de lucht.

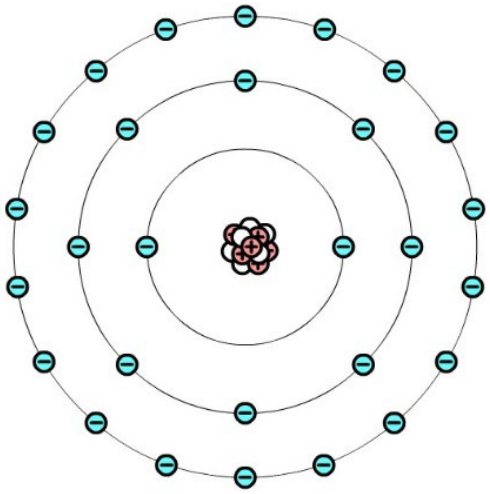
TESTVERSIE

Hoofdstuk 5
Zouten

§1 De bouw van atomen

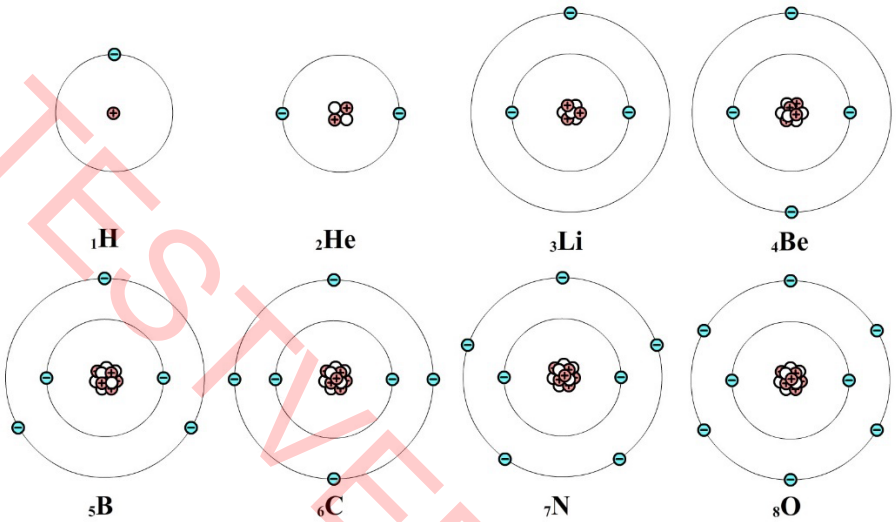
In het vorige hoofdstuk hebben we gezien dat we atomen kunnen combineren in metaalroosters en moleculen. Er is nog een derde optie. We kunnen atomen ook combineren tot zouten. Dit gaan we leren in dit hoofdstuk. Om zouten te begrijpen, moeten we eerst de structuur van het atoom bestuderen. Dat gaan we in deze paragraaf doen.

In het vorige hoofdstuk hebben we geleerd dat materie is opgebouwd uit atomen. Atomen blijken ook weer opgebouwd uit kleinere deeltjes. Elk atoom heeft in zijn centrum een **atoomkern**, bestaande uit **positief geladen** deeltjes die we **protonen** noemen en **neutrale** deeltjes die we **neutronen** noemen. Om de kern heen bevindt zich een wolk van **negatieve geladen** deeltjes die we **elektronen** noemen. Elk atoom bevat **evenveel** protonen als elektronen en als gevolg zijn atomen **neutraal**.



Zoals je in de rechter afbeelding kunt zien, bewegen de elektronen niet willekeurig om de atoomkern. De elektronen bevinden zich op **vaste afstanden** van de kern. Deze vaste afstanden noemen we **schillen**. In de **binnenste schil** passen slechts **twee elektronen**, in de **tweede schil** passen **8 elektronen** en in de **derde schil** passen wel **18 elektronen**. Het zwaarste atoom dat we kennen heeft wel zeven schillen met daarin 118 elektronen.

Hieronder zien we de eerste 8 atomen uit het periodiek systeem. Waterstof bestaat uit één proton en dus ook één elektron. Helium bestaat uit twee protonen en dus ook twee elektronen. Lithium bevat drie protonen en dus ook drie elektronen, maar omdat de eerste schil vol is, komt het derde elektron in de tweede schil terecht. Op deze manier zijn alle atomen uit het periodiek systeem opgebouwd.



TESTVERSIE

Het **aantal protonen** in een atoom noemen we het **atoomnummer**. In het onderstaande periodiek systeem vind je het atoomnummer **linksonder** de symbolen. Het is belangrijk te onthouden dat voor elke atoomsoort het atoomnummer **vast staat**. IJzer heeft bijvoorbeeld altijd atoomnummer 26 (ga dit zelf even na met behulp van de onderstaande afbeelding).

1 H 1																	4 He 2
7 Li 3	9 Be 4											11 B 5	12 C 6	14 N 7	16 O 8	19 F 9	20 Ne 10
23 Na 11	24 Mg 12											27 Al 13	28 Si 14	31 P 15	32 S 16	35 Cl 17	40 Ar 18
39 K 19	40 Ca 20	45 Sc 21	48 Ti 22	51 V 23	52 Cr 24	55 Mn 25	56 Fe 26	59 Co 27	59 Ni 28	64 Cu 29	65 Zn 30	70 Ga 31	73 Ge 32	75 As 33	79 Se 34	80 Br 35	84 Kr 36
85 Rb 37	88 Sr 38	89 Y 39	91 Zr 40	93 Nb 41	96 Mo 42	97 Tc 43	101 Ru 44	103 Rh 45	106 Pd 46	108 Ag 47	112 Cd 48	115 In 49	119 Sn 50	122 Sb 51	128 Te 52	127 I 53	131 Xe 54
133 Cs 55	137 Ba 56	139 La 57	179 Hf 72	181 Ta 73	184 W 74	186 Re 75	190 Os 76	192 Ir 77	195 Pt 78	197 Au 79	201 Hg 80	204 Tl 81	207 Pb 82	209 Bi 83	209 Po 84	210 At 85	222 Rn 86
223 Fr 87	226 Ra 88	227 Ac 89	267 Rf 104	268 Db 105	271 Sg 106	272 Bh 107	270 Hs 108	276 Mt 109	281 Ds 110	280 Rg 111	285 Cn 112	284 Uut 113	289 Fl 114	288 Uup 115	293 Lv 116	294 Uus 117	294 Uuo 118

140 Ce 58	141 Pr 59	144 Nd 60	145 Pm 61	150 Sm 62	152 Eu 63	157 Gd 64	159 Tb 65	163 Dy 66	165 Ho 67	167 Er 68	169 Tm 69	173 Yb 70	175 Lu 71
232 Th 90	231 Pa 91	238 U 92	237 Np 93	244 Pu 94	243 Am 95	247 Cm 96	247 Bk 97	251 Cf 98	252 Es 99	257 Fm 100	258 Md 101	259 No 102	262 Lr 103

Het aantal protonen en neutronen samen noemen we het **massagetal**. In het bovenstaande periodiek systeem kunnen we het massagetal **linksboven** de symbolen vinden. Fluor heeft bijvoorbeeld atoomnummer 9 en massagetal 19. Een atoomnummer van 9 vertelt ons dat fluor 9 protonen in de kern heeft. Een massagetal van 19 vertelt ons dat het aantal neutronen en protonen samen 19 is. Hieruit kunnen we concluderen dat fluor 19 - 9 = 10 neutronen in de kern heeft. Waterstof heeft een atoomnummer van 1 en bevat dus slechts 1 proton. Het massagetal van waterstof is ook 1, dus waterstof bevat 0 neutronen.

Het massagetal van atomen staat **niet vast**. De waarden die hierboven in de tabel staan zijn slechts **gemiddelde waarden**.

Zorg dat je het aantal protonen, neutronen en elektronen in een atoom kan identificeren met behulp van het atoomnummer en het massagetal

1. (1p) Alledaagse voorwerpen als stoelen en tafels bestaan o.a. uit de geladen deeltjes genaamd protonen en elektronen. Hoe komt het dat we in de praktijk meestal niets van deze ladingen werken.
2. (1p) Een atoom bevat 16 protonen. Om welk soort atoom gaat het hier?
3. Een atoom bevat 79 protonen.
   a. (1p) Hoeveel elektronen bevat dit atoom? Leg je antwoord uit.
   b. (1p) Welke atoomsoort is dit?
4. (1p) Welk atoomnummer heeft magnesium?
5. (2p) Teken een magnesium atoom. Geef hierin duidelijk de protonen, de neutronen en de elektronen weer.
6. (4p) Reken bij de volgende atomen uit hoeveel protonen en hoeveel neutronen er in de atoomkern zitten:
   a. Helium
   b. Koolstof
   c. IJzer
   d. Waterstof
7. (2p) Hoeveel protonen en hoeveel neutronen bevat één watermolecuul?

TESTVERSIE

§2 Ionen

Tijdens chemische reacties kunnen atomen elektronen opnemen of afstaan. Hierbij ontstaan ionen. In deze paragraaf gaan we dit proces bestuderen. In de volgende paragraaf zullen we zien dat ionen de bouwstenen zijn van zouten.

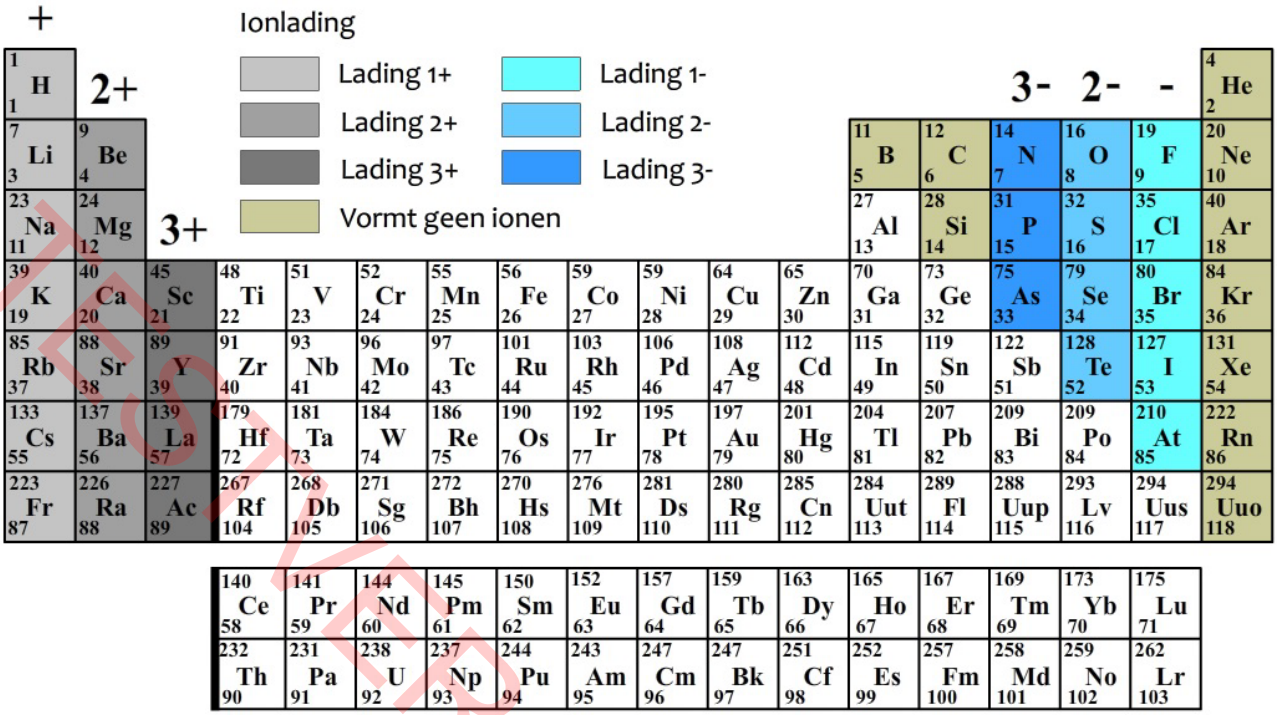
Tijdens chemische reacties is het mogelijk dat de **buitenste schil** van een atoom een **elektron opneemt** of **afstaat**. Als dit gebeurt, is het atoom natuurlijk niet neutraal meer. Een geladen atoom noemen we een **ion**.

Elektronen zijn negatief geladen, dus als een atoom een extra elektron **opneemt**, dan verandert het neutrale atoom in een **negatief geladen ion**. Als een atoom een elektron **afstaat**, dan wordt het aantal positieve protonen groter dan het aantal negatieve elektronen en als gevolg ontstaat er een **positief geladen ion**.

De **lading van het ion** noteren we **rechtsboven** het symbool. Als een chlooratoom een elektron (e^-) opneemt, dan schrijven we **Cl^-**. We noemen dit een **chloride-ion**. Als een natriumatoom een elektron (e^-) afstaat, dan schrijven we **Na^+**. We noemen dit een **natriumion**. Merk op dat de naam van negatieve ionen eindigt op "**-ide-ion**" en voor positieve ionen alleen op "**-ion**".

Een atoom kan ook meerdere elektronen opnemen of afstaan. Als een fosforatoom bijvoorbeeld drie elektronen opneemt, dan ontstaat er P^{3-}. We noemen dit een fosfide-ion.

Het aantal elektronen dat een atoom bij een reactie opneemt of afstaat is niet willekeurig. De atomen in de eerste kolom van het periodiek systeem staan gemakkelijk 1 elektron af en krijgen daarom een lading van **1+**. De atomen in de tweede en derde kolom krijgen gemakkelijk een lading van **2+** en **3+** (zie de onderstaande afbeelding). Ook aan de rechterkant is een dergelijk patroon zichtbaar. De niet-metalen in de tweede kolom van links krijgen lading **1-**, de derde kolom **2-** en de vierde kolom **3-**. Let er op dat de edelgassen **geen** ionen vormen (deze atomen zijn immers niet reactief).

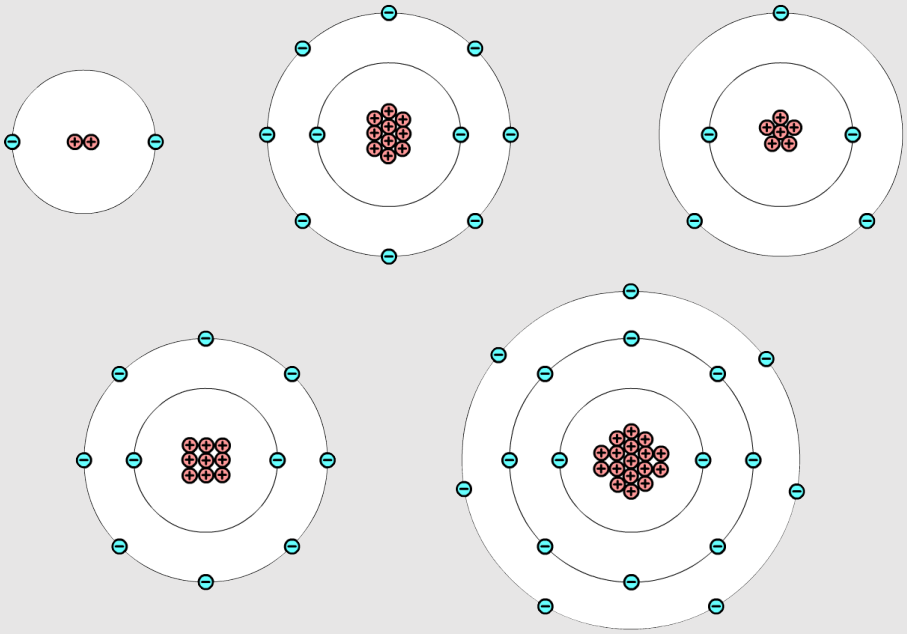


Voor de vakjes in het periodiek systeem die wit zijn gelaten, is een minder duidelijk patroon te vinden. In deze gevallen vermelden we de lading met behulp van Romeinse cijfers. Een **ijzer(III)ion** staat bijvoorbeeld voor **Fe^{3+}** en een **ijzer(II)ion** voor **Fe^{2+}**. De Romeinse cijfers staan altijd voor het aantal **positieve** ladingen.

TENTAMEN

Zorg dat je kan redeneren met atomen en ionen en dat je de lading van een ion kan achterhalen met het periodiek systeem en met behulp van de Romeinse cijfers in de naamgeving

1. (10p) Geef bij elk van de volgende tekeningen aan of het gaat om een atoom of een ion. Geef ook aan om welk atoom of ion het gaat. De neutronen zijn niet weergegeven.



2.
   a. (2p) Een ion bevat 9 protonen en 10 elektronen. Schrijf de formule van dit ion op.
   b. (2p) Een ion bevat 13 protonen en 10 elektronen. Schrijf de formule van dit ion op.

3. Een zuurstofatoom neemt 2 elektronen op.
   a. (1p) Geef de formule van het ion dat ontstaat.
   b. (2p) Hoeveel protonen en hoeveel elektronen bevat het ion?

4. Een ijzeratoom staat 2 elektronen af.
   a. (1p)Geef de formule van het ion dat ontstaat.
   b. (2p) Hoeveel protonen en hoeveel elektronen bevat het ion?

5. (3p) Hoeveel protonen, neutronen en elektronen bevat een chloride-ion?

6. (8p) Geef de formule van:
   a. Een fluoride-ion
   b. Een magnesiumion
   c. Een fosforion
   d. Een broomion
   e. koper(II)ion
   f. ijzer(II)ion
   g. tin(IV)ion
   h. chroom(III)ion

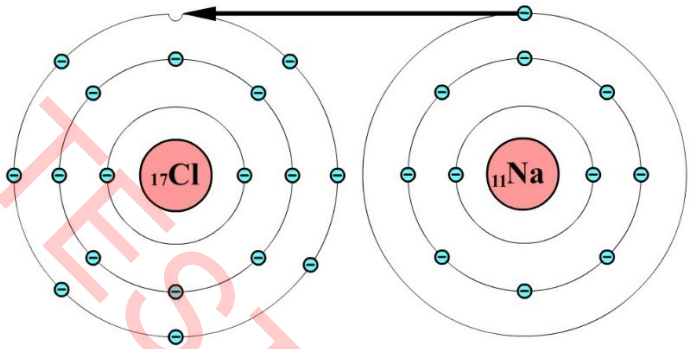
TESTVERSIE

§3 Zouten

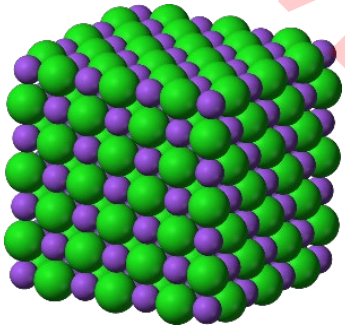
Nu we weten wat ionen zijn, zijn we eindelijk in staat te begrijpen wat zouten zijn. Dit gaan we bestuderen in deze paragraaf.

Als een **metaalatoom** met een **niet-metaalatoom** reageert, dan ontstaat altijd een **zout**. Het bekendste voorbeeld van een zout is **keukenzout**. Als we keukenzout ontleden, dan vinden we inderdaad dat het opgebouwd is uit een metaal en een niet-metaal. In dit geval gaat het om het metaal **natrium** dat explosief reageert met water en het gele en giftige gas **chloor**. Als we deze stoffen weer met elkaar laten reageren, dan ontstaat weer keukenzout.

Als een metaalatoom en een niet-metaalatoom met elkaar reageren, dan veranderen beide atomen in **ionen**. Als bijvoorbeeld een natriumatoom met een chlooratoom reageert, dan **pakt** het chlooratoom een **elektron af** van het natriumatoom. Als gevolg ontstaat een natriumion (Na^+) en een chloride-ion (Cl^-) (zie de onderstaande afbeelding).



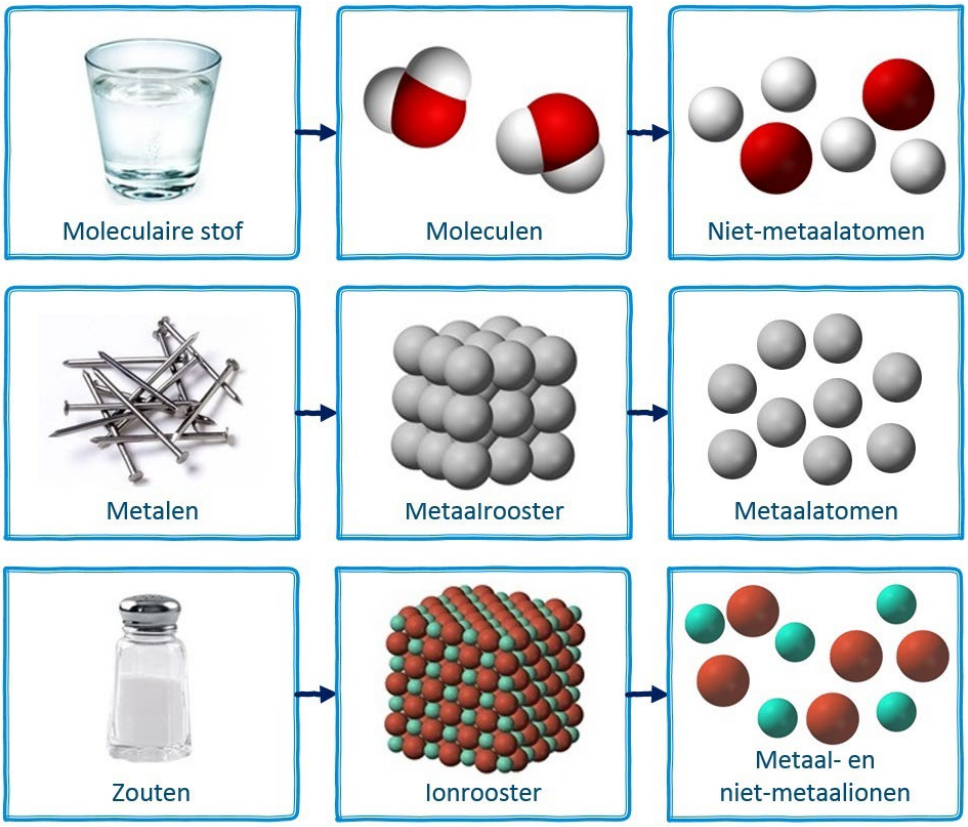
Omdat positieve en negatieve ladingen elkaar aantrekken, zal een natriumion zich omringen door chloorionen en andersom. Het resultaat is een hecht **rooster** waarin de chloorionen en de natriumionen elkaar afwisselen. We noemen dit een **ionrooster** (zie de onderstaande afbeelding).



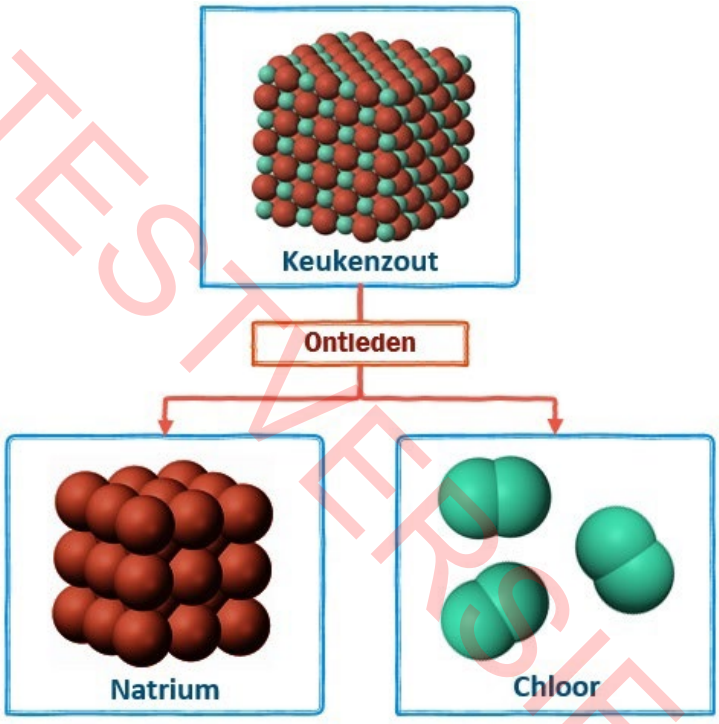
(Afbeelding: Benjah-bmm27; PD)

TESTVERSIE

Samen met de kennis uit het vorige hoofdstuk weten we dus nu dat **metalen** uit **metaalatomen** bestaan en zich ordenen in een **metaalrooster**, dat **niet-metalen** bestaan uit **niet-metaalatomen** en zich ordenen als **moleculen** en dat **zouten** bestaan uit een **combinatie van metaalatomen en niet-metaalatomen** en zich ordenen in **ionroosters**. Dit is hieronder samengevat:



Zowel moleculen, metaalroosters als ionroosters vinden we terug bij de ontleding van keukenzout. Keukenzout zelf vormt een ionrooster. Het natrium dat ontstaat vormt een metaalrooster en het chloorgas vormt moleculen (Cl_2):



TESTVERSIE

Zouten vormen geen moleculen en dus kunnen we er ook geen molecuulformules voor opstellen. We kunnen voor zouten wel een **verhoudingsformule** opstellen. Deze formule geeft aan in welke verhouding de verschillende ionen aanwezig zijn in het ionrooster. Neem bijvoorbeeld keukenzout. Natriumionen hebben een lading van 1+. Chloride-

ionen hebben een lading van 1-. Omdat keukenzout een **neutrale stof** is, moeten er dus evenveel natriumionen als chloride-ionen in een keukenzout zitten. De verhoudingsformule van keukenzout wordt dus simpelweg Na^+Cl^-. In de praktijk laten we de ladingen in de verhoudingsformule weg en korten we dit af tot **NaCl**.

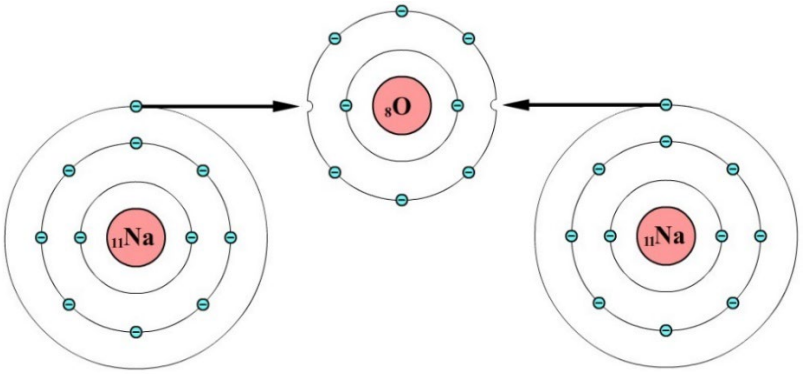
Nog een voorbeeld. Natriumoxide bestaat uit natriumionen (Na^+) en oxide-ionen (O^{2-}):

O^{2-} Na^+

Natriumoxide is een neutrale stof. Als beide ionen evenveel aanwezig zouden zijn, dan zou het resultaat niet neutraal zijn. Het totaal is wel neutraal als het zout twee keer zoveel natriumionen zou bevatten:

O^{2-} Na^+ Na^+

De verhoudingsformule van **natriumoxide** is daarom **Na_2O**. Bij de vorming van dit zout hebben beide natriumatomen elk een elektron afgestaan (zodat ze lading 1+ krijgen) en heeft het zuurstofatoom deze twee elektronen opgenomen (zodat het een lading van 2- krijgt). Hieronder staat deze reactie schematisch weergegeven:



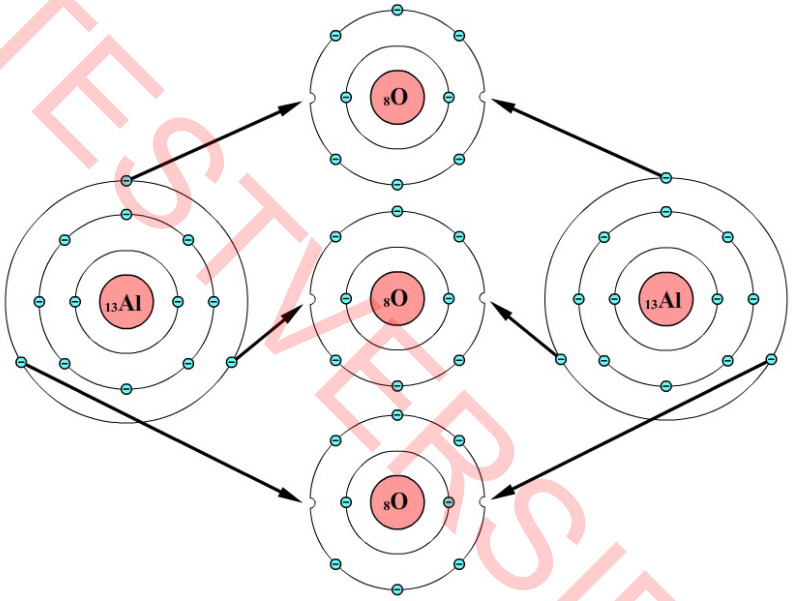
Laten we nog een laatste voorbeeld bespreken. Wat is de verhoudingsformule van aluminium(III)oxide? Een aluminiumion heeft een lading van 3+ en een oxide-ion heeft een lading van 2-:

Al^{3+} O^{2-}

Om een neutraal stuk aluminium(III)oxide over te houden, hebben we twee aluminiumionen nodig en drie oxide-ionen:

Al^{3+} Al^{3+} O^{2-} O^{2-} O^{2-}

De verhoudingsformule wordt dus **Al_2O_3**.



TESTVERSIE

We kunnen de verhoudingsformules ook in woorden uitdrukken. We gebruiken hier niet de Griekse voorvoegsels. Na_2O noemen we gewoon **natriumoxide** en Al_2O_3 noemen we aluminium(III)oxide. De romeinse cijfers worden hier genoteerd omdat de ionlading van aluminium niet rechtstreeks uit het periodiek systeem af te lezen is.

Zorg dat je de verhoudingsformule van zouten kan achterhalen en zorg dat je in het VWO ook de uitwisseling van elektronen bij de vorming van een ionrooster kan schetsen

1. Ga naar deze opdracht op de website en speel het programma uit (of maak de opdracht aan het einde van de paragraaf).
2. (VWO) Ga naar deze opdracht op de website en speel het programma uit.
3. (8p) Geef de verhoudingsformule van de volgende stoffen:
    a. Natriumoxide.
    b. Koperoxide.
    c. Aluminium(III)chloride.
    d. IJzer(II)sulfide.
    e. IJzer(III)sulfide.
    f. Chroom(III)oxide.
    g. Lood(II)jodide.
    h. Lood(IV)fosfide.
4. Bij een reactie tussen calcium en chloor ontstaat calciumchloride.
    a. (2p) Welk atoom staat elektronen af en welk atoom neemt elektronen op?
    b. (1p) Geef de verhoudingsformule van calciumchloride.
    c. (VWO, 2p) Geef dit proces met een tekening weer. Geef met name weer hoe de elektronen uitgewisseld zijn bij de vorming van het ionrooster.
5. IJzer halen we uit ijzererts (IJzer(III)oxide). Als we ijzererts bij hoge temperaturen laten reageren met koolstofmonoxide, dan ontstaat er koolstofdioxide en ijzer.
    a. (4p) Geef bij elk van de stoffen in deze reactie aan of het gaat om een moleculaire stof, een metaal of een zout.
    b. (1p) Welk ion in de ijzererts heeft elektronen opgenomen en welk ion heeft elektronen afgestaan?
    c. (1p) Geef de verhoudingsformule van ijzererts.
    d. (VWO, 2p) Geef dit proces met een tekening weer. Geef met name weer hoe de elektronen uitgewisseld zijn bij de vorming van het ionrooster.

TESTVERSIE

Vul de onderstaande tabel aan:

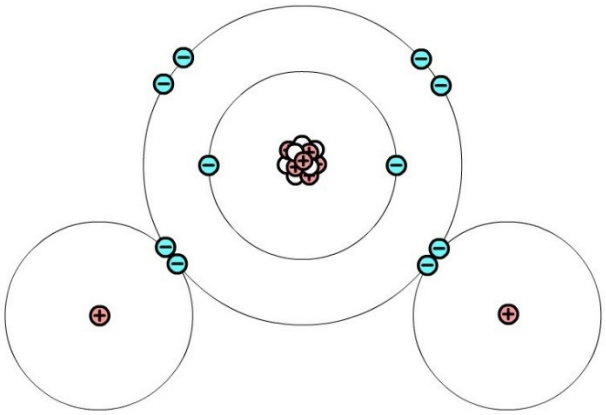
Stof	verhoudingsformule	Stof	verhoudingsformule
zilver(I)chloride	.....	koper(I)sulfide	.....
zilver(I)oxide	.....	calciumjodide	.....
kaliumjodide	.....	natriumnitride	.....
ijzer(III)oxide	.....	magnesiumnitride	.....
ijzer(II)oxide	.....	zink(II)chloride	.....
lood(IV)fosfide	.....	lood(II)jodide	.....
manganese(VII)oxide	.....	magnesiumoxide	.....
ijzer(II)fosfide	.....	aluminium(III)oxide	.....
natriumfluoride	.....	natriumsulfide	.....
lithiumoxide	.....	magnesiumchloride	.....
koper(II)sulfide	.....	natriumbromide	.....
aluminium(III)chloride	.....	vanadium(V)nitride	.....
lood(IV)chloride	.....	calciumoxide	.....
koper(I)fluoride	.....	natriumoxide	.....

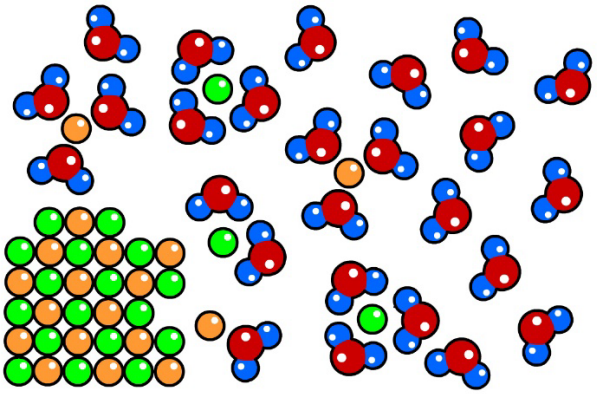
§4 Oplossen van zouten

Als we een zout oplossen in bijvoorbeeld water, dan gaan de ionen vrij door de vloeistof bewegen. Dit bestuderen we in deze paragraaf.

Hieronder zien we aan de linkerzijde een watermolecuul. Zoals je kunt zien bevinden er aan de bovenkant een aantal elektronen en aan de onderkant een aantal protonen. Dit zorgt ervoor dat de bovenkant van een watermolecuul een kleine negatieve lading heeft en de onderkant een kleine positieve lading.

Als we een zout in water oplossen, dan trekken de watermoleculen met de twee geladen kanten aan de ionen in het zout. Als deze aantrekkingskracht groot genoeg is, dan trekken de watermoleculen de ionen uit het rooster. De ionen bewegen dan vrij rond in het water (zie de onderstaande rechter afbeelding).





De reactievergelijking voor het oplossen van een zout schrijven we als volgt op:

$$NaCl\,(s) \rightarrow Na^{+}\,(aq) + Cl^{-}\,(aq)$$

In een eerder hoofdstuk hebben we gezien dat (s) staat voor een vaste stof. Met (aq) geef je aan dat de ionen in water ("aqua") zijn opgelost. Er staat hier dus dat het ionrooster is opgedeeld in individuele ionen, die vrij rondbewegen in water.

Doordat ionen geladen deeltjes zijn, kunnen **zouten in vloeibare vorm elektriciteit geleiden**. Dit kunnen we aantonen met een experiment. Zet een lamp in serie met de vloeistof en laat er een stoom doorheen lopen. Als de vloeistof geleid, dan gaat de lamp aan en anders niet. Als je dit experiment uitvoert met **gedestilleerd water** (waar geen zouten in zijn opgelost) dan gaat de lamp niet aan. Als je een zout toevoegt aan het gedestilleerd water dan gaat het lampje wel aan. Dit is ook waarom kraanwater geleid—door de ionen die in dit water zijn opgelost. Zonder deze ionen zou water geen stroom geleiden.

Zorg dat je reactievergelijkingen kan noteren waarbij een zout wordt opgelost

1. Het rooster van magnesiumoxide lijkt erg op het rooster van keukenzout.
    a. (1p) Welk ion in magnesiumoxide is positief geladen en welke negatief?
    b. (2p) Teken een stukje van het rooster van magnesiumoxide.
    c. (2p) Verklaar waarom magnesiumoxide niet oplost in water, terwijl natriumchloride dit wel doet.
2. (1p) In tandpasta zit natriumfluoride. Geef de reactievergelijking voor het oplossen van natriumfluoride in water.
3. Als je een zoutoplossing indampt ontstaan zoutkristallen.
    a. (1p) Geef de reactievergelijking voor het indampen van een keukenzoutoplossing.
    b. (2p) Maak een schematische tekening op atomair niveau van voor én na dit proces.
4. (2p) Leg uit wat het verschil is tussen NaCl (l) en NaCl (aq).
5. (7p) Leg uit of de volgende stoffen elektriciteit geleiden of niet:
   H_2O, Cu, NaCl (aq), CH_4, Al_2O_3 (s), NO_2 (l), BaF_2 (l)

TESTVERSIE

§5 Oefentoets

Zouten of moleculen

1 Leg bij elk van de volgende stoffen uit of het gaat om een zout of een moleculaire stof:
- H_2S
- AgCl
- C_4H_{10}

Verhoudingsformules

2 (9p) Geef de formule van de volgende zouten:
- Natriumoxide
- Aluminium(III)chloride
- Niobium(V)oxide (Tip: Niobium = Nb)

Sterren

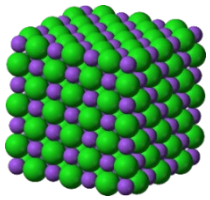
Sterren bevatten o.a. heliumatomen. Als een ster een temperatuur boven de 100 miljoen kelvin heeft, dan kunnen groepjes van 3 helium atomen fuseren tot één groter atoom.

3 (3p) Hoeveel protonen bevat dit nieuwe atoom? Leg uit hoe je op je antwoord bent gekomen.

4 (1p) Welke nieuwe atoomsoort is ontstaan? Leg uit hoe je op je antwoord bent gekomen.

Keukenzout

Hiernaast zien we een schematische afbeelding van keukenzout.



5 (1p) Verklaar de geordende rankschikking van de ionen in de afbeelding.

6 (3p) Schrijf de formule op van de twee ionen waaruit keukenzout bestaat.

7 (2p) Welk ion heeft een elektron opgenomen en welk heeft een elektron afgestaan?

8 (2p) Keukenzout is oplosbaar in water. Geef de reactievergelijking van het oplossen van keukenzout. Noteer ook de fasen.

9 (4p) Ongebluste kalk (calciumoxide) lost niet op in water. Achterhaal de verhoudingsformule voor ongebluste kalk en geef hiermee een verklaring waarom het niet oplost.

10 (3p) In een ander experiment werd ongebluste kalk ontleed. Teken op atomair niveau hoe de ongebluste kalk en de producten die bij de reactie ontstaan eruit zien. Teken de atomen als bolletjes.

Erts

In de hoogovens wordt ijzer verkregen uit ijzererts (Fe_2O_3). IJzererts wordt verhit en reageert met koolstofmonoxide (CO). De reactie staat hier beschreven: $Fe_2O_3 + 3\ CO \rightarrow 3\ CO_2 + 2\ Fe$

11 (3p) Geef bij elk van de vier stoffen aan of het gaat om een zout, een moleculaire stof of een metaal. Leg je keuzes uit.

12 (2p) Geef ook bij elke stof aan of het om een ontleedbare stof gaat of niet.

13 (3p) Als ijzer met zuurstof reageert ontstaat er onder sommige omstandigheden ijzer(II)oxide en onder andere omstandigheden ijzer(III)oxide. Vertel in beide gevallen hoeveel protonen, hoeveel neutronen en hoeveel elektronen de ijzerionen bevatten.

14 (4p) Geef beide verhoudingsformules.

15 Aluminium wordt verkregen door een stroom te laten lopen door aluminiumoxide. Leg uit waarom aluminiumoxide gesmolten moet zijn voor het winnen van aluminium.

Barium

Als het metaal barium (Ba) reageert met fluor, dan ontstaan kleine transparante bariumfluoride-kristallen (vergelijkbaar met zoutkorrels).

16 (3p) Geef met een tekening weer hoe de overdracht van elektronen tussen de barium- en de fluoratomen plaatsvindt tijdens de reactie.

Uraniniet

Hiernaast zien we een stukje uraniniet, een bekende erts voor uranium.
Uraniniet bestaat voor het grootste deel uit de zouten UO_2 en UO_3.

17 (2p) Geef voor beide zouten de formule van het uranium-ion.

Uraniniet bevat ook een kleine hoeveelheid radium en helium. Deze twee stoffen ontstaan omdat het uranium radioactief is. Deze radioactiviteit zorgt ervoor dat er soms een heliumkern afbreekt van de uraniumkern.

18 (2p) Leg uit hoeveel heliumkernen een uraniumatoom moet verliezen om radium te vormen. (Afbeelding: Robert M. Lavinsky; CC BY-SA 3.0)

TESTVERSIE

Hoofdstuk 6
Chemische reacties

§1 Chemische reacties

In dit hoofdstuk gaan we chemische reacties bestuderen. We gaan leren reactievergelijkingen uit te schrijven en gaan uitzoeken in welke massaverhouding stoffen met elkaar reageren. In deze eerste paragraaf gaan we chemische reacties in woorden beschrijven. Ook gaan we het verschil leren tussen endotherme en exotherme reacties.

In sommige situaties kunnen stoffen **veranderen** in andere stoffen. Als dit gebeurt, spreken we van een **chemische reactie**. Chemische reacties kunnen we beschrijven met een **reactieschema**. In een reactieschema schrijven we schematisch op welke stoffen **voor** de reactie aanwezig waren (**de reactanten**) en welke stoffen **na** de reactie zijn ontstaan (**de producten**):

reactant 1 + reactant 2 + ... → product 1 + product 2 + ...

Laten we als voorbeeld de verbranding van staalwol nemen. Zoals we eerder gelezen hebben, reageert het ijzer waaruit het staalwol bestaat met de zuurstof in de lucht en ontstaat er ijzeroxide. De reactanten zijn dus ijzer en zuurstof en het product is ijzeroxide. We schrijven dit op als:

ijzer + zuurstof → ijzeroxide

Bij verbrandingsreacties komt ook **energie** vrij in de vorm van **warmte**. We noemen reacties waarbij warmte vrij komt **exotherme reacties**. Ook deze energie kunnen we in het reactieschema noteren. In dit geval vinden we:

ijzer + zuurstof → ijzeroxide + **energie**

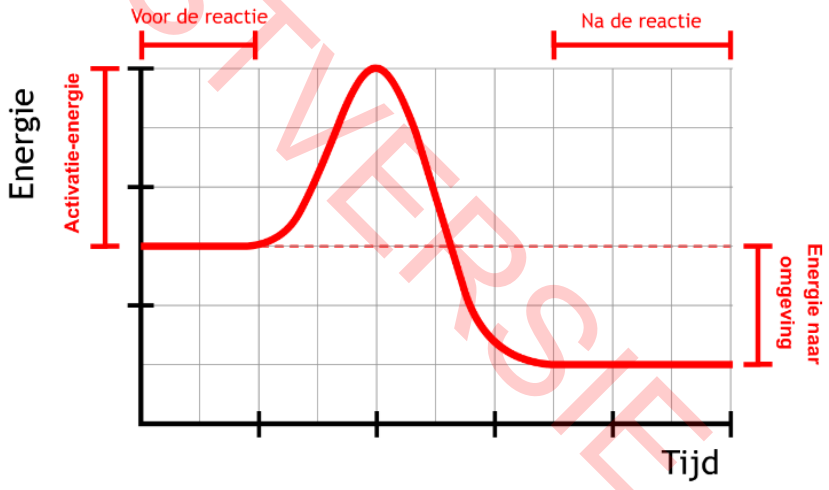
De energie staat aan de rechter kant van de pijl genoteerd, omdat de energie tijdens de reactie ontstaat.

Er bestaan ook reacties waarbij energie **gebruikt** wordt. Als gevolg **koelt** de stof **af**. De noemen dit **endotherme reacties**. Een voorbeeld is het oplossen van salmiak in water (zie het filmpje op de website). Het bijbehorende reactieschema is:

salmiak + water + **energie** → ammonium + chloride

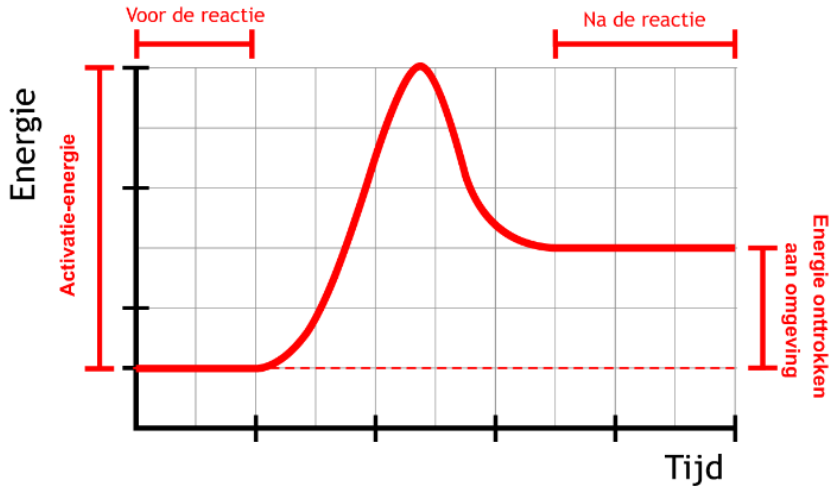
Zoals je kan zien staat de energie nu aan de linkerkant van de vergelijking genoteerd.

We kunnen endotherme en exotherme reacties beter begrijpen met behulp van de onderstaande diagrammen. Op de verticale as staat in beide diagrammen de chemische energie die in de stoffen zit opgeslagen en op de horizontale as de tijd. In het eerste diagram zien we een **exotherme reactie**. Zoals je ziet moet de energie voor de reactie eerst toenemen. We noemen dit de **activatie-energie**. Dit is de energie die nodig is om de reactie te laten plaatsvinden. Een brandstof moeten we bijvoorbeeld eerst aansteken voordat ontbranding plaatsvindt. Na de reactie is de grafiek bij een exotherme reactie lager dan aan het begin. Er is dus chemische energie **verloren gegaan** uit de stoffen en deze energie is **afgestaan aan de omgeving**. Als gevolg wordt de **omgeving warmer**.



HET VERSLAG

In het tweede diagram zien we de grafiek behorende bij een **endotherme reactie**. Ook hier is eerst activatie-energie nodig. Na de reactie hebben de stoffen in dit geval echter **meer energie** dan aan het begin. Deze energie is **afkomstig uit de omgeving**. Als gevolg wordt de **omgeving kouder**.



Zorg dat je reactieschema's kan opstellen inclusief de energie bij endotherme en exotherme reacties

1. Als we het metaal calcium in water gooien reageert het heftig. Bij de reactie ontstaat kalk en waterstofgas.
    a. (2p) Schrijf het reactieschema op dat bij deze reactie hoort, inclusief de energie.
    b. (1p) Leg uit of we hier te maken hebben met een endotherme of een exotherme reactie.
2. (3p) Bij de verbranding van staalwol ontstaat roest. Staalwol bestaat voornamelijk uit ijzer. Schrijf het reactieschema op dat bij deze reactie hoort. Noteer ook de energie.
3. (2p) Leg uit of de verbranding van aardappelen in je lichaam een exotherm of een endotherm proces is.
4. Als je salmiak oplost in water, dan kan de oplossing wel 10 graden in temperatuur dalen.
    a. (1p) Hebben we hier te maken met een chemische reactie of niet?
    b. (2p) Schrijf het reactieschema op dat hierbij hoort, inclusief de energie.
    c. (1p) Leg uit of we hier te maken hebben met een endotherme of een exotherme reactie.
5. De stof dynamiet kan ontploffen door het bloot te stellen aan een schokgolf. Bij het ontploffen van dynamiet ontstaan de gassen koolstofdioxide, waterdamp, stikstof en zuurstof. Gassen nemen veel meer ruimte in dan een vloeistoffen en dit verklaart deels waarom dynamiet zo explosief is. Een liter dynamiet zet bijvoorbeeld uit tot wel 1140 liters gas. Daarnaast komt bij deze reactie ook nog eens veel energie vrij. Het ontsteken van dynamiet is geen verbrandingsreactie. Er is dus geen zuurstof nodig om het te ontsteken.
    a. (4p) Schrijf het reactieschema op dat bij deze reactie hoort, inclusief de energie.
    b. (1p) Leg uit of dit een endotherme of een exotherme reactie is.
6. (2p) Tijdens het koken van water blijft de temperatuur 100 °C. Leg aan de hand hiervan uit of koken een endotherm of een exotherm proces is.

TESTVERSIE

§2 Reactiesnelheid

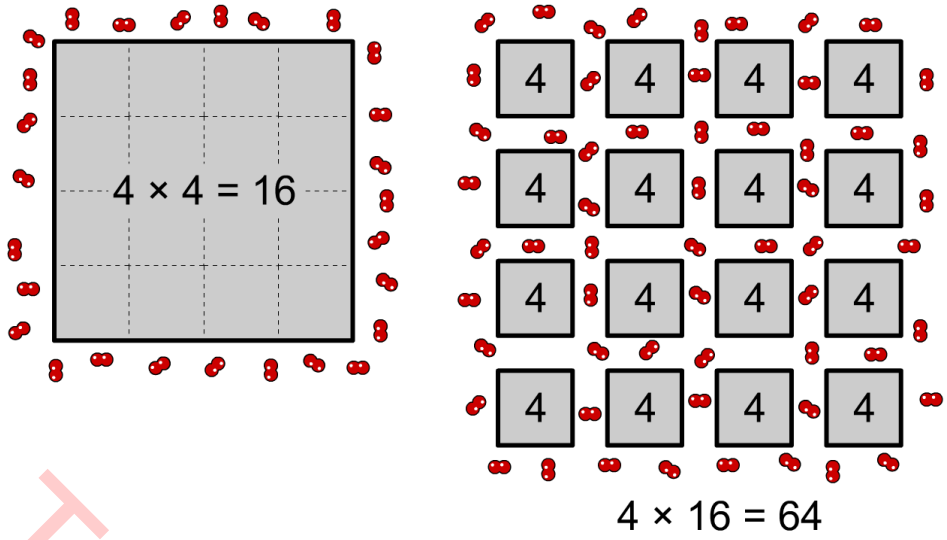
In deze paragraaf gaan we bestuderen hoe snel reacties verlopen.

In de vorige paragraaf hebben we geleerd een chemische reactie te beschrijven met een reactieschema. In deze paragraaf gaan we bestuderen **hoe snel** reacties verlopen. De **reactiesnelheid** tussen twee stoffen hangt o.a. af van:

- De temperatuur
- De verdelingsgraad
- Het aanwezig zijn van een katalysator

Hoe hoger de **temperatuur** van een stof, hoe **sneller** de deeltjes waaruit de stof bestaat bewegen. De deeltjes botsen hierdoor vaker en de botsingen zijn ook heftiger. Het resultaat is dat de reactiesnelheid omhoog gaat.

De **verdelingsgraad** vertelt ons hoe groot het **contactoppervlak** is tussen twee stoffen die met elkaar reageren. Neem als voorbeeld het verbranden van hout. Een groot blok hout heeft een relatief klein contactoppervlak en als gevolg is de reactiesnelheid niet optimaal. Een even groot volume houtsnippers daarentegen hebben een veel groter contact oppervlak. Dit verklaart waarom het gemakkelijker is om houtsnippers in brand te steken. In de onderstaande afbeelding wordt dit effect duidelijk. In de linker afbeelding komt zuurstof in aanraking met een blok met 16 centimeter aan omtrek. In de rechter afbeelding is het blok verdeeld in 16 stukken en komt zuurstof in aanraking met 64 centimeter aan omtrek. Dit is 4 keer zo veel!



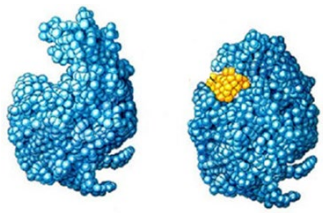
Een **katalysator** is een stof die een reactie versnelt. Als voorbeeld bestuderen we de ontleding van waterstofperoxide in water en zuurstof:

waterstofperoxide → water + zuurstof + **energie**

Deze reactie verloopt normaal gesproken extreem langzaam, maar als we de katalysator kaliumjodide toevoegen, dan verloopt de reactie veel sneller. In een filmpje op de website is dit goed te zien.

Een eigenschap van katalysatoren is dat ze wel **gebruikt** worden tijdens een reactie, maar niet **verbruikt**. Na de reactie is er dus nog evenveel katalysator over als daarvoor en dit betekent dat we de katalysator dus kunnen **hergebruiken**.

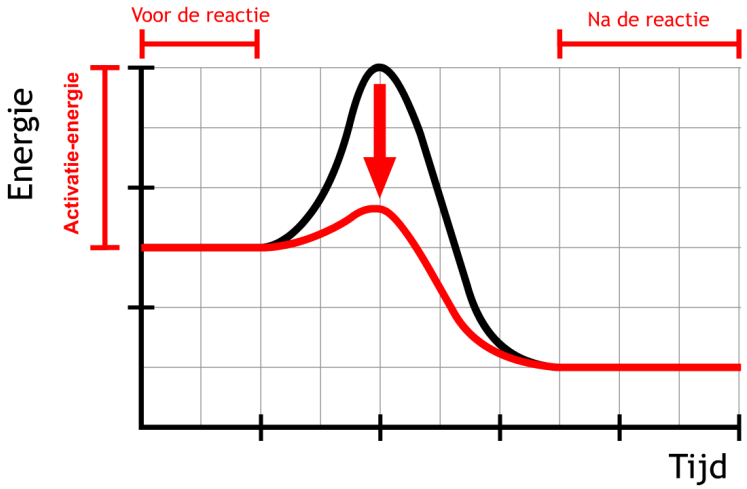
In het menselijk lichaam bevinden zich ook katalysatoren die processen als de spijsvertering versnellen. Deze katalysatoren zorgen ervoor dat allerlei reacties plaats kunnen vinden die normaal alleen bij hoge temperaturen kunnen plaatsvinden. De katalysatoren in ons lichaam worden **enzymen** genoemd. Enzymen zijn grote moleculen met een speciale vorm waar andere moleculen precies in kunnen klikken (zie de onderstaande afbeelding). Nadat dit gebeurd is, kan het enzym het ingevangen molecuul bijvoorbeeld opdelen in twee kleinere moleculen.



(Afbeelding: Biocyclopedia)

TECHNEUT

Het effect van een katalysator is ook in een energiediagram goed te zien. Het verlaagt de **activatie-energie** die nodig is om een reactie op gang te brengen.



Een extreem snelle reactie waarbij extreem veel energie vrijkomt noemen we een **explosie**. Voorbeelden zijn de gecontroleerde explosies van benzine in de motor van een auto. Een ander voorbeeld van een explosie is het exploderen van dynamiet (zie de volgende afbeelding).

(Afbeelding: National Nuclear Security Administration; PD)

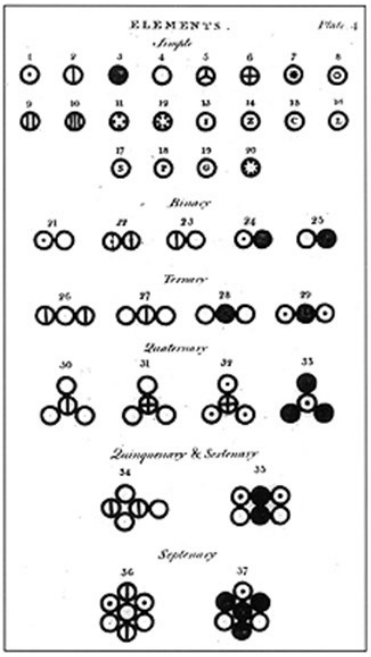
Zorg dat je kan redeneren met de drie factoren die invloed hebben op de reactiesnelheid

1. (1p) Je gooit een blokje hout en een handje zaagsel in een brandende open haard. Leg uit welk verschil je ziet.
2. Vergelijk een kubus met een volume van 1 dm^3 met 1000 kubussen van 1 cm^3.
   a. (1p) Vergelijk het volume.
   b. (3p) Vergelijk het oppervlak.
   c. (1p) In welk geval hebben we een grotere verdelingsgraad?
   d. (1p) Waarom is bij een hogere verdelingsgraad de reactiesnelheid groter.
3. In je lichaam treedt ook verbranding op, maar gelukkig bij lage temperatuur en zonder vuurverschijnselen. De gevormde koolstofdioxide verlaat je lichaam als je uitademt.
   a. (1p) Welke brandstoffen verbranden in je lichaam.
   b. (1p) Waardoor kan deze verbranding bij lage temperatuur plaatsvinden?

TESTVERSIE

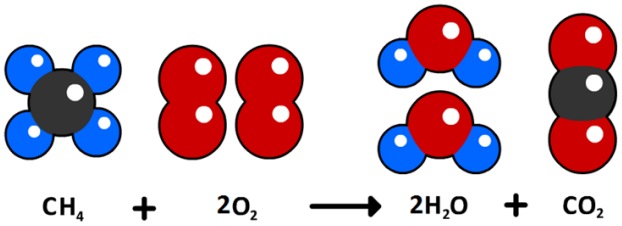
§3 Reactievergelijkingen

In deze paragraaf gaan we met onze kennis van atomen en moleculen reactievergelijkingen uitschrijven.



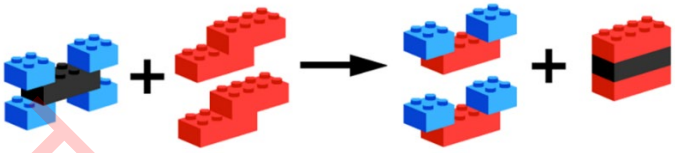
In de 19de eeuw vond de wetenschapper **John Dalton** aanwijzingen voor het bestaan van **atomen** en **moleculen**. Hiernaast zien we een schets die Dalton hiervan maakte.

Dalton begreep dat tijdens **chemische reacties** de **moleculen veranderen**, maar de **atomen niet**. Hieronder zien we bijvoorbeeld een reactie tussen een methaanmolecuul (CH_4) en twee zuurstofmoleculen ($2O_2$). Bij deze reactie ontstaat een koolstofdioxidemolecuul (CO_2) en twee watermoleculen ($2H_2O$). Merk op dat alle atomen die voor de reactie aanwezig waren, ook na de reactie aanwezig zijn. Aan beide kanten van de vergelijking zien we 4 waterstofatomen, 4 zuurstofatomen en 1 koolstofatoom. Het enige dat dus gebeurt is, is dat de atomen zich hebben **herverdeeld** en zo dus **andere moleculen** vormen.

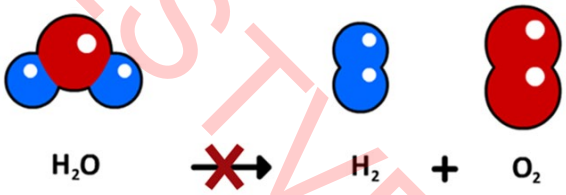


In de eerste paragraaf hebben we reactieschema's besproken. Hier werden de stoffen in woorden opgeschreven. In de bovenstaande afbeelding zien we niet de namen van de stoffen, maar de molecuulformules. In dat geval spreken we van een **reactievergelijking**.

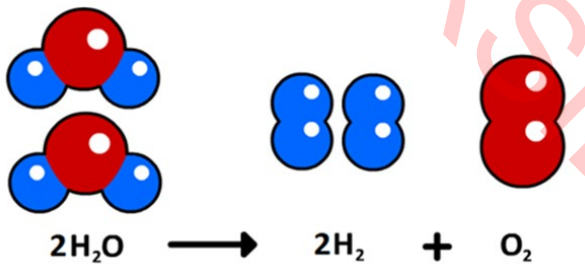
Om reactievergelijkingen goed te begrijpen is het handig reacties na te bouwen met bijvoorbeeld legoblokjes (zie de onderstaande afbeelding). Tijdens chemische reacties veranderen de bouwsels (de moleculen), maar de legoblokjes zelf (de atomen) blijven onveranderd.



Laten we nog een voorbeeld bestuderen. Als we elektriciteit door water (H_2O) laten stromen, dan ontleedt het in zuurstofgas (O_2) en waterstofgas (H_2). In eerste instantie zal je misschien denken dat de reactievergelijking er als volgt uit ziet:



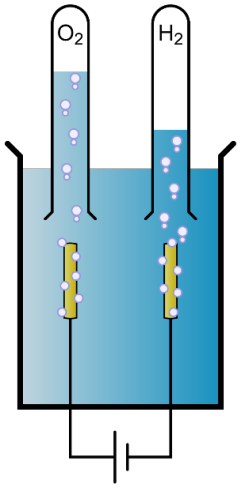
Deze reactievergelijking klopt echter niet, want het aantal atomen voor en na de reactie is niet gelijk. We kunnen dit probleem oplossen door **coëfficiënten** toe te voegen. Dit zijn de getallen die we **voor** molecuulformules schrijven om het **aantal moleculen** aan te geven. Hieronder is dit gedaan:



TESTVERSIE

De reactievergelijking is nu **kloppend gemaakt**. Zoals je ziet hebben we aan zowel de linker- als de rechterzijde twee zuurstofatomen en vier waterstofatomen.

Merk ook op dat er bij deze reactie twee keer zoveel waterstof als zuurstof is ontstaan. Dit kunnen we experimenteel nagaan. Als we elektriciteit door water laten lopen, dan ontstaat er inderdaad twee keer zoveel waterstof als zuurstof. Dit kun je zien in de onderstaande afbeelding, waar in de linker buis zuurstof is ontstaan en in de rechter buis waterstof (dat het linker gas waterstof is kunnen we aantonen door er een lucifer bij te houden. Waterstof is immers brandbaar).



(Afbeelding: Nécropotame; Free Art License)

Laten we nog een voorbeeld uitwerken. Als ammoniak (NH_3) reageert met zuurstof, dan ontstaat stikstofdioxide. Een eerste poging tot een reactievergelijking is:

$$NH_3 + O_2 \rightarrow NO_2 + H_2O$$

Het is handig om bij het kloppend maken niet te beginnen met de atomen die aan dezelfde kant van de vergelijking meerdere keren voorkomen. In dit voorbeeld is dit het geval voor zuurstof. Zuurstof gaan we pas als laatst kloppend maken. Laten we beginnen met de waterstofatomen:

$$2NH_3 + O_2 \rightarrow NO_2 + 3H_2O$$

Nu hebben we aan beide kanten 6 waterstofatomen. Nu dan de stikstof:

$$2NH_3 + O_2 \rightarrow 2NO_2 + 3H_2O$$

We hebben nu aan beide kanten 2 stikstofatomen. Dan de zuurstof. Aan de rechterkant hebben we in totaal 7 zuurstofatomen. Als we dit links ook willen hebben zouden we 3,5 O_2 moleculen nodig hebben:

$$2NH_3 + 3,5O_2 \rightarrow 2NO_2 + 3H_2O$$

3,5 O_2 is natuurlijk onzinnig. We lossen dit op door alle stoffen in de reactie te verdubbelen:

$$4NH_3 + 7O_2 \rightarrow 4NO_2 + 6H_2O$$

Nu is de reactie kloppend.

Zorg dat je reactievergelijkingen kloppend kan maken

1. (3p) Alchemisten (de eerste scheikundigen) hebben ontdekt dat goud kan reageren met een mix van zoutzuur en salpeterzuur. De alchemisten noemden dit mengsel aqua regia (oftewel, koninklijk water). Als gevolg vormt het goud een verbinding die oplost in de vloeistof. De reactie is hieronder opgeschreven. Bij de reactie komt een gas vrij. Ga aan de hand van de reactie na welk gas dit is:

   $Au + NO_3^- + 4HCl \rightarrow AuCl_4^- + 2H_2O + \ldots$

TESTVERSIE

2.

a. (2p) Geef de reactievergelijking van de reactie tussen koolstofmonoxide en zuurstof waarbij koolstofdioxide ontstaat.

b. (2p) Geef de reactievergelijking van de reactie tussen waterstof en chloor waarbij waterstofchloridegas (HCl) ontstaat.

3. (3p) Ammoniak (NH_3) ontleedt in stikstof en waterstof. Geef de reactievergelijking en maak ook een bijbehorende tekening van de ontleding op atomair niveau.

4.

a. (2p) Kwikoxide (HgO) ontleedt in kwik en zuurstof. Geef de reactievergelijking.

b. (2p) Waterstofdisulfide en chloor vormen octosulfide en waterstofchloride. Geef de reactievergelijking.

c. (2p) Calcium reageert met Aluminiumchloride ($AlCl_3$) en vormt calciumchloride ($CaCl_2$) en aluminium. Geef de reactievergelijking.

d. (3p) Ammoniak (NH_3) reageert met zuurstof en vormt stikstofmonoxide en water. Geef de reactievergelijking.

e. (2p) Tetrafosfordecaoxide (deca = 10) reageert met water en vormt triwaterstofmonofosfortetraoxide. Geef de reactievergelijking.

f. (3p) Ammoniak (NH_3) reageer met stikstofmonoxide en vormt stikstof en water. Geef de reactievergelijking.

g. (3p) IJzersulfide (FeS_2) en zuurstof reageert tot ijzeroxide (Fe_2O_3) en zwavedioxide. Geef de reactievergelijking.

5. Ga naar deze opdracht op de website en speel het programma uit (of maak de onderstaande reactievergelijkingen kloppend).
   a. $HgO \rightarrow Hg + O_2$
   b. $Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$
   c. $Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
   d. $C_7H_6O_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
   e. $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2$
   f. $Fe_2O_3 + CO \rightarrow Fe + CO_2$
   g. $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$
   h. $FeS_2 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2$
   i. $NH_3 + NO \rightarrow N_2 + H_2O$
   j. $PCl_5 + H_2O \rightarrow HCl + H_3PO_4$
   k. $Ca + AlCl_3 \rightarrow CaCl_2 + Al$
   l. $KO_2 + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + O_2$
   m. $V_2O_5 + HCl \rightarrow VOCl_3 + H_2O$
   n. $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$
   o. $Si_2H_3 + O_2 \rightarrow SiO_2 + H_2O$
   p. $KClO_3 \rightarrow KClO_4 + KCl$
   q. $P_4O_{10} + H_2O \rightarrow H_3PO_4$
   r. $S_8 + O_2 \rightarrow SO_3$
   s. $Fe_2O_3 + H_2 \rightarrow Fe + H_2O$
   t. $C_2H_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
   u. $C_{10}H_{16} + Cl_2 \rightarrow C + HCl$
   v. $Na + H_2O \rightarrow NaOH + H_2$
   w. $H_2S + Cl_2 \rightarrow S_8 + HCl$
   x. $H_3PO_3 \rightarrow H_3PO_4 + PH_3$

TESTVERSIE

§4 Verbrandingsreacties

In deze paragraaf gaan we nauwkeuriger kijken naar verbrandingsreacties. We gaan deze reacties opschrijven met reactievergelijkingen.

In deze paragraaf gaan we verschillende verbrandingsreacties kloppend maken. Neem bijvoorbeeld de verbranding van aardgas. Aardgas bestaat uit het brandbare gas **methaan** (**CH_4**). Als methaan verbrandt in de aanwezigheid van voldoende zuurstof, dan ontstaan de stoffen **water** en **koolstofdioxide**. We noemen dit de **volledige verbranding** van aardgas. Onze eerste poging voor het maken van de reactievergelijking wordt:

$$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

Nu maken we de reactie kloppend (zoals we in de vorige paragraaf geleerd hebben):

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Ga zelf na dat we alle atomen van voor de reactie ook na de reactie vinden.

(VWO) We sluiten deze paragraaf af met de verbranding van natrium. Bij deze reactie ontstaat natriumoxide. In woorden is de reactievergelijking:

$$\text{natrium} + \text{zuurstof} \rightarrow \text{natriumoxide}$$

Natriumoxide is een zout en een zout bestaat uit ionen. In het periodiek systeem vinden we dat een natriumion een lading van 1+ heeft en een oxide-ion een lading van 2-. De verhoudingsformule wordt hiermee Na_2O.

De eerste poging tot een reactievergelijking wordt hiermee:

$$Na + O_2 \rightarrow Na_2O$$

Merk op dat we het metaal natrium gewoon als “Na” hebben genoteerd. Dit kunnen we doen omdat metalen geen moleculen vormen. Voor zuurstof gebruiken we O_2, omdat een zuurstofmolecuul altijd uit twee zuurstofatomen bestaat.

Nu maken we de reactievergelijking kloppend:

$$4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$$

Ga zelf na dat de reactie klopt.

TESTVERSIE

Zorg dat je reactievergelijkingen van verbrandingsreacties kloppend kan maken

1. Geef de reactievergelijkingen voor:
   a. (2p) De verbranding van waterstof.
   b. (2p) De volledige ontbranding van propaan.
   c. (VWO, 3p) De verbranding van magnesium.
   d. (VWO, 3p) De verbranding van natrium.
2. (VWO, 4p) Stel dat we 100 watermoleculen ontleden. Hoeveel waterstofmoleculen en hoeveel zuurstofmoleculen ontstaan er dan?

§5 Behoud van massa en massaverhouding

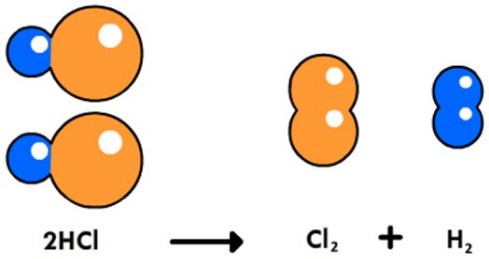
In deze paragraaf introduceren we eerst een belangrijk principe uit de scheikunde genaamd het behoud van massa. We gaan dit principe daarna gebruiken om uit te rekenen in welke massaverhouding verschillende stoffen reageren.

Omdat we voor en na de reactie nog precies dezelfde atomen hebben, volgt ook automatisch dat de **massa** voor en na de reactie **gelijk moet zijn**. We noemen dit principe **de wet van behoud van massa**.

Bij sommige reacties lijkt het in eerst instantie of massabehoud niet geldt. Neem bijvoorbeeld het verbranden van een blok hout. Als je het blok voor en na de reactie weegt, dan zie je dat er massa verdwenen is. Dit komt echter doordat er bij de verbranding gassen zijn vrijgekomen. Als deze gassen netjes opgevangen worden en gewogen worden, dan blijkt dat de massa netjes gelijk gebleven is.

Nog een voorbeeld. Als een stuk ijzer oxideert, dan wordt het juist zwaarder. Ook hier lijkt massabehoud in eerst instantie niet te gelden, maar bij nadere inspectie blijkt dat het ijzer zuurstof heeft opgenomen uit de lucht. Als deze zuurstof ook gewogen wordt, dan blijkt massabehoud wederom te gelden.

Laten we dit principe gebruiken in een rekensommetje. We bestuderen hiervoor het ontleden van waterstofchloride (HCl) in waterstofgas (H_2) en chloorgas (Cl_2).



In de reactievergelijking zien we dat er **evenveel waterstofgas** als **chloorgas** ontstaat. Het **volume** van beide gassen is dus **gelijk**, maar dit geldt **niet** voor de **massa**. In het periodiek systeem zien we dat een **waterstofatoom** een **massagetal** van **1** heeft, terwijl een **chlooratoom** een **massagetal** van **35** heeft. Dit betekent dat het chloorgas **35 keer** zo zwaar is als het waterstofgas. We zeggen in zo'n geval dat de **massaverhouding** tussen het waterstofgas en het chloorgas **1 : 35** is.

Stel dat we bijvoorbeeld 2,25 gram waterstofgas willen maken. Hoeveel gram chloorgas komt hier dan bij vrij? Dit kunnen we nu uitrekenen met een simpele verhoudingstabel.

Waterstof	**1 gram**	**2,25 gram**
Chloor	35 gram	**78,75 gram**

Als we 2,25 gram waterstofgas maken met deze reactie, dan ontstaat er dus ook 78,75 gram chloorgas.

Nog een voorbeeld. Stel we ontleden 70 gram waterstofchloride. Hoeveel gram waterstof en hoeveel gram chloor komt hier dan bij vrij?

We weten dat als er 1 gram waterstof ontstaat, dat er dan 35 gram chloor ontstaat. Volgens de wet van **behoud van massa** moet de **waterstofchloride** waaruit dit is ontstaan, een massa hebben van **1 + 35 = 36 gram**. We kunnen op basis hiervan de volgende verhoudingstabel maken, waarmee we uitrekenen hoeveel gram waterstofgas en chloorgas er vrijkomt bij de ontleding van 70 gram waterstofchloride:

Waterstof	**1 gram**	**1,94 gram**
Chloor	35 gram	**68,06 gram**
Waterstofchloride	36 gram	70 gram

We kunnen nog even checken of we dit goed hebben uitgerekend, door de 1,94 gram waterstofgas en de 68,06 gram chloorgas bij elkaar op te tellen. We vinden dan inderdaad 1,94 + 68,06 = 70 gram. Dit klopt precies.

Laten we nog een reactie bestuderen.

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$$

In het periodiek systeem lezen we dat het massagetal van zuurstof 16 is en dat het massagetal van magnesium 24 is. De massaverhouding tussen zuurstof en magnesium is dus 16 : 24. We kunnen deze verhouding versimpelen tot **2 : 3** door beide kanten door 8 te delen. Dit betekent dus dat **2 gram zuurstof** volledig reageert met **3 gram magnesium**.

HET VERSIE

Stel dat we 16,5 gram magnesium willen laten reageren met zuurstof. Hoeveel gram zuurstof hebben we hier dan voor nodig? Ook dit berekenen we met een verhoudingstabel:

Zuurstof	**2 gram**	**11 gram**
Magnesium	3 gram	16,5 gram

Hoeveel gram magnesiumoxide is er dan ontstaan? Dit kunnen we vinden met behulp van de wet van behoud van massa. Als 16,5 gram magnesium en 11 gram zuurstof met elkaar reageren, dan ontstaat er 16,5 + 11 = 27,5 gram magnesiumoxide.

Zorg dat je kan redeneren met massabehoud

1. (2p) Bij het verbranden van een stuk hout is de as lichter dan het oorspronkelijke stuk hout. Leg uit of ook voor deze reactie de wet van massabehoud geldt.
2. (1p) Een spijker wordt gewogen en daarna een tijdje in vochtige lucht bewaard. Na verloop van tijd weegt men de roestige spijker. De massa van de spijker blijkt groter te zijn geworden. Leg uit hoe dit kan.
3. (3p) Bij de volledige ontbranding van 4,0 gram methaan ontstaat 9,0 gram water en 11,0 gram koolstofdioxide. Hoeveel gram zuurstof heeft er gereageerd?

Zorg dat je kan rekenen met massaverhoudingen

4. Magnesium en broom reageren met elkaar in de massaverhouding 3 : 20.
   a. (1p) Bereken hoeveel gram magnesium reageert met 60 gram broom.
   b. (2p) Bereken hoeveel gram magnesium reageert met 10 kg broom.
   c. (1p) Bereken hoeveel gram broom reageert met 60 gram magnesium.
   d. (2p) Bereken hoeveel gram broom reageert met 28 kg magnesium.
   e. (2p) Bereken de massa van de magnesiumbromide die bij vraag a t/m d is ontstaan.
5. Waterstof en zuurstof reageren met elkaar in de massaverhouding 1 : 8.
   a. (1p) Bereken hoeveel gram waterstof reageert met 28 gram zuurstof.
   b. (1p) Bereken hoeveel gram zuurstof reageert met 15 mg waterstof.
   c. (1p) Bereken hoeveel gram water bij deze twee reacties is ontstaan.
   d. (2p) Bereken hoeveel gram waterstof en zuurstof nodig zijn voor 54 gram water.

§6 Overmaat

In sommige situaties is er bij een reactie te veel van één van de stoffen aanwezig, waardoor niet alles kan reageren. We spreken dan van een overmaat. In deze paragraaf gaan we hier mee rekenen.

Stel we laten 25 gram magnesium en 25 gram zuurstof met elkaar reageren. Hoeveel gram magnesiumoxide ontstaat er dan? In de vorige paragraaf hebben we gezien dat zuurstof en magnesium reageren met massaverhouding 2 : 3. Eerst rekenen we uit hoeveel magnesium we kunnen laten reageren met 25 gram zuurstof.

Zuurstof	**2 gram**	**25 gram**
Magnesium	3 gram	**37,5** gram

Als we 25 gram zuurstof willen laten reageren, dan hebben we dus wel 37,5 gram magnesium nodig. Maar we hebben slechts 25 gram magnesium, dus deze informatie is niet echt bruikbaar. Laten we in plaats daarvan eens uitrekenen hoeveel zuurstof er nodig is om 25 gram magnesium te laten reageren:

Zuurstof	**2 gram**	**16,7 gram**
Magnesium	3 gram	25 gram

Er is dus slechts **16,7 gram zuurstof** nodig om **25 gram magnesium** te laten reageren. Maar we **begonnen met 25 gram zuurstof**. Dit betekent dat als alle magnesium gereageerd heeft, er nog steeds 25 - 16,7 = **8,3 gram zuurstof over is**. We zeggen dan dat de zuurstof in **overmaat** aanwezig is.

TESTVERSIE

Met behulp van de wet van behoud van massa kunnen we ook uitrekenen dat er 25 + 16,7 = **41,7 gram** magnesiumoxide is ontstaan. We vatten de reactie als volgt samen:

25 g magnesium + **25** g zuurstof → **41,7** g magnesiumoxide + **8,3** g zuurstof

Merk op dat de massa van de stoffen aan beide kanten van de vergelijking in totaal 50 gram is. Dit is in overeenstemming met de wet van behoud van massa.

Zorg dat je kan rekenen met overmaat

1. Zwavel en ijzer reageren met elkaar in de massaverhouding 4 : 7. Bereken in elk van de volgende gevallen welke stoffen je na de reactie nog over hebt en hoeveel gram je van deze stof over hebt:
   a. (2p) 4 gram zwavel en 10 gram ijzer.
   b. (2p) 10 gram zwavel en 7 gram ijzer.
   c. (2p) 9 gram zwavel en 15 gram ijzer.
2. Bij het verbranden van magnesium reageren magnesium en zuurstof met elkaar in de massaverhouding 3 : 2. Bereken in elk van de volgende gevallen welke stoffen je na de reactie nog over hebt en hoeveel gram je van elke stof over hebt:
   a. (3p) 10 g magnesium en 6 g zuurstof.
   b. (3p) 7,5 g magnesium en 5,7 g zuurstof.

§7 Massaverhouding II (VWO)

In deze paragraaf gaan we de kennis uit het hoofdstuk zouten combineren met de kennis over massaverhoudingen. We doen dit aan de hand van een voorbeeld.

Vraag: Als magnesium (Mg) met fosfor (P_4) reageert, ontstaat het zout magnesiumfosfide. Vind de reactievergelijking en bepaal daarna de massaverhouding waarin magnesium en fosfor met elkaar reageren.

Antwoord: Eerst willen we de verhoudingsformule van het zout (magnesiumfosfide) te weten komen. Een zout bestaat niet uit atomen, maar uit ionen. We beginnen met het opschrijven van de ionen waaruit dit zout bestaat:

Mg^{2+} P^{3-}

Omdat een zout neutraal is, komen de ionen in de volgende verhouding voor:

Mg^{2+} Mg^{2+} Mg^{2+} P^{3-} P^{3-}

De verhoudingsformule wordt dus:

Mg_3P_2

De eerste poging tot het maken van een reactievergelijking wordt hiermee:

$Mg + P_4 \rightarrow Mg_3P_2$

De volgende stap is om de reactievergelijking kloppend te maken:

$6Mg + P_4 \rightarrow 2Mg_3P_2$

In het periodiek systeem vinden we dat magnesium een massagetal van 24 heeft en fosfor van 31. Er reageren 6 magnesiumatomen. Het totale massagetal hiervan is dus 24 × 6 = 144. Er reageren 4 fosforatomen. Het totale massagetal hiervan is 31 × 4 = 124. De massaverhouding tussen magnesium en fosfor is dus 144 : 124 Deze verhouding kunnen we vereenvoudigen door beide kanten door vier te delen:

36 : 31

We hebben dus gevonden dat magnesium en fosfor in de massaverhouding 36 : 31 reageren bij de vorming van magnesiumfosfide.

TESTVERSIE

Zorg dat je de massaverhouding kan achterhalen aan de hand van een reactievergelijking

1. (5p) Sommige mensen slikken natriumfluoride pilletjes om hun tanden te beschermen tegen gaatjes. Als we het zout waaruit deze pilletjes bestaan ontleden, dan ontstaat natrium (Na) en fluor (F_2). Vind de reactievergelijking van deze ontledingsreactie en vind de massaverhouding waarin deze twee stoffen ontstaan.
2. (4p) Als we calcium met chloor laten reageren, dan ontstaat het zout calciumchloride. Vind de reactievergelijking en vind de massaverhouding waarin deze stoffen reageren.
3. (5p) Het zout pyriet heeft de chemische naam ijzer(II)sulfide. Omdat dit zout een lichtgele metaalachtige glans heeft, werd het vroeger gebruikt als nepgoud. We kunnen ijzersulfide maken met behulp van ijzer (Fe) en sulfide (S_8). Vind de reactievergelijking en de massaverhouding bij deze reactie.
4. (5p) Een belangrijke erts voor koper is het zout koper(I)sulfide. We kunnen kopersulfide zelf maken uit koper (Cu) en sulfide (S_8). Vind de reactievergelijking en vind de massaverhouding waarin deze stoffen reageren.
5. Bij de verbranding van glucose ($C_6H_{12}O_6$) ontstaat koolstofdioxidegas en waterdamp.
    a. (2p) Schrijf de reactievergelijking op.
    b. (4p) Bereken de massaverhouding waarin glucose en zuurstof met elkaar reageren.
    c. (2p) Bereken hoeveel zuurstof er nodig is als we 8 gram glucose volledig willen verbranden.

§8 Oefentoets

Endotherm of exotherm

Als we zweten, dan wordt onze huid vochtig. Dit water verdampt en houdt daarmee onze lichaamstemperatuur op peil.

1 (1p) Leg uit of zweten een endotherm of een exotherm proces is.
2 (2p) Schrijf de reactievergelijking van dit proces op. Noteer achter de symbolen tussen haakjes de fase van de stof en noteer ook de energie.

Openhaard

Bij het aansteken van een openhaard begint men met het aansteken van aanmaakblokjes. Deze blokjes zorgen er al snel voor dat kleine stukjes hout in brand vliegen. Pas later gaan de grote stukken hout branden.

3 (1p) Leg uit waarom met aanmaakblokjes wordt begonnen. Waarom worden niet meteen de kleine stukjes hout aangestoken?
4 (1p) Leg uit waarom de kleine stukjes hout sneller branden dan de grote blokken hout.
5 (5p) Een blok hout van 10 x 10 x 10 cm wordt in stukjes van 2 x 2 x 2 cm gezaagd. Reken uit met welke factor de verdelingsgraad is toegenomen.
6 (1p) Aan het begin kan het best even duren voordat een stukje hout in brand vliegt. Op den duur gaat dit veel gemakkelijker. Leg uit hoe dit komt.
7 (1p) Als de kleine stukjes zo goed branden, waarom gebruikt men dan ook nog de grote blokken?

Reactievergelijkingen

8 (6p) Neem de volgende reactievergelijkingen over en maak ze kloppend:

- $Fe\ (s) + Br_2 \rightarrow FeBr_3$
- $HCl\ (g) + O_2(g) \rightarrow H_2O\ (s) + Cl_2\ (g)$
- $C_{10}H_{22} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
- $P_2S_5\ (s) + O_2(g) \rightarrow P_2O_5\ (s) + SO_2\ (g)$

TESTVERSIE

Roest verwijderen
Een bedrijf dat zich gespecialiseerd heeft in het verwijderen van roest, laat waterstofgas langs verroeste voorwerpen stromen. Het waterstof "vreet" de roest weg. Waterstof reageert bij deze reiniging met ijzer(III)oxide (Fe_2O_3) tot ijzer en water.

9 (2p) Geef de kloppende reactievergelijking van de reactie die hierboven beschreven staat. Noteer ook de fasen achter de formules.

Verlichting
Vroeger maakte men gebruik van een carbidlamp. Een carbidlamp bevat een bakje met daarin carbid (CaC_2). Daarna wordt water toegevoegd. Tussen water en carbid treedt een reactie op waarbij acetyleen (C_2H_2) ontstaat en een suspensie van calciumhydroxide (CaO_2H_2).

10 (2p) Geef de kloppende reactievergelijking van de reactie tussen carbid en water.

Door het acetyleen C_2H_2 aan te steken gaat de lamp branden. Bij de verbranding ontstaat er water, koolstofdioxide, licht en warmte.

11 (2p) Geef de kloppende vergelijking bij deze reactie, inclusief de energie.

12 (1p) Is hier sprake van een endotherme of een exotherme reactie. Leg je antwoord uit.

Carbidlampen walmen erg en geven veel roetaanslag doordat er onvoldoende zuurstof tijdens het verbranden met het gevormde acetyleen reageert. Hieronder staat de reactie vergelijking van deze verbranding, waarbij een ontbrekende stof is aangegeven met de letter X:

C_2H_2 (g) + O_2 → C (s) + X + H_2O (l)

13 (2p) Leid uit de vergelijking af welke formule en naam stof X heeft.

Salmiak
Waterstofchloridegas (HCl) en ammoniakgas (NH_3) reageren met elkaar in de massaverhouding 36 : 17. Bij deze reactie ontstaat salmiak (NH_4Cl).

14 (2p) Hoeveel ammoniak is er nodig om met 7,2 gram waterstofchloride te reageren.

15 (3p) 9,0 gram waterstofchloride en 4,4 gram ammoniak reageren met elkaar. Welke stof is in overmaat aanwezig? Hoeveel gram van deze stof is nog aanwezig?

16 (3p) Een leerling wil 21,2 gram salmiak maken. Hoeveel gram waterstofchloride is hiervoor nodig? En hoeveel gram ammoniak?

Aluminiumchloride
Bij de reactie van aluminium en chloorgas ontstaat er aluminium(III)chloride, een witte vaste stof.

17 (4p) Geef de kloppende reactievergelijking.

De massaverhouding tussen aluminium en chloor is 9 : 35.

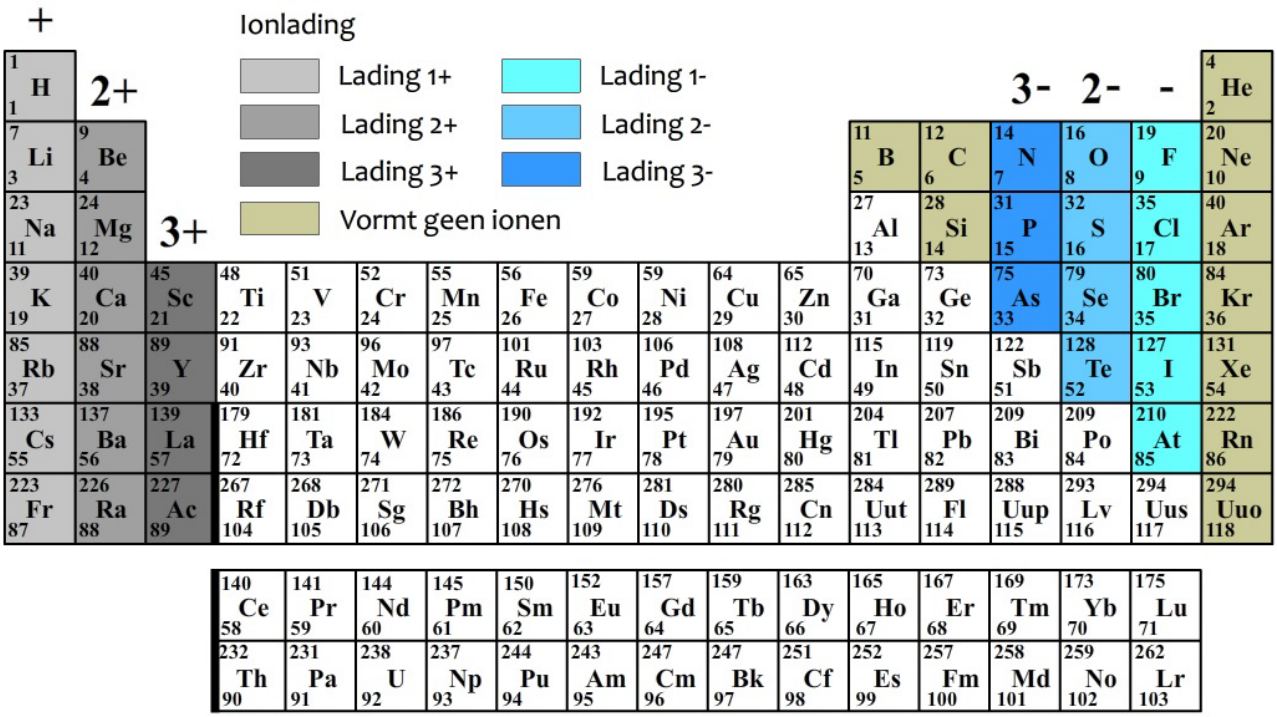
18 (VWO, 2p) Laat zien dat dit klopt.

19 (2p) Een leerling laat 2,0 gram aluminium reageren met 7,0 gram chloor. Als de reactie is afgelopen, blijkt er aluminium over te zijn. Bereken hoeveel gram aluminium er over blijft.

20 (VWO) Hoeveel massaprocent aluminium zit er in de ontstane aluminiumchloride.

TERUGVERSIE

Het periodiek systeem (inclusief ionladingen)



Veel voorkomende atomen en verbindingen

Atomen			
Metalen		**Niet-metalen**	
Natrium	Na	Waterstof	H
Kalium	K	Koolstof	C
Magnesium	Mg	Stikstof	N
Calcium	Ca	Fosfor	P
Chroom	Cr	Zuurstof	O
IJzer	Fe	Zwavel	S
Nikkel	Ni	Fluor	F
Platinum	Pt	Chloor	Cl
Koper	Cu	Broom	Br
Zilver	Ag	Jood	I
Goud	Au	Helium	He
Zink	Zn	Neon	Ne
Aluminium	Al	Argon	Ar
Tin	Sn		
Kwik	Hg		
Lood	Pb		

Verbindingen			
Moleculaire stoffen		**Zouten**	
Water	H_2O	Keukenzout	NaCl
Ammoniak	NH_3		
Methaan	CH_4		
Ethaan	C_2H_6		
Propaan	C_3H_8		
Butaan	C_4H_{10}		
Pentaan	C_5H_{12}		
Hexaan	C_6H_{14}		
Waterstof	H_2		
Stikstof	N_2		
Zuurstof	O_2		
Fluor	F_2		
Chloor	Cl_2		
Broom	Br_2		
Jood	I_2		

TESTVERSIE