

Inhoud

DEEL 1: STOFFEN ROND OM ONS	4
1 Wat is chemie?	4
1.1 Waar houdt een chemicus zich mee bezig?	4
1.2 Schaalniveaus in de chemie (LPD3S)	6
1.3 Waarnemen in de chemie	7
2 Stoffen (LPD1C)	9
2.1 Voorwerpen en stoffen	9
2.2 Belangrijke stoffeigenschappen	10
2.2.1 Aggregatietoestand	10
2.2.2 Oplosgedrag van stoffen	11
2.2.3 Massadichtheid	11
2.2.4 Kook- en smeltpunt	12
2.2.5 Deeltjesgrootte	12
Oefeningen	13
3 Mengsels en zuivere stoffen (LPD1C)	15
3.1 Inleiding	15
3.2 Onderscheid tussen mengsels en zuivere stoffen	15
3.3 Eigenschappen van mengsels en zuivere stoffen	16
3.3.1 Kookpunt van mengsels en zuivere stoffen	16
3.3.2 Massadichtheid van mengsels en zuivere stoffen	18
3.3.3 Algemene eigenschappen van mengsels en zuivere stoffen	19
Oefeningen	20
3.4 Soorten mengsels	21
3.4.1 Heterogene mengsels	22
3.4.2 Homogene mengsels	24
3.4.3 Colloïdale mengsels (verdieping)	26
3.4.4 Overzicht mengsels	27
3.5 Scheiden van mengsels: Scheidingstechnieken	28
3.5.1 Zeven of ziften	28
3.5.2 Filtreren	29
3.5.3 Decanteren of afgieten	30
3.5.4 Centrifugeren	31
3.5.5 Kristalliseren of uitdampen	32
3.5.6 Destilleren	33
3.5.7 Extraheren	34
3.6 Andere scheidingstechnieken (verdieping)	35
3.6.1 Adsorptie	35
3.6.2 Chromatografie	36
3.6.3 Magnetisme	37
3.7 Overzicht scheidingstechnieken	38
3.8 Opstellen van een scheidingsschema	39
Oefeningen	40
4. Chemische elementen in stoffen (LPD 2C,3C)	43
4.1 Indeling van zuivere stoffen	43
4.1.1 Analyse van zuivere stoffen	43
4.1.2 Synthese van zuivere stoffen	47
4.1.3 Zuivere stoffen, moleculen en atomen	48
4.1.4 Voorstelling van enkelvoudige en samengestelde zuivere stoffen	48
4.1.5 Samenvattend overzicht materie	50
4.2 Chemische elementen	52
4.2.1 Namen en symbolen van elementen	53
4.2.2 Symbolische schrijfwijze enkelvoudige en samengestelde zuivere stoffen	54
4.3 Enkelvoudige zuivere stoffen	56
4.3.1 Indeling van de enkelvoudige zuivere stoffen	56
4.3.2 Formule en naamgeving enkelvoudige zuivere stoffen	57
4.3.3 Eigenschappen enkelvoudige zuivere stoffen	58

4.4	Samengestelde zuivere stoffen	64
4.4.1	Indeling van de samengestelde zuivere stoffen	64
4.4.2	Formule en naamgeving samengestelde zuivere stoffen	64
4.4.3	Eigenschappen samengestelde zuivere stoffen	65
5	Indeling van de materie	65
5.1	Verband tussen stoffen, moleculen en atomen	65
5.2	Overzicht	66
Oefeningen.....		67

SINT-BARBARA COLLEGE GENT



3^{de} jaar

Basiscursus chemie
NATUURWETENSCHAPPEN-(STEAM)

DEEL 1

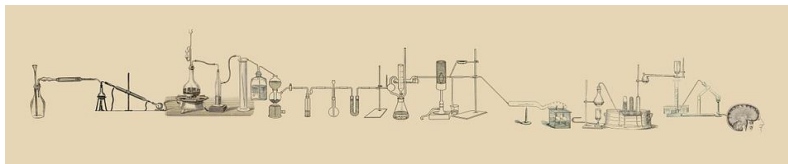
STOFFEN RONDOM ONS

@ vakgroep chemie

DEEL 1: STOFFEN ROND OM ONS

1 WAT IS CHEMIE?

De wereld waarin we leven zit complex in elkaar. Al heel lang zoekt de mens naar verklaringen voor allerlei natuurfenomenen en probeert hij een antwoord te vinden op vragen die variëren van microscopisch kleine dingen tot gigantische sterrenstelsels. Binnen het domein van de **natuurwetenschappen** houdt men zich bezig met het zoeken naar antwoorden op al deze vragen.



Omdat de wereld echter zo complex in elkaar zit splitst men de natuurwetenschappen op in een aantal disciplines, die zich elk met een ander studieterrain bezig houden. Zo bestuderen **biologen** alle levende organismen, zoeken **astronomen** of sterrenkundigen antwoorden op vragen in verband met sterrenstelsels en planeten en houden **geologen** zich bezig met gesteentes. Elke discipline draagt bij tot een beter begrip van onze wereld.



1.1 WAAR HOUDT EEN CHEMICUS ZICH MEE BEZIG?

Demonstratieproef: Op de leraarstafel staan drie bekersglazen met een heldere vloeistof zoals hieronder getoond. Beantwoord onderstaande vragen.



a) *Wat denk je dat erin de bekersglazen zou kunnen zitten?*

Eigen mening leerlingen (bv water, alcohol, azijn..)

b) *Denk je dat de drie bekersglazen exact dezelfde vloeistof bevatten?*

Dat kunnen we niet weten met het blote oog (op basis van uitzicht).

Om zeker te zijn van de antwoorden, zal de chemicus **experimenten uitvoeren**. Hiermee wil hij het antwoord bewijzen door onderzoek. Hoe gaan we dit doen?

c) Voeg aan alle bekers een beetje water toe. Wat neem je waar?

We nemen niets waar.

d) Voeg aan alle bekers een beetje bakpoeder toe. Wat neem je waar?

Het bakpoeder bezinkt naar de bodem bij water en bij ontvetter. Bij azijn krijg je gasvorming en zien we gasbellen (het bruist).

e) Voeg aan alle bekers een beetje rode koolsap toe. Wat neem je waar?

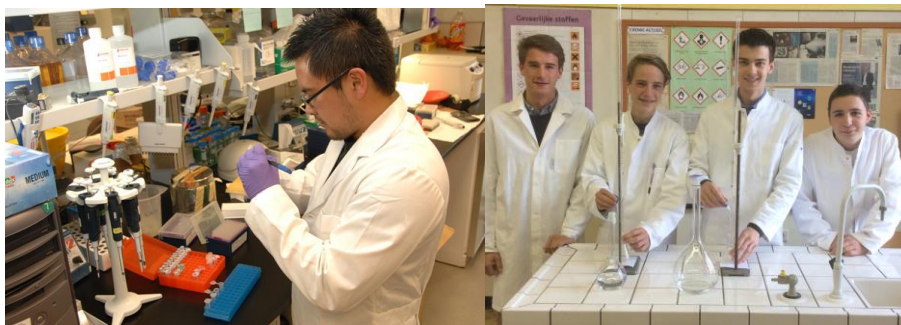
Bij ontvetter krijg je een groene verkleuring. Bij azijn krijg je een roze verkleuring. Bij water krijg je een licht paarse verkleuring.

Opmerkingen Irk: 20ml azijn, water en ontvetter (20 ml water + 2ml ammoniakoplossing toevoegen van 25%) toevoegen aan een maatbeker van 100ml. Nummers op maatbekers noteren: 1 = water, 2 = azijn, 3 = ontvetter.

Besluit: Met het blote oog zien we helemaal geen verschil tussen de drie vloeistoffen. Meestal is onderzoek nodig om eigenschappen van stoffen te achterhalen. Hoe dat kan gebeuren, bestuderen we in de lessen chemie.

Chemie is een **discipline** binnen de natuurwetenschappen. **Chemie** is een wetenschap waarbij we via experimentele waarnemingen:

- De bouw, eigenschappen en samenstelling van stoffen bestuderen;
- De veranderingen bij stofomzettingen bestuderen;
- De energieverandering bij stofomzettingen bestuderen.



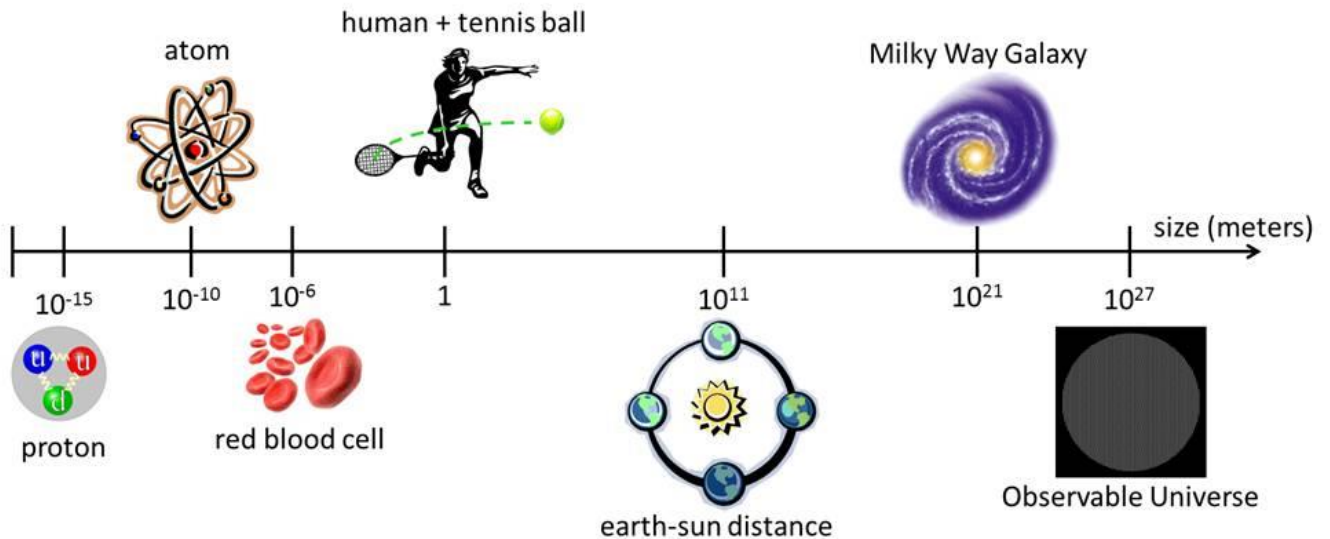
Uiteraard staat elke discipline **niet volledig op zichzelf**. Ook in andere disciplines maakt men gebruik van de chemie. Zo kan bijvoorbeeld de chemie een geoloog helpen om aan de hand van de precieze samenstelling te bepalen waar een blok marmer precies vandaan komt. Ook in de biologie kan een chemicus zijn steentje bijdragen, wanneer het gaat over de studie van stoffen die typisch voorkomen bij levende organismen.

We spreken dan respectievelijk over de disciplines **geochemie** en **biochemie**. Ook met de overige disciplines heeft chemie veel raakvlakken.

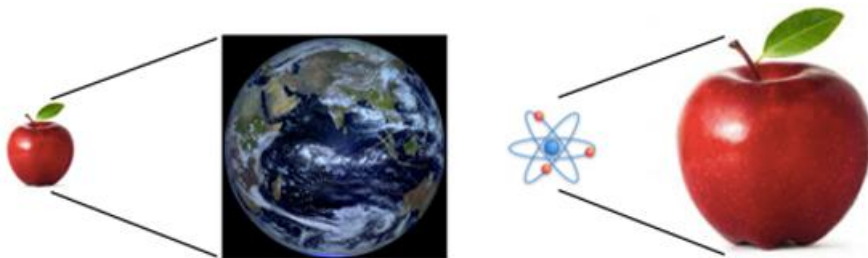
1.2 SCHAALNIVEAUS IN DE CHEMIE (LPD3S)

De schaal van het universum is gigantisch. In onderstaande filmfragmenten¹ wordt een reis door het universum gemaakt, waarbij de verschillende schaalniveaus van het universum bekeken worden. Elke discipline binnen de natuurwetenschappen heeft ook zijn eigen **schaalniveau**.

In de chemie bestudeert men de vooral de materie op een schaal tussen 10^{-9} m en 10^{-16} m.



'Wanneer een appel de grootte van de aarde zou hebben, dan zijn de atomen in de appel ongeveer even groot als de originele appel'.



¹ <https://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/powersof10/>
<https://www.youtube.com/watch?v=DWouwx3Hxmk> (3 min 17 s)

Overzicht tabel schaaleenheden:

VOOR-VOEGSEL	SYMBOL	BETEKENIS	MACHT VAN 10
Peta	P	biljard	$10^{15} = 1\,000\,000\,000\,000\,000$
Tera	T	biljoen	$10^{12} = 1\,000\,000\,000\,000$
Giga	G	miljard	$10^9 = 1\,000\,000\,000$
mega	M	miljoen	$10^6 = 1\,000\,000$
kilo	k	duizend	$10^3 = 1\,000$
hecto	h	honderd	$10^2 = 100$
deca	da	tien	$10^1 = 10$
		één	$10^0 = 1$
deci	d	één tiende	$10^{-1} = 0,1$
centi	c	één honderdste	$10^{-2} = 0,01$
milli	m	één duizendste	$10^{-3} = 0,001$
micro	μ	één miljoenste	$10^{-6} = 0,000\,001$
nano	n	één miljardste	$10^{-9} = 0,000\,000\,001$
pico	p	één biljoenste	$10^{-12} = 0,000\,000\,000\,001$
femto	f	één biljardste	$10^{-15} = 0,000\,000\,000\,000\,001$

Leerlingen zien deze tabel bij fysica ook. Daar zullen ze ook eenheden omzetten, SI-eenheden, wetenschappelijke notatie leren en beduidende cijfers leren.

1.3 WAARNEMEN IN DE CHEMIE

Opdracht: De leerkracht laat je op het scherm een aantal volledig uiteenlopende voorwerpen zien. Je bekijkt aandachtig het scherm gedurende een aantal seconden waarna je zoveel mogelijk voorwerpen tracht op te schrijven. Rechtstreeks heeft dit spel niet zo heel veel met chemie te maken maar er kunnen wel een aantal zaken aan vastgeknoopt worden die toepasselijk zijn op de chemie.

a) Som **alle** voorwerpen op die je gezien hebt.

Citroen	Lepel	Mes	Maatbeker
Banaan	Wasknijper	Schaar	Maatcilinder
Appel	Stoel	Spijker	Erlenmeyer
Okkernoot	Kistje	Sleutel	Trechter

b) Waarop heb je je gebaseerd om deze opdracht uit te voeren?

- Eigen mening leerling
- Rangschikken volgens toenemende grootte, volgens gebruik (iets om in stukken te verdelen, iets om te eten..), volgens aard waaruit ze gemaakt zijn (glas, hout, metaal..)
- Terminologie in het labo/glaswerk: erlenmeyer, maatbeker, maatcilinder, trechter
- Rangschikken volgens voedsel: citroen, banaan, appel, okkernoot
- Rangschikken volgens hout: lepel, wasknijper, stoel, kistje
- Rangschikken volgens metaal: sleutel, spijker, schaar, mes, ...

Vooreerst was het belangrijk om **zo scherp mogelijk waar te nemen**. Vervolgens moet je wat je waargenomen hebt **goed kunnen onthouden**. Hiervoor bestaan tal van belangrijke hulpmiddelen. Als je bijvoorbeeld eerst geteld hebt hoeveel voorwerpen er afgebeeld zijn, zal je reeds tot een beter resultaat komen. Daarnaast kon je de voorwerpen ook op één of andere manier logisch rangschikken of klasseren in bepaalde categorieën. Je kon bijvoorbeeld de voorwerpen rangschikken volgens toenemende grootte of indelen volgens gebruik (iets om in stukken te verdelen, voorwerpen om iets in te doen, ...) of volgens de aard van de stof waaruit ze gemaakt zijn (bijvoorbeeld glas, hout, plastic of metaal).

Tenslotte is het ook belangrijk om **duidelijk en nauwkeurig weer te geven** wat je hebt waargenomen. Het is zeer belangrijk dat je je in de chemie-lessen correct uitdrukt (gebruik makend van de juiste terminologie) zodat er geen ondubbelzinnigheid kan optreden.

Checklist voor het waarnemen bij chemische proeven:

Een waarneming of observatie heeft als doel om het al dan niet voorkomen van een chemische reactie te verklaren. Dit gebeurt door uit de waarnemingen en de theoretische achtergrondkennis een besluit te vormen. De waarnemingen moeten echter onafhankelijk van de theoretische kennis gebeuren. Je waarnemingen mogen immers niet beïnvloed worden door bepaalde veronderstellingen. Het gebruik van een checklist is een handig hulpmiddel om ervoor te zorgen dat je alle waarnemingen noteert, ook diegene die op het eerste zicht weinig relevant lijken. De waarnemingen worden steeds beknopt neergeschreven (geen volzinnen).

- **Treedt er een kleurverandering op?**
Belangrijk is om ook de initiële kleur van de stof of oplossing te noteren. Gebruik ook de juiste terminologie. Een kleurloze oplossing is niet hetzelfde als een doorzichtige oplossing (die kan ook een kleur hebben).
- **Is er vorming van gasbellen tijdens de reactie?**
Het vrijkomen van een gas kan zichtbaar zijn in de oplossing zelf (gasbellen) maar kan ook tot uiting komen in schuimvorming bovenop de oplossing.
- **Is er een temperatuurverandering tijdens de reactie?**
De temperatuur van de oplossing kan stijgen of dalen. Het eerste wijst op een exotherme reactie waarbij energie vrijkomt onder de vorm van warmte (de proefbuis voelt warmer aan), het tweede op een endotherme reactie (de proefbuis koelt af). Let er wel op dat het geen zin heeft om hierover een uitspraak te doen als je de proefbuis moet verwarmen of afkoelen.
- **Waarnemen van geur**
Let hier wel op dat je niet met de neus boven de proefbuis inhaleert. Dit kan immers gevaarlijk zijn. Je neemt best geuren waar door voorzichtig wat lucht boven de proefbuis naar je toe te wuiven.
- **Treed er een vorm van neerslag op tijdens de reactie?**
Neerslag wordt gevormd wanneer je een heterogeen mengsel verkrijgt. Die neerslag kan verschillende vormen aannemen: bezinksel op de bodem van de proefbuis, voorkomen van een troebeling in de oplossing, ... Om er zeker van te zijn of er al dan niet een neerslag gevormd wordt, laat je de proefbuis best eerst wat staan in het proefbuisrekje. Vergeet de kleur van de neerslag niet te noteren.
- **Zijn er lichtverschijnselen waarneembaar?**
Bij het verbranden van stoffen kan de vlam een specifieke kleur krijgen. Een specifiek geval van lichtverschijnsel is wanneer je een gloeiende houtspaander boven de oplossing moet houden. Wanneer er een gas ontstaat kan deze houtspaander oplichten of terug vuur vatten.
- **Smaak is ten strengste verboden om als waarneming te gebruiken!**

2 STOFFEN (LPD1C)

2.1 VOORWERPEN EN STOFFEN

Het woord "stof" speelt een centrale rol in de chemie. Als chemicus maken we dan ook een duidelijk onderscheid tussen een **voorwerp** en een **stof**. We doen dit op basis van **voorwerp-** en **stofeigenschappen**.

- Een **voorwerp** is een concreet, tastbaar object dat opgebouwd is uit één of meerdere stoffen. Elk voorwerp heeft een aantal typische **voorwerpeigenschappen**: een voorwerp heeft een bepaalde **vorm**, **massa**, **volume** en **grootte**. Voorwerpen zien er niet altijd hetzelfde uit. Ze hebben **veranderlijke eigenschappen**. Op basis van de verschillen in voorwerpeigenschappen kunnen voorwerpen van elkaar onderscheiden worden.



De twee hiernaast afgebeelde voorwerpen hebben misschien wel hetzelfde volume en dezelfde massa maar zijn duidelijk te onderscheiden van elkaar qua vorm.

- Een **stof** is het materiaal waaruit voorwerpen zijn opgebouwd. Elke stof heeft een aantal typische **stofeigenschappen**. Elke stof heeft een bepaalde uitzicht (kleur, glans), geur, smaak, aggregatietoestand, kook- en smeltpunt,... Elke stof heeft een unieke combinatie van verschillende stofeigenschappen. Stoffen hebben vaak eigenschappen of kenmerken die bij de stof horen en die niet veranderen. Dat noemen we **onveranderlijke eigenschappen**. Op basis van de verschillen in stofeigenschappen kunnen stoffen van elkaar onderscheiden worden. Stoffen zijn wel **niet altijd zichtbaar**. Denk maar aan de lucht. In de chemie zal men niet zozeer geïnteresseerd zijn in het voorwerp 'schaar' maar wel de stof waaruit dit voorwerp gemaakt is, namelijk 'ijzer'. De verzameling van alle stoffen noemt men **materie**.

Besluit:

Voorwerpen = opgebouwd uit **stoffen**.

- Bezitten **voorwerpeigenschappen** zoals vorm, grootte, massa, volume, ...
- Hebben **veranderlijke** eigenschappen

Stoffen = bestanddelen in **voorwerpen**.

- Bezitten **stofeigenschappen** zoals aggregatietoestand, oplosgedrag van stoffen, massadichtheid, kook- en smeltpunt, deeltjesgrootte, uitzicht (kleur, glans..), geur, smaak, ...
- Hebben **onveranderlijke** eigenschappen

Materie = verzameling van alle stoffen.

Maak oefeningen 1,2,3 en 4 (te vinden op pagina 13).

2.2 BELANGRIJKE STOFEIGENSCHAPPEN

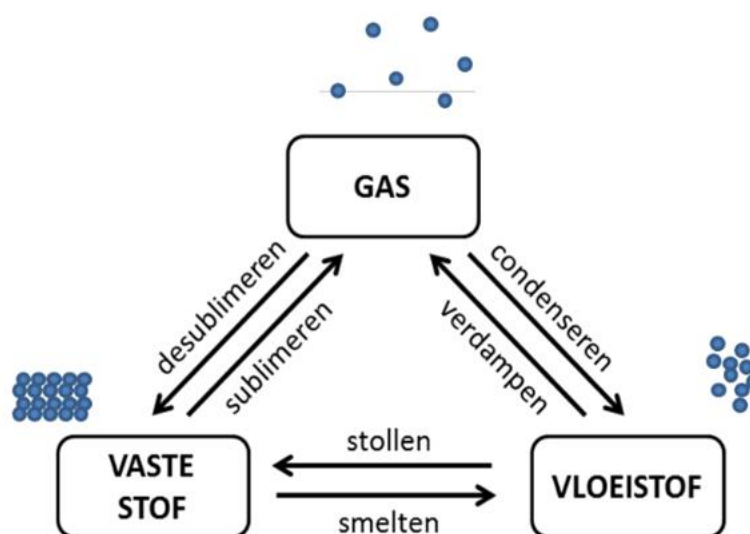
Stoffen kunnen verschillende eigenschappen hebben. Een heel groot deel hiervan nemen we **zintuigelijk waar** zoals bv: het uitzicht van de stof, de aggregatietoestand van een stof. Het is echter onmogelijk om alle stofeigenschappen waar te nemen via onze zintuigen. Daarom worden deze ook bepaald door **meettoestellen**. Stofeigenschappen die gemeten kunnen worden zijn het kook- en smeltpunt, massadichtheid, ...

Hieronder bespreken we de **belangrijkste stofeigenschappen** in de chemie. Er zijn echter nog vele andere eigenschappen, zoals brandbaarheid, magnetische eigenschappen, geleidbaarheid van elektriciteit en warmte, giftigheid, ...

2.2.1 Aggregatietoestand

Stoffen kunnen in verschillende toestanden voorkomen: als **vaste stof**, als **vloeistof** of als **gas**. Dit noemen we de **aggregatietoestanden** van een stof. Stoffen kunnen van de ene aggregatietoestand naar een andere overgaan. Deze processen noemt men **faseovergangen**. De verschillende faseovergangen staan weergegeven op de onderstaande figuur. Let op: De **stof zelf verandert niet!**

De aggregatietoestand van een stof is afhankelijk van de **temperatuur** en de **druk**. Zo zal zuiver water stollen tot ijs bij een temperatuur onder 0°C en zal een gas onder hoge druk vloeibaar worden (vb. LPG, een gasvormige brandstof die onder hoge druk als vloeistof getankt kan worden). We beschouwen de aggregatietoestand van een stof steeds bij kamertemperatuur (20 °C) en een normale luchtdruk (1013 Hectopascal of ongeveer 1 bar).

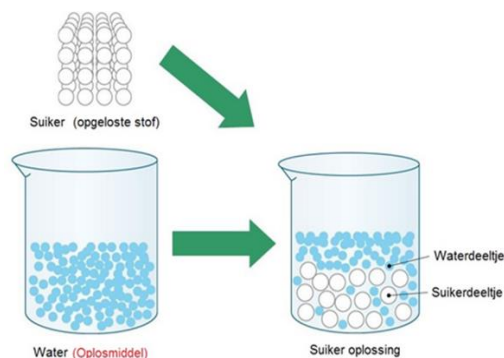


Vaste fase:	deeltjes raken elkaar	/	vaste plaats	/	deeltjes trillen
Vloeistoffase:	deeltjes raken elkaar	/	geen vaste plaats	/	deeltjes rollen
Gasfase:	deeltjes raken elkaar niet	/	geen vaste plaats	/	deeltjes vliegen

2.2.2 Oplosgedrag van stoffen

Het oplosgedrag van een stof is de maximale hoeveelheid van een bepaalde stof (=opgeloste stof) die je kan oplossen in een bepaald oplosmiddel.

Een opgeloste stof is een vaste stof, een vloeistof of een gas waarvan de deeltjes zich mengen met de deeltjes van het oplosmiddel. Het meest voorkomende oplosmiddel is water, maar ook ethanol (alcohol), ether en aceton zijn voorbeelden van oplosmiddelen. Olie is bijvoorbeeld niet oplosbaar in water, maar wel in aceton. Een oplosmiddel is een stof waarin andere materialen kunnen opgelost worden. Het oplosmiddel is steeds in veel grotere hoeveelheden aanwezig dan de andere. Het geheel van de opgeloste stof en het oplosmiddel noemt men de **oplossing**.



Oplosgedrag van een aantal stoffen in water bij kamertemperatuur	
Opgeloste stof	Oplosbaarheid (in g/L)
Suiker	2000
Keukenzout	360
Bakpoeder	100
Koolstofdioxidegas	1,45
Zuurstofgas	0,039

2.2.3 Massadichtheid

De massadichtheid (symbool = ρ , rho) is de verhouding tussen de massa en het volume van een stof bij een bepaalde temperatuur (formule: $\rho = \frac{m}{V}$). Hoe hoger de massadichtheid, hoe meer massa een bepaalde hoeveelheid van een stof heeft.

Lood is een voorbeeld van een stof met een hoge massadichtheid (vandaar de term "loodzwaar"). Zo heeft 1 dm³ lood een massa van 11,3 kg, terwijl water een massadichtheid heeft van slechts 1 kg/dm³. De massadichtheid van ijs tenslotte is 0,917 kg/dm³. Vandaar dat ijs steeds drijft op het water en loodfragmenten steeds zullen zinken in water.



Opmerking: 1,0 dm³ komt overeen met een volume van 1,0l.

1,0 cm³ komt overeen met een volume van 1,0ml.



Demonstratieproef: Op de leraarstafel wordt een blikje sprite en cola zero in een bak met water gedaan.

Onderzoeksvraag: Is er een verschil in massadichtheid tussen een suikerhoudende drank (sprite) en geen suikerhoudende drank (cola zero)?

a) *Formuleer een hypothese: Ik denk dat (eigen mening leerlingen)*

b) Wat neem je waar?

De suikerhoudende drank zinkt (sprite), de geen suikerhoudende drank (cola zero) drijft in het water.

c) Wat kan je hieruit besluiten?

De suikerhoudende drank sprite heeft een hogere massadichtheid dan het water, vanwege de natuurlijke suikers die erin zitten. De cola zero heeft een kleinere massadichtheid dan het water, omdat er geen suikers in zitten. Wel zitten er kunstmatige zoetstoffen in zoals bv aspartaam.

2.2.4 Kook- en smeltpunt

Het **kookpunt** van een stof is de temperatuur waarbij die stof zal overgaan van een vloeibare toestand naar een gasvormige toestand. Je kan dit waarnemen doordat er luchtbelllen in de vloeistof ontstaan.

Het **smeltpunt** van een stof is de temperatuur waarbij die stof zal overgaan van een vaste toestand naar een vloeibare toestand.

Elke stof heeft zijn **eigen typische kook- en smeltpunt**.

Voor zuiver water ligt het kookpunt bij 100 °C en het smeltpunt bij 0 °C.



2.2.5 Deeltjesgrootte

De stoffeigenschap "deeltjesgrootte" verwijst naar de grootte van de deeltjes waaruit een stof bestaat. Er bestaan deeltjes die we met het **blote oog** kunnen zien, zoals zandkorrels of kiezelstenen. Ze hebben een relatief grote deeltjesgrootte, meestal groter dan 1 mm. Er bestaan ook deeltjes die te klein zijn om met het blote oog te zien, maar wel kunnen worden waargenomen onder een **microscoop**. Voorbeelden zijn bijvoorbeeld bacteriën of fijnstofdeeltjes in de lucht. Hun deeltjesgrootte varieert meestal.

Maak oefeningen 5,6 (te vinden op pagina 13,14).

OEFENINGEN

1. Zijn onderstaande voorbeelden een **voorwerp** of een **stof**? Plaats een **kruisje** in de juiste kolom.

	Voorwerp	Stof
Spijker: ijzer, koolstof	x	
Zeep: olie, vet, glycerine	x	
Zilver		x
Suiker		x
Kwik: metaal		x
Kaars: paraffine, bijenwas	x	

2. Welke stof kan **gemeenschappelijk** zijn in volgende verzameling voorwerpen?
Noteer de **naam** van de stof.

- a) spijker, paperclip, hamer, autokoetswerk: **ijzer**
- b) drinkglas, vaas, lamp, spiegel: **glas**
- c) afvoerbuis, PET-fles, balpen, boterhamdoos: **plastic**

3. Hieronder staan een aantal eigenschappen opgesomd. Geef telkens aan of het om een **voorwerp** of een **stof** gaat.

- a. massa = 120g ; lengte = 10 cm ; kegelvormig **voorwerp**
- b. kristallijn ; smeltpunt = 186°C ; kleur = wit **stof**
- c. bolvormig ; volume = 0,82 dm³ ; massa = 1,6 kg **voorwerp**
- d. bitter ruikende vloeistof. ; brandbaar ; drijft op water **stof**

4. **Omcirkel alle** stofeigenschappen.

- a. **smeltpunt**
- b. **geur**
- c. volume
- d. **oplosgedrag**
- e. massa
- f. **geleidbaarheid**
- g. **kleur**
- h. vorm
- g. **deeltjesgrootte**

5. **Beschrijf** de volgende voorwerpen en stoffen aan de hand van 3 **eigenschappen** naar keuze.

- a) Wijn glas: **voorwerp**
 - **Vorm**
 - **Massa: bv 175g**
 - **Volume: bv 200ml**
 - **Grootte: bv 20cm**
- b) Keukenzout: **stof**
 - **Uitzicht: wit kristal**
 - **Oplosgedrag in water: 360 g/l**
 - **Massadichtheid: 2,15 kg/dm³**
 - **Smeltpunt: 801 °C**
 - **Kookpunt: 1465 °C**
 - **Aggregatietoestand: vast bij kamertemperatuur**

c) Azijn: stof

- Uitzicht: kleurloos en doorzichtig
- Geur: azijngeur
- Smeltpunt: 17 °C
- Kookpunt: 118 °C
- Aggregatietoestand: vloeibaar bij kamertemperatuur

d) Fiets: voorwerp

- Vorm
- Grootte: bv: hoogte: 1m10 en lengte 2m
- Massa: bv +- 15kg

6. In onderstaande tabel staan het smelt- en kookpunt van enkele stoffen. De aggregatietoestand is afhankelijk van de temperatuur. Geef bij elke gevraagde temperatuur de **aggregatietoestand** van de gegeven stoffen.

Stof	Smeltpunt (°C)	Kookpunt (°C)
Keukenzout	801	1465
Ammoniak	-78	-33
Zwavel	115	444
Heptaan	-57	125

Stof	Keukenzout	Ammoniak	Zwavel	Heptaan
Aggregatietoestand bij 20°C:	vast	gas	vast	vloeistof
Aggregatietoestand bij 130°C:	vast	gas	vloeistof	gas
Aggregatietoestand bij 300°C:	vast	gas	vloeistof	gas
Aggregatietoestand bij 1000°C:	vloeistof	gas	gas	gas

STOF 1: Keukenzout Smeltpunt 801°C Kookpunt 1465°C
VAST <-----> VLOEISTOF <-----> GAS

STOF 2: Ammoniak Smeltpunt -78°C Kookpunt -33°C
VAST <-----> VLOEISTOF <-----> GAS

STOF 3: Zwavel Smeltpunt 115°C Kookpunt 444°C
VAST <-----> VLOEISTOF <-----> GAS

STOF 4: Heptaan Smeltpunt -57°C Kookpunt 125°C
VAST <-----> VLOEISTOF <-----> GAS

3 MENGSELS EN ZUIVERE STOFFEN (LPD1C)

3.1 INLEIDING

In de eerste graad hebben jullie al kennis gemaakt met mengsels en zuivere stoffen via het deeltjesmodel. We frissen die even op via onderstaande tabel.

	Zuivere stof	Mengsel
Teken het bijhorende deeltjesmodel.		
Schrijf een duidelijke omschrijving.	Één soort stof Één soort moleculen	Verschillende stoffen Meerdere soorten moleculen
Noteer van elk drie voorbeelden.	Eigen keuze lln: suiker, zout, olie..	Eigen keuze lln: bv speeksel, urine, water, zeewater, spuitwater..

3.2 ONDERSCHIED TUSSEN MENGSELS EN ZUIVERE STOFFEN

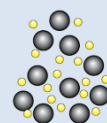


Demonstratieproef: Vooraan in de klas staat een verzameling van materialen en voedingsmiddelen. We onderzoeken deze objecten en verdelen ze in zuivere stoffen en mengsels. Noteer de zuivere stoffen en mengsels in de juiste kolom hieronder.

Zuivere stof	Mengsel
Kristalsuiker Gedestilleerd water Olie Stukje zink Kopersulfaatkristal Zout Stukje lood	Kruidenmix Zand + schelpen Muesli Zand + water Fruitsap Olie en water Zout water Alcohol + water Bruiswater (ongepend) 20 euro cent Spatel Lucht Verf

Besluit:

Chemie is de studie van stoffen en hun veranderingen. Stoffen komen in de natuur bijna nooit op zichzelf voor. Vaak vinden we ze gemengd met andere stoffen. We spreken dan van een **mengsel**. Een **mengsel** bevat **twee of meerdere stofdeeltjes**, die we de componenten of bestanddelen van het mengsel noemen.



Zuivere stoffen bestaan uit slechts **1 soort stofdeeltjes**. Deze deeltjes kunnen moleculen of atomen zijn. Let op: dit is niet hetzelfde!



Aan de hand van hun eigenschappen kunnen we een duidelijk onderscheid maken tussen mengsels en zuivere stoffen.

Let op! In het dagelijkse leven heeft het woord "zuiver" een andere betekenis dan in de chemie. Zo is zuiver water vaak een synoniem voor drinkbaar water, of water dat niet vervuild is. In de chemie is drinkbaar water **géén** zuiver water of zuivere stof! Er komen namelijk nog andere stoffen in voor, denk maar aan kalk, chloor, zout, ... (=mengsel). Hetzelfde geldt voor de lucht. Het is een mengsel van stikstofgas, zuurstofgas, koolstofdioxide, ...

Zuiver water bekomen we door de verschillende mineralen uit water te verwijderen. We noemen dit dan **gedemineraliseerd water**. Zo verkleint de chemicus het risico dat andere stoffen in het water een invloed hebben op de reactie. **Gedestilleerd water** is echter nog zuiverder. Dankzij de scheidingstechniek destillatie zijn de allerlaatste onzuiverheden uit het water verwijderd. We gebruiken dit type water in strijkijzers of voor het navullen van bepaalde batterijen.



Natuurlijk mineraalwater uit de Noë-Quelle
Ingrediënten: natuurlijk mineraalwater (Noë-Quelle, Erfstadt, Duitsland), Koel, donker en in een droge, schone omgeving bewaren. Na openen beperkt houdbaar. Ten minste houdbaar tot einde zie dop of flessenhals.

Ca ⁺⁺	70,9 mg/l	NO ₃ ⁻	<0,3 mg/l
Cl ⁻	14 mg/l	NO ₂ ⁻	<0,005 mg/l
K ⁺	2,3 mg/l	SO ₄ ⁼⁼	41 mg/l
Mg ⁺⁺	13,6 mg/l	HCO ₃	240 mg/l
Na ⁺	7,3 mg/l		

Refresco Deutschland GmbH
Speicker Straße 2-8
D-41061 Mönchengladbach

3.3 EIGENSCHAPPEN VAN MENGSELS EN ZUIVERE STOFFEN

3.3.1 Kookpunt van mengsels en zuivere stoffen



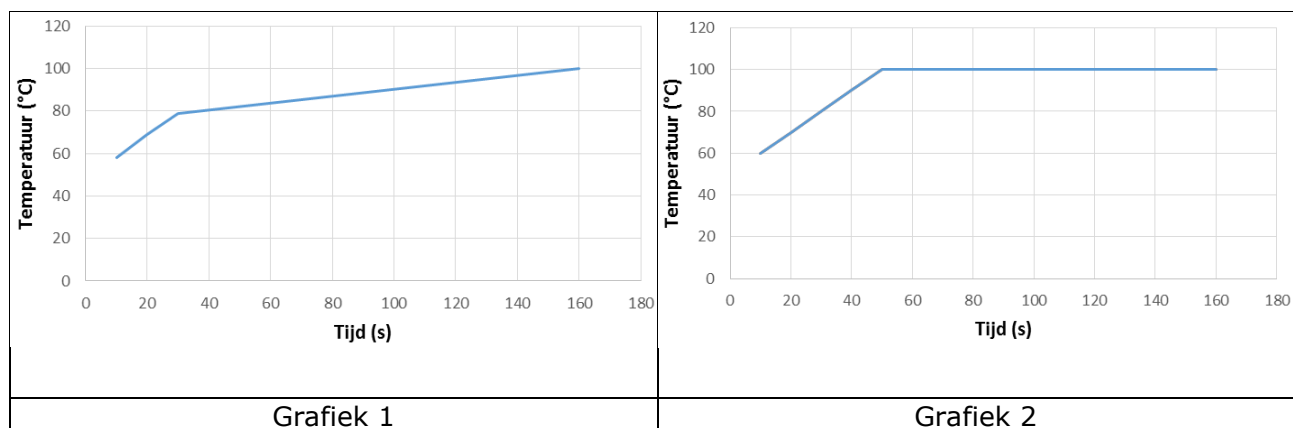
In een practicum zul je gedestilleerd water koken en de temperatuur volgen van het gedestilleerd water van zodra het begint te koken. Nadien doe je hetzelfde met wijn.

Zie practicum: Koken van een zuivere stof en een mengsel

Iedere zuivere stof bestaat uit één stof en kenmerkt zich door specifieke stofeigenschappen. Denk hierbij vooral aan de **fysische constanten** zoals het kook- en smeltpunt, massadichtheid, oplosgedrag van stoffen,... We kunnen echter **niet altijd** met het **blote oog waarnemen** of we te maken hebben met een **mengsel** of een **zuivere stof**. **Experimenteel is dat echter wel mogelijk**. Dit door het bepalen van de **fysische grootheden**.

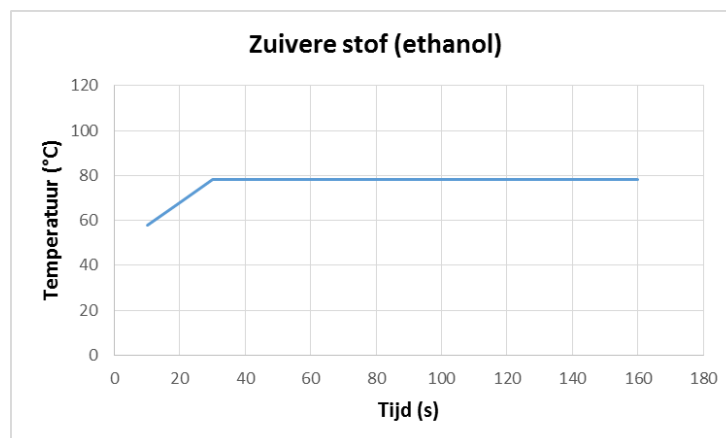
Bestudeer aandachtig onderstaande grafieken. Hierbij wordt de temperatuur bij het koken van gedestilleerd water en wijn weergegeven. *Welke van onderstaande grafieken hoort bij gedestilleerd water en welke bij wijn?*

Grafiek 2 hoort bij zuiver water en grafiek 1 hoort bij wijn.



Ook ethanol (=alcohol) is op zichzelf een zuivere stof, net zoals water. Wanneer zuiver ethanol kookt krijgen we onderstaande grafiek.

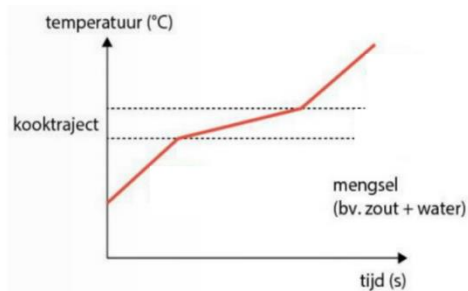
Wat is het kookpunt van ethanol? **78°C.**



Bij 100 °C begint zuiver water te koken. Tijdens dit kookproces blijft de temperatuur van het water steeds 100 °C. Wijn daarentegen begint reeds te koken bij 78 °C en tijdens het koken stijgt de temperatuur van de wijn gestaag tot 100 °C. *Hoe komt dit?*

Alcohol kookt eerst tot er enkel water overblijft.

Leid uit onderstaande grafiek af wat het kooktraject van zoutwater zou zijn. Leg uit.



- Wanneer je zout toevoegt aan water zal het kookpunt verhogen. Water kookt dus sneller met zout erin.
- Daarna zal het kookpunt steeds verder stijgen omdat het water verdampt en de concentratie aan het zout dus verder blijft stijgen.

Besluit:

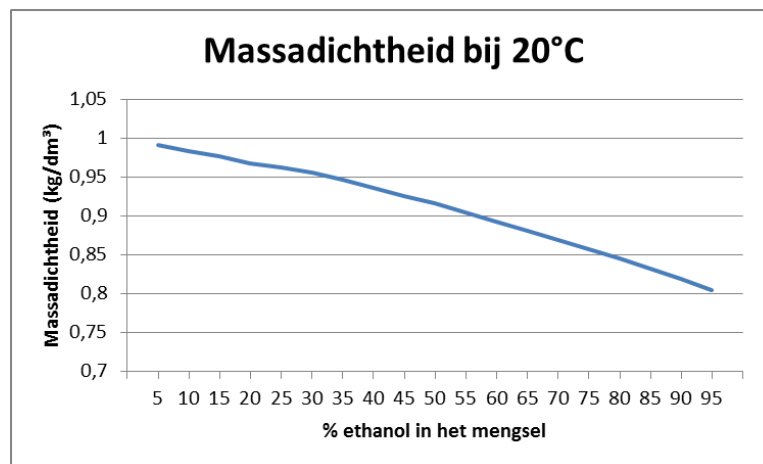
Bij zuivere stoffen spreek je van een **kookPUNT**. Zuivere stoffen hebben een **constant** kook- en smeltpunt.

Bij een vloeibaar mengsel is er geen duidelijk kookpunt. Maar is de temperatuur **veranderlijk**. Er is dus eerder sprake van een **kookTRAJECT**.

Zo kunnen mengsels makkelijk onderscheiden worden van zuivere stoffen. Er wordt dan nagegaan of het kookpunt een vaste waarde heeft of niet.

3.3.2 Massadichtheid van mengsels en zuivere stoffen

De massadichtheid van water is 1 kg/dm^3 , de massadichtheid van ethanol bedraagt $0,791 \text{ kg/dm}^3$. Bij een mengsel van ethanol en water is de massadichtheid afhankelijk van de hoeveelheid ethanol in het mengsel. De grafiek hieronder toont de massadichtheid in functie van het percentage ethanol dat zich in het mengsel bevindt.



Noteer een besluit op basis van bovenstaande grafiek.

Als het percentage ethanol in het mengsel stijgt, daalt de massadichtheid ongeveer recht evenredig.

3.3.3 Algemene eigenschappen van mengsels en zuivere stoffen

Uit de twee vorige eigenschappen valt duidelijk op dat de eigenschappen van zuivere stoffen constant zijn: water en ethanol koken allebei bij een vaste temperatuur en hebben beide een vaste massadichtheid. Ook hebben zuivere stoffen steeds een vast smeltpunt, een vast oplosgedrag, een vaste geleidbaarheid,.. We spreken hierover **stofconstanten**. De waarden van deze stofconstanten zijn **karakteristiek** voor die bepaalde stof. Dit wilt zeggen dat ze typisch zijn voor elke stof.

Bij mengsels zijn de eigenschappen niet constant maar **afhankelijk van de samenstelling** van het mengsel. Bij het koken van wijn kookt de ethanol eerst. Naarmate er meer ethanol verdampt vermindert de hoeveelheid in het mengsel en stijgt de temperatuur tijdens het koken. We spreken dan ook van een **kooktraject** in plaats van een kookpunt. Ook de **massadichtheid** is afhankelijk van de hoeveelheid ethanol in het mengsel.



Van onbekende stoffen kan men dus eenvoudig achterhalen of het al dan niet zuivere stoffen zijn door hun eigenschappen te bestuderen. Zo zal bijvoorbeeld echt zilverwerk de karakteristieke massadichtheid van zilver vertonen, terwijl namaakzilver een andere massadichtheid zal hebben.

In het dagelijkse leven maakt men ook gebruik van de veranderde eigenschappen van mengsels. Zo strooit men in de winter bijvoorbeeld zout op de wegen om ijsvorming tegen te gaan en het gevormde ijs te doen smelten. Dit kan gebeuren omdat het toevoegen van zout het smeltpunt van water zal verlagen, waardoor het reeds bij koudere temperaturen ($< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) vloeibaar wordt.



Besluit:

Bij een **zuivere stof** zijn de waarden van de fysische grootheden **constant**. We spreken van **stofconstanten**. De waarden zijn **karakteristiek**.

Bij een **mengsel** van zuivere stoffen zijn de waarden van de kook-en smeltpunt afhankelijk van de **samenstelling** van het **mengsel**. Alsook van de massadichtheid.

Maak oefeningen 1 tot en met 4 (te vinden op pagina 20).

OEFENINGEN

1. **Omcirkel** alle mengsels:

brons – goud – zandstorm – gefilterd zeewater – zink en water – diamant – azijn – cola

- *Brons is een mengsel van koper en tin.*
- *Zandstorm is een mengsel van zanddeeltjes, stof, ...*
- *Gefilterd zeewater is niet volledig vrij van mineralen. Het is hier nog geen gedestilleerd water. Dus het is een mengsel.*
- *Azijn is een mengsel van azijnzuur, water, geur, smaakstoffen, ...*
- *Cola is een mengsel van suiker, koolzuurhoudend water, smaakversterkers, conserveringsmiddelen, ..*

2. Twee stoffen worden elk apart aan de kook gebracht. Op het moment dat de stof kookt wordt de temperatuur 4 maal gemeten, telkens met een interval van 2 minuten. Hieronder staan de meetresultaten. Zijn deze stoffen **mengsels** of **zuivere stoffen**?

Duur van het koken	stof 1	stof 2
0 minuten	54,1 °C	56,0 °C
2 minuten	55,2 °C	56,1 °C
4 minuten	55,7 °C	55,9 °C
6 minuten	56,3 °C	55,8 °C

Leg uit waarom.

Stof 1 is een mengsel want het kookpunt is niet constant en stijgt steeds (+-2°C verschil). Stof 2 is een zuivere stof want de meetwaarde van het kookpunt blijft min of meer constant (+-0,2°C verschil).

3. **Ruitensproeimiddel** bevat naast water ook alcohol of eventueel glycol. Dit is vooral van belang tijdens de winter. Wat is het nut van **alcohol** of glycol toevoegen in de winter?

Het toevoegen van glycol aan water zorgt ervoor dat de ruitensproeimiddel nog vloeibaar zal blijven bij temperaturen lager dan 0°C.

4. De **massadichtheid** van een aantal stoffen is gegeven in de tabel hiernaast. Bepaal van de twee omschreven stoffen of ze **zuivere stoffen** zijn of een **mengsel**. Noteer je **berekening**. **Identificeer** nadien de zuivere stof en of het mengsel. Rond af op 3 cijfers na de komma.

Stof	Massadichtheid (kg/dm ³)
zink	7,140
ijzer	7,860
koper	8,923
lood	11,340

Stof 1 heeft een volume van 0,297 dm³ en een massa van 2,65 kg.

Zuivere stof → Koper want $\rho = \frac{m}{V} = \frac{2,65 \text{ kg}}{0,297 \text{ dm}^3} = 8,923 \text{ kg/dm}^3$.

Stof 2 heeft een volume van 1,500 dm³ en een massa van 16,0 kg.

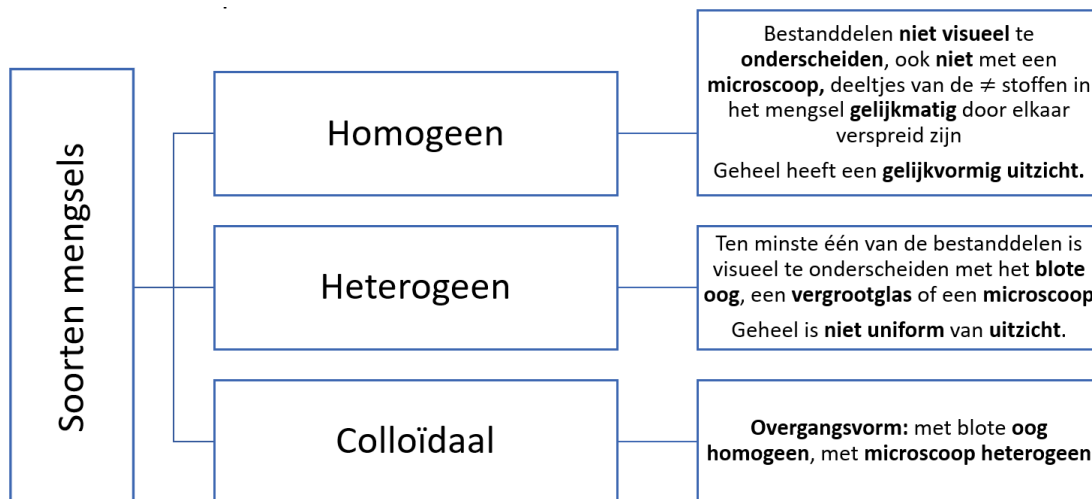
Mengsel: afhankelijk van samenstelling metalen want $\rho = \frac{m}{V} = \frac{16,0 \text{ kg}}{1,500 \text{ dm}^3} = 10,667 \text{ kg/dm}^3$.

Mondelinge toelichting: volgende samenstellingen zouden mogelijk zijn: lood en koper, lood en zink, lood en ijzer.

3.4 SOORTEN MENGSELS

De meeste voorwerpen bestaan uit meer dan één onderdeel. Veel van deze onderdelen bestaan uit meerdere stoffen wat we dus mengsels noemen. Op basis van hun **visuele uitzicht** worden mengsels ingedeeld in **drie** grote groepen:

1. Heterogene mengsels;
2. Homogene mengsels;
3. Colloïdale mengsels.



Demonstratieproef: Vooraan in de klas staat een verzameling van verschillende soorten mengsels. We onderzoeken een aantal mengsels en delen ze in bij één van onderstaande groepen. Noteer de namen van de mengsels in de juiste groep hieronder.



Heterogene mengsels	Homogene mengsels	Colloïdale mengsels
Kruidenmix Zand + schelpen Muesli Zand + water Fruitsap Olie + water	Zout water Bruiswater (ongepend) Alcohol + water 20-euro cent Spatel Lucht	Verf

3.4.1 Heterogene mengsels

Heterogene mengsels zijn mengsels waarin we ten minste één van de bestanddelen visueel kunnen onderscheiden met het blote oog. Dit eventueel met behulp van een vergrootglas of een microscoop. Ze zijn dus niet uniform van uitzicht.

Op basis van de **aggregatietoestand** van de componenten onderscheiden we verschillende soorten heterogene mengsels.



A. Grof mengsel (verdieping)

= Heterogeen mengsel bestaande uit brokstukken van verschillende vaste stoffen.

Voorbeelden:

- Schelpen in zand
- Kruidenmix: peper, zout, ..
- Muesli: granen, noten, zaden, vruchten, ...



B. Suspensie

= Heterogeen mengsel waarbij de vaste deeltjes tijdelijk zweven in de vloeistof na het roeren.

Bij een suspensie zal er een **neerslag** gevormd worden. De opgeloste stof kan niet goed oplossen in het oplosmiddel en is nog waarneembaar. Die neerslag kan verschillende vormen aannemen zoals **bezinksel** op de bodem van een proefbuis en het voorkomen van een **troebel** (=niet doorzichtig) uitzicht. Om er zeker van te zijn of er al dan niet een neerslag gevormd wordt, laat je de proefbuis best eerst wat staan in het proefbuisrekje.

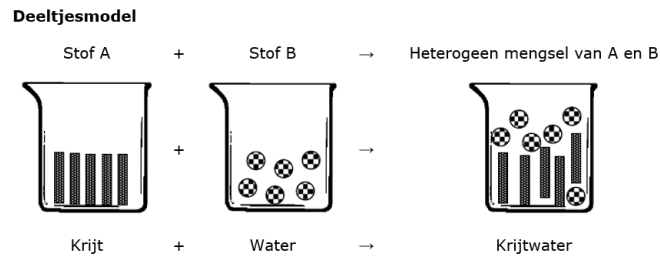


Voorbeelden:

- Bloed: rode bloedcellen, witte bloedcellen, bloedplaatjes, plasma, ...
- Versgeperst fruitsap: vezels, pulp, water, ...
- Zand in water, ..



Voorbeeld van het deeltjesmodel van krijt in water:



C. Emulsie

= Heterogeen mengsel bestaande uit onoplosbare vloeistof-deeltjes die door schudden zich tijdelijk verspreiden tussen de andere vloeistofdeeltjes.

Omdat de beide vloeistoffen niet in elkaar oplossen zullen emulsies vaak spontaan ontmengen, waarbij de vloeistoffen in twee lagen boven elkaar zullen liggen. Om dit probleem op te lossen maakt men in de keuken vaak gebruik van een emulgator. Een **emulgator** is een stof die helpt bij het mengen van twee vloeistoffen die normaal gezien niet mengbaar zijn. Een voorbeeld van een emulgator is **lecithine**. Deze stof komt onder andere voor in eigeel en wordt bv. toegevoegd aan mayonaise zodat het water, olie, azijn en mosterd wel met elkaar kunnen mengen.



Let op: Verse mayonaise is **initieel heterogeen** (emulsie van olie, azijn, water..) omdat het later alsnog zal beginnen schiften. Maar het gedraagt zich wel **tijdelijk homogeen** doordat je er een emulgator aan toevoegt.



Voorbeelden:

- Vinaigrette: olie, balsamicoazijn, ...
- Verse melk: vetdruppels in water. Als je verse melk bij een boer aankoopt zie je duidelijk een emulsie. Dit omdat het vet (de room) niet zal mengen met het water. Let op: Bij gekochte melk uit de supermarkt zoals gepasteuriseerde en gesteriliseerde melk kan je dit niet zien, omdat de vetdruppels beter vermengd zijn doordat de melk op een hoge temperatuur verhit is.

D. Nevel

= Heterogeen mengsel van fijne vloeistofdeeltjes die verdeeld zijn in een gas. Soms ook **aerosol** genoemd.

Voorbeelden:

- Mist: minuscule waterdruppeltjes in de lucht
- Deodorant: parfum, alcohol, water in propaangas, ...



E. Schuim

= Heterogeen mengsel van een gas dat verdeeld is in een vloeistof.

Voorbeelden:

- Slagroom: lucht opgeklopt in room
- Bierkraag: koolstofdioxide in alcohol, ...



F. Rook

= Heterogeen mengsel van fijne vaste deeltjes die verdeeld zijn in een gas.

Voorbeelden:

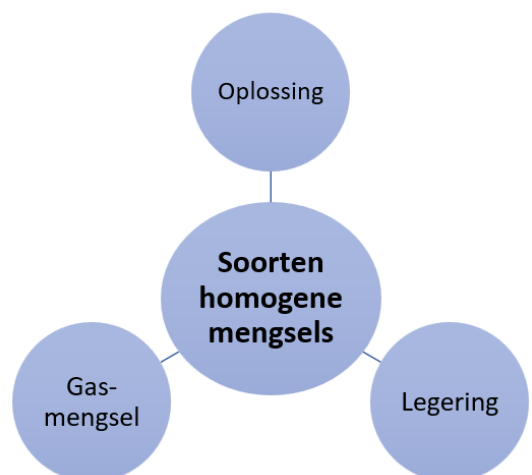
- Sigarettenrook: teer, nicotine in de lucht, ...
- Uitlaatgassen van voertuigen: ze bestaan uit verschillende deeltjes en gassen die niet gelijkmatig gemengd zijn. Dit mengsel bevat onder andere roetdeeltjes, koolstofdioxide, stikstofoxiden, zwavelverbindingen, ... die vrijkomen bij verbrandingsprocessen in voertuigen.



3.4.2 Homogene mengsels

Homogene mengsels zijn mengsels waarvan we de afzonderlijke bestanddelen visueel niet kunnen onderscheiden. Ook niet met visuele hulpmiddelen zoals een microscop. Het gehele mengsel heeft een gelijkvormig uitzicht.

Op basis van de **aggregatietoestand** van de componenten onderscheiden we verschillende soorten homogene mengsels.



A. Oplossing

= Homogeen mengsel van een vloeistof met daarin een gas, een vaste stof of vloeistof opgelost.

We spreken van een oplossing wanneer de **opgeloste stof verdwenen** lijkt te zijn en het oplosmiddel **helder** (=wel doorzichtig) blijft. Let op: een oplossing kan **gekleurd** zijn.

Voorbeelden:



Inkt (koolstof in water)
vaste opgeloste stof



Wijn (alcohol in water)
opgeloste vloeistof

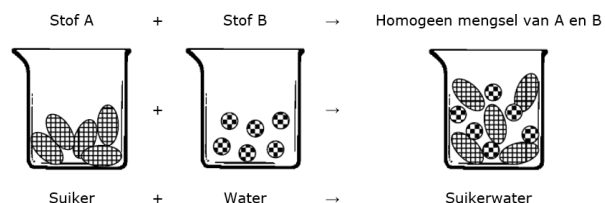


Ongeopende frisdrank
opgelost (koolzuur-)gas

Veel gassen lossen slecht op in water. Denk maar aan bruiswater (of koolzuurhoudende frisdranken). Wanneer men de dop van de fles doet, zal het gas ontsnappen aan het water. Wanneer het warm is zal het gas nog makkelijker ontsnappen uit de vloeistof. Er zijn echter ook gassen die goed oplossen in water, ammoniakgas bijvoorbeeld.

Deeltjesmodel

Hiernaast zie je een voorbeeld van het deeltjesmodel van suiker in water:



B. Legering

= Homogeen mengsel van metalen (2 of meer vaste stoffen), verkregen door metalen samen te laten smelten en het geheel te laten afkoelen.

Voorbeelden:



Brons
78% koper + 22% tin



Messing
70% koper + 30% zink



Roestvrij staal
74% ijzer + 18% chroom +
8% nikkel

C. Gasmengsel (verdieping)

= Gasdeeltjes die vermengd zijn met andere gasdeeltjes.

Voorbeeld:

- Lucht: stikstofgas, zuurstofgas, koolstofdioxide, waterdamp, Argon,...



3.4.3 **Colloïdale mengsels (verdieping)**

Colloïdale mengsels vormen de **overgangsvorm** tussen homogene en heterogene mengsels. Een colloïdaal mengsel wordt met het blote oog zo goed als homogeen ervaren. Met een microscoop merk je echter het heterogene karakter.

Voorbeelden:

- Behangerslijm
- Verf
- Haargel
- Gelei,...



Opdracht: Noteer de namen van volgende mengsels in de juiste groep hieronder: bierkraag, spatel (gemaakt van aluminium, koper, roestvrij staal), fruitsap, olie en water, sigarettenrook, alcohol en water, deodorant, zout water, bruiswater (ongeoepend), lucht, muesli.

Heterogene mengsels	Homogene mengsels
<ul style="list-style-type: none">• Grof mengsel: muesli	<ul style="list-style-type: none">• Oplossing: zout water, alcohol en water, bruiswater (ongeoepend)
<ul style="list-style-type: none">• Suspensie: fruitsap	
<ul style="list-style-type: none">• Emulsie: olie en water	<ul style="list-style-type: none">• Legering: spatel
<ul style="list-style-type: none">• Nevel: deodorant	
<ul style="list-style-type: none">• Schuim: bierkraag	<ul style="list-style-type: none">• Gas-gas mengsel: lucht
<ul style="list-style-type: none">• Rook: sigarettenrook	

3.4.4 Overzicht mengsels

In de onderstaande tabel wordt nog eens een overzicht gegeven van mengsels, onderverdeeld volgens de betrokken aggregatietoestand. De homogene mengsels staan schuin gedrukt.

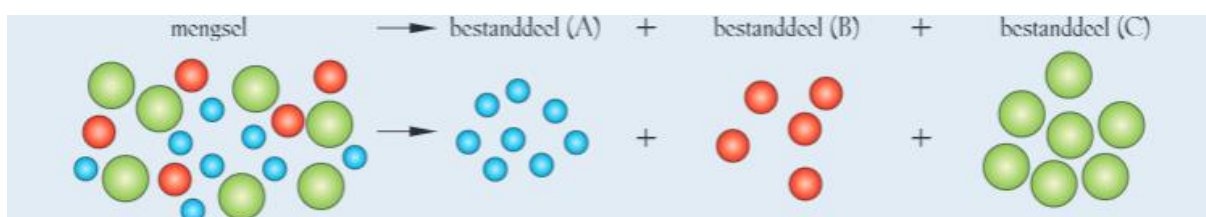
Hoofdbestanddeel	VAST	VLOEIBAAR	GAS
Vast	Grof mengsel <i>Legering</i>	/	/
Vloeibaar	<i>Oplossing</i> Suspensie	<i>Oplossing</i> Emulsie	<i>Oplossing</i> Schuim
Gas	Rook	Nevel	<i>Gasmengsel</i>

Maak oefeningen 1 en 2 (te vinden op pagina 40).

3.5 SCHEIDEN VAN MENGSELS: SCHEIDINGSTECHNIEKEN

Om de bouw en eigenschappen van stoffen te kunnen bestuderen moeten we over stoffen in hun zuivere vorm beschikken. In de natuur komen stoffen echter bijna altijd voor onder de vorm van mengsels. We moeten dus in staat zijn stoffen uit mengsels te **isoleren**. Dit kunnen we doen aan de hand van **scheidingstechnieken**. In dit deel worden de belangrijkste scheidingstechnieken besproken. De keuze hiervan is afhankelijk van het soort mengsel en wordt vooral bepaald door de verschillen in fysische eigenschappen van de componenten. De gebruikte techniek kan ook verschillen naargelang het om een homogeen of een heterogeen mengsel gaat.

Vroeger werd het vak chemie ook vaak bestempeld als '**scheikunde**'. Deze term was rechtstreeks afkomstig van '**scheid-kunde**', de kunst dus om mengsels te scheiden in zuivere stoffen.



3.5.1 Zeven of ziften

Zeven is een techniek die gebruikt wordt voor het scheiden van **heterogene mengsels** met **vaste componenten (grof mengsel)**. Deze techniek steunt op het verschil in **deeltjesgrootte** tussen de componenten van het mengsel. De grotere korrels kunnen niet door de zeef maar de kleinere component(en) wel.

Voorbeelden:



Schelpjes sorteren



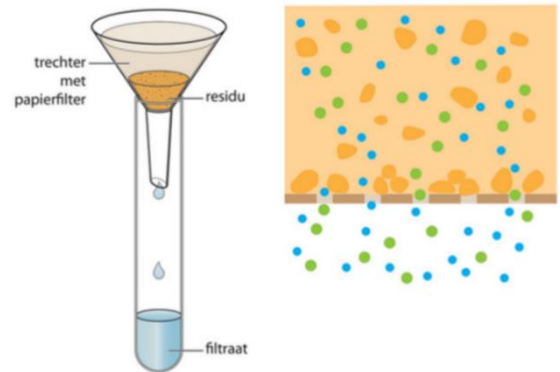
Bloem zeven

3.5.2 Filtreren



Demonstratieproef: De leerkracht filtreert een suspensie naar keuze.

Filtratie wordt gebruikt voor het scheiden van **heterogene mengsels** met ten minste één vaste component. Dit geldt dus specifiek voor een **suspensie en rook**. Dit met uitzondering van een grof mengsel. Deze techniek steunt op het verschil in **deeltjesgrootte** tussen de componenten van het mengsel. Voor meer uitleg zie filmpje.²



Filtratie maakt gebruik van een filter die **poriën** bevat. Vloeistoffen en gassen bezitten deeltjes die klein genoeg zijn om door de poriën te gaan. Deze stoffen noemt men het **filtraat**. De vaste deeltjes hebben echter een diameter die groter is dan de poriën en kunnen dus niet doorheen de filter geraken. Zij blijven achter als het **residu**.

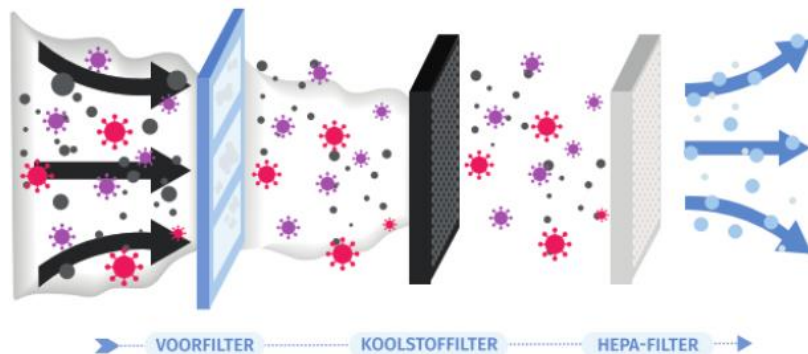
Toepassingen filtreren zijn:

- koffie zetten
- de afzuigkap in de keuken
- een fruitpers
- een sigarettenfilter
- een waterfilter
- het zuiveren van (vijver)water
- een mondmasker

van

Filtreren met mondmaskers (vl-g)

Filtreren of filteren gebeurt met vaste stoffen en vloeistoffen, maar ook met gassen. Denk maar aan het dragen van mondmaskers om vochtdeeltjes die mogelijke virussen meedragen, te scheiden van de ingeademde lucht. Tegen het zeer besmettelijke coronavirus beschermden mensen overal ter wereld zich met een dergelijk 'filtermasker'.



▲ Afb. 20



Ook het regelmatig reinigen van bv. de filters in je huis (dampkap, droogkast, ventilatiesysteem ...) is uiteraard erg belangrijk; zo blijven de filters hun werk doen en ongewenste deeltjes scheiden van de rest.

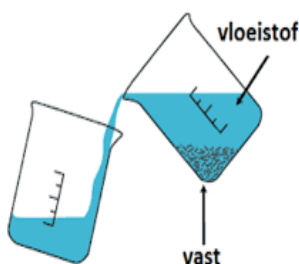
² <https://schooltv.nl/video/filtreren-hoe-maak-je-een-troebele-vloeistof-helder/#q=filtreren>

3.5.3 Decanteren of afgieten



Demonstratieproef: De leerkracht decanteert een suspensie.

Een variant op filtratie is het afgieten of decanteren. Hierbij wordt er geen filter gebruikt. Door de vloeistof voorzichtig af te gieten, worden beide fasen van elkaar gescheiden. Decanteren is een techniek die gebruikt wordt **voor het scheiden van heterogene mengsels** met een vaste en een vloeibare component (**suspensies**) of twee vloeibare componenten (**emulsies**). Deze techniek steunt op het verschil in **massadichtheid** tussen de componenten van het mengsel.



We zagen reeds dat de vaste en de vloeibare component in een suspensie van elkaar gescheiden kunnen worden door filtratie. Als de suspensie in een bekglas wordt gegoten en we laten de vaste component even **bezinken** (door zijn grotere massadichtheid), dan kan de vaste en vloeibare component ook van elkaar worden gescheiden door de beker schuin te houden en de vloeistof af te gieten. Decanteren is vaak minder efficiënt in het volledig scheiden van de verschillende componenten dan filtreren en kost soms veel tijd.

Decanteren met een scheitrechter

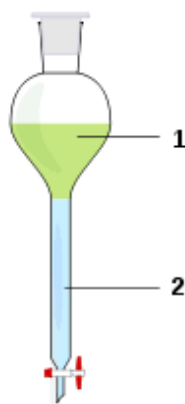


Demonstratieproef: De leerkracht decanteert met behulp van een scheitrechter een olie-water mengsel.

Emulsies scheid je nauwkeuriger met behulp van een **scheitrechter**. Je giet de emulsie in de scheitrechter en wacht tot de verschillende lagen zichtbaar worden. De stof met de grootste **massadichtheid** (nummer 2 op onderstaande foto) verwijder je onderaan via het kraantje. De stof met de kleinste massadichtheid (nummer 1 op onderstaande foto) giet je er langs boven weer uit.

Voorbeeld van decanteren met een scheitrechter is:

- Benzine en water scheiden



Toepassingen van decanteren zijn:

Decanteren wordt gebruikt om het bezinksel of "droesem" uit rode wijn te verwijderen. Hiervoor wordt de wijn langzaam in een decanteerkaraf overgegoten zonder dat het bezinksel meekomt. Vroeger was wijn troebel en zaten er kleine deeltjes in de wijn zoals dode gistcellen, stukjes druivenschil, takjes, pitten, pulp en andere substanties. Door te decanteren konden deze deeltjes eruit worden gehaald. Tegenwoordig is wijn door filtering schoon en helder. Het bezinksel verwijderen door decanteren is nog af en toe nodig. Het afgieten van aardappelen is ook een voorbeeld van decanteren.



Decanteren van wijn



Afgieten van aardappelen

3.5.4 Centrifugeren



Demonstratieproef: *De leerkracht centrifugeert een suspensie naar keuze.*

Decanteren is onder andere afhankelijk van de handigheid van de gebruiker (snel genoeg de kraan van de scheitrechter dichtdraaien, de fles rode wijn niet te snel uitgieten en onder de juiste hoek, ...). Het geduld van de wetenschappers wordt hierbij ook op de proef gesteld want het mengsel moet immers lang genoeg in rust blijven om voldoende scheiding van de verschillende componenten te krijgen. De zwaartekracht moet namelijk zijn werk doen.

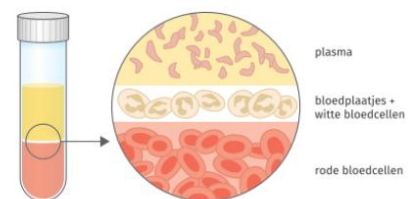
Het kan daarom interessant zijn om de scheiding te versnellen. We helpen de zwaartekracht dan een beetje door het mengsel snelle cirkelvormige bewegingen te laten maken. Die speciale techniek, die gebaseerd is op de **massadichtheid** van de componenten, noemen we **centrifugeren**. De deeltjes met de grootste massadichtheid worden bij de draaibeweging tegen de buitenwand geduwd. Dit alles gebeurt met behulp van **centrifuges** en zijn geschikt voor het scheiden van **heterogene** mengsels zoals **suspensies** (v-vl) of **emulsies** (vl-vl) waar het verschil in massadichtheid tussen de componenten klein is.

Toepassingen van centrifugeren zijn:

Centrifugeren wordt gebruikt om bloedlichaampjes van het bloedplasma te scheiden in bloed. Daarna kan het gescheiden mengsel eventueel nog gedecanteerd of gefiltreerd worden.



▲ Afb. 24
Centrifugeren van bloed



▲ Afb. 25
De componenten van bloed na centrifuge

Ook om emulsies te ont mengen gaat men centrifugeren, zodat de twee verschillende vloeistoffen met verschillende massadichtheid boven elkaar komen te liggen. In de melkindustrie wordt hier veel gebruik van gemaakt. Door het centrifugeren kan volle melk ontroomd worden. De room komt dan na het centrifugeren als een laagje bovenop de melk te liggen. Andere voorbeelden zijn: sla zwieren in een slazwierder en het wassen van kledij in de droogkast.



Slazwierder



Droogkast

3.5.5 Kristalliseren of uitdampen



Demonstratieproef: De leerkracht kristalliseert een kopersulfaatoplossing.

Kristallisatie is een techniek die gebruikt wordt voor het scheiden van **homogene mengsels** met een vaste en een vloeibare component (**=oplossing**) maar kan ook gebruikt worden voor het scheiden van **heterogene mengsels** met een vaste en vloeibare component (**=suspensie**). Deze techniek steunt op het verschil in **kookpunt** tussen de componenten van het mengsel.

Bij kristallisatie wil men de vaste stof uit het mengsel overhouden en laat men de vloeistof verdampen. Met andere woorden het oplosmiddel gaat verloren en de vaste stof blijft over. Dit gebeurt door middel van **opwarming** waarbij de vloeistof kookt bij een lagere temperatuur dan de vaste stof. Eens alle vloeistof verdampt is, blijft enkel de vaste stof over als **residu**. Voor meer uitleg zie filmpje.³

Toepassingen van kristalliseren zijn:

In het dagelijkse leven maakt men van deze techniek gebruik bij het winnen van zout. Daarbij laat men zeewater verdampen tot enkel de zoutkristallen overblijven.



³ <https://schooltv.nl/video/homogeen-vloeistofmengsel-wat-houd-je-over-als-je-leidingwater-en-zeewater-indampt/#q=homogeen%20mengsel>

3.5.6 Destilleren



Demonstratieproef: De leerkracht destilleert wijn. Beantwoord onderstaande vragen.

Onderzoeksvraag: Hoe kunnen we rode wijn scheiden in zijn twee hoofdcomponenten en wat zullen deze bevatten?

a) Wat neem je waar?

Wanneer de temperatuur stijgt tot boven 78 °C begint het mengsel te koken. De dampen condenseren en druppelen uit de Liebigkoeler. We zien een helder destillaat.

b) Welk soort mengsel is wijn? Antwoord zo specifiek mogelijk.

Homogeen mengsel → oplossing → vloeistof-vloeistof.

c) Tot welke temperatuur moet het mengsel verhit worden om met zekerheid de twee vloeistoffen van elkaar te scheiden?

Tussen 78 °C en 100 °C.

d) Uit welke componenten bestaat wijn?

Uit alcohol en water (& kleur- en smaakstoffen).

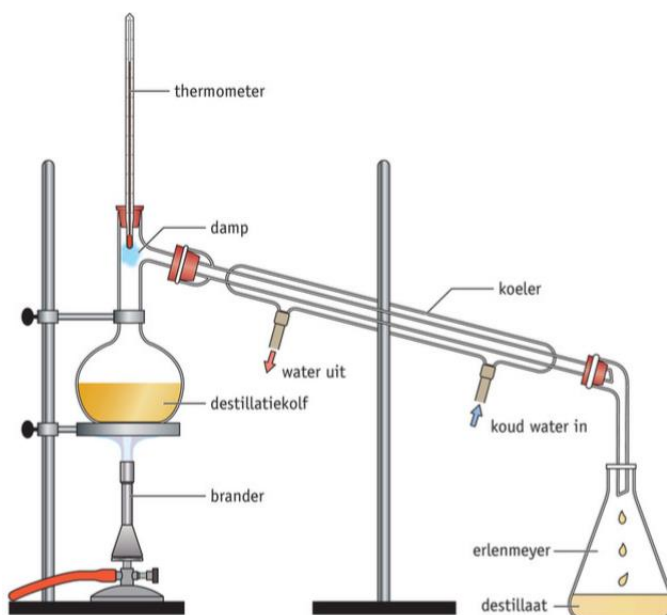
e) Uit welke stof bestaat het destillaat? *Alcohol.*

f) Hoe kan je dit met zekerheid aantonen (uit vraag e)?

Alcohol is brandbaar – je kan het destillaat proberen verbranden.

Destillatie is een techniek die gebruikt wordt voor het scheiden van **homogene vloeistofmengsels (=oplossing)**. Hierbij maakt men gebruik van het verschil in **kookpunt** van de verschillende componenten van het mengsel.

In een homogeen vloeistofmengsel zullen de kooktemperaturen van de componenten niet gelijk zijn. Wanneer het mengsel verhit wordt, zal de vloeistof met de laagste kookpunt eerst beginnen koken en **verdampen**⁴. De vloeistofdampen die daarbij ontstaan zullen opgevangen worden in een **Liebigkoeler** (de buitenste buis houdt de binnenste buis koel). Daarin stroomt continu koud water rond een glazen buis waardoor de dampen in deze buis zullen **condenseren**⁵. Aan het einde van de opstelling wordt een zuivere vloeistof opgevangen. Dit noemen we het **destillaat**. Voor meer uitleg zie filmpje.⁶



⁴ Verdampen is een faseovergang van vloeistof naar gas.

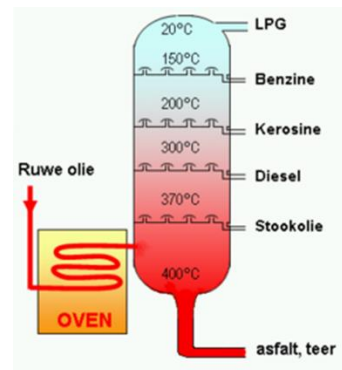
⁵ Condenseren is de faseovergang van gas naar vloeistof.

⁶ <https://schooltv.nl/video/destilleren-het-scheiden-van-een-mengsel-van-verschillende-vloeistoffen/>

Toepassingen van destilleren zijn: In het dagelijkse leven wordt destillatie voornamelijk gebruikt bij het produceren van sterke dranken zoals jenever en whisky en het maken van benzine, diesel, ... uit ruwe aardolie.



Destillatie in jeneverstokerij



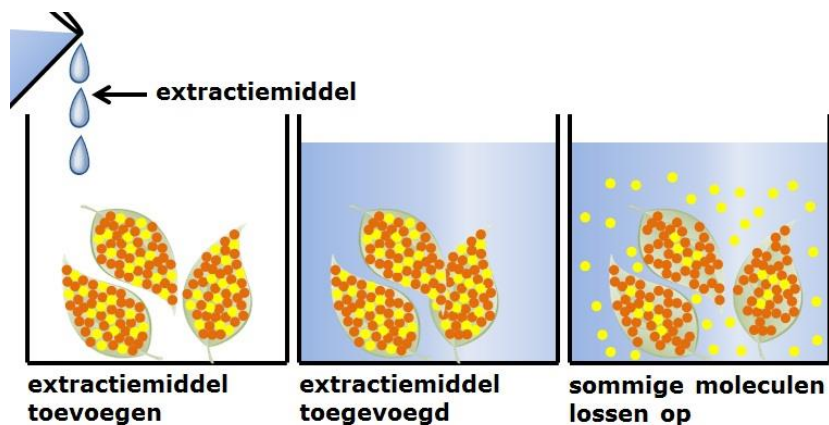
Destillatie van ruwe aardolie

3.5.7 Extraheren

Een andere veelgebruikte scheidingstechniek is extractie. Hierbij worden geur-, kleur- of smaakstoffen (= het **extract**) onttrokken met behulp van een oplosmiddel (= het **extractiemiddel**) waarin ze beter oplossen. Deze scheidingstechniek is gebaseerd op het verschil in **oplosgedrag** van een **stof** in een oplosmiddel. Dit kan enkel toegepast worden bij **heterogene mengsels**. Afhankelijk van het specifieke mengsel dat men wil scheiden zal men een bepaald oplosmiddel toevoegen waarin één van de componenten wel oplosbaar is en de andere component niet. Wanneer er op het etiket van sommige voedingsmiddelen de woorden "met natuurlijke extracten" valt te lezen, wilt dit zeggen dat de producent natuurlijke geur-, kleur- of smaakstoffen heeft toegevoegd aan het product.

Opmerking:

Let op: Een extractie wordt bijna altijd gevolgd door een **filtratie** om de twee componenten daadwerkelijk van elkaar te scheiden.



Toepassingen van extraheren zijn: In het dagelijkse leven worden extracties zeer vaak gebruikt. Denk maar aan het extraheren van oliën uit bloemen voor het maken van parfum, het zetten van koffie en het maken van bouillon.



3.6 ANDERE SCHEIDINGSTECHNIEKEN (VERDIEPING)

Er bestaan nog enkele andere scheidingstechnieken die waardevol kunnen zijn wanneer je tijdens een onderzoek zuivere stoffen wil bekomen. Deze worden hieronder kort besproken.

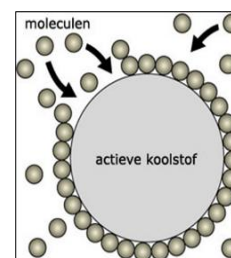
3.6.1 Adsorptie



Demonstratieproef: De leerkracht haalt blauwe kleurstof uit inkt door adsorptie.

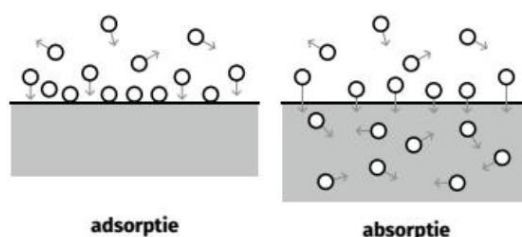
Adsorptie is een scheidingstechniek voor die gebruikt wordt voor het scheiden van **homogene** (**oplossing**) en **heterogene** (**suspensie, emulsie, nevel, roken**) mengsels. Hiermee kan een vaste stof of een vloeistof uit een mengsel afgezonderd worden. Bij adsorptie wordt de af te zonderen stof vastgehecht aan het oppervlak van een andere stof, het **adsorptiemiddel** genoemd.

Actieve kool is één van de meest gebruikte middelen daarvoor. Actieve kool is een speciaal behandelde koolstof die door adsorptie allerlei stoffen aan zich kan binden. We maken hierbij dus gebruik van het verschil in hechting aan een oppervlak (= **het aanhechtingsvermogen**) of de **adsorptiegraad**.



Opmerking:

Let op: Verwar de termen **adsorptie** en **absorptie** NIET met elkaar. Bij adsorptie hechten de moleculen zich aan de buitenkant van het adsorptiemateriaal. Bij absorptie dringen de moleculen het materiaal binnen. Keukenpapier *absorbeert* dus water terwijl actieve kool kleurstoffen in water kan *adsorberen*.



Toepassingen van adsorptie zijn: Zo kunnen kleurstoffen in inkt, rode wijn, voedingsmiddelen via adsorptie gescheiden worden van het mengsel. Men verkrijgt dan een helder filtraat na **filtratie**. Ook kan je je tanden witter maken door het gebruik van een tandpasta met actieve kool. Een gasmasker daarentegen filtert schadelijke stoffen en gifstoffen uit de lucht. Actieve kool zit ook in een waterfilter. Dankzij filtratie met actieve kool worden onaangename (chloor)-geuren, kleuren en slechte smaken uit het water gefilterd. Leidingwater verandert zo in zuiver, lekker drinkwater. Het geneesmiddel Norit is dan weer geschikt om het lichaam bij acute diarree te zuiveren. De actieve kool van Norit adsorbeert de schadelijke stoffen zodat deze stoffen samen met ontlasting het lichaam verlaten.



Tandpasta met
actieve kool



Gasmasker met
actieve kool



Waterkan met
actieve kool
filter



Geneesmiddel
met actieve kool

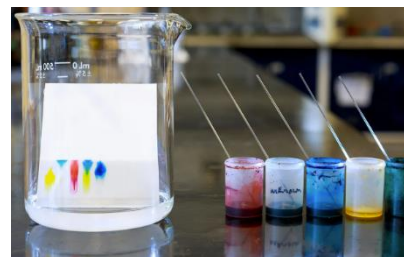
3.6.2 Chromatografie



Proef: *De leerlingen scheiden wateroplosbare stoffen in hun verschillende kleuren met behulp van papierchromatografie.*

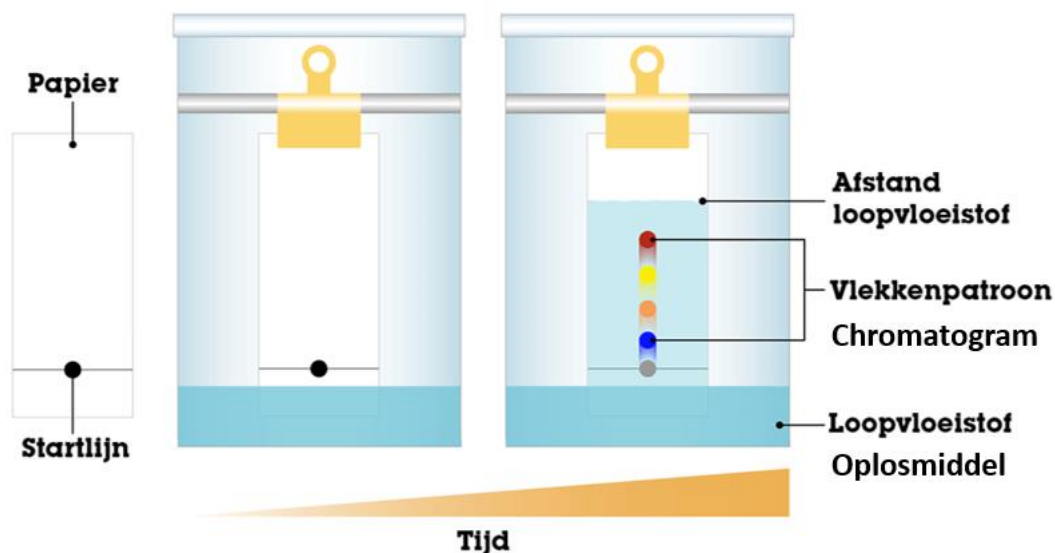
Chromatografie is afgeleid van het Griekse *chroma* (kleur) en *grafein* (schrijven) en is een techniek die in laboratoria zeer vaak gebruikt wordt voor het scheiden van zeer uiteenlopende **homogene mengsels (oplossing en gasmengsels)**.

Papierchromatografie is een vorm van chromatografie. Deze techniek is eenvoudig en wordt gebruikt voor het scheiden en identificeren van kleurstoffen. Hierbij worden enkele druppels van een mengsel onderaan het papier gebracht. Daarna plaatst men het papier in een oplosmiddel (bv water). Doordat het papier het oplosmiddel opzuigt zal het niveau van het oplosmiddel stijgen (men spreekt van de 'loopvloeistof'). Het mengsel wordt opgelost en meegetrokken. Omdat de verschillende componenten van het mengsel een **verschillend oplosgedrag** en een **verschillende adsorptiegraad** hebben zullen ze van elkaar gescheiden geraken. De component met het beste oplosgedrag en de laagste adsorptiegraad geraakt het verst op het papier. Doordat niet alle stoffen even goed oplossen en aanhechten ontstaat er een vlekkenpatroon of een '**chromatogram**'. Voor meer uitleg zie filmpje.⁷



⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=7ltMzjTWIEk>

Opstelling papierchromatografie:



3.6.3 Magnetisme



Demonstratieproef: De leerkracht scheidt een mengsel van suiker en ijzerpoeder door gebruik te maken van een magneet.

Deze scheidingstechniek wordt gebruikt voor het scheiden van zeer uiteenlopende **homogene** en **heterogene** mengsels en is gebaseerd op het verschil in **magnetischeit**.

Door deze scheidingstechniek kunnen stoffen met magnetische eigenschappen worden gescheiden van niet-magnetische stoffen. Bijvoorbeeld, als je een mengsel hebt van ijzerpoeder en suiker, kun je een magneet gebruiken om het ijzer van de suiker te scheiden. De magneet oefent een aantrekkingskracht uit op het ijzer en trekt het naar zich toe, terwijl de suiker niet wordt aangetrokken en achterblijft. Door de magneet te bewegen, kun je het ijzer effectief scheiden van de suiker.



3.7 OVERZICHT SCHEIDINGSTECHNIEKEN

Scheidingstechniek	Soort mengsel	Stofeigenschap
Zeven of ziften	Heterogeen: <ul style="list-style-type: none"> • Grof mengsel (vast + vast) 	Deeltjesgrootte
Filtratie	Heterogeen: <ul style="list-style-type: none"> • Suspensie (vast + vloeistof) • Rook (vast + gas) 	Deeltjesgrootte
Decanteren of afgieten	Heterogeen: <ul style="list-style-type: none"> • Suspensie (vast + vloeistof) • Emulsie (vloeistof + vloeistof) 	Massadichtheid
Centrifugatie	Heterogeen: <ul style="list-style-type: none"> • Suspensie (vast + vloeistof) • Emulsie (vloeistof + vloeistof) 	Massadichtheid
Kristallisatie of uitdampen	Heterogeen: <ul style="list-style-type: none"> • Suspensie (vast + vloeistof) Homogeen: <ul style="list-style-type: none"> • Oplossing (vast + vloeistof) 	Kookpunt
Destillatie	Homogeen: <ul style="list-style-type: none"> • Oplossing (vloeistof + vloeistof) 	Kookpunt
Extractie	Heterogeen: <ul style="list-style-type: none"> • Suspensie (vast + vloeistof) 	Oplosgedrag van stoffen
Adsorptie	Homogeen: <ul style="list-style-type: none"> • Oplossing (vast + vloeistof) Heterogeen: <ul style="list-style-type: none"> • Emulsie (vloeistof + vloeistof) • Rook (vast + gas) • Suspensie (vast + vloeistof) • Nevel (vloeistof + gas) 	Adsorptiegraad
Chromatografie	Homogeen: <ul style="list-style-type: none"> • Oplossing (vast + vloeistof) • Gasmengsel (gas + gas) 	Adsorptiegraad en oplosgedrag van stoffen
Magnetisme	Verschillende homogene en heterogene mengsels	Magneticiteit

3.8 OPSTELLEN VAN EEN SCHEIDINGSSCHEMA

Mengsels zijn in het dagelijkse leven vaak complex en bevatten zeer verschillende bestanddelen. Vandaar dat men in de praktijk vaak verschillende scheidingstechnieken na elkaar zal moeten gebruiken. Men kan voor een gegeven mengsel op voorhand bepalen welke scheidingstechnieken in welke volgorde toegepast zullen worden. Dit doet men aan de hand van een **scheidingsschema**. **Als een stof met geen enkele scheidingsmethode meer kan gescheiden worden in bestanddelen, is de stof zuiver !**

Zie practicum: Scheiden van een mengsel van bonen, zand en zout.

Zie practicum: Scheiden van olie uit pindanoten.

Maak oefeningen 3,4 en 5 (te vinden op pagina 40-42).

OEFENINGEN

1. Hieronder staan een aantal mengsels opgesomd. Noteer telkens het **soort** mengsel en **specifieer** waar mogelijk.

Mengsel	Soort mengsel	Specifieke naam
verf	colloïdaal	/
verse mayonaise	heterogeen	emulsie
stofwolk	heterogeen	rook
wijn	homogeen	oplossing
bloed	heterogeen	suspensie
opgeklopt eiwit	heterogeen	schuim
manneken pis	homogeen	legering

2. Plaats onderstaande mengsels in de juiste **vakjes** en **vul** de tabel verder **aan**.
Let op: Het kan zijn dat er nog enkele lege vakjes in de tabel overblijven.

Ongeopende champagne - zout en suiker – zure melk - jenever – zandstorm
zeepbel – staal – inkt – olie en water

Aggregatie-toestanden	Homogeen		Heterogeen	
	Voorbeeld	Specifieke benaming	Voorbeeld	Specifieke benaming
gas + vloeistof	Ongeopende champagne CO ₂ in water/alcohol	oplossing	Zeepbel	schuim
vloeistof + vloeistof	Jenever (alcohol in water)	oplossing	olie en water	emulsie
vloeistof + vast	Inkt (water en vaste deeltjes: zuivere koolstof)	oplossing	zure melk	suspensie
vast + vast	Staal (ijzer en koolstof)	legering	zout en suiker	Grof mengsel
vast + gas	/	/	Zandstorm (zanddeeltjes, lucht)	rook

3. Hieronder staan voorbeelden van het gebruik van scheidingstechnieken in het dagelijks leven. Geef telkens aan welke **scheidingstechniek** gebruikt wordt.

- Sterke drank maken: **destillatie**
- Erwtjes afgieten in een vergiet: **filtratie** (er wordt duidelijk vermeld dat je een vergiet gebruikt, daarom is het dus filtratie. Mocht er geen vergiet staan is decanteren het correcte antwoord.)
- Verse muntthee maken: **extractie** (verse muntthee maken valt onder extractie. Mocht je een theezakje gebruiken dan kan je het wel zien als een filtratie, maar dit wordt niet vermeld.)
- Ontvetten van melk: **centrifugatie**

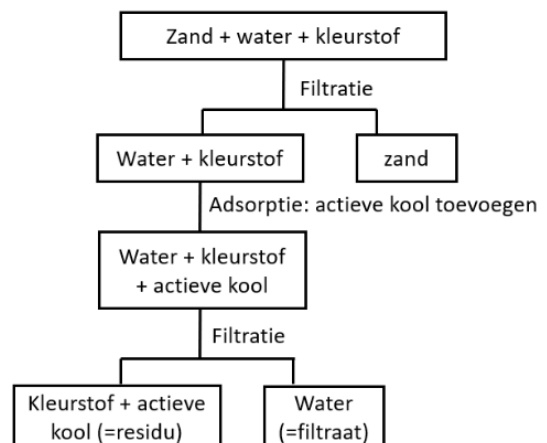
4. Welke **scheidingstechniek(en)** is/ zijn het meest efficiënt bij het scheiden van de volgende mengsels en op welke **stofeigenschap(pen)** is/zijn deze techniek(en) gebaseerd?

Mengsel	Scheidingstechniek	Stofeigenschap
Fijne kiezelstenen en zand	Zeven	Deeltjesgrootte
Afgieten van pasta	Decanteren	Massadichtheid
Achterhalen welke kleurstoffen aanwezig zijn in M&M's	Chromatografie	Adsorptiegraad of aanhechtingsvermogen en oplosgedrag stoffen
Cola ontkleuren	Adsorptie + filtratie	Adsorptiegraad of aanhechtingsvermogen en deeltjesgrootte

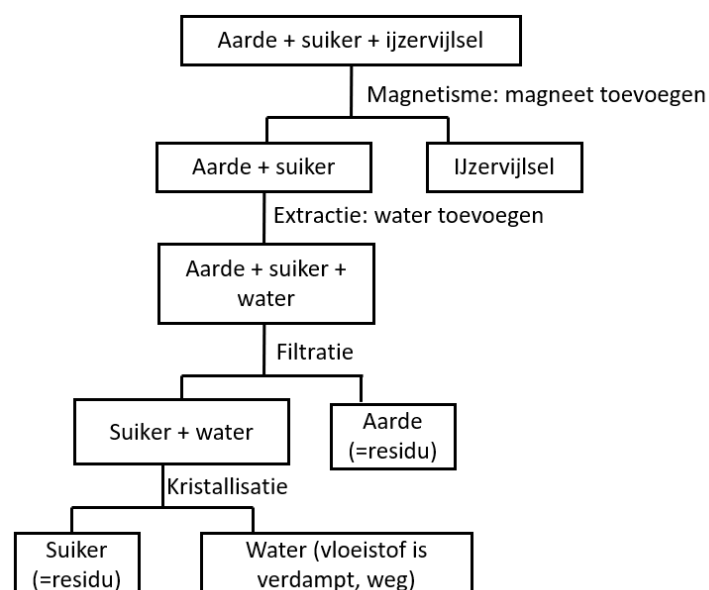
5. Stel een **scheidingsschema** op voor onderstaande mengsels en splits ze in zijn afzonderlijke zuivere stoffen. Noteer steeds de meest geschikte scheidingstechniek en wees realistisch.

a) Zand, water en kleurstof

- 1) Filtratie => zand eruit
- 2) Adsorptie met actieve kool
- 3) Filtratie => residu is kleurstof met actieve kool en filtraat is water



b) Aarde, suiker en ijzervijlsel.



c) Zand, zout, water, azijn, alcohol, olie: als je weet dat zout niet oplosbaar is in alcohol.

1) Decanteren of afgieten => olie afscheiden van de rest

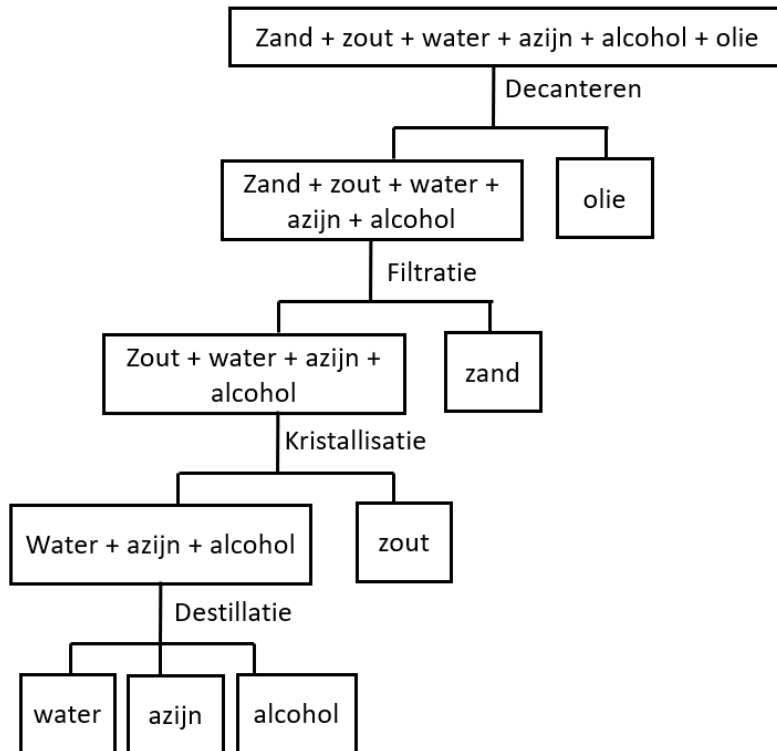
2) Filtratie => zand eruit

3) Kristallisatie bij hoge temperatuur en damp opvangen => zout als residu achter

3) Destillatie op 80 ° => alcohol eruit

kookpunten: alcohol (78 °C), water (100 °C) en azijn (118 °C) weten ze niet !

5) Damp laten condenseren en terug destillatie bij 100 °C => water eruit en azijn over



4. CHEMISCHE ELEMENTEN IN STOFFEN (LPD 2C,3C)

4.1 INDELING VAN ZUIVERE STOFFEN

Tot nu toe werd bij het bestuderen van stoffen een onderscheid gemaakt tussen mengsels en zuivere stoffen. In de chemie is men echter vooral geïnteresseerd in **zuivere stoffen** en hun eigenschappen. In wat volgt worden mengsels achterwege gelaten en wordt dieper ingegaan op de **bouw**, **samenstelling** en **eigenschappen** van zuivere stoffen.

Zuivere stoffen kunnen we indelen in **twee groepen**. Ze kunnen **samengesteld** (= SS) of **enkelvoudig** (= ES) zijn. Het onderscheid tussen enkelvoudige zuivere stoffen en samengestelde zuivere stoffen bestuderen we via de stofomzettingen '**analyse**' en '**synthese**'.

4.1.1 Analyse van zuivere stoffen

Wanneer we zuivere stoffen gaan ontbinden, betekent deze stukmaken, afbreken en omzetten tot andere zuivere stoffen. Deze stofomzetting is een analyse en wordt beschouwd als een chemisch proces. In een poging om zuivere stoffen verder te bestuderen kan men proberen om er chemische reacties mee uit te voeren. Eén van deze reacties is een **ontledingsreactie of een analyse**. Er bestaan **verschillende soorten analysereacties**. We bespreken deze hieronder.

1.De analyse van suiker



Demonstratieproef: Een kleine hoeveelheid suiker wordt verhit in een reageerbuis boven de bunsenbrander.

Onderzoeksvraag: Welke stoffen ontstaan er bij de ontleding van suiker?

Werkwijze:

Waarneming: Voor de reactie
Zie demonstratiefilmpje.⁸

Na de reactie

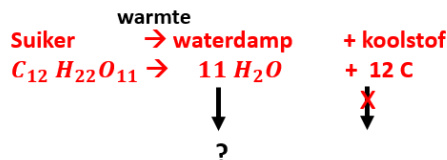


⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=iSDSSIEWRds>

Opdracht: Beantwoord onderstaande vragen.

a) *Wat neem je waar?* Suiker wordt eerst bruin (Karamellisatie) en daarna zwart. Er ontstaat een gas (waterdamp) aan de binnenkant van de proefbuis.

b) *Noteer de gevormde reactie:*



c) Vul het **besluit** aan.

Suiker ontbindt in **water** en **koolstof** door middel van **verhitting**. Dit is een typisch voorbeeld van een **thermolyse**.

Zowel waterdamp als koolstof zijn **zuivere stoffen**. Wanneer men probeert om koolstof verder te ontleden blijkt dit niet te lukken. Water kan wel verder ontleed worden, zoals beschreven in het volgende experiment.

2.De analyse van water



Demonstratieproef: We vullen het toestel van Hofmann met water en een zuur om de stroom te geleiden en sluiten de gelijkstroombron aan.

Onderzoeksvraag: Welke stoffen ontstaan er bij de ontleding van water?

Zie demonstratiefilmpje.⁹

Opdracht: Beantwoord onderstaande vragen.

a) *Wat neem je waar?* Het water splitst zich na verloop van tijd.

b) *Vergelijk de hoeveelheid gevormd gas.*

Er is dubbel zoveel waterstofgas dan zuurstofgas.

c) *We vangen het gas op aan de anode¹⁰ (+). We houden er een smeulende houtspaander boven. Wat neem je waar?*

De gloeiende houtspaander licht op en gloeit harder (aantonen zuurstofgas).

d) *We vangen het gas op aan de kathode (-). We houden er een lucifer boven. Wat neem je waar?*

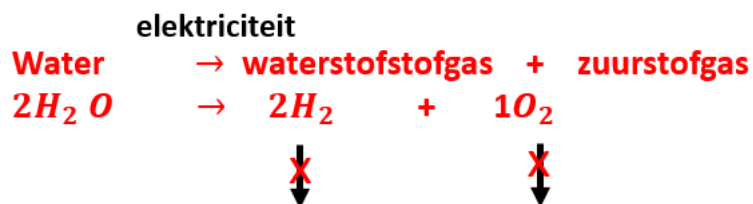
We horen een knalletje (aantonen waterstofgas).

Op deze 2 manieren kunnen we aantonen om welk soort gas het gaat.

⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=eTm2OA36zTA>

¹⁰ De anode is de positief geladen elektrode. Het is meestal gemaakt van een inert materiaal, zoals platina. Tijdens de elektrolyse stroomt de elektrische stroom van de positieve pool van de gelijkstroombron, via de anode, door de elektrolyt (waterige oplossing met een zuur) en naar de kathode (=negatief geladen elektrode).

e) Noteer de gevormde reactie:

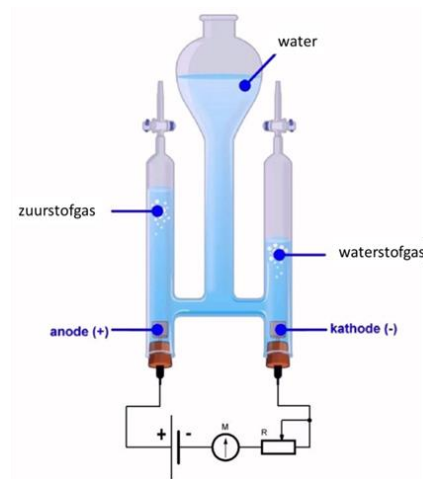


f) Vul het besluit aan.

Water ontbindt in **waterstofgas** en **zuurstofgas** door middel van **elektriciteit**.
Dit is een typisch voorbeeld van een **elektrolyse**.

Bij deze analysereactie ontstaan twee kleurloze gasen:
waterstofgas en **zuurstofgas**.

Beide zijn zuivere stoffen. Wanneer men probeert om waterstofgas en zuurstofgas verder te ontleden blijkt dit niet te lukken.



3.De analyse van zilverchloride (verdieping)



Demonstratieproef: Voeg een beetje zilvernitraat aan de NaCl-oplossing toe. Nu krijg je zilverchloride. Dit is een lichtgevoelig, wit poeder. Filtreer dit. Leg een muntje op het residu van het filtreerpapier. Zo kan er een deel niet belicht worden. Plaats nadien het filtreerpapier in een schaalte onder een lamp of hou het onder fel licht (verbrand Mg-lint met behulp van een bunsenbrander).

Onderzoeksvraag: Welke stoffen ontstaan er bij de ontleding van zilverchloride (=AgCl)?
Zie demonstratiefilmpje.¹¹

¹¹ <https://www.youtube.com/watch?v=tekml0vQ88M>

Opdracht: Beantwoord volgende vragen.

a) Wat neem je waar? *Onder invloed van licht ontleedt deze neerslag. Rond het muntstuk zien we een zwart/grijze verkleuring. Onder het muntstuk treedt de ontleding niet op omdat dit geen licht heeft gekregen (blijft dus wit).*

b) Noteer de gevormde reactie:



c) Vul het besluit aan.

Zilverchloride ontbindt in **zilver** en **chloorgas** door middel van **licht**. Dit is een typisch voorbeeld van een **fotolyse**. De verbranding van magnesiumlint levert fel wit licht, wat de fotolyse versnelt.

Wanneer we deze stof blootstellen aan fel licht merken we dat het witte poeder grijs wordt. Deze grijze kleur wordt veroorzaakt door het ontstaan van zilvermetaal bij de reactie. Het zilverchloride is ontleed in zuiver zilver en chloorgas. Wanneer men probeert om zilvermetaal en chloorgas verder te ontleden blijkt dit niet te lukken.

Algemeen besluit voor analysereacties:

Een **analyse** (of ontleding) is een chemische reactie waarbij een samengestelde zuivere stof wordt omgezet in 2 of meerdere andere enkelvoudige zuivere stoffen met verschillende eigenschappen.

Schematische voorstelling: $AB \rightarrow A + B$ of $SS \rightarrow ES + ES$

Er bestaan verschillende soorten analysereacties:

- **Thermolyse** = analyse door toevoeging van warmte-energie.
- **Elektrolyse** = analyse door toevoeging van elektrische energie.
- **Fotolyse** = analyse door toevoeging van lichtenergie.

4.1.2 Synthese van zuivere stoffen

Enkelvoudige zuivere stoffen kunnen aan de hand van een chemische reactie terug een complexere, samengestelde zuivere stof vormen. De reactie waarbij enkelvoudige zuivere stoffen zich met elkaar verbinden tot een samengestelde zuivere stof noemt men een **synthese**.

Analyse en **synthese** zijn **tegengestelde chemische reacties**.

1. De synthese van water



Demonstratieproef: Bij de analyse van water verkregen we waterstofgas en zuurstofgas. Het opgevangen waterstofgas kan opnieuw reageren met het zuurstofgas uit de lucht. Om deze reactie mogelijk te maken voegen we een kleine hoeveelheid warmte-energie toe onder de vorm van een brandende lucifer.

Onderzoeksvraag: Welke stof ontstaat er bij de verbranding van waterstofgas?

Werkwijze

Waarneming: Voor de reactie

Na de reactie



waterstofgas verbranden



kleurloze gassen

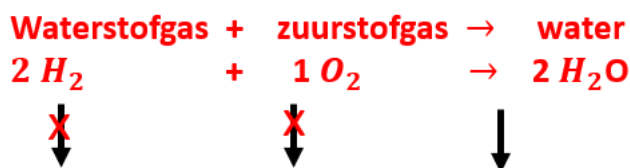


kleurloze vloeistof

Opdracht: Beantwoord onderstaande vragen.

a) Wat neem je waar? Je hoort een klein knalletje en we zien water aan de binnenkant van de proefbuis.

b) Noteer de gevormde reactie:



c) Vul het besluit aan.

Water ontstaat door **waterstof** en **zuurstof** met elkaar te verbinden. We noemen deze reactie een **synthese**. Dit gaat gepaard met een vrijlating van veel energie waarbij er een knal werd gehoord.

Algemeen besluit voor synthesesreacties:

Een **synthese** (of verbinding) is een chemische reactie waarbij een nieuwe samengestelde zuivere stof met verschillende eigenschappen gevormd wordt uit twee of meer andere enkelvoudige zuivere stoffen.

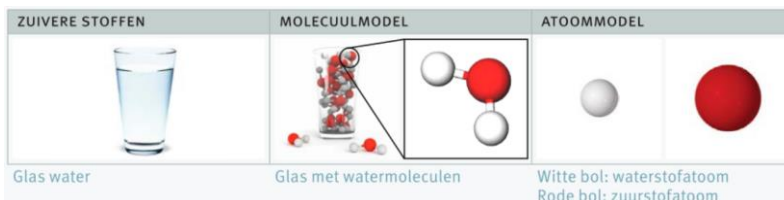
Schematische voorstelling: $A + B \rightarrow AB$ of $ES + ES \rightarrow SS$

4.1.3 Zuivere stoffen, moleculen en atomen

Om het verschil tussen ES en SS te verklaren, moeten we het deeltjesmodel verfijnen. We noemen dit het **molecuulmodel**.



Voorwerpen zijn opgebouwd uit stoffen. Zuivere stoffen zijn dan weer opgebouwd uit **moleculen**. Het zijn de kleinste deeltjes van de stof die allemaal de eigenschappen van deze zuivere stof bezitten. Moleculen zijn zelf opgebouwd uit nog kleinere deeltjes, **atomen**¹² genaamd. Dat zijn de kleinst mogelijke deeltjes waaruit een molecule is opgebouwd. Een molecuul bestaat dus uit twee of meer atomen die chemisch met elkaar verbonden zijn. In totaal zijn er zo'n 118 **atoomsoorten of elementen** waaruit moleculen opgebouwd zijn. Atomen en moleculen stellen we voor als 'bolletjes'.



4.1.4 Voorstelling van enkelvoudige en samengestelde zuivere stoffen

Atomen en moleculen worden ook vaak weergegeven aan de hand van 3D tekeningen. Atomen hangen aan elkaar met bindingen (krachten). Daarbij worden atomen voorgesteld door een **bol** (het **bolschilmodel**) of met bollen en staven (het **bolstaafmodel**) met elk een typische **kleur** en **grootte**. Stoffen verschillen van elkaar in de samenstelling van atomen.



We kunnen het molecule water (H_2O) voorstellen op basis van 2 modellen:



¹² Het woord atoom is afkomstig uit het griekse *a-* (niet) en *temnein* (snijden) en betekent letterlijk "ondeelbaar". Het woord "*atomos*" werd voor het eerst gebruikt door de Griekse filosoof Democritus (ca. 460-380 v.o.t.).

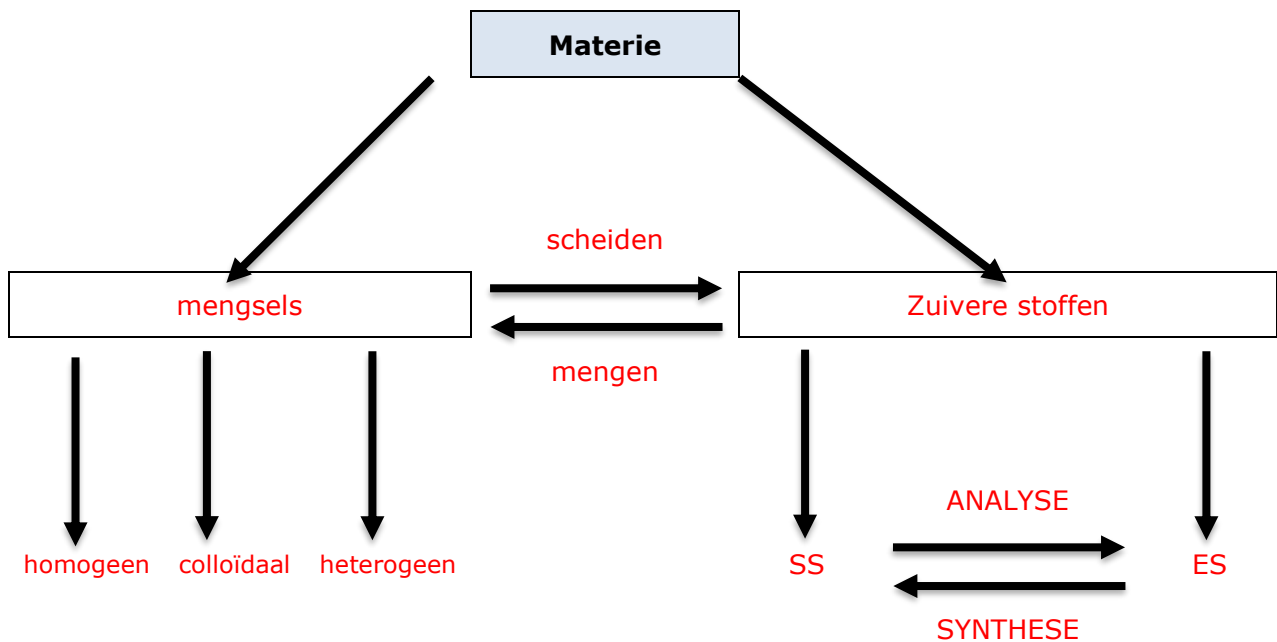
In het **bolstaafmodel** worden de bindingen visueel via een staafje weergegeven. In het **bolschilmodel** worden de bindingen niet visueel weergegeven.

Uit de vorige experimenten blijkt duidelijk dat sommige zuivere stoffen nog verder ontleedbaar zijn en andere niet. Aan de hand van deze **atomen** kunnen we nu wel het **bestaan** van eenvoudige en samengestelde zuivere stoffen verklaren:


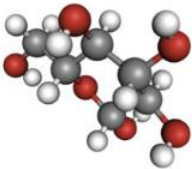



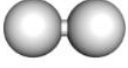

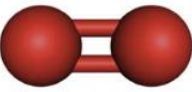
Indeling zuivere stoffen	
Enkelvoudige zuivere stoffen	Samengestelde zuivere stoffen
<ul style="list-style-type: none"> Bestaan uit één of meer atomen van dezelfde soort. 	<ul style="list-style-type: none"> Bestaan uit minstens 2 atomen van een verschillende soort.
<ul style="list-style-type: none"> ES kunnen niet meer verder ontleed worden. 	<ul style="list-style-type: none"> SS kunnen wel nog verder ontleed worden. 
<ul style="list-style-type: none"> In totaal bestaan er ongeveer 100 eenvoudige zuivere stoffen. 	<ul style="list-style-type: none"> Het aantal samengestelde zuivere stoffen is zeer groot: er zijn meer dan 10 miljoen samengestelde zuivere stoffen bekend. Het is ook mogelijk om nieuwe samengestelde zuivere stoffen te ontwikkelen.
<ul style="list-style-type: none"> C O₂ S₈ P₄ 	<ul style="list-style-type: none"> H₂O CO₂ H₃PO₄ C₁₂H₂₂O₁₁

4.1.5 Samenvattend overzicht materie

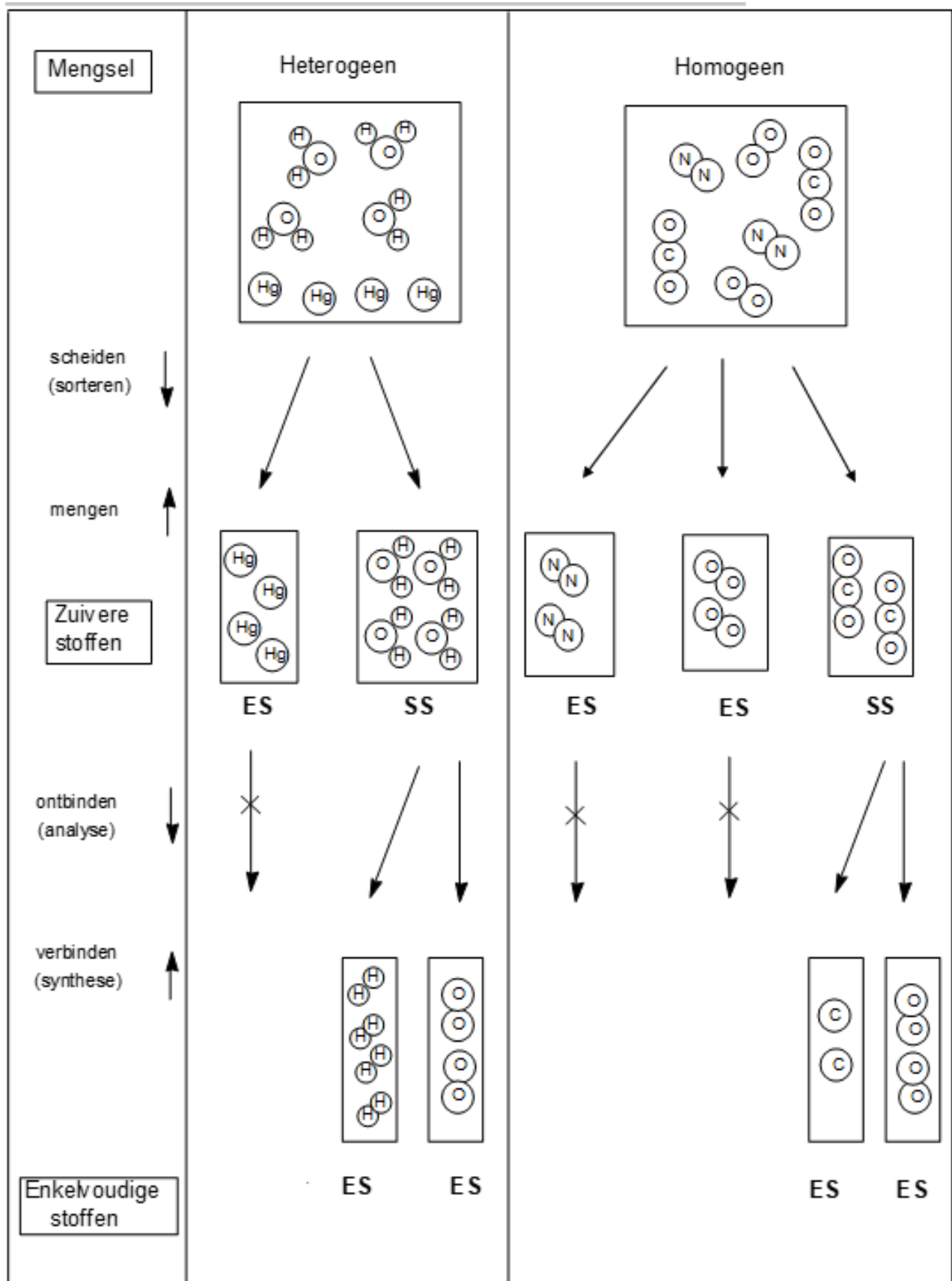
Opdracht: Vul onderstaande schema aan.



Hieronder zie je een tabel van enkele voorbeelden van enkele zuivere stoffen en hun verschillende voorstellingen:

ZUIVERE STOFFEN	MOLECUULMODEL	ATOOMSOORTEN
		<ul style="list-style-type: none"> waterstof zuurstof koolstof
De samengestelde stof glucose		
		<ul style="list-style-type: none"> koolstof
De eenvoudige stof koolstof		
		<ul style="list-style-type: none"> waterstof
De eenvoudige stof waterstofgas		
		<ul style="list-style-type: none"> zuurstof
De eenvoudige stof zuurstofgas		

Overzicht geziene leerstof aan de hand van twee voorbeelden:



4.2 CHEMISCHE ELEMENTEN

Zoals eerder vermeld zijn er in totaal 118 soorten **atomen** of **elementen**. Daarvan komen er 92 elementen voor in de natuur, de overige 26 elementen zijn door de mens gemaakt. Deze 118 elementen staan allemaal gerangschikt in het **Periodiek Systeem der Elementen** of kortweg **PSE**. De opbouw van dat PSE wordt besproken in deel drie 'Bouw en eigenschappen van atomen'.

We maken een onderscheid tussen een **element** en een **atoom**. Een element bestaat uit 1 atoomsoort. Alle elementen zijn opgebouwd uit atomen. Een element is dus een verzamelnaam voor alle atomen van dezelfde soort. Stoffen kunnen uit verschillende elementen bestaan. Om die te onderscheiden, hebben we duidelijke afspraken nodig.

Opdracht: Bestudeer onderstaande figuur en geef een antwoord op de vraag.

The figure consists of three panels, each representing the element Carbon in a different language: Dutch, Italian, and Finnish.

- Dutch (Koolstof/Carbonium):** Shows a periodic table entry with atomic number 6, symbol C, and atomic weight 12.01. It includes a photograph of a lump of carbon and a list of properties: Naam: koolstof / carbonium, Symbool: C, Atoomnummer: 6, Groep: koolstofgroep, Periode: periode 2, Blok: p-blok, Reeks: niet-metaal, Kleur: kleurloos of zwart.
- Italian (Carbonio):** Shows a periodic table entry with atomic number 6, symbol C, and atomic weight 12.0107. It includes a photograph of a lump of carbon and a list of properties: Nome: carbonio, Simbolo: C, Numero: 6, Serie: non metalli, Durezza: 0,5 (grafite), 10 (diamante), Blocco: p, Serie: non metalli, Colore: /.
- Finnish (Hiili):** Shows a periodic table entry with atomic number 6, symbol C, and atomic weight 12.0107. It includes a photograph of a lump of carbon and a list of properties: Nimi: hiili, Tunnus: C, Järjestysluku: 6, Luokka: epämetalli, Lohko: p, Jakso: 2, Ryhmä: 14, Kovuus: 0,5 (grafiitti), 10,0 (timantti), Väri: musta (grafiitti), väritön (timantti).

Wat kan je hieruit **besluiten**?

De symbolen zijn in alle talen hetzelfde. De naam van het element verschilt wel volgens de taal.

Omdat chemici over de hele wereld vlot met elkaar moeten kunnen communiceren over hun wetenschappelijke bevindingen en ontdekkingen was het noodzakelijk om een universeel systeem te ontwikkelen om atomen en moleculen voor te stellen. Ook voor elementen zijn er verschillende kleurencodes afgesproken (zie hieronder). Dat uniforme gebruik van dezelfde symbolen maakt het uitwisselen van informatie eenvoudiger. Zo is waterstof steeds wit, zuurstof rood en koolstof telkens zwart gekleurd. Dit is dus geen vrije keuze. Bolvoorstellingen worden dus overal ter wereld op dezelfde manier weergegeven. We spreken van de **chemische symbolentaal**. De regels van deze symbolentaal zijn vastgelegd in internationale afspraken en worden bepaald door **IUPAC**.



Zwart	Wit	Rood	Blauw	Geel
koolstof	waterstof	zuurstof	stikstof	zwavel

4.2.1 Namen en symbolen van elementen

HET IS UITERMATE BELANGRIJK OM DE NAAMGEVING GRONDIG EN GOED IN TE OEFENEN. DIT IS HET ALFABET VAN DE CHEMIE!

Elk element heeft zijn eigen **naam** en **symbool**. Het symbool is universeel, de naam is afhankelijk van de taal. Het symbool van een element bestaat uit een **hoofdletter**, eventueel gevolgd door een tweede, **kleine** letter. Het symbool is vaak afgeleid van de Latijnse naam van het element. De Latijnse benaming hoef je niet te kennen maar dit kan wel een hulpmiddel zijn om de chemische symbolen te studeren.

De elementen worden ingedeeld in drie grote groepen: de **metalen**, de **niet-metalen** en de **edelgassen**. In 4.3 wordt verder ingegaan op deze indeling.

- Een symbool begint steeds met een hoofdletter.
- De eventuele tweede letter is een kleine letter.

METALEN		Uraan (<i>Uranium</i>)	U
Lithium	Li	Plutonium	Pu
Natrium	Na	Polonium	Po
Kalium	K	NIET-METALEN	
Beryllium	Be	Waterstof (<i>Hydrogenium</i>)	H
Magnesium	Mg	Boor (<i>Borium</i>)	B
Calcium	Ca	Koolstof (<i>Carboneum</i>)	C
Barium	Ba	Stikstof (<i>Nitrogenium</i>)	N
Aluminium	Al	Zuurstof (<i>Oxygenium</i>)	O
Tin (<i>Stannum</i>)	Sn	Fluor	F
Antimoon	Sb	Silicium	Si
Lood (<i>Plumbum</i>)	Pb	Fosfor (<i>Phosphorus</i>)	P
Chroom	Cr	Zwavel (<i>Sulfur</i>)	S
Mangaan	Mn	Chloor	Cl
Ijzer (<i>Ferrum</i>)	Fe	Arseen (<i>Arsenicum</i>)	As
Cobalt	Co	Seleen	Se
Nikkel	Ni	Broom	Br
Koper (<i>Cuprum</i>)	Cu	Jood (<i>Iodium</i>)	I
Zink	Zn	EDELGASSEN	
Zilver (<i>Argentum</i>)	Ag	Helium	He
Goud (<i>aurum</i>)	Au	Neon	Ne
Platina	Pt	Argon	Ar
Cadmium	Cd	Krypton	Kr
Kwik (<i>Hydragyrum</i>)	Hg	Xenon	Xe
Germanium	Ge	Radon	Rn

4.2.2 Symbolische schrijfwijze enkelvoudige en samengestelde zuivere stoffen

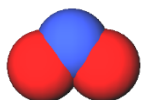
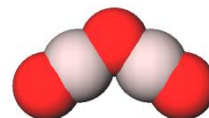
Moleculen zijn verbindingen tussen 2 of meer atomen van dezelfde soort of een andere soort. In de chemische symbolentaal worden moleculen steeds voorgesteld door een **(bruto)formule**. Wanneer we dus een chemische stof weergeven, gebruiken we een opeenvolging van de symbolen van de elementen. Het geeft een idee over de samenstelling van de zuivere stof.

Deze formule geeft weer welke elementen er in de molecule voorkomen en het aantal keer elk element aanwezig is. De **(bruto)formule** bevat de volgende onderdelen:

- Het **symbool** van elke aanwezige atoomsoort of element;
- De **index** geeft het aantal atomen van iedere atoomsoort weer in één molecule en wordt rechts onder het symbool vermeld. De index 1 wordt weggelaten in de formule;
- Een **coëfficiënt** of een voorgetal geeft aan hoeveel moleculen er zijn. Bij chemische reacties is het vaak zo dat er meerdere moleculen van een bepaalde stof nodig zijn. Dit aantal wordt aangeduid met een cijfer vóór de formule;
- Soms gebeurt het dat binnen een molecule een **aantal atomen gegroepeerd** voorkomen. Deze groepering wordt voorgesteld door middel van haakjes in de formule.

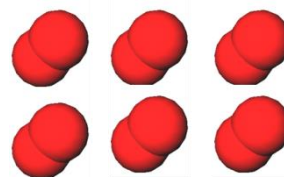
Voorbeelden:

De molecule **Al₂O₃** bestaat uit twee atomen aluminium en drie atomen zuurstof.



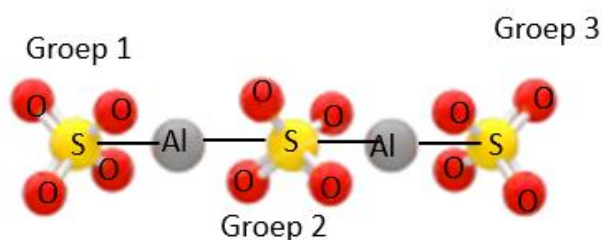
De molecule **NO₂** bestaat uit één stikstofatoom en twee atomen zuurstof.

De formule **6 O₂** toont dat er zes moleculen zuurstofgas zijn die elk uit twee atomen zuurstof bestaan. In totaal zijn dat 12 atomen zuurstof.



Het is duidelijk uit dit voorbeeld dat zuurstofgas (molecule) niet hetzelfde is als zuurstof (atoom). Vaak wordt dit wel verkeerdelijk door elkaar gebruikt door mensen die van chemie geen kaas gegeten hebben.

In de formule **Al₂(SO₄)₃** komt de groepering van een zwavel-atoom gebonden aan vier zuurstofatomen drie keer voor. Deze drie groepjes vormen een verbinding met 2 aluminiumatomen.



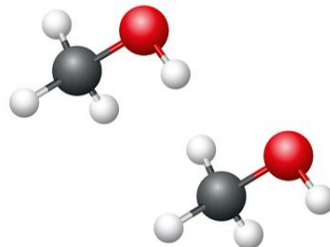
Opdracht: Omcirkel alle moleculen.



Opdracht: Beantwoord onderstaande vragen.

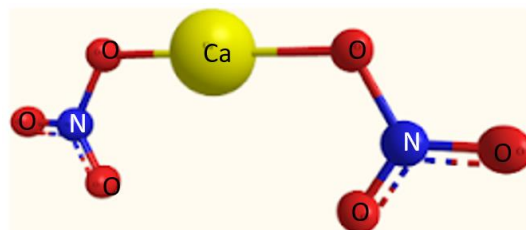
2 CH₃OH

- ES of SS? **SS**
- Hoeveel moleculen heb je? **2**
- Hoeveel atoomsoorten zijn er? **3**
- Hoeveel atomen koolstof tel je? **2**
- Hoeveel atomen waterstof tel je? **8**
- Hoeveel atomen zuurstof tel je? **2**
- Tel het totaal aantal atomen. **12**
- Teken de modelvoorstelling (respecteer de universele kleurencodes).



Ca(NO₃)₂

- ES of SS? **SS**
- Hoeveel moleculen heb je? **1**
- Hoeveel atoomsoorten zijn er? **3**
- Hoeveel atomen calcium tel je? **1**
- Hoeveel atomen stikstof tel je? **2**
- Hoeveel atomen zuurstof tel je? **6**
- Tel het totaal aantal atomen. **9**
- Teken de modelvoorstelling (respecteer de universele kleurencodes).



Opdracht: Bouw volgende moleculen na met de molecuulbouwdozen. Respecteer de kleurencodes.

<ul style="list-style-type: none"> 3H₂O 	<ul style="list-style-type: none"> C₂H₅OH
<ul style="list-style-type: none"> 2CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> 3Cl₂
<ul style="list-style-type: none"> 2NH₃ 	<ul style="list-style-type: none"> H₃PO₄
<ul style="list-style-type: none"> CH₄ 	<ul style="list-style-type: none"> C₆H₁₂O₆

Zwart	Wit	Rood	Blauw	Geel
koolstof	waterstof	zuurstof	stikstof	zwavel

Maak oefeningen 1 tot en met 6 (te vinden op pagina 67-69).

4.3 ENKELVOUDIGE ZUIVERE STOFFEN

4.3.1 Indeling van de enkelvoudige zuivere stoffen

We hebben al kort verwezen naar het **Periodiek Systeem der Elementen (=PSE)** verwezen. Je vindt er alle symbolen terug van de al gekende elementen. Je weet nu dat de moleculen van enkelvoudige zuivere stoffen bestaan uit één atoomsoort. De elementen staan niet willekeurig gerangschikt in het PSE. Er zit een zeer logische structuur achter die later nog aan bod komt bij 'deel 3: Bouw en eigenschappen van atomen'.

In het PSE maken we voor de enkelvoudige zuivere stoffen een onderscheid tussen:

- **Metalen** staan links van de scheidingslijn in het PSE.
- **Niet-metalen** staan rechts van de scheidingslijn in het PSE.
- **Edelgassen** staan uiterst rechts in het PSE.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18																			
I A II A												III A	IV A	V A	VI A	VII A	O		
1	1,0079 H																4,0026 He	1	
2	6,939 Li	9,0122 Be											10,811 B	12,01115 C	14,0067 N	15,9994 O	18,9984 F	20,183 Ne	2
3	22,989 Na	24,312 Mg											26,9815 Al	28,086 Si	30,9738 P	32,064 S	35,453 Cl	39,948 Ar	3
4	39,102 K	40,08 Ca	44,956 Sc	47,90 Ti	50,942 V	51,996 Cr	54,938 Mn	55,847 Fe	58,933 Co	58,71 Ni	63,54 Cu	65,37 Zn	69,72 Ga	72,59 Ge	74,922 As	78,96 Se	79,909 Br	83,80 Kr	4
5	85,47 Rb	87,62 Sr	88,905 Y	91,22 Zr	92,906 Nb	95,94 Mo	98 Tc	101,07 Ru	102,905 Rh	106,4 Pd	107,870 Ag	112,40 Cd	114,82 In	118,69 Sn	121,75 Sb	127,60 Te	126,904 I	131,30 Xe	5
6	132,905 Cs	137,34 Ba	138,91 La	178,49 Hf	180,948 Ta	183,85 W	186,2 Re	190,2 Os	192,2 Ir	195,09 Pt	196,967 Au	200,59 Hg	204,37 Tl	207,19 Pb	208,980 Bi	[210] Po	[210] At	[222] Rn	6
7	[223] Fr	[226] Ra	[227] Ac	[267] Rf	[268] Db	[269] Sg	[270] Bh	[277] Hs	[281] Mt	[281] Ds	[282] Rg	[285] Cn	[286] Nh	[289] Fl	[290] Mc	[293] Lv	[294] Ts	[294] Og	7
87 0,7 88 0,9 89 1,1 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118																			
140,12 140,907 144,24 [147] 150,35 151,96 157,25 158,924 162,50 164,930 167,26 168,934 173,04 174,97																			
58 1,1 59 1,1 60 1,2 61 62 1,2 63 64 1,1 65 1,2 66 67 1,2 68 1,2 69 1,2 70 1,1 71 1,2																			
232,038 [231] 238,03 [237] [242] [243] [247] [247] [249] [254] [253] [256] [254] [257]																			
90 1,3 91 1,5 92 1,7 93 1,3 94 1,3 95 1,3 96 97 98 99 100 101 102 103																			
Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lw																			

Periodiek systeem der elementen

Opmerkingen:

- Het element waterstof staat gerangschikt bij de metalen maar gedraagt zich eerder als een niet-metaal.
- Zoals jullie kunnen zien, staan er twee rijen los van het PSE. De makers hiervan doen dat in vele gevallen wegens de beperkte plaats.

4.3.2 Formule en naamgeving enkelvoudige zuivere stoffen

A. Edelgassen zijn opgebouwd uit 1 atoom

Alle edelgassen bestaan als enkelvoudige zuivere stof uit slechts één atoom dat op zich voorkomt. De atomen zijn niet met elkaar verbonden. Hierbij gelden volgende regels:



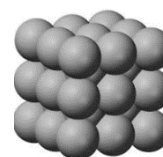
Chemische formule = symbool van het element
Wetenschappelijke naam stof = Naam van het element

Voorbeelden:

- Rn = Radon
- He = Helium

B. Moleculen zijn opgebouwd uit > 1 atoom: metalen

Metalen bestaan typisch uit een verbinding tussen miljarden metaalatomen. Omdat het aantal atomen steeds zeer groot is wordt dit niet weergegeven in de formule.



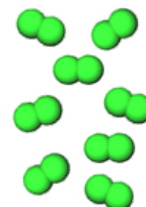
Chemische formule = symbool van het element
Wetenschappelijke naam stof = Naam van het element

Voorbeelden:

- Fe = Ijzer
- Hg = Kwik

C. Moleculen zijn opgebouwd uit > 1 atoom van dezelfde soort: niet-metalen

Niet-metalen zijn een zeer diverse groep moleculen. Sommige niet-metalen bestaan uit verbindingen tussen twee atomen, andere bezitten meerdere atomen.



Hierbij gelden volgende regels:

De formule bestaat uit het symbool van het element aangevuld met een index die het aantal atomen in de verbinding aangeeft.

De wetenschappelijke naam van de stof bestaat uit een Grieks voorvoegsel¹³ dat het aantal atomen weergeeft, gevolgd door de naam van het element.

1 = mono¹⁴

2 = di

3 = tri

4 = tetra

5 = penta

6 = hexa

7 = hepta

8 = octa

9 = nona

10 = deca

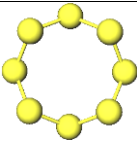
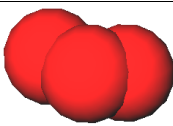

¹³ Griekse voegwoorden worden nooit gebruikt bij metalen wel bij niet-metalen!

¹⁴ Het voorvoegsel 'mono' moet niet verplicht vermeld worden in de wetenschappelijke naam.

Overzicht van de belangrijkste niet-metalen en hun namen:¹⁵

Chemische formule	Wetenschappelijke naam	Triviale naam ¹⁶	Aggregatietoestand bij kamertemperatuur
H ₂	diwaterstof	waterstofgas	gas
C	koolstof	diamant / grafiet	vaste stof
N ₂	distikstof	stikstofgas	gas
O ₂	dizuurstof	zuurstofgas	gas
O ₃	trizuurstof	Ozon	gas
P	fosfor	rode fosfor	vaste stof
P ₄	tetrafosfor	witte fosfor	vaste stof
S ₈	octazwavel	zwavel	vaste stof
F ₂	difluor	fluorgas	gas
Cl ₂	dichloor	chloorgas	gas
Br ₂	dibroom	Broom	vloeistof
I ₂	dijood	Jood	vaste stof

Opdracht: Welke modelvoorstelling past bij welke **wetenschappelijke** naam uit bovenstaande lijst?

		
Octazwavel = S ₈	Trizuurstof = O ₃	Tetrafosfor = P ₄

4.3.3 Eigenschappen enkelvoudige zuivere stoffen

Zie practicum: Eigenschappen van enkelvoudige zuivere stoffen

A. Edelgassen

Edel wil zeggen, ze zijn 'volwaardig' in een begenadigde toestand. Edelgassen zijn **mono-atomisch**. Dit wil zeggen dat edelgassen steeds opgebouwd zijn uit slechts één atoom. Edelgassen zijn zeer stabiel en vertonen geen neiging om zich aan andere atoomsoorten te binden en samengestelde zuivere stoffen te vormen, ze zijn namelijk **chemisch inert**. Edelgassen gedragen zich uitgesproken passief (weinig reactief).

¹⁵ Deze tabel is volledig te kennen.

¹⁶ De triviale naam wordt ook wel de gebruiksnaam genoemd en wordt in het dagelijkse leven het vaakst gebruikt. Tijdens de lessen chemie wordt met de naam van een stof steeds de wetenschappelijke naam bedoeld!

Er zijn slechts **6 edelgassen**: helium, neon, argon, krypton, xenon en radon. Het meest voorkomende edelgas in onze atmosfeer is argon, dat de derde grootste component (0,9%) van lucht is (naast stikstofgas (78,0%) en zuurstofgas (20,9%)).

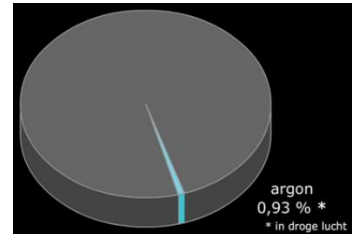
Edelgassen worden in het dagelijkse leven vaak gebruikt, denk maar aan neonreclame, xenonlampen en heliumballonnen.



Ballonvulling: helium



Reclameverlichting: neon

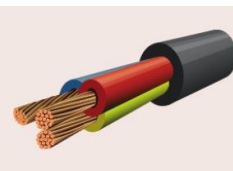


In de lucht: argon

B. Metalen

Hieronder worden de belangrijkste metalen besproken met hun zintuiglijke kenmerken (zien): Metalen hebben in het algemeen een typische metaalglans en zijn vaak zilverkleurig.

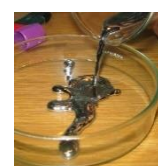
- **Au:** typische gouden kleur en glans, vaak gebruikt in sieraden.
- **Cu:** typische bruine koperkleur, wordt vaak gebruikt in bovenleidingen van treinen, elektrische leidingen omdat het de elektriciteit heel goed kan geleiden.



- **Fe:** typische zilverachtige kleur, vaak gebruikt in het bouwen van constructies.
- **Al:** typische zilverachtige kleur, zeer licht metaal, vaak gebruikt in de luchtvaart en de auto-industrie, aluminiumfolie wordt gebruikt om voedingswaren vers te bewaren.



- **Hg:** typische zilverachtige kleur, het is het enige metaal dat bij kamertemperatuur vloeibaar is.



C. Niet-Metalen

Niet-metalen hebben zeer uiteenlopende kenmerken. Hieronder staan een aantal **zintuiglijke** kenmerken van niet-metalen opgesomd.

- **C** of koolstof: Grafiet is uiterst zacht en wordt onder andere gebruikt in potloden en als smeermiddel. Koolstof komt ook onder de vorm van diamant voor. Het is de hardste stof die in de natuur voorkomt. Het is een gegeerde edelsteen, die ook in boorkoppen en slijpschijven gebruikt wordt, precies omdat diamant zo hard is en niet slijt. Opmerking: Koolstof is het enige niet-metaal dat de elektrische stroom geleidt.



- **Cl₂** of dichloor. Dit is een geelgroen giftig gas, met een prikkelende geur. In de 1^{ste} wereldoorlog werd het gas ingezet als een giftig wapen (oorlogsgas): het tastte de slijmvliezen aan, waardoor verstikking optrad. Omdat het gas zwaarder is dan lucht, bleef het in de loopgraven hangen. Tegenwoordig kent het zijn toepassing voor de ontsmetting van water in zwembaden.



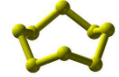
- **Br₂** of dibroom. Dit is een roodbruine vloeistof en is zeer prikkelend voor de luchtwegen. Broomverbindingen kunnen worden gebruikt als vlamvertragers. Ze worden toegevoegd aan meubelschuim, plastic omhulsels voor elektronica en textiel om ze minder ontvlambaar te maken.



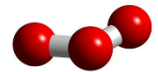
- **I₂** of dijood. Dit zijn zwartgrijze schilfers die sublimeren tot paarse dampen. In het dagelijkse leven vind je dijood terug in isobetadine. In een mengsel van water en ethanol opgelost wordt dijood gebruikt voor het ontsmetten van wonden en bij operaties. Ook wordt een di-joodoplossing (lugol) als indicator gebruikt voor zetmeel. Het heeft een oranje/bruine kleur. Bij aanwezigheid van zetmeel kleurt lugol paars/zwart.



- **S₈** of octazwavel. Dit is een gele, vaste stof met een typische zwavelgeur. De gele vaste stof zwavel komt als enkelvoudige zuivere stof voor als ringvormige moleculen die uit 8 atomen zwavel bestaan. Zwavel kent heel wat toepassingen als grondstof in de chemische industrie. Daarnaast is het ook een bestanddeel van belangrijke moleculen in het menselijk lichaam zoals de eiwitten. Verbindingen met een heel onaangename geur (geur rotte eieren) bevatten ook vaak het element zwavel.



- **O₃** of trizuurstof. Het is een bleekblauwe, relatief onstabiel molecule. Het is een kleurloos, prikkelend gas, vaak te ruiken in een fotokopieerruimte en is terug te vinden in de atmosfeer.



- **P₄** of tetrafosfor. Het licht op in donker door een reactie met de lucht. Witte fosfor (triviale naam) wordt gebruikt in brandbommen, rookbommen en als doelwitmarkering. Het is een zelf ontbrandbare stof; bij contact branden huid en vlees weg. Bij contact met de huid reageert de stof met het water in de huid, waardoor zeer diepe en ernstige brandwonden



kunnen ontstaan.

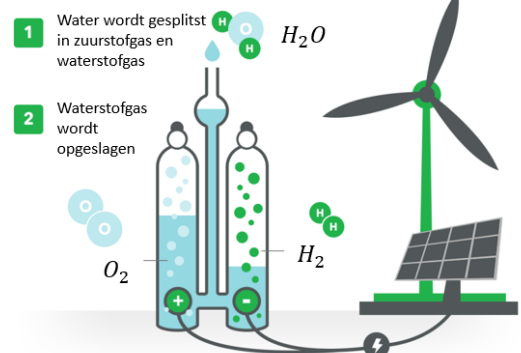
- **P** of fosfor. Als triviale naam spreekt men van rode fosfor. Het is aanwezig op o.a. de zijkant van luciferdoosjes. Lucifers worden wel eens zwavelstokjes genoemd. Hoewel zwavel goed brandt, ontbrandt het niet zo eenvoudig. Daarom voegt de industrie P₄ aan het gele kopje toe. Het aanstrijken van de lucifer op het ruwe oppervlak van het doosje zorgt voor genoeg wrijvingswarmte om de fosfor en zo ook de zwavel te doen ontbranden.



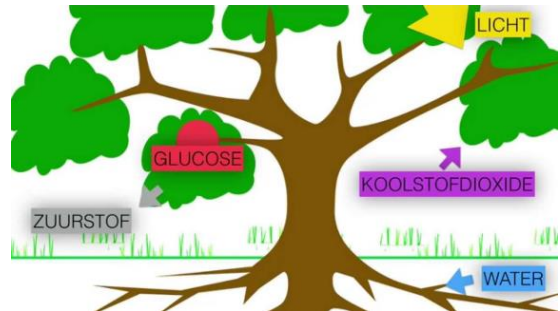
- **H₂** of diwaterstof is het meest eenvoudige en voorkomend element uit het PSE in het heelal. Het gas wordt waarschijnlijk de energiedrager en transportbrandstof van de toekomst aangezien er geen schadelijke verbrandingsproducten worden gevormd. Deze energie wordt onder andere gebruikt in auto's (de zogenaamde waterstofauto) en raketten. De reactie die er plaatsvindt is: elektrolyse. Waterstofgas (triviale naam) is voorlopig wel nog moeilijk op te slaan. Waterstofgas is een zeer brandbaar gas dat geen geur, kleur of smaak heeft.



ZO WORDT WATERSTOF GEMAAKT



- **O₂** of zuurstof is een geur-, kleur- en smaakloos gas dat noodzakelijk is om verbranding mogelijk te maken. Verbranding is namelijk een reactie waarbij de moleculen van de brandstof zullen reageren met de zuurstofgasmoleculen. Zuurstofgas (triviale naam) zelf is echter niet brandbaar! Dit gas is ook zeer belangrijk om leven mogelijk te maken. Op enkele uitzonderingen na hebben alle levende wezens zuurstofgas nodig om te kunnen overleven. Het spreekt dus vanzelf dat dit gas de tweede grootste component is van onze atmosfeer. Indien zuurstofgas aan waterstofgas wordt toegevoegd ontstaat er een explosief gasmengsel met als naam knalgas. Dit gas geeft bij ontbranding een zeer luide knal waarbij waterstofgas en zuurstofgas in een synthesesreactie water zullen vormen.



- **N₂** of distikstof is een geur-, kleur- en smaakloos gas en is het grootste bestanddeel van lucht. Van de lucht die we inademen is 78% stikstofgas (triviale naam). Dit heeft echter weinig gevolgen voor ons lichaam omdat stikstofgas een zeer **inert gas**¹⁷ is. Andere eenvoudige zuivere stoffen zoals O₂, N₂, H₂ en F₂ zijn zintuiglijk moeilijk te herkennen omdat ze kleurloos en geurloos zijn.

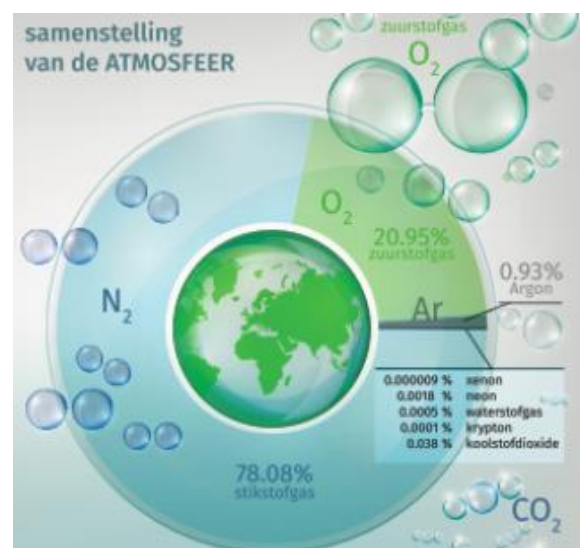
Opdracht: Bestudeer onderstaande figuur omtrent de samenstelling van de lucht en vul de ontbrekende tekst aan.

Je merkt op basis van nevenstaande figuur dat lucht voornamelijk bestaat uit 2 componenten.

Het grootste deel bestaat uit **N₂** (**78,08%**). Dit gas reageert moeilijk met andere stoffen en wordt daarom een inert gas genoemd.

De 2^{de} belangrijkste stof is **O₂** (**20,95%**). Deze is levensnoodzakelijk voor de mensen en wordt voornamelijk geproduceerd door planten tijdens de fotosynthese.

Som de andere componenten van de lucht op:
argon, neon, waterstofgas, krypton, koolstofdioxide



¹⁷ Een inert gas is een gas dat geen chemische reacties aangaat. Voorbeelden hiervan zijn edelgassen en stikstofgas. Edelgassen zijn mono-atomisch. Stikstofgas (N₂) bestaat uit een verbinding tussen twee atomen stikstof (N). Let op: Het element stikstof is op zichzelf niet inert!

Fysische eigenschappen:

Globaal genomen kunnen we stellen dat metalen vast zijn bij kamertemperatuur op uitzondering van kwik want het is namelijk vloeibaar. Bij niet-metalen kunnen alle mogelijke aggregatietoestanden voorkomen bij kamertemperatuur. De niet-metalen vertonen wel allemaal geen glans. Ook geleiden ze nooit de elektriciteit op uitzondering van grafiet. Dit in tegenstelling tot de metalen die goed warmte en elektriciteit geleiden. Metalen zijn goed buigbaar terwijl niet-metalen meestal bros zijn.

Een kort **overzicht** van een aantal fysische eigenschappen van metalen en niet-metalen vind je terug in onderstaande tabel:

Fysische eigenschap	Metalen (M)	Niet-metalen (nM)
Aggregatietoestand bij kamertemperatuur	Vast (uitgezonderd Hg: vloeibaar)	Vast: I ₂ , C, P, P ₄ en S ₈ Vloeibaar: Br ₂ Gas: H ₂ , O ₂ , O ₃ , N ₂ , Cl ₂ , F ₂
Geleidbaarheid (warmte & elektriciteit)	Goed tot zeer goed	Zeer slecht (uitgezonderd C)
Massadichtheid	Variërend van een kleine (Na) ¹⁸ tot zeer grote massadichtheid (Hg)	Groter dan die van water voor de vaste en de vloeibare niet-metalen.
Vervormbaarheid	Goed buigbaar en pletbaar	Sterk variërend, meestal bros

¹⁸ Massadichtheid natrium: 971 kg/m³
Massadichtheid kwik: 13546 kg/m³

4.4 SAMENGESTELDE ZUIVERE STOFFEN

4.4.1 Indeling van de samengestelde zuivere stoffen

Samengestelde zuivere stoffen bestaan altijd uit meerdere atoomsoorten of elementen, dus het zijn **altijd moleculen**! De samengestelde zuivere stoffen worden ook ingedeeld in verschillende categorieën. Deze indeling behoort tot de leerstof van het 4^e jaar en komt later dan aan bod.

4.4.2 Formule en naamgeving samengestelde zuivere stoffen

De chemische formule van de samengestelde zuivere stoffen bestaat uit de **symbolen** van de elementen waaruit de stof is opgebouwd, telkens met een **index** die aangeeft hoeveel atomen van elk element aanwezig zijn.

De wetenschappelijke naam van de stof is afhankelijk van de soort stof. In deze cursus bespreken we enkel de naamgeving van **binaire samengestelde zuivere stoffen**. Dit zijn stoffen die bestaan uit slechts twee soorten atomen. De naamgeving van de overige samengestelde zuivere stoffen behoort niet tot de leerstof van het 3^e jaar.

De naam van binaire stoffen wordt op de volgende manier gevormd:

- 1) **Grieks voorvoegsel** voor de index van het eerste element
- 2) **naam** van het eerste element
- 3) **Grieks voorvoegsel** voor de index van het tweede element
- 4) **Latijnse stam** van het tweede element gevolgd door de **uitgang -ide**

Hieronder vind je een overzicht van de belangrijkste Latijnse stammen:¹⁹

		Voorbeeld	
Element	Latijnse Stam	Chemische formule	Wetenschappelijke naam
Cl	Chlor-	NaCl	Natriumchloride
I	Jod-	PbI ₂	Looddijodide
F	Fluor-	HF	Waterstoffluoride
S	Sulf-	Li ₂ S	Dilithiumsulfide
Br	Brom-	NiBr ₂	Nikkeldibromide
O	Ox-	H ₂ O	Diwaterstofoxide
N	Nitr-	BN	Boornitride
P	Fosf-	Na ₃ P	Trinatriumfosfide
C	Carb-	SiC	Siliciumcarbide
Se	Selen-	CaSe	Calciumselenide
H	Hydr-	NaH	Natriumhydride

¹⁹ De Latijnse stam van alle elementen uit deze tabel zijn te kennen.

Opmerkingen:

De index '1' wordt niet geschreven in de formule van de samengestelde zuivere stof.

- Dus niet Na_1Cl_1 maar **NaCl**
- Dus niet mononatriummonochloride maar **natriumchloride**

Het voorvoegsel 'mono' wordt ook niet verplicht vermeld in de wetenschappelijke naam. Er is echter één **uitzondering** waar dit wel bij gedaan moet worden:

CO: koolstof**MON**oxide



Opdracht: Noteer de wetenschappelijke naam van onderstaande samengestelde zuivere stoffen:

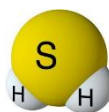
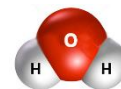
- Fe_3Cl = tri-ijzerchloride
- Al_4C_3 = tetra-aluminiumtricarbide
- CdSe = cadmiumselenide
- P_2O_5 = difosforpentaoxide

4.4.3 Eigenschappen samengestelde zuivere stoffen

De eigenschappen van samengestelde zuivere stoffen zijn afhankelijk van de **samenstelling** van elke stof. Dit illustreren we aan de hand van een voorbeeld.

Water heeft als chemische formule H_2O . Wanneer we het zuurstofatoom vervangen door een zwavelatoom krijgen we diwaterstofsulfide (H_2S).

- Water is een vloeistof bij kamertemperatuur, waarvan alle leven op aarde afhankelijk is. Water is geurloos, kleurloos en smaakloos en heeft een kookpunt van 100 °C.
- Diwaterstofsulfide is een gas bij kamertemperatuur, dat ruikt naar rotte eieren en in hoge concentraties zeer giftig is. Het kookpunt van deze stof is -60 °C.



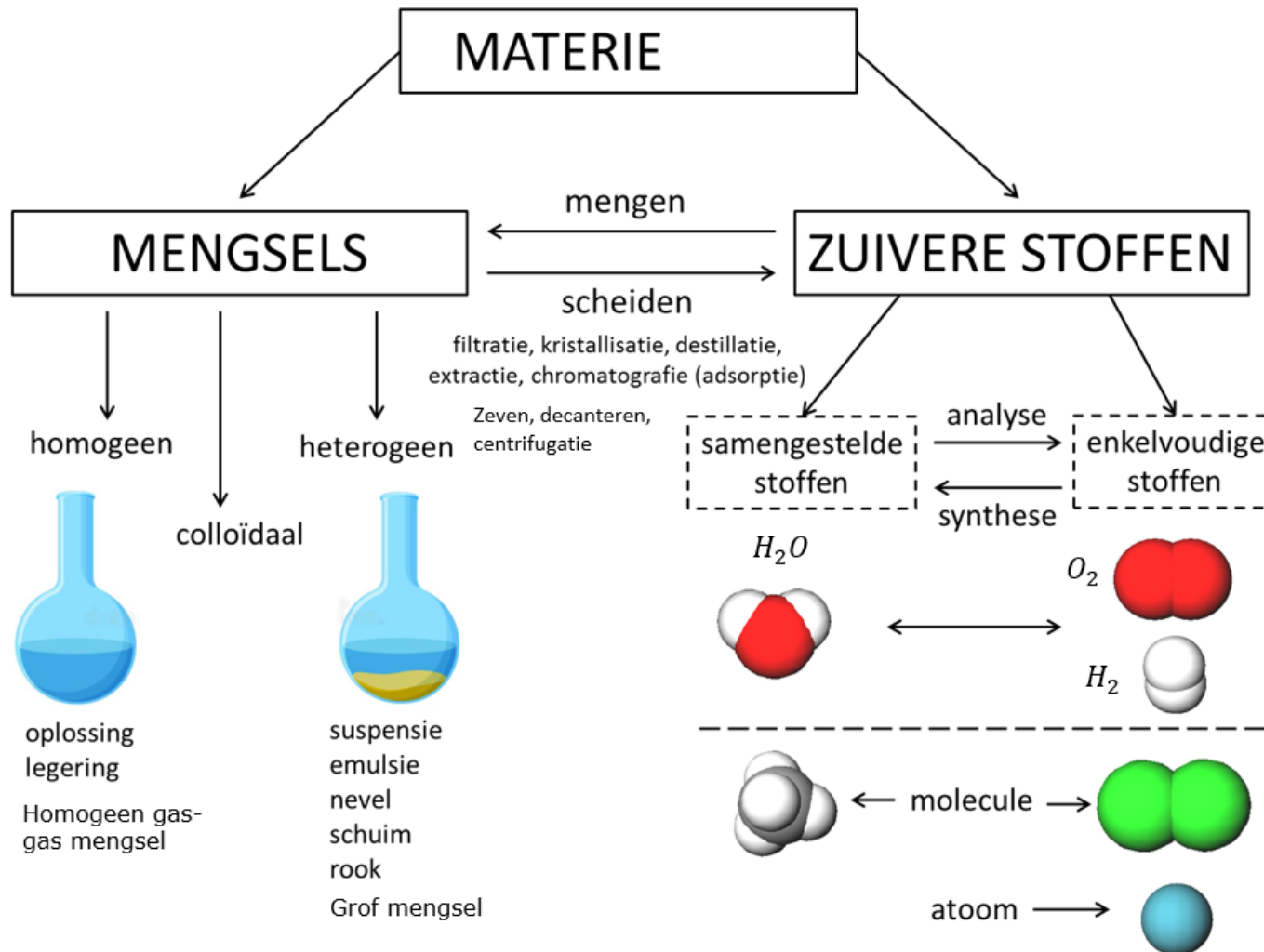
5 INDELING VAN DE MATERIE

5.1 VERBAND TUSSEN STOFFEN, MOLECULEN EN ATOMEN

Stoffen bestaan uit **moleculen**, die zelf uit atomen zijn opgebouwd. Een **zuivere stof** bestaat uit slechts één soort moleculen (of uit één soort atomen), een **mengsel** bevat meerdere soorten moleculen. Zuivere stoffen waarvan de moleculen slechts één atoomsoort bevatten zijn **enkelvoudige zuivere stoffen**. Indien de moleculen van een zuivere stof opgebouwd zijn uit meerdere soorten atomen spreken we van **samengestelde zuivere stoffen**.

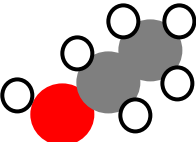
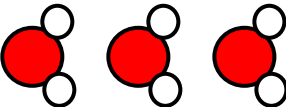


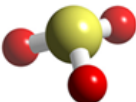
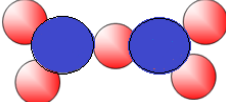



MaaK oefeningen 7, 8 en 9 (te vinden op pagina 70).

5.2 OVERZICHT



OEFENINGEN

1. Zijn onderstaande stoffen ES of SS? Zet een **kruisje** in de juiste kolom.
Vul vervolgens de tabel verder **aan**.

Voorstelling	ES	SS	Aantal moleculen	Aantal atoomsoorten	Totaal aantal atomen
		x	1	3	9
		x	3	2	9
		x	1	2	5
* 	x		/	1	3
		x	1	2	4
		x	1	2	7
	x		1	1	2
	x		2	1	4
		x	1	2	2

*Dit is de voorstelling van 3 atomen van een edelgas (zeker geen moleculen want er zijn geen bolletjes (atomen) met elkaar verbonden). Je kan maar spreken over een molecule als er minstens twee atomen (van dezelfde of andere soort) met elkaar verbonden zijn. Dat is in dit voorbeeld duidelijk niet het geval.

2. **Schrijf** onderstaande omschrijvingen van de moleculen in **symbolentaal**.

Omschrijving	Chemische formule
1 molecule van een samengestelde zuivere stof, bestaande uit 2 atomen waterstof, 1 atoom zwavel en 4 atomen zuurstof	H ₂ SO ₄
2 moleculen van een samengestelde zuivere stof, elk bestaande uit 1 atoom calcium en 2 groepjes van 1 atoom zuurstof en 1 atoom waterstof	2 Ca(OH) ₂
3 moleculen van een enkelvoudige zuivere stof, elk bestaande uit 2 atomen zuurstof	3 O ₂
1 molecule van een samengestelde zuivere stof, bestaande uit 1 atoom stikstof en 2 atomen zuurstof	NO ₂
4 moleculen van een enkelvoudige zuivere stof, elk bestaande uit 4 atomen fosfor	4P ₄

3. **Noteer** en **benoem** in onderstaande tabel het **totaal** aantal atomen dat **per** atoomsoort aanwezig is in de moleculen. Opmerking: Schrijf de naam van de chemische symbolen **voluit**.

Chemische formule	Totaal aantal atomen per atoomsoort
Voorbeeld: NH_3	1 atoom stikstof en 3 atomen waterstof
$2 \text{H}_2\text{SO}_4$	4 atomen waterstof, 2 atomen zwavel en 8 atomen zuurstof
MgSO_4	1 atoom magnesium, 1 atoom zwavel en 4 atomen zuurstof
$4 \text{Ca}(\text{OH})_2$	4 atomen calcium, 8 atomen zuurstof en 8 atomen waterstof
3NaCl	3 atomen natrium en 3 atomen chloor
5CaCl_2	5 atomen calcium en 10 atomen chloor
$6 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	18 atomen calcium, 12 atomen fosfor en 48 atomen zuurstof

4. **Schrijf** onderstaande omschrijvingen van de moleculen in **symbolentaal**.

- 4 moleculen dichloor: 4Cl_2
- 3 moleculen tetrafosfor: 3P_4
- 2 moleculen van een SS, elk met 1 calcium-, 1 koolstof- en 3 zuurstofatomen: 2CaCO_3
- 1 molecule van een stof bestaande uit 1 calciumatoom en 2 groepjes van 1 stikstofatoom en 3 zuurstofatomen: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- 2 moleculen van een stof bestaande uit 2 stikstofatomen en 3 zuurstofatomen: $2 \text{N}_2\text{O}_3$

5. **Omschrijf** volgende chemische formules zo **volledig** mogelijk.

- Vermeld eerst het aantal moleculen.
- Vermeld nadien of het een samengestelde zuivere stof is of een enkelvoudige zuivere stof.
- Vermeld vervolgens het aantal atomen per atoomsoort voor één molecule.

Voorbeeld: 2NaCl

= 2 moleculen van een samengestelde zuivere stof, elk molecule bestaande uit 1 atoom natrium en 1 atoom chloor.

$6 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

= 6 moleculen van een samengestelde zuivere stof, elk molecule bestaande uit 3 atomen calcium en 2 groepjes van 1 atoom fosfor en 4 atomen zuurstof.

3MgCl_2

= 3 moleculen van een samengestelde zuivere stof, elk molecule bestaande uit 1 atoom magnesium en 2 atomen chloor.

$2 \text{Al}(\text{OH})_3$

= 2 molecule van een samengestelde zuivere stof, elk molecule bestaande uit 1 atoom aluminium en 3 groepjes van 1 atoom zuurstof en 1 atoom waterstof.

6. **Teken** de **modelvoorstelling** van:

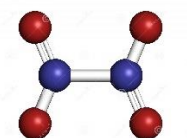
- 2Ne



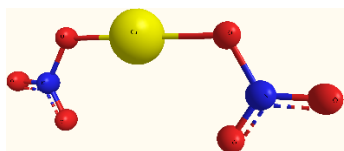
- 3HgBr_2



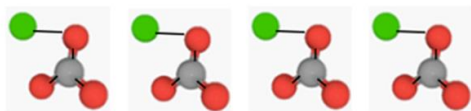
- N_2O_4



- $\text{Mg}(\text{PO}_3)_2$



- 4CaCO_3



7. **Geef** van onderstaande symbolentaal de correcte **wetenschappelijke naam**.

Chemische formule	Wetenschappelijke naam	Chemische formule	Wetenschappelijke naam
MgF ₂	magnesiumdifluoride	S ₈	octazwavel
Al ₂ O ₃	dialuminiumtrioxide	HgBr ₂	kwikdibromide
H ₂	diwaterstof	He	(mono)helium
O ₃	trizuurstof	NI ₃	Stikstoftrijodide
Mg ₃ P ₂	trimagnesiumdifosfide	Na ₂ O	dinatriumoxide
KCl	kaliumchloride	CaC ₂	calciumdicarbide

8. **Noteer** de **correcte symbolentaal** voor onderstaande stoffen.

Wetenschappelijke naam	Chemische formule	Wetenschappelijke naam	Chemische formule
dijood	I ₂	difosforpentasulfide	P ₂ S ₅
zinkdijodide	ZnI ₂	(mono)fosfor	P
trilithiumnitride	Li ₃ N	dichloor	Cl ₂
distikstof	N ₂	diwaterstofselenide	H ₂ Se
kaliumhydride	KH	(mono)koper	Cu
dialuminiumtrioxide	Al ₂ O ₃	waterstofchloride	HCl
tetrafosfor	P ₄	dizuurstof	O ₂

9. **Geef** de correcte **naam** van het chemische **begrip** voor onderstaande omschrijvingen.

- Vluchtig gas waarvan de atomen vrijwel geen verbindingen aangaan met andere atomen: **edelgas**
- Scheidingstechniek die gebaseerd is op het verschil in kookpunt tussen twee vloeistoffen: **destillatie**
- Deeltje waarin meerdere atomen met elkaar verbonden zijn: **molecule**
- Faseovergang van een gas naar een vloeistof: **condenseren**
- Stofeigenschap die de verhouding tussen de massa en het volume van een stof weergeeft bij een bepaalde temperatuur: **massadichtheid**
- Bloed is een heterogeen mengsel. Welke specifieke naam heeft men voor dit soort mengsel? **suspensie**
- Reactie waarbij door middel van verhitting een samengestelde zuivere stof ontleed wordt in verschillende andere zuivere stoffen: **thermolyse**

