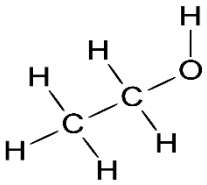
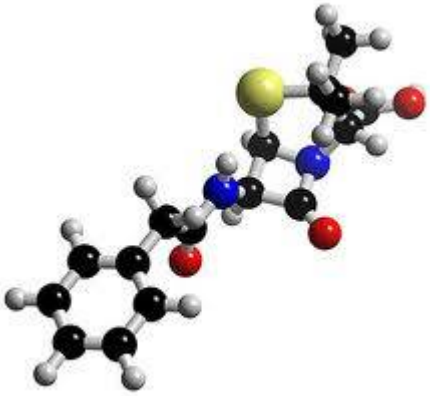
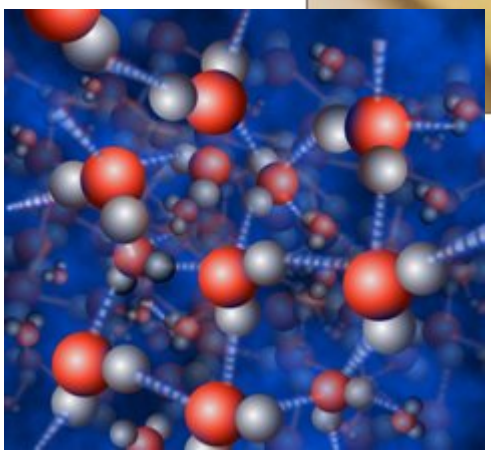


# SCHEIKUNDE

Titus Brandsmalyceum klas 3 havo, atheneum, gymnasium





# Inhoudsopgave


1 Wat is scheikunde? ..... 4
1.1 Onderzoeken ..... 4
1.2 Hoe voer je een experiment uit? ..... 4
1.3 De brander ..... 5
2 Stoffen ..... 7
2.1 Stoffen ..... 7
2.2 Stofeigenschappen ..... 7
2.3 Stofconstanten ..... 9
2.4 Gevarenpictogrammen & chemiekaarten ..... 9
3 Rekenen met stofconstanten ..... 11
3.1 Wat zijn grootheden en eenheden? ..... 11
3.2 Omrekenen van eenheden ..... 13
3.3 Rekenen met dichtheid en concentratie. ..... 14
3.4 Rekenen met concentratie. ..... 15
3.5 gemengde afsluitende rekenopdrachten ..... 16
4 Mengsel of zuivere stof? ..... 17
4.1 Zuivere stof ..... 17
4.2 Mengsel ..... 18
4.3 Andere mengsels ..... 19
4.4 Massa- en volumepercentage ..... 20
5 Mengsels scheiden met scheidingsmethoden ..... 21
5.1 scheidingsmethoden ..... 21
5.2 Filtreren, bezinken en centrifugeren ..... 21
5.3 Extraheren en indampen ..... 23
5.4 Adsorberen ..... 24
5.5 Destilleren ..... 25
5.6 Chromatograferen ..... 26
5.7 Afsluitende vragen ..... 27
6 ‘Wie zoet is krijgt lekkers’ (WZIKL) ..... 28
6.1 Wat weet je al? Wat ga je leren? ..... 28
6.2 Blokschema ..... 29
6.3 Hoe gaan we werken ..... 30
6.4 Afsluiting ..... 39

7 Snoep ..... 40
7.1 Wat weet je al? Wat ga je leren? ..... 40
7.2 Chemische reacties ..... 40
7.3 Reactie en reactieschema ..... 41
7.4 Wet van behoud van massa ..... 46
7.5 Blokschema's en opschalen ..... 49
7.6 Het aantonen van stoffen ..... 52
7.7 Afsluitende vragen ..... 57
7.8 Samenvatting ..... 59
8 Chemische bouwstenen ..... 60
8.1 Wat weet je al? Wat ga je leren? ..... 60
8.2 Chemische reacties ..... 60
8.3 Soorten stoffen, soorten reacties ..... 63
8.4 Moleculen en atomen ..... 65
8.5 Molecuulformules ..... 69
8.6 Van reactieschema naar reactievergelijking ..... 73
8.7 Atoommassa, molecuulmassa en de chemische hoeveelheid mol ..... 76
8.8 Verbrandingsreacties ..... 79
8.9 Samenvatting ..... 85
Bijlagen ..... 87

# 1 Wat is scheikunde?

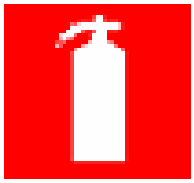
- *Wat is scheikunde? Wat doen scheikundigen? Hoe voer je veilig practicum uit? Hoe werkt de brander?*

**Opdracht 1.**
Schrijf in je schrift minstens 6 woorden die volgens jou met scheikunde te maken hebben. Wissel op teken van je docent de woorden uit met je buurman of buurvrouw. Vul je lijst aan met de woorden waarvan jij ook vind dat ze met scheikunde te maken hebben.

## 1.1 Onderzoeken

Scheikunde is een empirisch vak. Dat wil zeggen dat het een vak is waarin we weten wat we weten doordat we experimenten doen. Ook tijdens onze lessen zullen we veel practicum doen, vandaar dat we in deze paragraaf aandacht besteden aan onderzoeken.
In het kader rechts vind je de veiligheidsregels. Hieraan moet je je houden als je practicum doet. Ons lokaal is uitgerust met allerlei veiligheidsvoorzieningen. Kijk maar eens om je heen.

**Opdracht 2.**
Waar in het lokaal vind je veiligheidsvoorzieningen en waarvoor dienen ze?



**Veiligheidsregels**

1. Draag een veiligheidsbril.
2. Draag altijd een laboratoriumjas en knoop deze dicht.
3. Bind lange haren bij elkaar.
4. Neem zo min mogelijk spullen het practicumlokaal in. Laat tassen op de gang.
5. Werk rustig en geconcentreerd.
6. Houd je aan het voorschrift.
7. Richt een reageerbuis nooit op jezelf of op een ander.
8. In het lokaal mag niet worden gegeten en gedronken.
9. Raak stoffen niet met je handen aan.
10. Als je moet ruiken aan stoffen, ruik dan voorzichtig.
11. Was na afloop van het practicum goed je handen.

## 1.2 Hoe voer je een experiment uit?

Een proef of experiment verloopt altijd op dezelfde manier. Je doet iets en dat noem je een **handeling**. Daarna kun je iets zien, horen, voelen of ruiken en dat noem je een **waarneming**. Ten slotte kun je door na te denken over je waarnemingen een **conclusie** trekken. Kortom: handelingen verricht je met je handen, bij waarnemingen zijn je zintuigen betrokken en om een conclusie te trekken moet je nadenken.

In het onderstaande practicum (practicum 1) gaan we oefenen met het doen van waarnemingen. Lees voor een practicum eerst de proef helemaal door, zodat je weet wat je gaat doen. Elk practicum dat je uitvoert verwerk je in je schrift. Gebruik onderstaande vetgedrukte woorden als kopjes om het zo overzichtelijk mogelijk te maken. Je schrijft de **titel** van het practicum op en daarbij het **doel** of de **onderzoeksvraag** van het practicum. Het doel of de onderzoeksvraag is de reden waarom je het practicum uitvoert. Waarop wil je een antwoord krijgen met het uitvoeren van dit practicum.
Dan volgen de **waarnemingen** die je doet tijdens het uitvoeren van het practicum (soms is het handig om hiervoor een tabel te maken.), en de **conclusie.** De conclusie is altijd een antwoord op de onderzoeksvraag. Soms moet je antwoorden geven op **vragen bij een practicum**. Deze komen dan onder de conclusie te staan.

### *Practicum 1 – waarnemen (tweetal)*

**Benodigdheden**:
Laboratoriumjas

- Doosje lucifers
- Plank

**Uitvoering**
Steek een lucifer af door deze aan de rand van het luciferdoosje af te strijken.

**Opdrachten bij het practicum**
1. Schrijf zo veel mogelijk waarnemingen op.
2. Verwerk het practicum in je schrift.

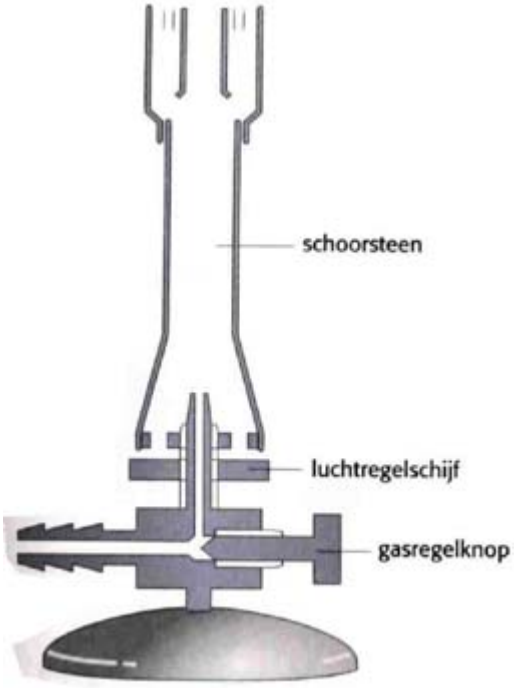
## 1.3 De brander

In deze paragraaf gaan we kennis maken met de brander. Hiervoor voeren we practicum 2 uit. De onderzoeksvraag bij dit practicum is: Hoe werkt de gasbrander. Denk aan het uitwerken van het practicum in je schrift.

### *Practicum 2 – brander (tweetal)*

**Benodigdheden**
Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

- Plank
- Brander
- Aansteker
- Gaasje
- Gasbrander
- Kroezentang
- Reageerbuis
- Reageerbuisrekje
- Reageerbuisknijper




**Uitvoering**
**1.** Bestudeer de tekening hiernaast. Wijs elk onderdeel bij je eigen brander aan.
**2.** Steek de brander aan. Hanteer de onderstaande volgorde.
- Sluit de brander aan op de gaskraan.
- Draai de luchtregelschijf helemaal omhoog.
- Draai de gasregelknop helemaal dicht.
- Open de gaskraan.
- Houd de brandende aansteker boven de schoorsteen van de brander.
- Draai de gasregelknop langzaam open totdat je een vlam ziet.

**3.** Vlammen kunnen verschillende kleuren hebben.

- Stel vast welke kleur de vlam heeft. Luister of je de vlam kunt horen.
- Draai de luchtregelschijf een beetje open en stel vast of de vlam nu van kleur verandert. Luister weer of de vlam geluid maakt.
- Draai de luchtregelschijf ver open. Neem opnieuw de kleur en het geluid van de vlam waar.

**4.** Je verandert de hoogte van de vlam.

- Laat de brander met een pauzevlam branden. (Luchtschijf helemaal dicht.)
- Draai de gasregelknop langzaam verder open en weer terug.

**5.** Waar is de ruisende vlam het heetst?

- Houd met behulp van een kroezentang een gaasje verticaal in een hoge ruisende vlam.
- Maak een schematische tekening van wat je waarneemt.
- Houd met behulp van een kroezentang een gaasje horizontaal in een hoge ruisende vlam en varieer in hoogte. Bepaal aan de hand van je waarneming welk deel van de vlam het heetst is.

**6.** Welke vlam gebruik je meestal?

- Vul een reageerbuis voor een kwart met leidingwater.
- Verwarm de buis in een niet ruisende kleurloze vlam totdat het water kookt.
- Vergelijk de buitenkant van de reageerbuis met de buis die de TOA heeft verwarmd in een oranje pauzevlam.

**7.** Zet de brander uit. Hanteer de juiste volgorde:

- Draai de luchtschijf dicht.
- Draai de gaskraan dicht.
- Draai de gasregelknop dicht.

**Opdracht 1**
Neem onderstaande tabellen over in je schrift en vul in:

| Stand van de luchtschijf | Kleur van de vlam | Ruisend geluid? |
|---|---|---|
| Dicht | | |
| Beetje open | | |
| Ver open | | |

| Stand van de gasregelknop | Hoogte van de vlam |
|---|---|
| Beetje open | |
| Ver open | |

**Opdracht 2**
Waar is een ruisende vlam het warmst? Welke waarneming heb je hierbij gebruikt van het practicum?

**Opdracht 3**
Een brander heeft een ruisende vlam. Welke handelingen moet je achtereenvolgens uitvoeren om de brander uit te zetten?

**Opdracht 4**
Welke vlam gebruik je voor het verwarmen van een vloeistof?

**Opdracht 5**
Waarom brandt een kaars met een gele vlam?

**Opdracht 6**
Hoe zou het komen dat de vlam die uit een gasfornuis komt blauw van kleur is?

# 2 Stoffen

- *Wat verstaan we onder stoffen? Wat zijn stofeigenschappen? Hoe kom je er achter welke stoffen gevaarlijk zijn?*

**Opdracht 1**
Schrijf in je schrift betekenissen op voor het woord ‘stof’. Wissel daarna uit met je buurman of buurvrouw.

## 2.1 Stoffen

Als we het bij scheikunde (en bij de andere natuurwetenschappen zoals natuurkunde en biologie) hebben over stoffen, dan bedoelen we alles om ons heen dat massa heeft. Voorbeelden van stoffen zijn: water, papier, het plastic van je pen, paracetamol in een pijnstiller, de eiwitten waarvan je haren gemaakt zijn, maar ook de zuurstof in de lucht die we inademen. Er zijn ontelbaar veel stoffen, en dagelijks zijn er mensen bezig om nieuwe stoffen te maken. Denk maar aan de onderzoekers bij farmaceutische bedrijven, die nieuwe stoffen aan het bedenken zijn die gebruikt kunnen worden als medicijn.

## 2.2 Stofeigenschappen

Een stofeigenschap is een eigenschap die bij een stof hoort. Zo is bijvoorbeeld de smaak van een stof een eigenschap die hoort bij die stof. Sommige stoffen smaken zoet, andere niet. Je kunt dus een stofeigenschap gebruiken om stoffen van elkaar te onderscheiden.
Als je maar genoeg stofeigenschappen van een stof kent, dan weet je met welke stof je te maken hebt. Een witte, bij kamertemperatuur vaste stof, die oplosbaar is in water en zout smaakt zou wel eens de stof keukenzout kunnen zijn.
Alle stoffen verschillen in één of meer stofeigenschappen van elkaar. Er zijn geen twee verschillende stoffen bekend met precies dezelfde combinatie van stofeigenschappen.

**Opdracht 2**
Hieronder zie je een overzicht van een aantal eigenschappen. Maak in je schrift twee kolommen met de koppen **stofeigenschap** en **geen stofeigenschap** en zet onderstaande eigenschappen op de goede plaats.

| | | |
|---|---|---|
| Kleur | Dichtheid | Volume |
| Corrosiebestendig | Vorm | Magnetisch |
| Stroomgeleiding | Temperatuur | Smaak |
| Geur | Uitzetting | Oplosbaar in water |
| Smeltpunt | Brandbaar | Kookpunt |

**Opdracht 3**
Noem minstens 6 stofeigenschappen van water.

**Opdracht 4**
a. Leg uit waarom vorm geen stofeigenschap is.
b. Leg uit of massa een stofeigenschap is.
c. Leg uit dat volume geen stofeigenschap is.
d. Leg uit dat het volume van 1 kg van een stof een stofeigenschap is.

*figuur 2.1.*
*De stof suiker in verschillende vormen.*
*Van links naar rechts: poedersuiker, kristalsuiker en suikerklontjes.*

## *Practicum 3 – En de witte stof is? (tweetal)*

**Benodigdheden**
Laboratoriumjas
veiligheidsbril

- Reageerbuisrekje met 6 reageerbuizen
- poedersuiker, soda, krijt, meel, citroenzuur en een onbekende stof.
- Spuitfles met gedestilleerd water
- pH papiertjes
- roerstaaf en spatel
- bekerglas met 40 mL zoutzuur

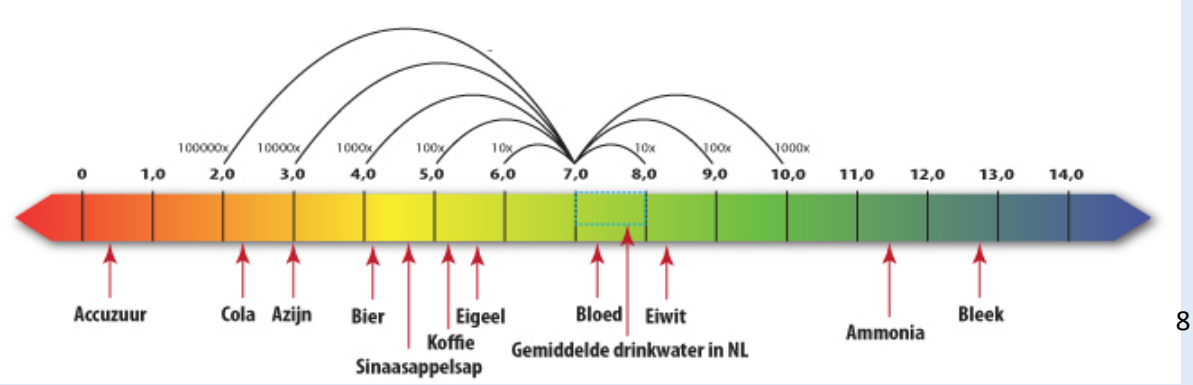
**Uitvoering**

1. Geef van elke stof (de bekende stoffen en de onbekende stof) een omschrijving van de vorm.
2. Voeg een spatelpuntje van elke stof in een reageerbuis. Vul deze **daarna** voor een kwart met gedestilleerd water. Bepaal door goed te kwispelen of de stof oplosbaar is in water. Noteer je waarnemingen.
3. Breng uit iedere buis met behulp van de roerstaaf een druppel op een pH papiertje. Lees de pH van de vloeistof af. Noteer je waarnemingen.
4. Spoel de reageerbuizen om met water.
5. Vul de reageerbuizen voor een kwart met zoutzuur.
6. Voeg een spatelpunt van elke stof toe aan de vloeistof. Noteer je waarnemingen.

**Vraag bij het practicum**

1. Welk probleem kan er ontstaan wanneer je bij 2. eerst water en dan een stof toevoegt in een reageerbuis.
2. Welke stofeigenschappen heeft de onbekende stof?

**Wat is pH?**
Elke oplossing heeft een bepaalde **zuurgraad** of **pH**. De pH is een getal dat aangeeft of een oplossing **zuur**, **neutraal** of het tegenovergestelde van zuur is: **basisch**. Als je een neutrale oplossing hebt, dat wil zeggen een oplossing die niet zuur is en niet basisch, dan hoort daar een pH waarde van 7 bij. Een oplossing die zuur is heeft een pH waarde onder de 7 en een oplossing die basisch is een pH waarde boven de 7. Hoe zuurder de oplossing is hoe verder de pH waarde onder de 7 ligt. Dus een oplossing met pH=2 is zuurder dan een oplossing met pH=3. Bij elke daling op de pH schaal met 1, wordt de oplossing 10x zuurder. Dus een zure oplossing met pH=2 is 100x zuurder dan een oplossing met pH=4. Een zure oplossing ontstaat als je een **zuur** oplost in water. De hoeveelheid zuur die je oplost en ook welk zuur bepaald de pH van een oplossing.
Oplossingen die basisch zijn hebben een pH waarde boven de 7. Hoe verder van de 7 af, hoe basischer de oplossing is. Een basische oplossing ontstaat als je een **base** oplost in water.
Hieronder vind je een pH balk waar je kunt zien hoe zuur of hoe basisch veel gebruikte oplossingen zijn.



## 2.3 Stofconstanten

De temperatuur waarbij een vaste stof, vloeibaar wordt noemen we het smeltpunt. Het smeltpunt is een stofeigenschap, maar wel een bijzondere. We noemen het smeltpunt ook wel een **stofconstante**. Een stofconstante is een stofeigenschap die je met een getal kunt aangeven, gevolgd door een eenheid.

Een voorbeeld:
Het kookpunt van ethanol (alcohol) is 78,37 $^{o}$C (78,37 is het getal en $^{o}$C is de eenheid).

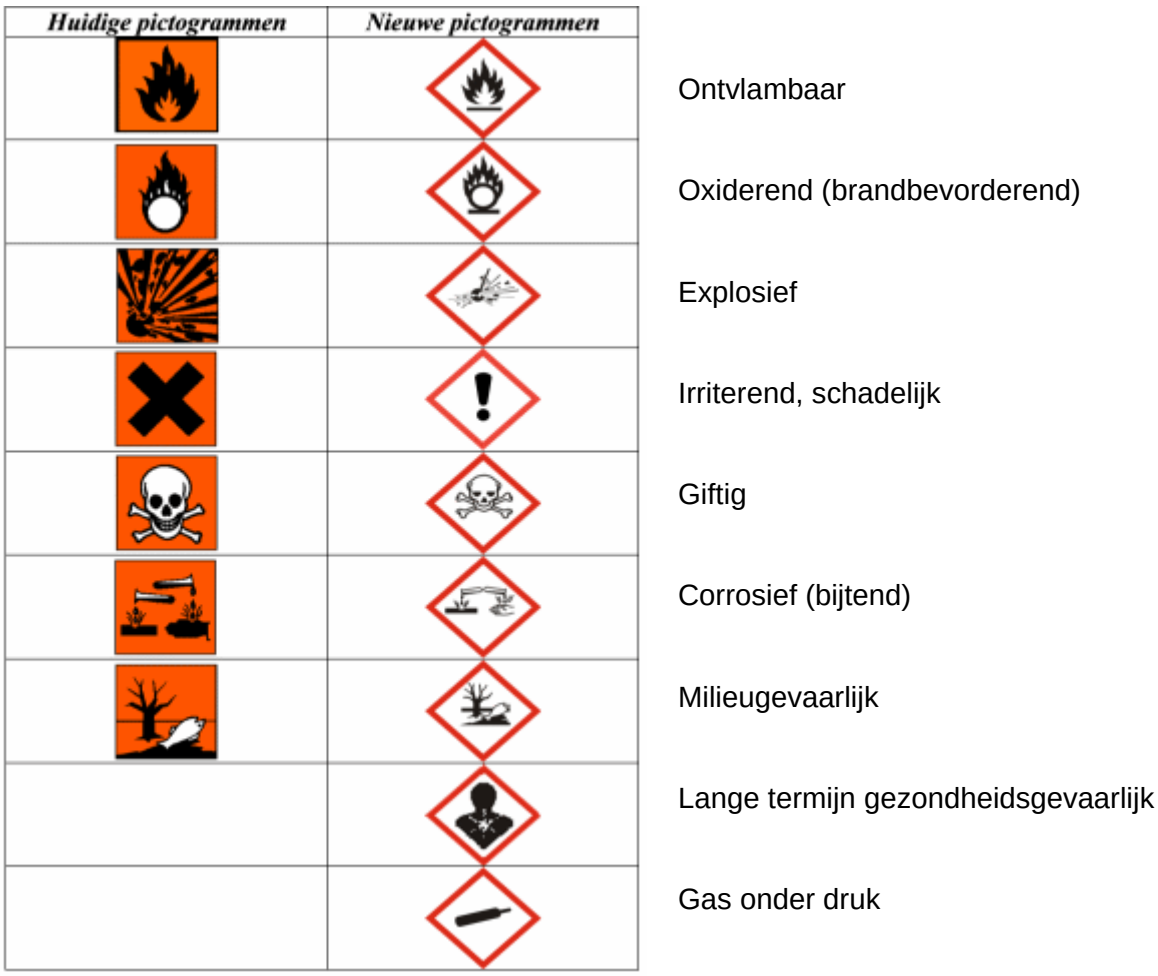
Een andere stofconstante is de dichtheid van een stof. De dichtheid van een stof is de massa van een bepaald volume van die stof.

De dichtheid van ethanol is 0,79 kg/dm$^3$ (bij 20$^{o}$C), de dichtheid van water bij die temperatuur is 1,00 kg/dm$^3$.

Voor de dichtheid worden ook wel eens andere eenheden gebruikt; bijvoorbeeld g/cm$^3$.

## 2.4 Gevarenpictogrammen & chemiekaarten

Sommige stofeigenschappen maken dat een stof gevaarlijk is. Je moet goed weten hoe je met een gevaarlijke stof moet omgaan. Om een gevaarlijke stof te herkennen zijn er net zoals in het verkeer 'waarschuwingsborden' voor gevaarlijke stoffen. In figuur 2.1 vind je de meest voorkomende gevarentekens. Vanaf 2015 worden alleen nog maar de **gevarenpictogrammen** met de rode rand gebruikt.




*figuur 2.2, gevarenpictogrammen*

In de bijlage vind je meer over gevarenpictogrammen.

Of een stof gevaarlijk is en wat het gevaar dan precies is, vind je ook in boeken zoals: ‘**Veilig practicum**’ of ‘**Chemiekaarten**’. In de bijlage vind je de chemiekaart van naftaleen, een stof die vroeger werd gebruikt in mottenballen.

**Opdracht 5**
Gebruik voor het beantwoorden van de volgende vragen de chemiekaart van naftaleen.

a. Welke gevarenpictogrammen zijn van toepassing op naftaleen?
b. Is naftaleen een vloeistof, vaste stof of een gas bij kamertemperatuur? Geef een verklaring voor je antwoord.
c. Wat moet je doen als je naftaleen in je ogen krijgt?
d. Welke voorzorgsmaatregelen moet je nemen als je gaat werken met naftaleen?

**Opdracht 6**
In het dagelijks leven wordt veel gebruik gemaakt van pictogrammen. Zoek in je eigen omgeving een pictogram (anders dan die op de vorige pagina’s). Teken deze in je schrift, noteer waar je het pictogram hebt gevonden en geef de vermoedelijke betekenis van het pictogram.

# 3 Rekenen met stofconstanten

- *Wat is het verschil tussen een grootheid en een eenheid? Hoe kun je eenheden omrekenen? Hoe reken je met dichtheid, oplosbaarheid en concentratie.*

## 3.1 Wat zijn grootheden en eenheden?

Grootheden en eenheden horen bij elkaar. Als je een meting doet zal je aan moeten geven wat je meet, bijvoorbeeld de lengte van een blokje. Lengte is in dat geval de **grootheid**. Ook zal je aan moeten geven met welke maat je meet, bijvoorbeeld in centimeters. Centimeter is in dat geval de **eenheid**.

Kortom: Een grootheid is wat je meet, een eenheid waarin je het meet.

Grootheden en eenheden worden meestal afgekort. Deze afkortingen worden symbolen genoemd. In het SI, het Internationaal Stelsel van Eenheden, is precies afgesproken welke symbolen er gebruikt worden. Ook is er afgesproken welke eenheden officieel gebruikt mogen worden. Pond, ons, graden Fahrenheit, mijl, atmosfeer, calorie en zelf graden Celsius zijn officieel niet toegestaan. In verschillende landen worden ze nog wel gewoon gebruikt.

Veelgebruikte grootheden en eenheden zijn:

| Grootheid | symbool | eenheid | symbool |
|---|---|---|---|
| Lengte | l | meter | m |
| Tijd | t | seconde | s |
| Temperatuur | T | kelvin | K |
| Massa | m | kilogram | kg |
| Kracht | F | newton | N |

Bij symbolen moet je goed op het gebruik van hoofdletters letten, zoals bij tijd en temperatuur.

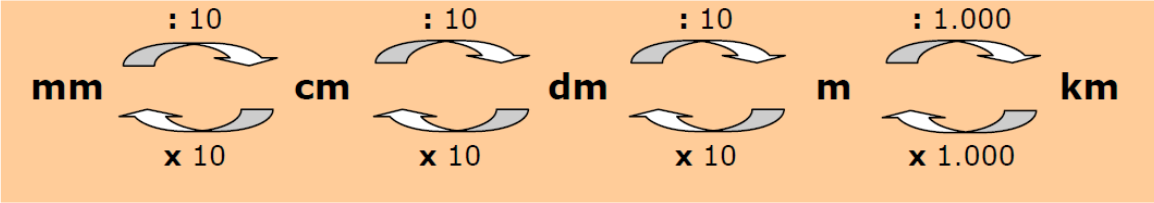
Er zijn 9 grootheden die we de **basisgrootheden** noemen. Deze grootheden worden uitgedrukt in **grondeenheden**. Naast de grondeenheden kunnen deze grootheden ook worden uitgedrukt in andere eenheden.

Een aantal basisgrootheden met hun grondeenheden:

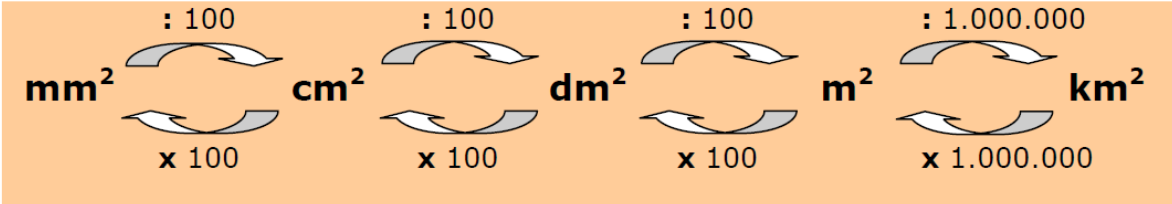
| grootheid | symbool | eenheid | symbool |
|---|---|---|---|
| lengte | l | meter | m |
| massa | m | kilogram | kg |
| tijd | t | seconde | s |
| lichtsterkte | I | candela | cd |
| temperatuur | T | kelvin | K |
| Chemische hoeveelheid | n | mol | mol |

Behalve in de grondeenheden kunnen de bovengenoemde grootheden ook uitgedrukt worden in andere eenheden. De grootheid lengte kunnen we uitdrukken in andere eenheden dan alleen de meter (m), bijvoorbeeld in centimeter (cm) of kilometer (km).

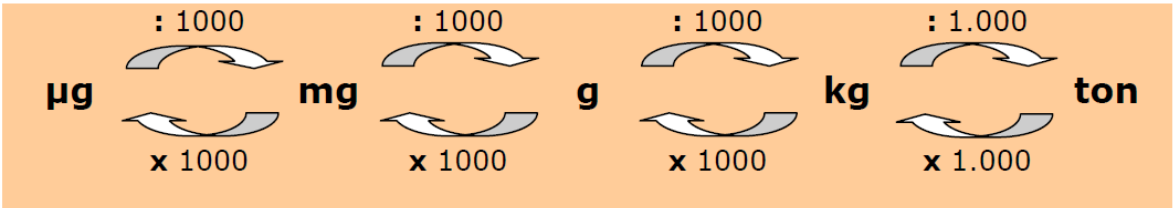
Op de volgende bladzijde zie je hoe verschillende eenheden zich verhouden tot de basiseenheid.



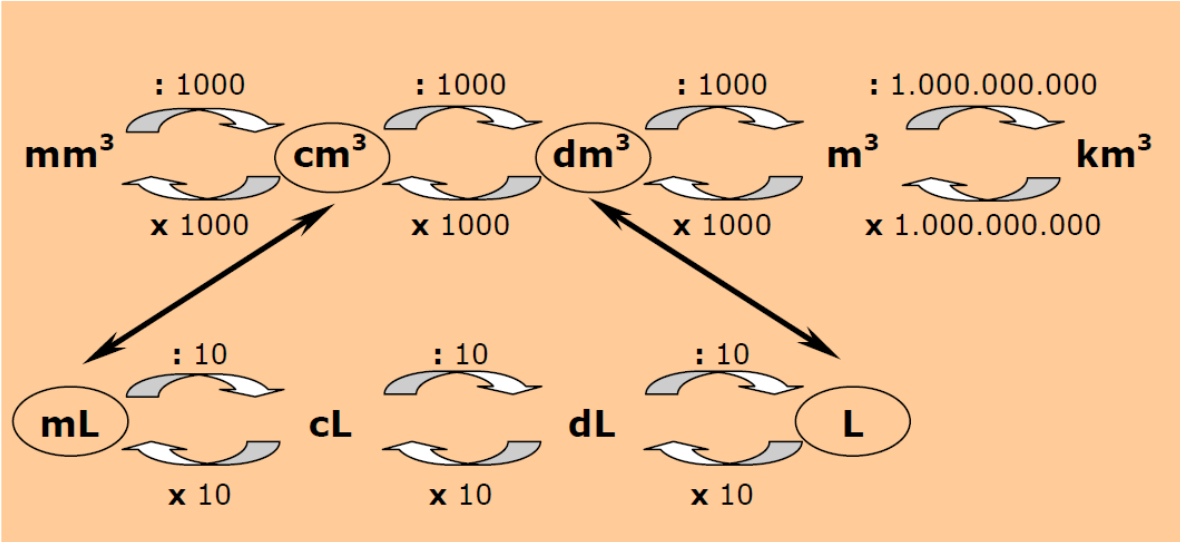

De grootheid *oppervlakte* (dit is geen basisgrootheid) kent ook andere eenheden dan alleen $m^2$:




Voor de grootheid *massa* gebruiken we niet alleen kg:




Ook de grootheid *volume* kent andere eenheden dan alleen $m^3$. Daarnaast kun je het volume ook uitdrukken in een andere soort eenheid: de liter met afkorting L.




Om hele grote en hele kleine getallen te voorkomen kan je gebruik maken van voorvoegsels. De meest gebruikte voorvoegsels vind je op de volgende bladzijde:

| Naam | symbool | betekenis |
|---|---|---|
| Mega | M | miljoen (x 1.000.000) |
| Kilo | k | duizend (x 1.000) |
| Deci | d | één-tiende (x 0,1) |
| Centi | c | één-honderdste (x 0,01) |
| Milli | m | één-duizendste (x 0,001) |
| Micro | µ | één-miljoenste (x 0,000001) |

Ieder voorvoegsel mag voor iedere eenheid gezet worden. Duizend meter een kilometer noemen is heel gewoon, maar duizend seconden een kiloseconde noemen mag ook.
Deze voorvoegsels moet je goed leren.

## 3.2 Omrekenen van eenheden

**Rekenvoorbeelden:**
Hoeveel m is 35 km?
1 km is 10x10x10 meter, dus 35 x 1000 = 35000 m

Hoeveel $cm^2$ is 5,6 $m^2$?
1 $m^2$ is 100x100 $cm^2$, dus 5,6 x 10000 = 56000 $cm^2$

Hoeveel g is 450 µg?
1 µg is één-miljoenste g (1/1000000 gram), dus 450 / 1000000 = 0,000450 g

Hoeveel $cm^3$ is 25 dL
1 dL is 100 mL. En 1 mL is 1 $cm^3$
Dus 25 dL is 25 x 100 = 2500 mL, 2500 mL is 2500 $cm^3$. dus 25 dl = 2500 $cm^3$

**Opdracht 1**
Reken de volgende waarden om in de aangegeven eenheid.

5,6 mL = … L
765 L = … $m^3$
8000 $cm^3$ = … $dm^3$
4,3 kg = … g
89 µg = … mg
125000 µL = … mL
87 $cm^3$ = … mL
400 $m^3$ = … $dm^3$

0,0932 ton = … g
450 g = … kg
489 m = … km
6 $dm^3$ = … $mm^3$
0,857 $m^2$ = … $dm^2$
0,0023 km = … cm
0,0023 dm3 = … µL
12 kN = … cN

**Opdracht 2**
Reken de volgende waarden om in de aangegeven samengestelde eenheid.
10 g/$cm^3$ = … kg/$m^3$
10 m/s = … km/h
10 km/h = … m/s
5,25 g/l = … kg/$m^3$
10 N/$m^2$ = …mN/$cm^2$
2,2 N/$dm^2$ = … kN/$m^2$

**Opdracht 3**
Een zwembad is 50 meter bij 25 meter groot en is 2,5 meter diep. Het water staat 50 cm onder de rand. Per 30000 liter water moet je 2 liter chloor toevoegen. Hoeveel cL chloor moet worden toegevoegd?

## 3.3 Rekenen met dichtheid en concentratie.

In deze paragraaf gaan we rekenen we rekenen met dichtheid en concentratie. De **dichtheid**, **ρ** van een stof kun je berekenen als je zowel de massa als het volume van die stof weet.
Je kunt dus de dichtheid van een stof experimenteel bepalen. Je moet hiervoor de massa en het volume van een bepaalde hoeveelheid stof bepalen. Je kunt hiervoor een weegschaal en een maatcilinder gebruiken. Ook zijn er densimeters die je kunt gebruiken om de dichtheid van een vloeistof te bepalen.

In de tweede klas heb je geleerd hoe je met dichtheid kunt rekenen. Hieronder staat een rekenvoorbeeld uitgewerkt op twee manieren. Kies de manier die het beste bij jou past om bij scheikunde te rekenen.

rekenvoorbeeld:
Het volume van een reageerbuis vol met ethanol is 10 mL. Hoeveel massa ethanol kan ik hierin maximaal afmeten. Gegeven is dat de dichtheid van ethanol is 0,8 g/mL is.

Met de **formule**:

Er geldt: $\rho = \frac{m}{V}$, hierin is $\rho$ de dichtheid, $m$ de massa en $V$ het volume van de stof.
Met behulp van de formuledriehoek bepaal ik dat $m = v \times \rho$

Dus: $m$ = 10 mL x 0,8 g/mL = 8 g.

Met een **verhoudingstabel**:

Vul je gegevens op de goede plek in de tabel in.

| | | |
|---|---|---|
| Massa (g) | 0,8 | |
| Volume (mL) | 1 | 10 |

Het volume is 10x zo groot geworden, dus de massa ook.
Massa = 10 x 0,8 = 8 g

In de bijlage vind je een tabel met dichtheden van veel gebruikte stoffen.

**Opdracht 4**
15 $cm^3$ van een stof heeft een massa van 118 g.
a. Bereken de dichtheid van de stof in $g/cm^3$
b. Om welke stof gaat het?

**Opdracht 5**
Een blok aluminium heeft een volume van 8 $dm^3$
a. Bereken de massa van het blok.
b. Van het blokje worden 2 kozijnen gegoten, wat is de dichtheid van elk kozijn.

**Opdracht 6**
Een cilindervormig blokje heeft een straal van 2,0 cm en een hoogte van 8,0 cm. De massa van het blokje is 80,4 gram.
a. Bereken het volume van het blokje.
b. Van welke stof is het blokje gemaakt?
c. Blijft het blokje drijven in water? En in alcohol?

**Opdracht 7**
Jet gaat de dichtheid van een vloeistof bepalen. Eerst meet ze de massa van een lege maatcilinder. Deze is 65g. Vervolgens giet ze 80 mL van een vloeistof in de maatcilinder. De massa die ze dan meet is 166g. Bereken de dichtheid van de vloeistof.

**Opdracht 8**
Tijdens je vakantie koop je op de markt een 'massief gouden schakelarmband'. Bij thuiskomst bepaal je de massa en het volume van de armband. Je meet een volume van 12,6 $cm^3$ en een massa van 0,130 kg.

a. Hou zou je op een makkelijke manier het volume van de armband kunnen bepalen?
b. Bereken of de armband werkelijk van massief goud is?
c. Mark zegt dat de armband van binnen hol is, Jan zegt dat er binnenin lood in de armband zit. Leg uit wie er gelijk kan hebben?

## 3.4 Rekenen met concentratie.

Er bestaan verschillende definities van concentratie. Binnen de scheikunde bedoelen we met concentratie hoeveel er van een stof is opgelost in een bepaald volume vloeistof. De hoeveelheid stof zullen we in de derde klas uitdrukken in gram. Als volume-eenheid zullen we liter gebruiken. De concentratie is dus het aantal gram stof dat opgelost is als je een liter van die oplossing hebt.

Een voorbeeld:
Charles lost 30 gram druivensuiker op in 1 liter water om een zelfgemaakte sportdrank te maken. De oplossing heeft een concentratie van 30 gram per liter. Je schrijft dit als volgt op: De concentratie druivensuiker is 30 g/L.

In dit voorbeeld heeft Charles een liter vloeistof gebruikt. Daardoor werd de opgave wel heel erg makkelijk. Wat nou als Charles maar een halve liter water zou hebben gebruikt? De concentratie druivensuiker wordt dan groter. Denk maar aan aanmaaklimonade. Die wordt ook sterker als je minder water gebruikt. Wat wordt deze concentratie dan?

De berekening:
Charles lost 30 gram druivensuiker op, maar nu in 0,5 liter water. De concentratie druivensuiker wordt dan:
concentratie druivensuiker = $\frac{30\ \text{g}}{0{,}5\ \text{L}}$ = 60 g/L.
Je ziet dus dat de concentratie 2x zo groot is geworden.

**Opdracht 9**
Fatma lost 25 gram suiker op in haar kopje thee. Als ze goed geroerd heeft en al het suiker is opgelost meet ze het volume. Dit blijkt 220 mL te zijn. Wat is de concentratie suiker in de thee uitgedrukt in g/L?

**Opdracht 10**
Demian heeft gelezen dat het drinkwater van Oss veel kalk bevat. Hij wil met een proefje de concentratie kalk bepalen. Hij meet met een maatcilinder 75 mL water af en giet dit in een vooraf gewogen bekerglas van 68,25 g. Hij laat het bekerglas met het water een poosje staan zodat al het water verdampt. Na een week ziet hij een witte vaste stof onder in het bekerglas liggen. Dan weegt hij het bekerglas weer opnieuw. Het bekerglas met de witte vaste stof heeft een massa van 68,27 g.

a. Mag Demian er vanuit gaan dat de witte vaste stof kalk is? Leg je antwoord uit.
b. Wat is de concentratie witte stof in drinkwater uitgedrukt in g/L?

## 3.5 gemengde afsluitende rekenopdrachten

**Opdracht 11**
Bij een meting van de hoeveelheid suiker in het bloed van een patiënt, heeft een medisch laborant bepaald dat er 18 mg/dL aanwezig is. De patiënt heeft in het totaal 6 L bloed. Hoeveel gram suiker bevat het bloed van deze patiënt?

**Opdracht 12**
Een bekerglas van 0,1 L is ongeveer 8 cm hoog. Als we ervan uitgaan dat het een perfecte cilinder is en dat het volume exact 0,1 L is. Wat is dan de diameter van het bekerglas?

**Opdracht 13**
Een zoutwater aquarium bevat water met daarin zoveel zout opgelost dat het water lijkt op echt zeewater. Zeewater bevat per liter 34,5 gram zout. Een dierenwinkel heeft een groot bassin voor zoutwater vissen. De afmetingen van het bassin zijn: 2 bij 3 bij 2 meter. Bereken hoeveel liter water en hoeveel kilogram zout de eigenaar nodig heeft om dit bassin voor 4/5$^{e}$ te vullen met zout water. Dit zoute water moet dan net zoveel zout per liter bevatten als zeewater om de vissen goed in leven te houden.

**Opdracht 14**
Een legering is een smelt van 2 of meer metalen. Sander maakt een legering van zilver en goud door 579 g goud en 210 g zilver met elkaar te smelten. Wat is de dichtheid van de ontstane legering als je er van uit gaat dat de legering een net zo groot volume heeft als de twee metalen afzonderlijk?

# 4 Mengsel of zuivere stof?

- *Wat is een mengsel, wat is een zuivere stof? Hoe bepaal je of je met een zuiver stof te maken hebt? Welke mengsels bestaan er? Hoe bereken je het massa- en volume-percentage?*

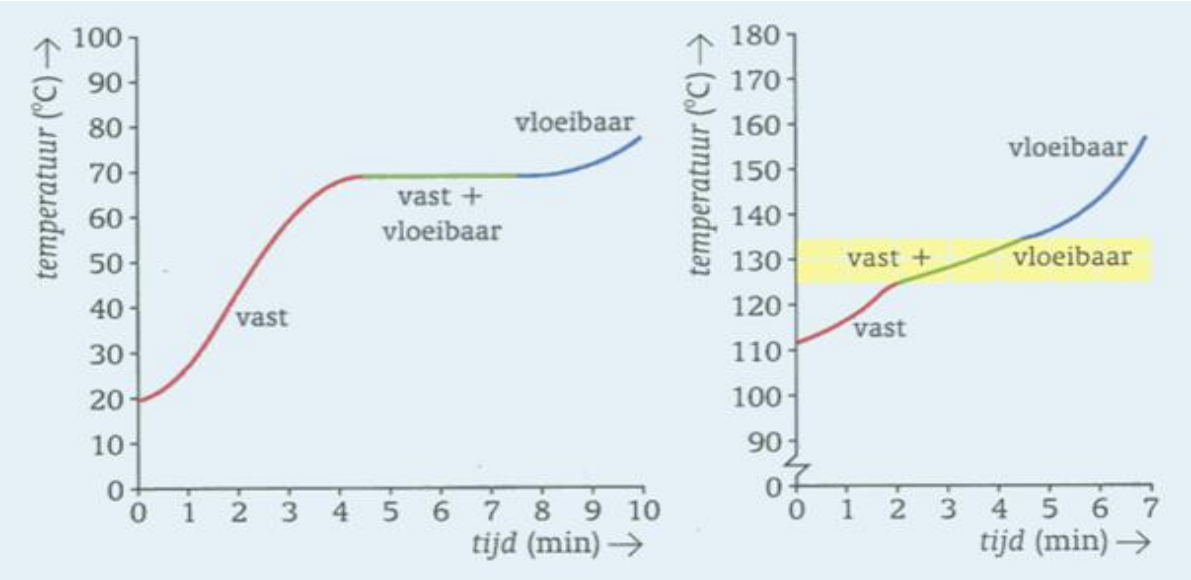
## 4.1 Zuivere stof

Scheikundigen houden ervan om zaken in groepen onder te verdelen. Zo kun je wat betreft materie een onderscheid maken tussen vaste stoffen, vloeistoffen en gassen. Je kunt er ook op een andere manier tegenaan kijken, namelijk door de samenstelling van de materie te bekijken: Bestaat de materie uit maar één stof (je noemt dat een zuivere stof), of is het een mengsel van verschillende stoffen?

Zuivere stoffen in chemische zin is wel iets anders dan wat in het dagelijks gebruik een zuivere stof wordt genoemd: met zuivere lucht bedoelen we dat er in de lucht geen vervuilende stoffen zitten als bijvoorbeeld fijnstof. In de scheikunde bedoelen we iets anders met zuiver. Als we zeggen dat iets een zuivere stof is, bedoelen we dat dat iets bestaat uit maar één stof. Lucht is niet maar één stof. Lucht is de naam van het mengsel dat bestaat uit zuurstof, stikstof, koolstofdioxide, gasvormig water en nog wat andere stoffen.

In de natuur zijn slechts weinig zuivere stoffen te vinden; slechts goud en diamant kunnen in redelijke zuivere mate worden aangetroffen. Alle andere stoffen die we vinden in de natuur zijn in meer of mindere mate vervuilt met andere stoffen. Alleen als een stof helemaal zuiver is heeft het specifieke constante stofeigenschappen zoals smeltpunt en kookpunt.
Dat de eigenschappen van stoffen veranderen naarmate ze minder zuiver zijn, kan gebruikt worden om van stoffen de zuiverheid te bepalen. Als water vervuild is met andere stoffen, bijvoorbeeld met zout, zal het bij een lagere temperatuur dan 0 °C bevriezen en bij een hogere temperatuur dan 100 °C koken.

Hieronder staan twee grafieken. In de linker grafiek kun je het temperatuurverloop zien als je een zuivere stof laat smelten. Een zuivere stof heeft een **smeltpunt**. Dit is de temperatuur waarbij de faseovergang van vast naar vloeibaar plaatsvind en waarbij de temperatuur niet stijgt. Als een stof niet zuiver is, dan ziet het temperatuurverloop er uit zoals in de rechter grafiek. Uit deze grafiek blijkt dat er geen vast punt meer is waarbij de stof van vast naar vloeibaar gaat, maar dat de temperatuur tijdens het smelten langzaam oploopt. We noemen dit een **smelttraject**.




*Figuur 4.1, temperatuurdiagrammen*

### *Practicum 4 – Is kaarsvet een zuivere stof of een mengsel? (tweetal)*

**Benodigdheden**
Laboratoriumjas

- Geïsoleerd bekerglas met dompelaar / warmwaterbad
- Reageerbuis met vloeibaar palmitinezuur (ongeveer 90$^{o}$C)
- Reageerbuis met vloeibaar kaarsvet (ongeveer 90$^{o}$C)
- Digitale thermometer
- Stopwatch

**Uitvoering**
1. Zet de temperatuursensor in het vloeibare palmitinezuur en meet elke halve minuut de temperatuur.
2. Roer de vloeistof tussendoor goed met behulp van de temperatuursensor.
3. Stop de meting na 10 minuten.
4. Herhaal de proef met vloeibaar kaarsvet.

**Uitwerken van het practicum**
1. Verwerk je metingen op ruitjespapier tot een grafiek, waarbij je op de x-as de tijd uitzet en op de y-as de temperatuur.

**Vragen bij het practicum**
1. Beschrijf de verschillen tussen de grafiek van palmitinezuur en kaarsvet.
2. Geef het smeltpunt/smelttraject van beide stoffen.
3. Als je de proef uitvoert met vast palmitinezuur dat je langzaam verwarmt, welk smeltpunt vind je dan?
4. Stel je had deze proef uitgevoerd met twee keer zoveel palmitinezuur. Hoe had de grafiek er dan uit gezien?

## 4.2 Mengsel

Een mengsel bestaat uit twee of meer stoffen. In het dagelijks leven komen er veel meer mengsels voor dan zuivere stoffen. Mengsels kunnen soms hele andere eigenschappen hebben dan de stoffen afzonderlijk. In onderstaande proefje gaan we van verschillende stoffen onderzoeken of ze kunnen mengen met water.

### *Practicum 5 – Mengen alle stoffen met water? (tweetal)*

**Benodigdheden**
Laboratoriumjas

- Reageerbuisrekje met 4 reageerbuizen met daarin: zout, krijt, ethanol en slaolie.
- Stopje

**Uitvoering**

1. Voeg aan elk van de reageerbuizen gedestilleerd water toe zodat de reageerbuis voor 1/3e gevuld is.
2. Meng de inhoud van de reageerbuis goed door te kwispelen. Als de inhoud niet wil mengen kun je ook een stopje gebruiken om wat krachtiger te kunnen mengen

In practicum 5 heb je onderzocht welke stoffen wel mengen met water en welke stoffen niet. Elk van de type mengsels dat is ontstaan heeft een eigen naam gekregen. Hieronder in de tabel zie je welke naam we geven aan elk van de verschillende mengsels die je hebt gekregen.

| Ik doe in een vloeistof een: | Ik neem waar: | Naam van het mengsel: |
|---|---|---|
| Vaste stof | Heldere vloeistof | Oplossing |
| Vaste stof | Troebele vloeistof | Suspensie |
| Vloeibare stof | Heldere vloeistof | Oplossing |
| Vloeibare stof | Troebele vloeistof | Emulsie |

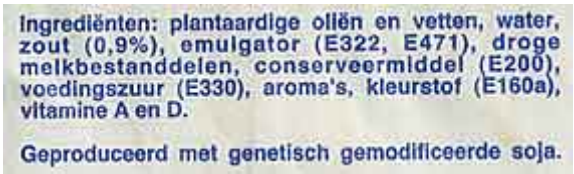
*Figuur 4.2, mengsels*

**Opdracht 1**
Bekijk je waarnemingen van het practicum nog eens goed. Geef aan welke stoffen een oplossing, welke stoffen een emulsie en welke stoffen een suspensie vormen.

**Opdracht 2**
Noem 3 suspensies die je kent uit het dagelijks leven.

**Opdracht 3**
Geef van de onderstaande mengsels aan of het een oplossing, emulsie of suspensie is.
a. 7-up
b. Drinkwater
c. Afwasmiddel
d. Sinaasappelsap

**Opdracht 4**
Hieronder staat een foto van het etiket van een kuipje halvarine. (Halvarine kun je op je brood smeren.) Waaruit blijkt dat halvarine een emulsie is?


Ingrediënten: plantaardige oliën en vetten, water, zout (0,9%), emulgator (E322, E471), droge melkbestanddelen, conserveermiddel (E200), voedingszuur (E330), aroma's, kleurstof (E160a), vitamine A en D.

Geproduceerd met genetisch gemodificeerde soja.

*Figuur 4.3, etiket halvarine.*

**Opdracht 5**
Karin heeft 2 mL wasbenzine toegevoegd aan 2 mL water. Ze ziet 2 lagen ontstaan. Hoe kan ze op een eenvoudige manier onderzoeken of de bovenste laag wasbenzine of water is?

## 4.3 Andere mengsels

Naast oplossingen, suspensies en emulsies bestaan er nog meer verschillende typen mengsels. In de bijlage op bladzijde 92 vind je een handig overzicht met beschrijvingen van de verschillende typen mengsels.

## 4.4 Massa- en volumepercentage

Mengsels bestaan uit verschillende stoffen. Een manier om duidelijk te maken hoeveel van welke stof in een mengsel zit is door aan te geven hoeveel procent een bepaalde stof uitmaakt van de massa of het volume van een mengsel. Je noemt dit het **massapercentage**, als je aan wilt geven hoeveel procent het is van de totale massa, of het **volumepercentage**, als je aan wilt geven hoeveel procent van het totale volume de stof inneemt.
De formules voor massapercentage en volumepercentage vind je hier onder.

$$\text{massapercentage} = \frac{\text{massa deel}}{\text{massa geheel}} \times 100\%$$

$$\text{volumepercentage} = \frac{\text{volume deel}}{\text{volume geheel}} \times 100\%$$

Als je de formules gebruikt, dan is het belangrijk dat je de massa van het deel waarover je iets wilt zeggen en de massa van het geheel invult in dezelfde massa-eenheid.
Hetzelfde geldt voor het volumepercentage. Zorg ervoor dat beide volumes in dezelfde eenheid worden ingevuld.

**Rekenvoorbeelden**
Hiernaast staat een etiket van een voedingsmiddel. Wat is het massapercentage suikers in dit voedingsmiddel?

Uit het etiket blijkt dat de massa van 1 portie 65 gram is. Dit is de massa van het geheel. Van deze 65 gram is 0,3 gram suiker. Dit is de massa van het deel.

$$\text{massapercentage} = \frac{\text{massa deel}}{\text{massa geheel}} \times 100\% = \frac{0{,}3}{65} \times 100\% = 0{,}46\%$$

Lucht bestaat voor 21 volumeprocent uit zuurstof. Hoeveel milliliter zuurstof zit er in de lucht die opgesloten zit in een afgesloten lege colafles van 1,5L.

$$\text{volumepercentage} = \frac{\text{volume deel}}{\text{volume geheel}} \times 100\%, \text{ invullen geeft: } 21\% = \frac{\text{volume deel}}{1{,}5\ \text{L}} \times 100\%.$$

volume deel = 0,21 x 1,5 = 0,315 L (Dit volume is in liter, omdat het volume van het geheel ook in liter is ingevuld.)
Het volume zuurstof in de colafles = 0,315 x 1000 = 315 mL.

**Opdracht 6**
Op de verpakking van zuigelingenvoeding staat dat het per 3 maatschepjes (= 13,5 g) onder andere bevat:

- 1,458 gram eiwit
- 7,790 gram lactose
- 3,645 gram vet
- 0,338 gram water
- 0,419 mg ijzerionen.

a. Bereken het massapercentage eiwit in zuigelingenvoeding.
b. Bereken hoeveel vet er aanwezig is in 100 gram zuigelingenvoeding.

**Opdracht 7**
Bier bevat 5 volumeprocent alcohol. Hoeveel mL alcohol bevat een blikje bier van 33 cL?

**Opdracht 8**
Laat door een berekening zien dat een oplossing die 40 volumeprocent alcohol in water bevat een dichtheid heeft van 0,92 g/cm$^3$. (Tip: ga uit van 100 mL oplossing.)

# 5 Mengsels scheiden met scheidingsmethoden

- *Hoe kun je mengsels scheiden? Welke methoden zijn daar voor? Op welk verschil in stofeigenschappen berusten de scheidingsmethoden?*

## 5.1 scheidingsmethoden

Een mengsel kun je weer uit elkaar halen. In het beste geval heb je dan na afloop de zuivere stoffen in handen waaruit het mengsel was opgebouwd. Dit noem je het **scheiden** van stoffen. Hierbij veranderen de stoffen niet, je bent alleen de stoffen aan het sorteren. Soort bij soort.
De stoffen in een mengsel verschillen in een aantal stofeigenschappen van elkaar. Hiervan maak je gebruik als je de stoffen gaat sorteren. Je maakt een onderscheid in één of meer stofeigenschappen. Je sorteert dus bijvoorbeeld op kookpunt, of op het wel of niet oplosbaar zijn van stoffen in water. Er zijn veel verschillende manier om stoffen op stofeigenschap te sorteren. Je noemt dit **scheidingsmethoden**. Elk van de verschillende scheidingsmethoden maakt gebruik van een ander verschil in stofeigenschappen.

Hieronder staan 8 verschillende scheidingsmethoden genoemd. Achter de scheidingsmethode staat het verschil in stofeigenschappen waarop je met deze scheidingsmethode selecteert.

- **Filtreren** – verschil in de grootte van de deeltjes
- **Bezinken** – verschil in dichtheid
- **Centrifugeren** – verschil in dichtheid
- **Extraheren** – verschil in oplosbaarheid in een vloeistof
- **Indampen** – verschil in vluchtigheid, kookpunt
- **Adsorberen** – verschil in aanhechtingsvermogen aan het oppervlak van het adsorbens
- **Destilleren** – verschil in kookpunt
- **Chromatografie** – verschil in aanhechtingsvermogen & verschil in oplosbaarheid

In dit hoofdstuk gaan we kennis maken met al deze scheidingsmethoden. Elke scheidingsmethode wordt met behulp van een practicum geïntroduceerd, daarna wordt er een korte uitleg gegeven over de scheidingsmethode.

## 5.2 Filtreren, bezinken en centrifugeren

### *Practicum 6 – suspensies scheiden*

**Benodigdheden**
Laboratoriumjas

- Trechter
- 2 Filtreerpapiertje
- 5 Reageerbuizen
- Reageerbuisrekje
- Spatel
- Suiker
- Krijt
- Spuitfles met gedestilleerd water

**Uitvoering**

1. Doe een spatelpunt suiker in een reageerbuis. Voeg gedestilleerd water toe tot maximaal 1/3$^{e}$ van de hoogte van de buis en kwispel totdat de suiker is opgelost.
2. Herhaal dit met een spatelpunt krijt. Lost het krijt ook op?
3. Giet de helft van het krijt-water mengsel in een andere reageerbuis en laat deze staan.
4. Vouw het filtreerpapiertje in vieren tot een kwart taartpunt. Steek je vinger tussen de filtreerblaadjes zodat er aan de ene kant 3 en aan de andere kant 1 stukje papier zit en plaats het filtreerpapier in de trechter. Maak hierna het papiertje nat met gedestilleerd water.
5. Giet het suiker-water mengsel door het filter boven een reageerbuis in een reageerbuisrekje. Vang het filtraat op.
6. Giet één van de buizen met het krijt-water mengsel door een nieuw filter. Vang het filtraat op in een andere reageerbuis.
7. Bekijk de andere buis die al een tijdje gestaan heeft. Wat valt je op?

**Vragen bij het practicum**

1. Hoe noem je een helder mengsel van een vaste stof in een vloeistof? En hoe noem je een troebel mengsel van een vaste stof in een vloeistof?
2. Gaat de suiker door het filter of blijft de suiker in het filter achter? Hoe weet je dat?
3. Wat zou je nog kunnen doen om je antwoord op de vorige vraag te controleren?
4. Gaat het krijt door het filter of blijft het krijt in het filter achter? Hoe weet je dat?
5. Maak een tekening van de filtratie-opstelling. Zet de volgende woorden op de juiste plek: *filtreerpapier, trechter, filter, filtraat*, *reageerbuis en residu*.
6. Geef een verklaring voor wat je hebt gevonden bij dit experiment.
7. Een filter bestaat uit enorm veel kleine gaatjes. Wat kun je zeggen over de grootte van de suikerdeeltjes en krijtdeeltjes in beide mengsels?
8. Op welk verschil in stofeigenschappen berust de scheidingsmethode filtreren?
9. Kun je nog een mengsel noemen dat je met filtreren kunt scheiden?
10. Het krijt en water mengsel ontmengt na verloop van tijd, dit noemen we bezinken. Op welk verschil in stofeigenschappen berust deze scheidingsmethode?

## *Practicum 7 – Centrifugeren en bezinken (Demonstratie)*

**Benodigdheden**

- Tafelcentrifuge
- Oplossingen van lood(II)nitraat en kaliumjodide
- Reageerbuisrek met 4 reageerbuizen

**Uitvoering**

1. De docent of TOA voegt gelijke hoeveelheden van beide oplossingen bij elkaar.
2. De ontstane suspensie wordt over 2 reageerbuizen verdeeld.
3. Eén reageerbuis blijft staan in het rekje, de andere reageerbuis wordt gecentrifugeerd.
4. Vergelijk beide reageerbuizen direct na het centrifugeren en na 10 minuten.

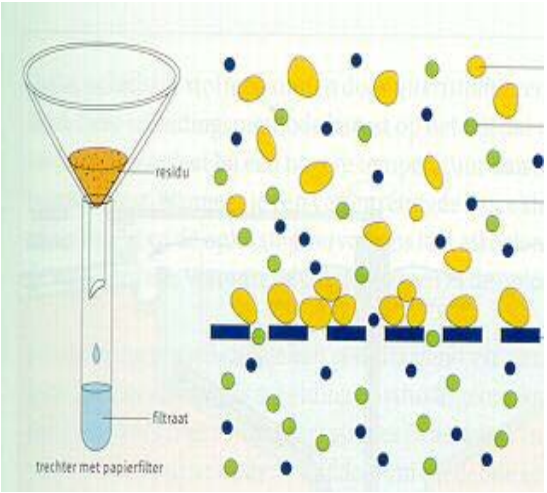
**Vragen bij het practicum**

1. Op welk verschil in stofeigenschappen vindt de scheiding in de buis die in het rekje staat plaats?
2. Op welk verschil in stofeigenschappen vindt de scheiding bij het centrifugeren plaats?
3. Geef een verklaring waarom het scheidingsproces bij het centrifugeren sneller gaat.

In practicum 6 en 7 hebben we kennis gemaakt met de scheidingsmethoden: filtreren, bezinken en centrifugeren.

**Filtreren**
Filtreren is een scheidingsmethode die berust op een **verschil in deeltjesgrootte** tussen de verschillende stoffen in een suspensie. De vaste stof blijft hierbij op het filter liggen; dat is het **residu**. De vloeistof gaat door het filter heen; dit noemt men het **filtraat**.

**Bezinken en centrifugeren**
Bezinken en centrifugeren (= versneld doen bezinken) zijn scheidingsmethoden die berusten op een **verschil in dichtheid** tussen de stoffen in een mengsel. De deeltjes met een grotere dichtheid zakken naar beneden. Deze scheidingsmethode kun je gebruiken om suspensies en emulsies (versneld) te scheiden.



*Figuur 5.1, schematisch weergave filtreren*

## 5.3 Extraheren en indampen

### *Practicum 8 – Koffie zetten (tweetal)*

**Benodigdheden**
Laboratoriumjas

- Gemalen koffiebonen
- Bekerglas 100 mL
- Maatcilinder 10 mL
- Heet water
- Trechter met filter
- Reageerbuisrekje met 2 reageerbuizen
- Brander
- Plank
- Reageerbuisknijper
- Roerstaaf

**Uitvoering**
1. Giet ongeveer 10 mL heet water in het bekerglas met de gemalen koffiebonen en roer het mengsel goed.
2. Filtreer, en vang het filtraat op in een reageerbuis.
3. Giet nogmaals 10 mL heet water bij de gemalen koffiebonen op het filter en vang het filtraat op in een andere reageerbuis.
4. Vergelijk beide filtraten.
5. Verwarm een gedeelte van het eerste filtraat in een zacht blauwe vlam. Stop met verwarmen als de vloeistof bijna is droog gekookt.
6. Onderzoek of het residu dat overblijft oplosbaar is in water.

**Vragen bij het practicum**

1. Geef aan waar je tijdens de proef te maken hebt met een oplossing en waar met een suspensie.
2. Geef een verklaring waarom het tweede filtraat lichter van kleur is dan het eerste filtraat.
3. Waarom worden koffiebonen gemalen bij het bereiden van koffie?
4. Geef een verklaring waarom bij het verwarmen van het filtraat het water verdampt en de opgeloste delen uit de koffiebonen achterblijven in de reageerbuis.

In practicum 8 hebben we kennis gemaakt met de scheidingsmethoden: Extraheren en indampen.

**Extraheren**
Extraheren is een scheidingsmethode die berust op een **verschil in oplosbaarheid** van de stoffen in een bepaald oplosmiddel. Het oplosmiddel dat bij een **extractie** wordt gebruikt, heet het **extractiemiddel**. Extraheren is een geschikte methode voor het scheiden van mengsels van vaste stoffen.

**Indampen**
Indampen is een scheidingsmethode die berust op een **verschil in vluchtigheid of kookpunt** van een stof. Indampen is een geschikte methode om oplossingen van de opgeloste (vaste) stof te scheiden. Het (vluchtige) oplosmiddel verdampt en de (niet vluchtige) vaste stof blijft over.

## 5.4 Adsorberen

### *Practicum 9 – Spiritus ontkleuren*

**Benodigdheden**
Laboratoriumjas

- Spiritus, een oplossing van methanol, ethanol en een kleurstof
- Reageerbuisrekje met 6 reageerbuizen
- Trechter met filter
- Actieve kool (norit)
- Spatel
- Spuitfles met gedestilleerd water
- Stopje

**Uitvoering**

**1.** Schenk een reageerbuis halfvol met spiritus en giet deze oplossing door een filter.
**2.** Schenk een tweede reageerbuis halfvol met water en doe er een schepje actieve kool in en filtreer.
**3.** Schenk een derde reageerbuis halfvol met spiritus, doe er een schepje actieve kool in. Sluit de buis af met een stopje en schud goed. Filtreer het ontstane mengsel.

**Vragen bij het practicum**

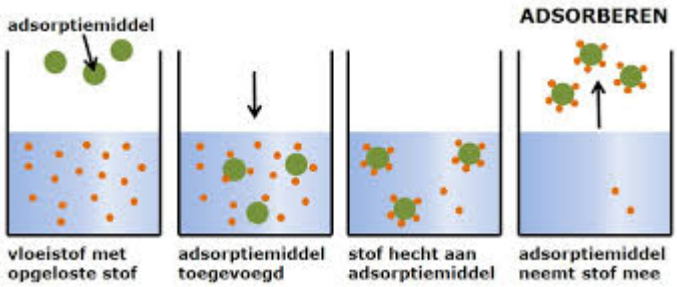
1. Is bij de eerste filtratie alle kleurstof in het filtraat gekomen? (Vouw daarvoor het filter even uit en kijk goed.)
2. Is norit oplosbaar in water?
3. Waar is de kleurstof gebleven bij de laatste filtratie?

In practicum 9 hebben we kennis gemaakt met de scheidingsmethode adsorptie en nogmaals een filtratie uitgevoerd.

**Adsorptie**

Adsorberen is een scheidingsmethode die berust op een **verschil in aanhechtingsvermogen** van de stoffen in het mengsel aan het oppervlak van een vaste stof. Opgeloste kleurstoffen, smaakstoffen en dergelijke **adsorberen** namelijk sterker aan het oppervlak van bijvoorbeeld koolstofpoeder (Norit) dan het oplosmiddel in het mengsel. Ook sommige gassen kunnen zich sterk hechten aan Norit of aan een ander adsorptiemiddel. Het oppervlak van een korreltje adsorptiemiddel is heel groot. Er is dus een groot oppervlak waar de stoffen aan kunnen adsorberen. Zie ook de afbeelding hiernaast van een sterk uitvergroot oppervlak van een korreltje Norit.

*figuur 5.2, oppervlak norit*




*Figuur 5.3, schematische weergave adsorberen*

## 5.5 Destilleren

### *Practicum 10 – Port destilleren.*

**Benodigdheden**

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

- verwarmingselement
- statief met statiefklem
- Microchem destillatie-opstelling
- Schelpenzand
- Port
- Kooksteentje
- Digitale thermometer

**Uitvoering**

1. Bouw de destillatie-opstelling
2. Verwarm het portmengsel, meet daarbij elke halve minuut de temperatuur van de damp boven in de opstelling.
3. Als de temperatuur van de damp boven de 85 $^{o}$C komt, stop je met opvangen van de vloeistof. Gebruik een tweede erlenmeyertje om de volgende fractie op te vangen.
4. Verzamel de eerste fracties voor op de demonstratietafel en steek deze aan.

**Uitwerking van het practicum**

1. Maak een grafiek waarbij je op de x-as de tijd uitzet en op de y-as de temperatuur van de damp.

**Vragen bij het practicum**

1. Welke twee fase-overgangen vinden er plaats bij destillatie?
2. Van welk verschil in stofeigenschappen maak je gebruik bij destillatie?
3. Teken schematisch een destillatie-opstelling en zet hierin de volgende woorden op de juiste plaats: *erlenmeyer, koeler, destillatiekolf, destillaat, residu, thermometer*.
4. Destilleren lijkt erg op indampen. Geef aan wat de overeenkomst is en wat het verschil is.

**Destillatie**

Destilleren is een scheidingsmethode die berust op het **verschil in kookpunt** tussen de stoffen van een vloeistofmengsel. Als een dergelijk mengsel wordt verhit, dan verdampt de stof met het laagste kookpunt eerst. De damp wordt opgevangen en afgekoeld, waardoor condensatie optreedt. De opgevangen vloeistof heet het **destillaat**. De stof die na het destilleren achterblijft noemt men het **residu**.

## 5.6 Chromatograferen

### *Practicum 11 – Zijn de kleurstoffen in M&M's zuivere stoffen of mengsels (tweetal)*

**Benodigdheden**

Laboratoriumjas

- Chromatografiepotje
- Spuitfles met gedestilleerd water
- M&M's
- chromatografiepapier
- Potlood en liniaal / geodriehoek

**Uitvoering**

1. Schenk in de chromatografiepotje een laagje water (ongeveer 0,5 cm) (=loopvloeistof).
2. Neem het stuk chromatografiepapier en zet hier met potlood een lijn op één centimeter van de onderkant.

3. Maak een M&M een beetje nat en rol met de rand een gekleurde vlek op de potloodlijn. Maak de vlek zo klein mogelijk, beter is het om meerdere keren op de zelfde plaats op te brengen, zodat de vlek donkerder wordt. Pas hierbij wel op dat het papier niet scheurt.
4. Herhaal deze handeling nog een keer met een ander gekleurde M&M naast de eerder gemaakte vlek. (Zorg voor voldoende ruimte tussen de vlekken.)
5. buig het strookje filtreerpapier en plaats het in het chromatografiepotje.
6. Haal na een 4 tot 5 minuten het filtreerpapier uit het chromatografiepotje en laat het drogen.

**Vragen bij het practicum**

1. Wat gebeurt er met de vloeistof uit het chromatografiepotje?
2. Wat gebeurt er met de kleurstof uit de M&M's?
3. Wat kun je zeggen over de verschillende kleurstoffen en de hoogte ervan op het papier?
4. In hoeveel kleurstoffen is de kleurstof van M&M 1 gescheiden?
5. Hoe zit dat met M&M 2?

In practicum 11 hebben we kennis gemaakt met de scheidingsmethode chromatografie.

**Chromatografie**

Chromatografie Is een scheidingsmethode die berust op zowel **verschil in aanhechtingsvermogen** aan een oppervlak en op het **verschil in oplosbaarheid** in het oplosmiddel. (loopvloeistof) De stof die het beste oplost in de loopvloeistof en het minst adsorbeert aan het papier, komt het hoogst op het **chromatogram** te zitten. Behalve papierchromatografie kennen we ook gaschromatografie. in plaats van een loopvloeistof wordt dan een zogenaamd draaggas gebruikt.

## 5.7 Afsluitende vragen

**Opdracht 1**

a. Hoe kun je bij een emulsie de verschillende bestanddelen van elkaar scheiden?
b. Wat krijg je als je een suspensie enige tijd laat staan?
c. Hoe kun je bij een suspensie de verschillende bestanddelen van elkaar scheiden?
d. Hoe kun je bij een oplossing de verschillende bestanddelen van elkaar scheiden?

**Opdracht 2**

a. Waarom kun je stinkend slootwater wel van zijn geur ontdoen met behulp van adsorptie en lukt dat niet bij alcohol?
b. Hoe werkt de scheidingsmethode adsorptie?

**Opdracht 3**

Een mengsel wordt gescheiden met behulp van filtratie.

a. Geef een voorbeeld van zo'n mengsel dat uit twee bestanddelen bestaat.
b. Geen een voorbeeld van zo'n mengsel waarbij het residu niet zuiver is.
c. Geef een voorbeeld van zo'n mengsel waarbij het filtraat niet zuiver is.
d. Wat zou er aan de hand kunnen zijn als bij het filtreren van een suspensie het filtraat niet helemaal helder is?

**Opdracht 4**

a. Met welke scheidingsmethoden kun je een mengsel van krijt en suiker scheiden in de afzonderlijke bestanddelen?
b. Beschrijf de handelingen die hierbij achtereenvolgend moet uitvoeren.
c. Met welke scheidingsmethode kun je een mengsel van alcohol en water scheiden?
d. Waarop berust deze scheidingsmethode?

# 6 ‘Wie zoet is krijgt lekkers’ (WZIKL)

- *Wat is een blokschema? Welke scheidingsmethoden gebruik je om suiker uit een suikerbiet te halen? Wat is het massapercentage suiker in suikerbiet?*

## 6.1 Wat weet je al? Wat ga je leren?

In de volgende lessen gaan jullie zelf suiker uit een suikerbiet halen. Chemisch gezien scheid je dan suiker van de rest van de stoffen in het mengsel dat we biet noemen. Jullie bootsen hierbij het proces na dat op grote schaal wordt uitgevoerd in suikerfabrieken. Voordat we daarmee beginnen ga je eerst kijken wat je al weet. Ook krijg je op deze manier een beeld van wat je gaat leren.

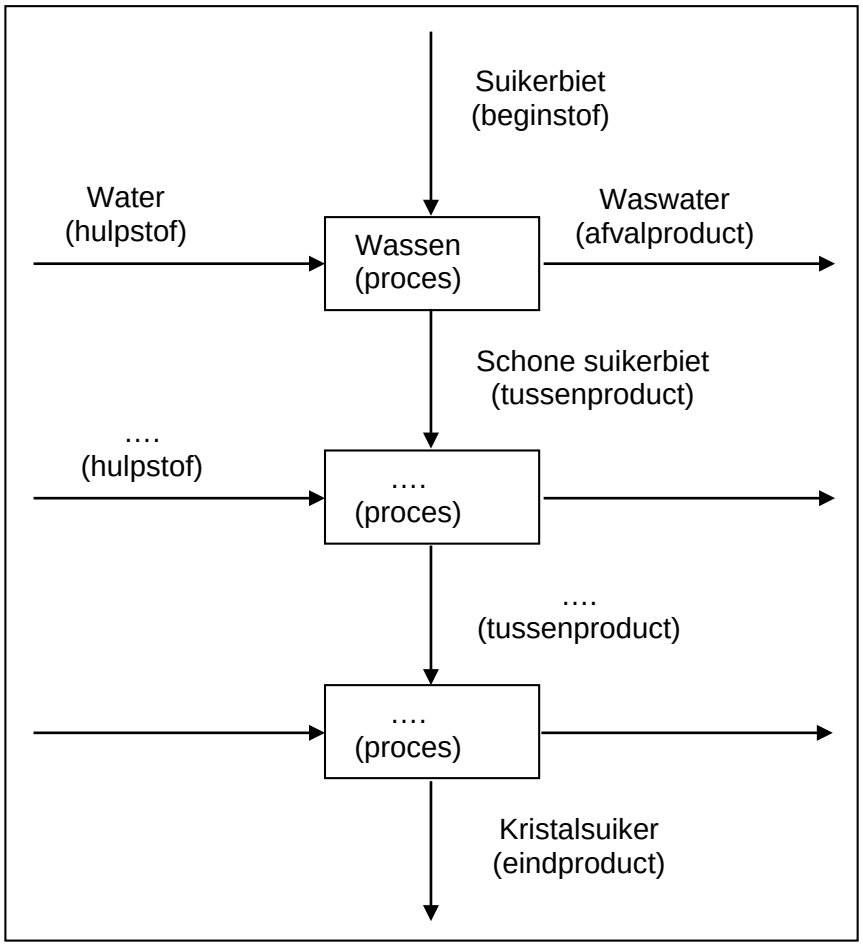
**Opdracht 1**

Hieronder vind je 32 vragen die je in je schrift met **ja** of **nee** gaat beantwoorden. Bij elke vraag vul je ook in **hoe zeker** je van je antwoord bent. (1 = gegokt; 2 = dat lijkt me; 3 = dat weet ik zeker en ik kan dat uitleggen.) Je geeft een uitleg bij je antwoord als je voor 2 of 3 kiest.

1. Chemici noemen het water dat thuis uit de kraan komt “zuiver water”
2. Als ik kristalsuiker en poedersuiker door elkaar roer heb ik geen mengsel
3. Kristalsuiker en poedersuiker kan ik van elkaar scheiden door te zeven
4. Suiker kan ik uit een suikeroplossing halen door te filtreren
5. Ik kan een verschil tussen een oplossing en een suspensie waarnemen
6. Een overeenkomst tussen oplossing en suspensie is dat het allebei vloeibaar is
7. Een heldere vloeistof is altijd kleurloos en een kleurloze vloeistof is altijd helder
8. Ik kan te weten komen of een vloeistof water is door het kookpunt te bepalen
9. Als ik witte korreltjes in een potje zie weet ik dat het suiker is
10. Als een blokje aan een magneet vastplakt is het zeker van ijzer gemaakt
11. Suiker is een voorbeeld van een oplosmiddel, en water van een opgeloste stof
12. Als ik koffie zet maak ik gebruik van extractie en indampen
13. Als ik met norit spiritus ontkleur maak ik gebruik van indampen
14. Als ik een mengsel van zand + zout + water filtreer is het zand het residu en het zout water het filtraat
15. Verdampen is een voorbeeld van een faseovergang
16. Chemici noemen een blokje ijzer een vaste stof, en ijzerpoeder niet
17. Het is handig dat ik een vloeistof in een bakje kan, gieten. Met een gas kan dat niet
18. Als je zand en water van elkaar wilt scheiden kun je het gewoon filtreren
19. Adsorptie is een scheidingsmethode die berust op het verschil in fase
20. Extractie is een geschikte methode om de oranje kleurstof uit de worteltjes te halen
21. Als 2 stoffen een verschillende kleur hebben weet ik zeker dat het verschillende stoffen zijn
22. Als 2 stoffen dezelfde kleur hebben weet ik zeker dat het dezelfde stoffen zijn
23. Als ik suikerwater indamp is suiker het residu en water het filtraat
24. Als ik water verwarm gaat het koken
25. Verwarmen en verhitten zijn andere woorden voor koken
26. Kookpunt is een onduidelijk woord, het had beter kooktemperatuur kunnen heten
27. Als de aardappels koken, koken ze niet
28. Een zuivere stof is het tegenovergestelde van een mengsel
29. Met een densimeter kun je de dichtheid van een oplossing meten
30. Hoe groter de dichtheid van een suikeroplossing des te groter de suikerconcentratie
31. De eenheid van concentratie is g/L
32. Het begrip massapercentage wordt vooral gebruikt voor oplossingen

## 6.2 Blokschema

Je gaat van het proces dat in een suikerfabriek plaatsvindt een **blokschema** maken.
Een blokschema is eigenlijk een schematische weergave van wat er achter elkaar gebeurd en welke stoffen daarbij betrokken zijn. Hieronder staat een voorbeeld van een blokschema, het is al gedeeltelijk ingevuld.




In een blokschema noteer je in een blok de naam van een proces. In het voorbeeld van de suikerfabriek noteer je bijvoorbeeld in het eerste blok “wassen”, want de suikerbieten worden eerst gewassen.

Bij de pijlen noteer je de naam van een stof of een mengsel. In dit blokschema staan op de verticale pijlen de beginstof, verderop in het schema de tussenproducten, en tot besluit het eindproduct. De beginstof van de suikerfabriek is natuurlijk de suikerbiet, na het eerste blok zijn de suikerbieten gewassen, enz.

Soms is bij een proces een hulpstof nodig. Die noteer je bij een horizontale pijl links van het blok, in ons voorbeeld water. Als er geen hulpstof nodig is bij een proces laat je de pijl weg.

Soms is er bij een proces een afvalproduct. Dat noteer je bij een horizontale pijl rechts van het blok, in ons voorbeeld waswater. Als er geen afvalproduct is bij een proces laat je de pijl weg.

Ook de woorden tussen haakjes hoef je niet te vermelden in een blokschema.

**Opdracht 2**
Ga naar: http://www.hetklokhuis.nl/tv-uitzending/1667/HET%20KANTOOR%20%2854%29
Bekijk het filmpje goed. Lees ook de tekst 'Van Biet tot Suiker' in de bijlage.
Achter de tekst vind je in de bijlage een onvolledig blokschema van de stappen die worden doorlopen in een suikerfabriek. Neem het onvolledige blokschema over, teken zelf blokken en pijlen en maak het schema af, zodat het overeenkomt met de tekst 'Van Biet tot Suiker'

## 6.3 Hoe gaan we werken

Jullie zijn nu klaar om te beginnen met het winnen van de suiker uit de suikerbiet. In paragraaf 6.4 vind je de practica die je gaat uitvoeren. Omdat we hier 4 lessen mee bezig zijn hebben we het hele proces onderverdeeld in **taken**.
Aan het begin van een taak vind je een horizontaal afgedrukt schema.

Het horizontale schema gaat jullie helpen om het overzicht te houden en om te zien hoe ver jullie al zijn met de winning van de suiker uit de suikerbiet.

Hieronder vind je het horizontale schema met de verschillende scheidingsmethoden die we bij de winning van suiker gaan gebruiken.

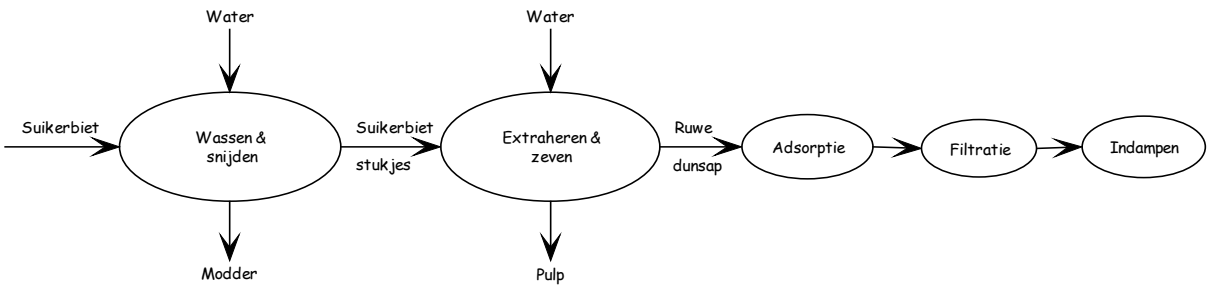
Nadat je een taak hebt uitgevoerd maak je de **vragen bij het practicum** en leer je voor de volgende les de **begrippen** uit de **begrippenlijst** bij de taak. Deze begrippenlijst vind je in de bijlage.

Je voert de proeven uit in een groepje van 4 leerlingen. Zorg ervoor dat jullie de taken onderling verdelen en ook afwisselen, zodat iedereen elke taak een keer uitvoert.
Er kunnen verschillende taken worden onderscheiden:

- Tijd bewaken en zorgen voor rust en tempo.
- Materialen halen en brengen.
- Zorgen dat alles goed wordt uitgevoerd. (Dit is iets anders dan zelf alles uitvoeren.)

Je noteert allemaal de waarnemingen en resultaten tijdens de uitvoering van de practica. Je hebt deze waarnemingen nodig om de afsluitende toets goed voor te kunnen bereiden.

## Taak 1




### *Practicum 12 – Extractie van suiker uit een suikerbiet en verkrijgen van het ruwe dunsap door filtreren. (viertal)*

**Benodigdheden**
Laboratoriumjas

- stuk suikerbiet (ongeveer 50 gram)
- mes
- snijplank
- 2 bekerglazen van 250 mL
- maatcilinder van 100 mL
- flesje van 100 mL
- zeef
- spatel
- spuitfles met gedestilleerd water

**Uitvoering**

1. weeg één van de 2 bekerglazen en schrijf de massa op in je schrift.
2. Snijd de suikerbiet tot bietenfrietjes. Ze moeten dun zijn en op de bodem van het bekerglas kunnen liggen. Doe de frietjes in het gewogen bekerglas
3. Weeg het bekerglas met de bietenfrietjes. Noteer de massa in je schrift.
4. Voeg met een maatcilinder 80 mL warm water toe aan het bekerglas met bietenfrieten en zet het bekerglas 20 minuten in het warme waterbad van 80 $^{o}$C. Roer af en toe eens met je spatel.
5. Filtreer het bieten/watermengsel met behulp van de zeef. Vang het filtraat op in het andere bekerglas. In de suikerfabriek wordt dit filtraat het **ruwe dunsap** genoemd.
6. Spoel de bieten in de zeef na met 20 mL gedestilleerd water en vang dit ook op.
7. Schenk het ruwe dunsap in het flesje met jullie groepsnummer en lever dit in. Het wordt in de koelkast bewaard tot de volgende les.
8. Maak de andere spullen die je gebruikt hebt schoon door te spoelen met water en ruim alles netjes op.

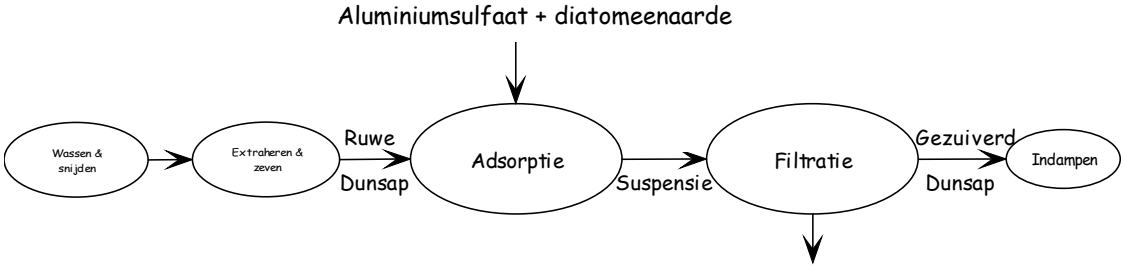
**Uitwerken van het practicum**

1. Bereken hoeveel gram suikerbiet je hebt gebruikt.

**Vragen bij het practicum**

1. Denk je dat er suiker in een suikerbiet zit? Leg uit.
2. Denk je dat er alleen suiker in een suikerbiet zit?
3. Leg uit waarom bij het scheiden van het ruwe dunsap en de bietenprut niet zo'n fijn filter wordt gebruikt.
4. Waaruit bestond volgens jullie het residu?
5. Waar is volgens jou de suiker gebleven?
6. Van welke stoffen is het filtraat volgens jou in ieder geval een mengsel?
7. Denk je dat er nog meer stoffen in het filtraat zitten? Waarom denken jullie dat?
8. Wat is volgens jou het nut van het naspoelen van het residu?
9. Welke stof was het extractiemiddel?
10. Welke stof(fen) loste(n) op in het extractiemiddel en welke niet?
11. Leg uit dat de stoffen die in de biet zaten door extractie van elkaar gescheiden zijn.
12. Waarom moest de biet eerst in reepjes gesneden worden?
13. Welke stoffen (of mengsels) zijn door filtratie van elkaar gescheiden?

## Taak 2




### *Practicum 13 – Zuivering van het ruwe dunsap met behulp van adsorptie. (viertal)*

**Benodigdheden**

Laboratoriumjas

- Flesje met ruwe dunsap
- Erlenmeyer van 250 mL
- 5 g Aluminiumsulfaat. (hulpstof)
- Grote trechter met bijpassend 615 filter
- Diatomeenaarde in het filter (adsorptiemiddel)
- Spuitfles met gedestilleerd water.
- Magneetroeder met een roervlo.

**Uitvoering**

1. Giet het ruwe dunsap in een erlenmeyer van 250 mL. Spoel het flesje na met een beetje gedestilleerd water en voeg dit ook toe aan de erlenmeyer.
2. Maak het flesje daarna goed schoon, je hebt het later nog nodig.
3. Noteer of het ruwe dunsap helder of troebel is en of het kleurloos of gekleurd is.
4. Zet het ruwe dunsap in het warmwaterbad om het op een temperatuur van 40 $^{o}$C te brengen.
5. Voeg 5g aluminumsulfaat toe als het ruwe dunsap op temperatuur is. (Het aluminumsulfaat zorgt ervoor dat de kleine vaste stof deeltjes in het ruwe dunsap samenklonteren.)
6. Roer kort, en voeg dan 3 theelepels diatomeenaarde toe.
7. Laat het mengsel 5 minuten roeren op een magneetroerder.
8. Haal de erlenmeyer van de roerder en verwijder de roervlo met behulp van een andere roervlo.
9. Filtreer de suspensie met het 615 filter (dit geeft de grootte van de gaatjes in het filter aan.)
10. Vang het filtraat op in jullie schone flesje. (Het filtreren duurt wel even, ongeveer 2 uur.) Dit filtraat wordt **gezuiverd dunsap** genoemd.

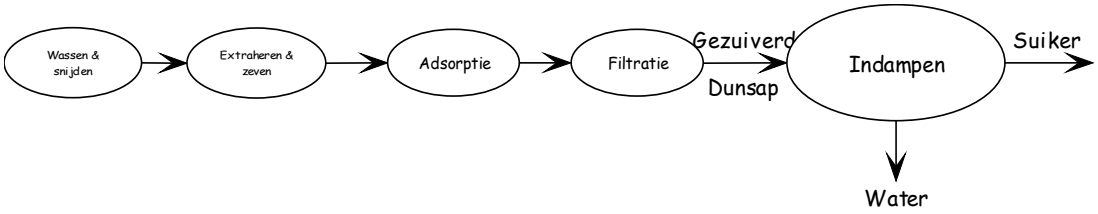
**Uitwerking van het practicum**

1. Beschrijf het filtraat dat je opvangt in het flesje en vergelijk dit met de waarnemingen die je gedaan hebt aan het ruwe dunsap.

**Vragen bij het practicum**

1. Wat is de functie van het aluminiumsulfaat
2. Wat is de functie van de diatomeenaarde?
3. Teken schematisch hoe een korreltje diatomeenaarde er uit ziet.
4. Waarom is er na de adsorptiestap nog een filtratiestap nodig?
5. Bij dit practicum wordt een 589 filter gebruikt. Dit is een filter waarbij de gaatjes in het filter tussen de 4 en 12 µm groot zijn. Bereken de grootte van de gaatjes in cm.
6. Wat zou het gevolg kunnen zijn als er een filter wordt gekozen met grotere gaatjes?
7. Noem een overeenkomst tussen een suspensie en een oplossing.
8. Noem een verschil tussen een suspensie en een oplossing.
9. Maak een keuze: Ruw dunsap is een suspensie/oplossing.
10. Maak een keuze: Gezuiverd dunsap is een suspensie/oplossing.
11. Welke stof(fen) bevinden zich zeker in gezuiverd dunsap?
12. Kunnen er nog meer stoffen aanwezig zijn in het gezuiverde dunsap dan dat je bij 11. genoemd hebt? Welke stofeigenschap hebben deze stof(fen) gemeen met suiker?
13. Uit welke stof(fen) bestaat het residu? (Omschrijf de stof(fen) zo goed mogelijk als je de naam niet weet.)
14. Hoe werd in de suikerfabriek het ruwe dunsap gezuiverd? Wat zijn de overeenkomsten en wat zijn de verschillen met onze zuivering van het ruwe dunsap? (Maak gebruik van het blokschema dat je gemaakt hebt bij opdracht 2.)

## Taak 3



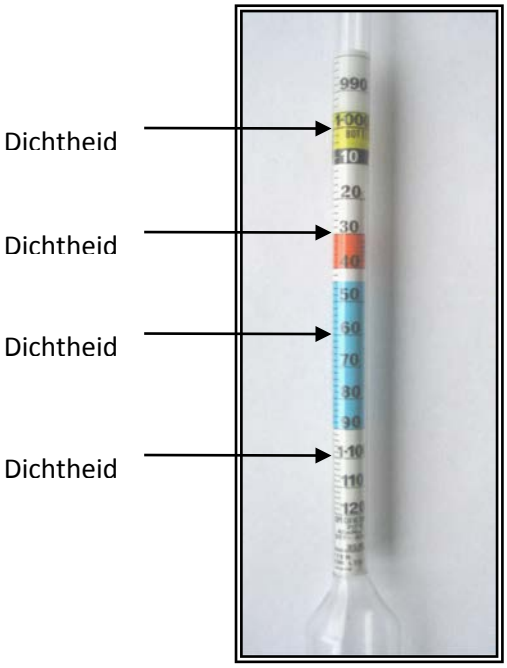

## Werken met een densimeter

Een densimeter kan gebruikt worden om de dichtheid vloeibare zuivere stoffen en oplossingen te meten. De densimeter werkt als een soort dobber. Afhankelijk van de dichtheid zakt de densimeter meer of minder diep in de vloeistof of oplossing. Op de schaalverdeling kun je dan de dichtheid aflezen.

De densimeter die we gaan gebruiken wordt gebruikt bij wijn maken. Er staan daarom verschillende schaalverdelingen op. Wij gaan de dichtheids-schaalverdeling gebruiken. Om kennis te maken met de densimeter gaan we onderstaande opdracht uitvoeren.

**Opdracht 3**
Haal de densimeter voorzichtig uit de koker en bekijk de densimeter goed. Zoek de dichtheidsschaal en schrijf in je schrift de dichtheid die je meet als het vloeistofniveau staat bij de pijlen in de foto hiernaast.

Laat je antwoord nakijken door de docent of door de TOA voordat jullie verder gaan met de taak.



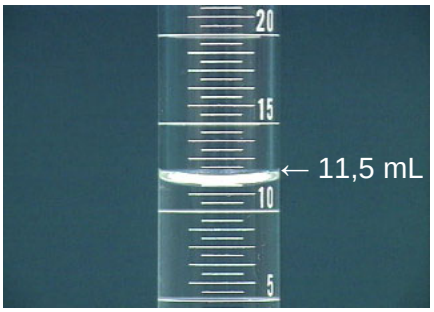

### *Practicum 14 – Meten van de dichtheid om de concentratie suiker te bepalen in gezuiverd dunsap. (viertal)*

**Benodigdheden**
Laboratoriumjas

- Flesje met gezuiverd dunsap
- Maatcilinder van 100 mL
- Densimeter
- Spuitfles met gedestilleerd water
- Stukje parafilm

**Uitvoering**

1. Giet het gezuiverde dunsap in een maatcilinder van 100 mL. Probeer, als er wat vaste stof te zien is onder in het flesje, dit zo veel mogelijk in het flesje te laten.
2. Vul de maatcilinder aan met gedestilleerd water tot 100 mL. Zorg er daarbij voor dat je de maatcilinder op ooghoogte af leest en dat je de maatcilinder zover vult dat de meniscus (= de onderkant van de bolling van de vloeistof) precies **op** het streepje van 100 mL staat.




3. Sluit de maatcilinder met een stukje parafilm en meng de inhoud door de maatcilinder met je hand af te sluiten en tien maal helemaal op zijn kop te draaien en weer terug.
4. Verwijder het stukje parafilm en laat de densimeter voorzichtig in de maatcilinder zakken en noteer de dichtheid van jullie gezuiverde dunsap. Wacht hiermee totdat de densimeter stabiel blijft drijven.

**Opdracht bij het practicum**

1. Lees het volume in de maatcilinder af als je niet op ooghoogte maar van boven afleest. Wat is het verschil?

**Vragen bij het practicum**

1. Leg uit waarom het na het aanvullen belangrijk is het mengsel helemaal op z'n kop houden en meerdere malen te draaien?
2. Wat is de concentratie suiker (in g/L) van een oplossing die we maken door 9 gram suiker op te lossen in 100 mL water.
3. Leg uit wat het verschil is tussen de dichtheid en de concentratie van een oplossing?
4. Waarom moet je een maatcilinder op ooghoogte aflezen?
5. Heb je een eenheid genoteerd bij de dichtheid die je hebt afgelezen? Zo niet, doe dit dan alsnog.
6. Reken de dichtheid van het gezuiverde dunsap om naar mg/mL.

## *Practicum 15 – Indampen van het gezuiverde dunsap tot diksap*

**Benodigdheden**

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

- Brander
- Plank
- Driepoot en gaasje
- Aansteker
- Glasparels of kooksteentjes
- Bekerglas van 250 mL
- Thermometer

**Uitvoering**

1. Weeg het bekerglas van 250 mL met drie kooksteentjes en noteer de massa in je schrift. (De kooksteentjes zorgen ervoor dat de oplossing gelijkmatig kookt.)
2. Giet de inhoud van de maatcilinder in een bekerglas van 250 mL. (noteer, als dit nog niet gebeurd is je groepsnummer op dit bekerglas.
3. Plaats het bekerglas stabiel op een driepoot met gaasje. Verwarm het gezuiverde dunsap met een blauwe, niet ruisende vlam en noteer regelmatig de temperatuur van het mengsel.
4. Blijf door verwarmen totdat er ongeveer 20 mL vloeistof overblijft. Deze vloeistof wordt in de suikerfabriek diksap genoemd.
5. Haal het bekerglas met een kroezetang van het gaasje en plaats het op de plank. Pas op het bekerglas is heet.
6. Breng het bekerglas, als het iets is afgekoeld, naar de TOA of docent. Zij zorgen er voor dat de laatste hoeveelheid water in het diksap wordt ingedampt. Dit gebeurd bij een lagere temperatuur in een warm waterbad om er voor te zorgen dat de suiker in het diksap niet karamelliseert.

**Vragen bij het practicum**

1. Waarom bepaal je de massa van het lege bekerglas met de kooksteentjes, denk je?
2. Hoe weet je dat het gezuiverde dunsap kookt tijdens het indampen?
3. Je hebt de temperatuur tijdens het koken van het mengsel regelmatig gemeten. Waarom is deze temperatuur ongeveer gelijk aan het kookpunt van water, denk je?
4. Wat gebeurd er tijdens het koken met het water in het bekerglas?
5. Wat gebeurd er tijdens het koken met het suiker in het bekerglas?
6. Geef een verklaring waarom de temperatuur van het gezuiverde dunsap niet stijgt als het mengsel aan het koken is? Waar wordt de warmte die je toevoegt voor gebruikt?
7. Hoe heet de faseovergang waarbij water van de vloeibare fase over gaat naar de gasvormige fase?
8. Water kan ook bij een lagere temperatuur over gaan van de vloeibare naar de gasvormige fase. Kun je een voorbeeld noemen waarbij water van de vloeibare naar de gasvormige fase gaat zonder het kookpunt te bereiken?

## Taak 4

### *Practicum 16 – Bepalen van de massa suiker*

**Benodigdheden**
Laboratoriumjas

- Bekerglas met het residu van het ingedampte diksap.

**Uitvoering**
**1.** Bepaal de massa van het bekerglas met het residu.

**Opdracht bij het practicum**
1. Bepaal de massa van het residu. Maak hierbij gebruik van de massa van het lege bekerglas met de kooksteentjes. (taak 3)
2. Bepaal het massapercentage suiker in suikerbiet. Maak hierbij gebruik van de waarde die je bij 1. Hebt bepaald en de massa van de suikerbietfrieten waarmee je het practicum bent begonnen. (taak 1). Ga bij deze berekening ervan uit dat het residu alleen bestaat uit suiker.

Vragen bij het practicum
1. Beschrijf het residu.
2. Waaruit bestaat het residu, denk je?
3. Zijn er nog andere stoffen dan suiker aanwezig in het residu, denk je? Geef ook aan waarom je dat denkt.
4. Als je bij 3. hebt aangegeven dat je denk dat er nog andere stoffen dan suiker aanwezig zijn in het residu, heb je dan een idee welke stoffen dit zijn? Hoe zijn deze stoffen ontstaan?

### *Practicum 17 – Berekenen van het massapercentage suiker in suikerbiet met behulp van een ijklijn.*

**Benodigdheden**
Laboratoriumjas

- Suikeroplossingen met een concentratie van 25, 50, 75 en 120 g/L
- Densimeter
- Spuitfles met gedestilleerd water

**Uitvoering**

1. meet de dichtheid van de verschillende suikeroplossingen met behulp van de densimeter.
2. Spoel na elke meting de densimeter af met gedestilleerd water en maak de densimeter droog met papier voordat je de volgende meting uitvoert.

**Opdracht bij het practicum**

1. Maak een grafiek waarbij je op de x-as de concentratie suiker uitzet (in g/L) en op de y-as de dichtheid (in g/mL). Trek door de meetpunten één rechte lijn die het gemiddelde is van alle punten. (de oorsprong kun je hierbij ook gebruiken als punt.)
2. Zoek de dichtheid op van jullie gezuiverde dunsap (taak 3) en lees in de grafiek af wat de concentratie suiker is in jullie gezuiverde dunsap. Gebruik hierbij de voorbeeldgrafiek in de bijlage op bladzijde 102.

**Vragen bij het practicum**

1. Liggen alle gemeten punten op de lijn die jullie getrokken hebben? Wat betekent het als alle punten op de lijn liggen?
2. Als je van links naar rechts in de grafiek gaat, heb je dan te maken met oplossingen die steeds zoeter worden of juist minder zoet?
3. Als je van links naar rechts in de grafiek gaat, heb je dan te maken met oplossingen die een steeds grotere of kleinere suikerconcentratie hebben?
4. Zoek op wat de dichtheid van water is. Komt deze waarde overeen met de dichtheid die je afleest in je grafiek als de concentratie suiker 0 g/L is?
5. Je hebt met behulp van de dichtheid bepaald wat de concentratie suiker was in het gezuiverde dunsap. Noteer hier deze concentratie. Vergeet de eenheid niet te vermelden.
6. De suiker die je in taak 1 uit de suikerbiet hebt geëxtraheerd, heb je opgenomen in 100 mL van de extractievloeistof water. Hoeveel gram suiker was er aanwezig in de hoeveelheid suikerbiet die je hebt geëxtraheerd?
7. Bereken het massapercentage suiker in suikerbiet met behulp van 6.
8. Je hebt twee keer een massapercentage suiker in suikerbiet uitgerekend. (bij practicum 16 en bij practicum 17). Welke waarde vind je het betrouwbaarst? Geef ook aan waarom?
9. Op Wikipedia vind je dat suikerbieten gemiddeld 17 massaprocent suiker bevatten. Komt dit overeen met de door jullie gevonden waarden. Hoe verklaar je het verschil?

## 6.4 Afsluiting

**Opdracht 4**

Zoek in dit hoofdstuk opdracht 1 terug. Dit zijn de vragen die je in het begin van dit hoofdstuk hebt beantwoord over ‘wie zoet is krijgt lekkers’. Beantwoord deze vragen nogmaals en vergelijk daarna je antwoorden met de antwoorden die je de eerste keer in je schrift hebt geschreven. Heb je wat geleerd?

# 7 Snoep

- *Wanneer is er sprake van een chemische reactie? Wat is een reactieschema? Wat gebeurt er met de massa van de stoffen in een chemische reactie? Hoe kunnen stoffen worden aangetoond in een mengsel?*

## 7.1 Wat weet je al? Wat ga je leren?

In de volgende lessen gaan jullie zelf een nieuw product maken, namelijk drop. Jullie bootsen hierbij het proces na dat op grote schaal wordt uitgevoerd in een fabriek. Om drop te kunnen maken gaan we nieuwe stoffen maken. Daarna gaan we bestaande stoffen en de nieuwe gemaakte stoffen mengen. De stoffen die we gaan mengen noemen we de **grondstoffen**. Bij de productie van drop gaat het erom dat we zo efficiënt mogelijk gebruik maken van deze grondstoffen. We gaan dan ook berekenen hoeveel drop je maximaal kunt maken uit een bepaalde hoeveelheid grondstoffen.

## 7.2 Chemische reacties

### *Practicum 18 – Salmiak maken (Demonstratie).*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**

- Spons met een erg geconcentreerde waterstofchloride-oplossing.
- Spons met een erg geconcentreerde ammoniakoplossing.
- PVC-buis
- Statief met statiefklemmen

**Uitvoering**

1. De docent/TOA klemt een PVC – buis in het statief.
2. De spons met waterstofchloride wordt aan de een kant van de buis geplaatst en de spons met ammoniak aan de andere kant.
3. Kijk wat er gebeurt en schrijf je waarnemingen op.

**Vragen bij het practicum**

1. Wat is de fase van de stoffen waterstofchloride en ammoniak in de PVC-buis?
2. Welke fase heeft de nieuw gevormde stof?
3. Zijn er nog meer stofeigenschappen verandert?
4. Hoeveel stoffen zijn er ontstaan?

**Opdracht 1**

Salmiak is een hoofbestanddeel van drop. Er is nog een andere manier om salmiak te maken. Annemarie vindt het volgende voorschrift: ‘Een cilinder wordt gevuld met waterstofchloride; dit is een gas. Een andere cilinder wordt gevuld met ammoniak gas. Daarna zet hij beide cilinder omgekeerd op elkaar, zodat beide gassen bij elkaars komen.’ Wat denk je dat er gebeurt?

A De gassen mengen en verder gebeurt er niets
B De gassen verdwijnen en er ontstaat iets anders.
C Er gebeurt niets

Salmiak kun je op nog een andere manier maken. Als je beide gassen die gebruikt worden om salmiak te maken apart door water leidt, krijg je oplossingen van deze gassen in water. Waterstofchloride opgelost in water heet **zoutzuur**. Ammoniak opgelost in water heet **ammonia**. Als je deze oplossingen bij elkaar voegt ontstaat er ook salmiak. In het volgende practicum ga je zelf salmiak maken op deze manier.

### *Practicum 19 – Zelf salmiak maken (tweetal)*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**
- Plank
- Gasbrander
- Reageerbuisknijper
- Reageerbuis met 5 mL ammonia
- Reageerbuis met 5 mL zoutzuur
- Lege reageerbuis
- Reageerbuisrekje

**Uitvoering**
1. Weeg de lege reageerbuis en noteer de massa.
2. Giet de inhoud van de ammonia en de inhoud van het zoutzuur in de lege reageerbuis.
3. Damp dit mengsel voorzichtig in tot een witte vaste stof, salmiak, verschijnt.
4. Laat de reageerbuis met salmiak afkoelen en weeg het. Noteer de massa.
5. Bewaar de salmiak voor het practicum waarin je drop gaat maken.

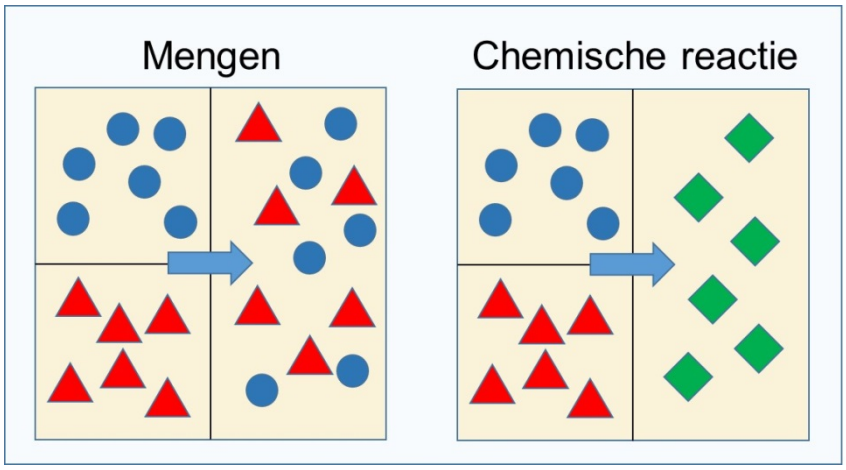
**Opdracht bij het practicum**
1. Bereken hoeveel gram salmiak je hebt gemaakt.
2. Wat zal er overblijven als je ammonia indampt? En hoe zit dat met zoutzuur? Leg goed uit.

**Opdracht 2**
Ammonia en zoutzuur hebben een bepaalde concentratie. Dat betekent dat beide oplossingen een bepaalde 'sterkte' hebben. Er zijn oplossingen van verschillende concentratie beschikbaar. De 5 mL zoutzuur die we gebruikt hebben bevatte 109,5 mg waterstofchloride. De 5 mL ammonia bevatte 510 mg ammoniak.
a. Bereken de concentraties van het zoutzuur en ammonia in g/L.
b. Zou je dezelfde hoeveelheid salmiak kunnen maken door in plaats van 5 mL oplossing, 2,5 mL te gebruiken van een oplossing waarvan de concentratie twee keer zo groot is? Goed uitleggen met behulp van een berekening (tip: verdubbel eerst de concentratie).

## 7.3 Reactie en reactieschema

**Mengen of reactie?**
Salmiak, een hoofdbestanddeel van drop, maak je door oplossingen van waterstofchloride en ammoniak samen te voegen. De witte stof die je na indampen overhoudt, ziet er anders uit dan de twee oplossingen waarmee je begint. Een product kun je op twee verschillende manieren maken: je kunt bestaande stoffen met elkaar mengen, waarbij er een nieuw product ontstaat. In dit product zijn de stoffen die je gemengd hebt nog steeds aanwezig. Of je kunt een nieuwe stof maken door twee of meer stoffen met elkaar in contact te brengen. Hierbij verdwijnen die stoffen en ontstaat er een nieuw product. Dit noem je een **chemische reactie.**

Als je een nieuwe stof wilt maken, kan dat alleen door een chemische reactie te laten verlopen. Bij een chemische reactie verdwijnen de stoffen waarmee je begint. Deze stoffen heten **beginstoffen**. Bij een chemische reactie of kortweg reactie ontstaan één of meer nieuwe stoffen. Dat hangt van het type reactie af. De stoffen die ontstaan, zijn de **reactieproducten**. In figuur 7.1 is het verschil tussen mengen van stoffen en stoffen die een chemische reactie met elkaar aan gaan schematisch weergegeven.




*Figuur 7.1, Het verschil tussen mengen en een chemische reactie schematisch weergegeven.*

Als je stoffen gemengd hebt, dan kun je de stoffen weer van elkaar scheiden met behulp van een scheidingsmethode. De beginstoffen bij een chemische reactie kun je niet meer terug krijgen door het reactieproduct te scheiden. De stof(fen) die ontstaan is (zijn) bij een chemische reactie is (zijn) zuivere stof(fen). De beginstoffen 'zitten daar niet meer in'.

**Hoe noteer je een chemische reactie?**
Bij het maken van salmiak in practicum 18 hebben we gezien dat je salmiak kunt maken uit de twee gassen waterstofchloride en ammoniak. Deze reactie tussen waterstofchloride en ammoniak geef je als volgt weer in een **reactieschema**.

waterstofchloride (g) + ammoniak (g) → salmiak (s)

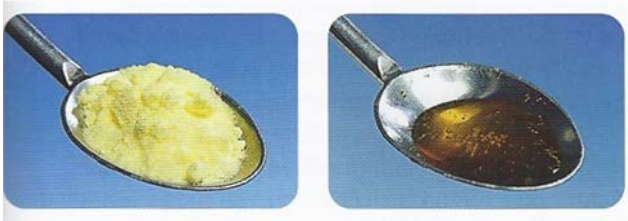
Je ziet dat voor de pijl, die de reactie aangeeft, de namen van de beginstoffen worden genoteerd. Na deze reactiepijl staat het reactieproduct of producten (als er meer dan één reactieproduct ontstaat. Achter de naam van de stoffen vermeld je de toestandsaanduiding (fase) van de stof. Met een afkorting geef je aan of de stof **vast (s)**, **vloeibaar (l)**, of **gasvormig (g)** is. Er is ook een manier om aan te geven dat een stof is **opgelost in water (aq)**. In een reactieschema staat niet alles vermeld. Zo vind je bijvoorbeeld niet in welke vorm de stof is (poeder, klontjes), de handelingen die uitgevoerd worden (schudden, roeren) of dat er energie wordt toegevoegd. (verwarmen).

**Mengen, een faseovergang of een chemische reactie?**
Het is soms moeilijk met het blote oog vast te stellen of een reactie heeft plaatsgevonden of dat de stoffen alleen maar gemengd zijn. Maar wanneer bij het maken van salmiak twee gassen verdwijnen en een vaste stof ontstaat, kun je er vanuit gaan dat de stoffen hebben gereageerd. Deze nieuwe stof heeft stofeigenschappen die de beginstoffen niet hebben. Bijvoorbeeld dat het een vaste stof is bij kamertemperatuur, terwijl de beginstoffen gassen zijn. (Figuur 7.2)

*Figuur 7.2, De gassen waterstofchloride en ammoniak reageren tot vast salmiak.*

Om er achter te komen of er een chemische reactie is opgetreden moet je de stofeigenschappen van de beginstoffen en de reactieproducten met elkaar vergelijken. Maar dit moet je dan wel eerlijk doen. Een voorbeeld:

Stel je verwarmt een vaste stof en ziet dat er hierbij een vloeistof ontstaat. Je zou dan kunnen denken dat er een chemische reactie heeft plaatsgevonden. De stof die ontstaat is vloeibaar, terwijl de beginstof vast is. Maar om de stofeigenschap fase eerlijk te vergelijken moeten beide stoffen wel vergeleken worden bij dezelfde temperatuur. Als de stoffen dan nog verschillen in stofeigenschap(pen), dan weet je dat er een chemische reactie is opgetreden, anders was het een faseovergang. (Figuur 7.3)

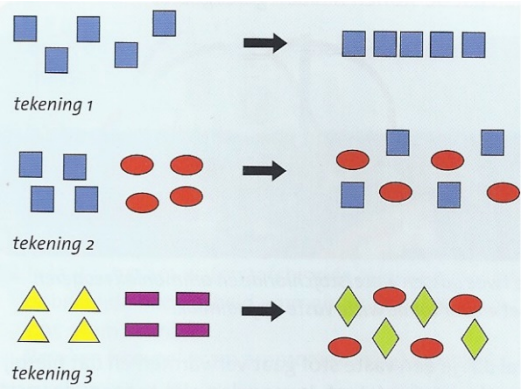


*Figuur 7.3, Pas als de vloeibare stof weer is afgekoeld (rechts) kun je bepalen of er een chemische reactie heeft plaats gevonden bij het verwarmen van zwavel (links)*

**Opdracht 3**
Bij het maken van salmiak ontstaat één stof. In een dropje kan een ervaren proever de verschillende ingrediënten proeven.
a) Is salmiak een zuivere stof of een mengsel?
b) Is drop een zuivere stof of een mengsel?

**Opdracht 4**
Een reactie kun je noteren in een reactieschema.
a) In het reactieschema staan de reactieproducten voor/achter de pijl.
b) Wat betekent de pijl in het reactieschema?

**Opdracht 5**
Bekijk de tekeningen hiernaast en geef aan bij welk(e) proces(sen) sprake is van een chemische reactie.



**Opdracht 6**
In practicum 19 heb je salmiak gemaakt door oplossingen van ammoniak (ammonia) en waterstofchloride (zoutzuur) bij elkaar te brengen. Geef het reactieschema van de reactie die dan optreedt.

**Sublimeren van salmiak**
Bij het maken van salmiak uit ammonia en zoutzuur moet je voorzichtig verwarmen. Het gevormde salmiak kan door te heet verwarmen namelijk **sublimeren**. Voorspel wat je ziet gebeuren, wanneer je salmiak te heet verwarmt.

## *Practicum 20 - sublimeren (demonstratie)*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**
- Reageerbuis met salmiak
- Gasbrander

**Uitvoering**
1. De docent/TOA houdt de buis in een ruisende vlam.
2. Noteer je waarnemingen.

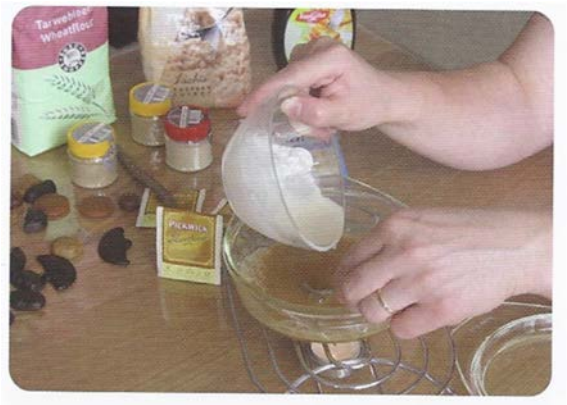
**Vragen bij het practicum**
1. Beschrijf hoe je een ruisende vlam kunt maken
2. Waarom gebruikt de docent/TOA een ruisende vlam
3. Klopt je voorspelling van practicum 20.

**Opdracht 7**
Beschrijf in je eigen woorden wat sublimeren is.

**Opdracht 8**
Suiker is een ingrediënt in snoep. Wanneer je suiker voorzichtig in een pannetje verwarmt, krijg je een geelbruine vloeistof. (Figuur 7.4)
a) Hoe kun je onderzoeken of een reactie is opgetreden?
b) Schrijf op wat je zult waarnemen als er geen reactie is opgetreden. Licht je antwoord toe.

*Figuur 7.4, De geelbruine vloeistof die ontstaat bij het verwarmen van suiker.*

## *Practicum 21 - Drop maken (viertal)*



Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**

- driepoot en gaasje
- plank
- gasbrander
- roerstaaf
- een zakje zoethoutthee
- bruine suiker (3 theelepels)
- salmiak (1/2 theelepel van practicum 19, of uit pot)
- gelatine (1 velletje)
- maïzena (8 kleine theelepeltjes)
- bekerglas van 100 mL
- 2 Plastic bekertjes

**Uitvoering**

1. Laat een velletje gelatine, 5 minuten in een plastic bekertje in koud water weken.
2. Maak ondertussen in een ander bekertje een papje van 8 theelepels maïzena en een **beetje** water. Er mogen in dit bloempapje geen klonten ontstaan!
3. Verwarm 75 mL water in het bekerglas. Stop met verwarmen als het water kookt. Maak daarna sterke zoethoutthee van dit verwarmde water met het theezakje.
4. Meng 3 theelepels bruine suiker met de zoethoutthee.
5. Voeg een halve theelepel salmiak toe aan het mengsel voor gewone drop of anderhalve theelepel salmiak voor zoute drop.
6. Verwarm voorzichtig totdat het zoethout extract begint te koken.
7. Voeg het geweekte gelatineblaadje toe. (Dus niet het water waarin het geweekt is.)
8. Zet de brander uit en roer goed door.
9. Direct in kleine porties het maïzena papje toevoegen, terwijl je goed blijft roeren. Er mogen geen klonten ontstaan.
10. Als het mengsel glad en gebonden is, Laat je het afkoelen en giet je het in een plastic bekertje waarvan je de massa bepaald hebt. (gebruik hiervoor het bekertje waar de gelatine in geweekt heeft.

**Opdrachten bij het practicum**

1. Bepaal de volgende les de massa van de uitgeharde drop.
2. Bewaar de drop voor volgende opdrachten.

## 7.4 Wet van behoud van massa

**Wat gebeurt er met de massa bij een reactie?**
Bij het maken van drop doe je verschillende ingrediënten bij elkaar. In het algemeen is het heel logisch als de massa's van de stoffen voor en na de reactie even groot zijn. Dit heet **de wet van behoud van massa**.

Bij het maken van salmiak heeft een chemische reactie plaatsgevonden. De beginstoffen zijn verdwenen en het reactieproduct, salmiak is ontstaan. Onderzoek heeft aangetoond dat 3,6 gram waterstofchloride precies reageert met 1,7 gram ammoniak. Bij deze hoeveelheden verdwijnen die beginstoffen helemaal. Omdat ook bij reacties de wet van behoud van massa geldt, ontstaat 5,3 gram salmiak.

**Wet van Lavoisier**
De Fransman Lavoisier (1743-1794) (Figuur 7.5) was de eerste die de wet van behoud van massa ook voor chemische reacties formuleerde. Daarom heet die wet van massa behoud in de scheikunde ook wel de wet van Lavoisier. Lavoisier en een andere Fransman, Joseph Proust, hebben veel onderzoek aan reacties gedaan. Proust ontdekte dat de beginstoffen bij een reactie altijd in een constante massaverhouding reageren.
Wanneer je meer ammoniak neemt bij een gelijkblijvende hoeveelheid waterstofchloride dan blijft een deel van het ammoniak over. Die kan niet reageren omdat het waterstofchloride op is. We zeggen dan dat je bij de uitvoering van deze proef een **overmaat** ammoniak hebt.

*Figuur 7.5, Lavoisier*

### *Practicum 22 – Geldt de wet van Lavoisier altijd? (demonstratie)*
Laboratoriumjas

**Benodigdheden**
- Balans
- Erlenmeyer met een calciumchloride-oplossing
- Erlenmeyer met zoutzuur
- 2 Reageerbuisjes met een soda-oplossing
- Stoppen

**Uitvoering**
1. De docent/TOA weegt de erlenmeyer met calciumchloride met daarin het buisje met soda-oplossing.
2. Daarna worden de twee vloeistoffen met elkaar in contact gebracht.
3. De massa wordt gecontroleerd.
4. Herhaal de proef, maar nu met de erlenmeyer met zoutzuur en het buisje met soda-oplossing.

## *Practicum 23 de vorming van ijzeroxide (demonstratie proef)*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**

- Balans of weegschaal
- IJzer (staalwol)
- Batterij

**Uitvoering**

**1.** Aan beide kanten van de weegschaal wordt evenveel ijzer neergelegd
**2.** Houd aan één kant van de weegschaal er even een batterij bij, zodat het staalwol gaat gloeien.
**3.** Blaas nu zachtjes tegen het staalwol en zorg dat het overal gaat gloeien. Blaas niet te hard, anders vliegen de vonken ervan af!
**4.** Voorspel of de massa van het propje als het is uitgegloeid meer of juist minder zal wegen.

**Vragen bij de proef**

1. Was je voorspelling juist? Waarom wel, waarom niet?
2. Leg uit of je vindt dat bij deze proef de wet van Lavoisier (wet van behoud van massa) geldt.

**Opdracht 8**
Beschrijf in je eigen woorden de wet van behoud van massa.

**Opdracht 9**
Bereken hoeveel gram salmiak ontstaat als je 7,2 gram waterstofchloride en 3,4 gram ammoniak met elkaar laat reageren. Beide stoffen verdwijnen helemaal.

**Opdracht 10**
Je laat 5,4 gram waterstofchloride reageren met een onbekende hoeveelheid ammoniak. Er ontstaat 7,95 gram salmiak. Bereken hoeveel gram ammoniak je minimaal hebt gebruikt.

**Opdracht 11**
Treedt een reactie op als je waterstof chloride en ammoniak niet in de juiste verhouding bij elkaar brengt?

A. Ja, want een van de twee stoffen zal volledig op reageren en van de andere stof zal een deel overblijven.
B. Nee, omdat de stoffen niet in de juiste verhouding aanwezig zijn, zullen ze niet met elkaar reageren.

**Wat is opbrengst en rendement?**
Als je zoutzuur en ammonia samenvoegt, treedt een reactie op. Na indampen van het mengsel kun je bepalen hoeveel gram salmiak daarbij is ontstaan. Dat heet de opbrengst. De opbrengst is de werkelijk verkregen hoeveelheid product. Door heel voorzichtig en langzaam te verwarmen, bijvoorbeeld in een waterbad, kun je de opbrengst misschien nog verhogen.
Als je weet hoeveel waterstofchloride en ammoniak met elkaar reageren, kun je berekenen hoeveel gram salmiak je maximaal in theorie kunt krijgen.

Door de opbrengst te delen door de maximaal haalbare hoeveelheid, bepaal je het **rendement**.

$$\text{rendement} = \frac{\text{opbrengst}}{\text{maximale hoeveelheid}} \times 100\%$$

**Opdracht 12**
In practicum 21 heb je drop gemaakt.

a) Zoek in je eigen aantekeningen op of vraag aan een klasgenoot als je deze les gemist hebt, hoeveel drop er ontstaan is.
b) Leg uit dat dit de opbrengst is.
c) Bepaal hoeveel gram grondstoffen er gebruikt is voor het maken van deze hoeveelheid drop. Maak hierbij gebruik van de volgende gegevens:

| Ingrediënt | Massa (g) |
|---|---|
| velletje gelatine | 1,7 |
| theelepel salmiak | 3 |
| theelepel bruine suiker | 3 |
| theelepels maïzena | 1,5 |
| een zakje zoethoutthee | 2 |

Naast deze ingrediënten heb je ook nog 75 mL water gebruikt.

d) Bereken hoeveel gram water je hebt gebruikt.
e) Bereken de maximale hoeveelheid drop die kon ontstaan uit deze hoeveelheid ingrediënten.
f) Bereken je rendement.
g) Geef een verklaring waarom het rendement niet 100% is.

Je kunt de prijs van alle ingrediënten uitzoeken en zelf drop gaan maken en verkopen. Een zakje drop in een winkel kost echter veel meer dan de kostprijs van de ingrediënten.

h) Waarom is drop in de winkel veel duurder?

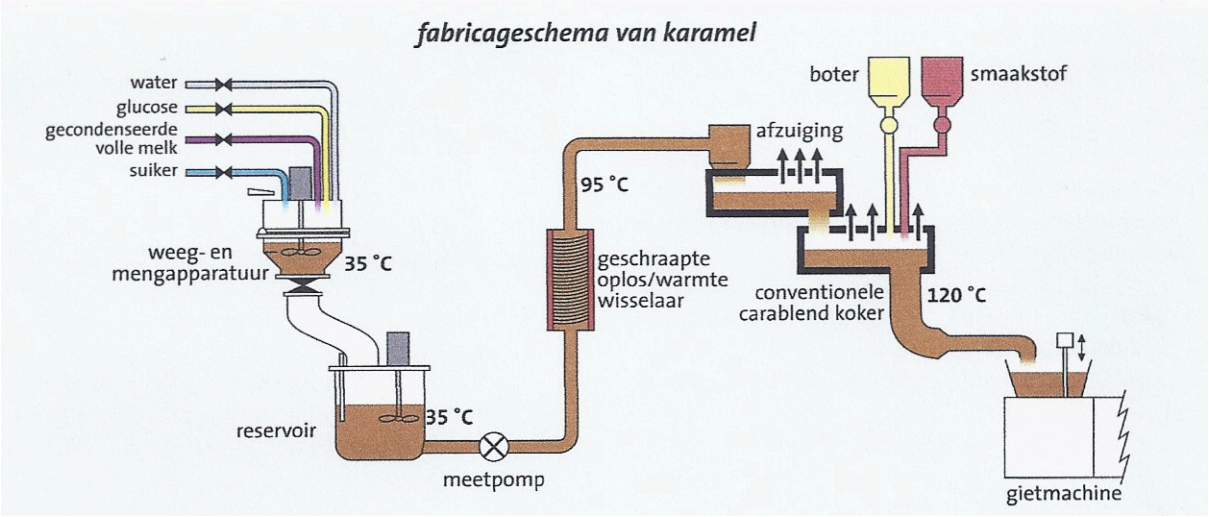
OM TE ONTHOUDEN

- Bij een reactie blijft de totale massa constant: de massa van de beginstoffen is gelijk aan de massa van de reactieproducten.
- De opbrengst is de ontstane hoeveelheid product
- Het rendement geeft het percentage van de maximale haalbare hoeveelheid product aan.

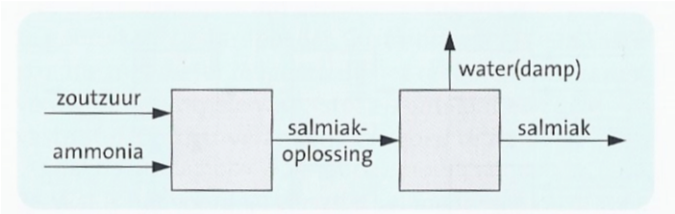
## 7.5 Blokschema's en opschalen

**Hoe produceer je in het groot?**
In de keuken of in het scheikundelokaal kun je op kleine schaal winegums maken. In een fabriek worden per dag wel 80 miljoen winegums gemaakt. De stap om van laboratoriumomstandigheden naar fabrieksomstandigheden te gaan, heet opschalen. De processen in een echte fabriek verschillen meestal niet zoveel in vergelijking met de uitvoering in het klein. De hoeveelheden zijn natuurlijk veel groter en als er iets overblijft, 'recycle' je dat.

Vanwege de grotere hoeveelheden, het recyclen en het automatiseren van de handelingen is het productieproces in een fabriek vaak ingewikkeld. De productie van karamel bijvoorbeeld is hieronder schematisch weergegeven.




**Hoe geef je een productieproces schematisch weer?**
De schematische tekening van het produceren van karamel kun je nog verder vereenvoudigen. De stofstromen kun je voorstellen door lijnen en de apparaten en vaten door blokken. Je krijgt dan een blokschema.
Een blokschema voor de productie van salmiak uit zoutzuur en ammonia ziet er als volgt uit.




De stoffen komen bijeen in een reactievat. (het eerste blok). Nadat de reactie heeft plaatsgevonden, damp je in een tweede vat het reactieproduct in (blok 2).

Als je de beginstoffen niet in de juiste hoeveelheden hebt gemengd, houd je een van de beginstoffen over. Je moet dan een extra stap aan het blokschema toevoegen. Een blok waarin je het reactieproduct en de beginstof die over is, scheidt. De beginstof leid je weer terug via een leiding het eerste vat in. Dit noem je recyclen of hergebruiken. Er hoeft in een vat natuurlijk niet altijd een chemische reactie plaats te vinden. Je kunt er ook stoffen mengen of scheiden.

**In een blok vindt een proces plaats: mengen, scheiden of reageren.**
**Een pijl geeft het transport van stoffen weer.**

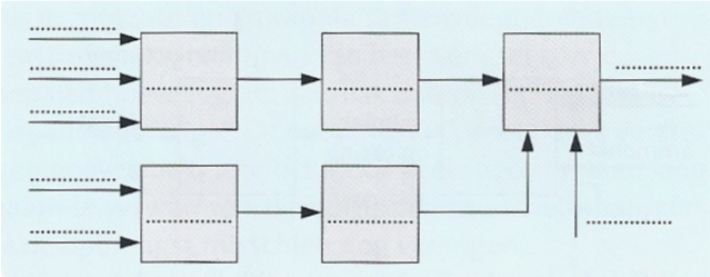
**Opdracht 13**
In practicum 21 is een kleine hoeveelheid drop gemaakt. Om veel drop te maken en te kunnen verkopen moet de drop lekker smaken en er aantrekkelijk uit zien.

a) Overleg met je docent of je de drop mag proeven. Komt de smaak overeen met je verwachtingen?
b) Zou je wat aan de samenstelling van de drop willen veranderen? Zo ja, wat?
c) Wat vind je van de kleur van de drop die is gemaakt?
d) Hoe zou je de kleur lichter kunnen maken?
e) Bedenk ook een manier om de kleur juist donkerder zwart te maken.

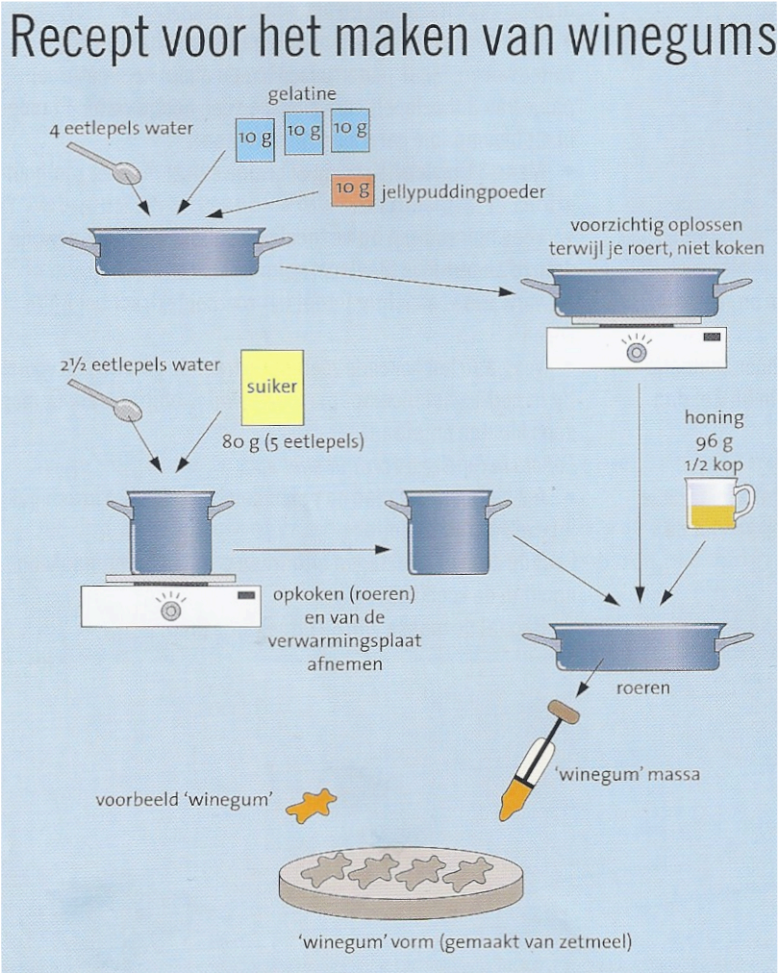
**Opdracht 14**
Stel dat je in de klas per viertal ongeveer 20 winegums kunt maken.

a) Bedenk hoe je in een fabriek dit kleine aantal kunt vergroten tot 80 miljoen winegums per dag.
b) Bereken hoeveel jellypuddingpoeder en gelatine hiervoor nodig is. De gegevens die hiervoor nodig zijn kun je vinden in het recept op de volgende bladzijde.
   Bij opschalen moet je met een aantal zaken rekening houden, zoals milieuvoorschriften en kosten.
c) Bedenk met welke zaken een snoepfabriek rekening moet houden.

**Opdracht 15**
Neem onderstaand blokschema voor de productie van winegums over.



In dit blokschema ontbreken de namen van de stoffen en de processen. Bekijk het recept voor de bereiding van winegums en vul de ontbrekende namen in.




**Recept Winegums**

- Voeg 10 gram jellypuddingpoeder, 30 gram gelatine en vier eetlepels water bij elkaar in een kleine pan en laat dit vijftien minuten staan. Verwarm vervolgens voorzichtig totdat alles is opgelost.
- Breng ondertussen in een tweede pannetje 80 gram suiker en tweeënhalve eetlepel water voorzichtig aan de kook. Deze oplossing voeg je toe aan de eerste pan samen met 96 gram honing. Goed roeren en warm houden.
- Het mengsel kun je nu uitschenken in (zelfgemaakte) vormpjes. De mal voor de vormpjes kun je maken van zetmeel of agar agar. Maar ook van een grote platte bak met tarwemeel waarin je van tevoren zelf met drop of winegums vormpjes hebt gedrukt.

**Opdracht 16**

Je begint een fabriek waarin je salmiak gaat maken met behulp van ammoniak en waterstofchloride. De eerste stap is dat je beide gassen apart in water brengt.

a) Vindt er een reactie plaats? Zo ja, hoe weet je dat? Zo nee, wat dan?

Daarna breng je beide vloeistoffen bij elkaar in een vat.

b) Leg uit of in dit vat een reactie plaatsvindt.

De vloeistof uit dit vat pomp je naar een ander vat, waarin je de vloeistof langzaam verwarmt.

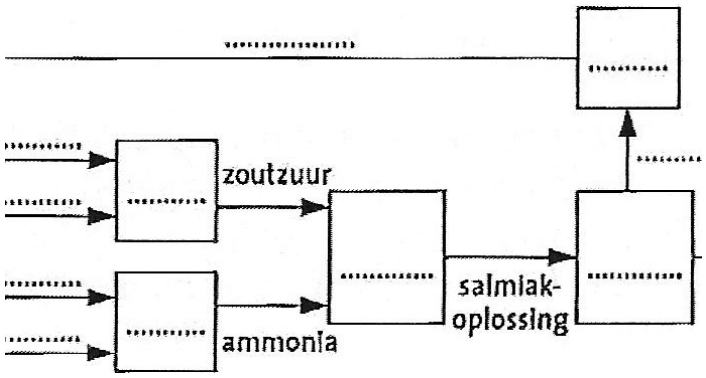
c) Welk proces vindt hier plaats?

De damp laat je niet ontsnappen maar vang je op in een koeler.

d) Welke stof is verdampt en in de koeler weer vloeibaar geworden?

e) Leg uit of je deze stof opnieuw kunt gebruiken in je fabriek.

f) Neem het onderstaand blokschema over in je schrift en maak het af door de ontbrekende namen van stoffen en processen in te vullen.



## 7.6 Het aantonen van stoffen

Als snoep verkocht gaat worden zal dat aan een aantal voorwaarden moeten voldoen. De stoffen die gebruikt zijn om het snoep te maken moeten op de verpakking komen te staan, met de daarbij behorende hoeveelheden. In een laboratorium kun je testen of die stoffen ook daadwerkelijk aanwezig zijn. Dat noemen we het aantonen van stoffen.

In deze paragraaf gaan we de volgende stoffen aantonen:
- gelatine
- water
- koolstofdioxide
- zwaveldioxide

**Gelatine** kun je aantonen met **natronloog** en **Fehling 1**. Fehling 1 zorgt voor een kleurverandering als gelatine aanwezig is. Fehling I is een **reagens** (meervoud reagentia), **indicator** of **aanwijsstof** voor gelatine.

Er zijn nog veel meer stoffen die je kunt aantonen door ze te laten reageren met een geschikt reagens. Tijdens die reactie treedt dan ook iets zichtbaars of meetbaars op dat kenmerkend is voor de gezochte stof. Hierdoor weet je dat die gezochte stof aanwezig is. Met een reagens kun je dus een stof aantonen.

**Wat is een goed reagens?**
Met Fehling I kun je naast gelatine ook nog andere stoffen aantonen. Een reagens dat op dezelfde manier reageert met veel andere stoffen, is niet selectief.
Een **selectief reagens** toont slechts één of weinig verschillende de stoffen aan.
Hoe kleiner de hoeveelheid gezochte stof is die je kunt aantonen, hoe gevoeliger het reagens is. Een **gevoelig reagens** reageert al met heel weinig van de aan te tonen stof.

**De kwaliteit van een reagens wordt bepaald door de gevoeligheid en de selectiviteit.**

Een belangrijk bestanddeel van drop en ander snoep is gelatine. Dit is een eiwit dat bij mensen en dieren in botten voorkomt. De gelatine in snoep komt vaak van gekookte dierlijke botten. Er bestaat ook 'vegetarische drop', De gelatine is dan vervangen door arabische gom.

### *Practicum 24 - Gelatine aantonen (tweetal)*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**
- Reageerbuis met 2 mL gelatine-oplossing
- Reageerbuis
- Spuitfles met gedestilleerd water
- Natronloog
- Fehling I
- Reageerbuisrekje

**Uitvoering**

1. Vul de lege reageerbuis met evenveel gedestilleerd water als er aan gelatine-oplossing in de andere reageerbuis zit.
2. Voeg aan beide reageerbuizen 2 mL natronloog en 3 druppels Fehling 1 toe.

**Vragen bij het practicum**

1. Beschrijf wat je waarneemt als je gelatine aantoont.
2. Je weet nu hoe je gelatine kunt aantonen. Kun je gelatine op deze manier ook in drop en winegums aantonen?
3. Leveren de verschillende kleuren van drop en winegums ook problemen op?
4. Welke scheidingsmethode zou je kunnen/moeten toepassen om de kleur te verwijderen?
5. Fehling I is een reagens waarmee je eiwitten kunt aantonen. Gelatine is een eiwit. Leg uit of je met zekerheid kunt zeggen dat je gelatine in drop en winegums hebt aangetoond.
6. Leg uit wat je vindt van de selectiviteit van dit reagens.

**Opdracht bij het practicum:**

Neem onderstaand schema over op een leeg blad in je schrift. En vul in. Zorg ervoor dat er onder het schema ruimte blijft om de gegevens in te vullen van andere aantoningsreacties.

| Reagens | Aantonen van: | Wat neem je waar: |
|---|---|---|
| | | |

Om aan te tonen of een stof watervrij is, kun je vochtvreters gebruiken. Als er geen water in de stof of de omringende lucht aanwezig is, blijft de vochtvreter droog. Wanneer slechts een klein beetje water aanwezig is, wordt de vochtvreter langzaam vochtig. Dat is echter moeilijk met het blote oog waar te nemen. De kleur verandert niet. Je zou de opname van water wel kunnen aantonen door de massatoename te bepalen.

Het is gemakkelijker om een ander **reagens voor water** te gebruiken: **custardpoeder** of **wit kopersulfaat**. Custardpoeder is een vaste stof die water bindt. Bij het binden van water verdwijnt de witgele vaste stof en ontstaat een gele vaste stof. De kleurverandering is goed te zien. Wit kopersulfaat is een ander reagens dat met water reageert. Bij aanraking met water wordt de vaste witte stof kopersulfaat een blauwe vaste stof, blauw kopersulfaat.

## *Practicum 25 – water aantonen met wit kopersulfaat (demonstratie)*

Laboratoriumjas

**Benodigdheden:**

- reageerbuisje gevuld met wasbenzine
- reageerbuisje met water
- wit kopersulfaat

**Uitvoering**

Een spatelpunt wit kopersulfaat wordt toegevoegd aan de reageerbuis met wasbenzine en aan de reageerbuis met water.

**Opdracht bij het practicum**

Vul deze aantoningsreactie in in het schema.

## *Practicum 26 − Water aantonen met custardpoeder (tweetallen)*

Laboratoriumjas

**Benodigdheden**

- Reageerbuisje met water
- Jullie zelf gemaakte drop en salmiak
- Spatel
- Custardpoeder

**Uitvoering**

1. Voeg wat custardpoeder toe aan het reageerbuisje met water. Vul de gegevens in het schema van de aantoningsreacties.
2. Neem je zelfgemaakte drop, maak deze een beetje klein met een spatel. Doe op je kleingemaakte drop wat custardpoeder en meng het zo goed mogelijk met elkaar. Herhaal dit ook met de salmiak.

**Vraag bij het practicum**

Verklaar de kleurverandering na het toevoegen van de custardpoeder aan het drop

Bij het verwarmen van koolstof ontstaat er een reactie van koolstof met zuurstof. Het reactieproduct is het gas koolstofdioxide. Koolstofdioxide kan je aantonen met het reagens helder kalkwater. Als er koolstofdioxide aanwezig is zal het helder kalkwater troebel wit worden.

## *Practicum 27 − Aantonen van koolstofdioxide (demonstratie)*

Laboratoriumjas
veiligheidsbril

**Benodigdheden:**

- Gasbrander
- Opstelling met een bolbuis met koolstof en waterstraalpomp
- Gaswasfles met kalkwater en een terugslagfles

**Uitvoering**

1. De waterstraalpomp wordt aangezet, zodat de lucht over de koolstof, en door het kalkwater wordt geleid.
2. Het koolstof wordt voorzichtig verhit. Het koolstofdioxide wat ontstaat wordt door het kalkwater geleid.

**Uitwerking van het practicum**

Maak een tekening van de opstelling en geef met pijltjes aan hoe het gas door de opstelling heen geleid wordt.
Vul het aantoningsreactieschema in.

**Vragen bij het practicum**

1. Geef het reactieschema van de reactie van koolstof met zuurstof met toestandsaanduidingen.
2. Welke stof zorgt ervoor dat het heldere kalkwater troebel wit wordt.
3. Stel dat de lange buis in de gaswasfles aan de kant van de waterstraal pomp zit. Kan je dan nog steeds de aanwezigheid van het gas koolstofdioxide aantonen? Goed uitleggen.

**Gevoeligheid van kalkwater**

Knettersnoepjes zijn kleine brokjes snoep die in je mond gaan knetteren. Dit knetteren is het gevolg van een reactie tussen het snoepje en het vocht in je mond. Knettersnoepjes bestaan uit harde stukjes snoep waarin gas zit opgesloten. Door het vocht lost het suiker in het snoepje op waardoor het snoepje bros wordt en het gas ontsnapt. Het gas dat ontsnapt, is koolstofdioxide.

## *Practicum 28 – knettersnoep (viertallen)*

laboratoriumjas

**Benodigdheden**

- Reageerbuisrekje
- Kalkwater
- Knettersnoep
- Reageerbuizen

**Uitvoering**

**1.** Je krijgt een reageerbuis met daarin een afgewogen hoeveelheid knettersnoep.
**2.** Voeg aan de reageerbuis met knettersnoep ongeveer 3,0 mL kalkwater toe.
**3.** Neem onderstaande tabel over in je schrift en noteer de hoeveelheid knettersnoep die is afgewogen.
**4.** Noteer bij 'kalkwater troebel' ook je overige waarnemingen.
**5.** Vul de tabel in, ook met de verzamelde waarnemingen op het bord.

**Vragen bij het practicum**

1. Bepaal vanaf welke massa snoepjes je de aanwezigheid van koolstofdioxide in de snoepjes kunt aantonen.
2. Leg uit wat je vindt van de gevoeligheid van kalkwater.

| Buis | Massa (ongeveer) (g) | Massa afgewogen (g) | Waarnemingen ++, +, +/−, − |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |

**Zwaveldioxide**
Zwaveldioxide (E220) is een al zeer oud conserveermiddel dat veel wordt toegepast in de voedingsmiddelenindustrie. Zwaveldioxide wordt gemaakt door zwavel te laten reageren met zuurstof. Daarnaast gaan we zien hoe we zwaveldioxide kunnen aantonen met een aantoningsreactie.

## *Practicum 29 Synthese van zwaveldioxide (demonstratie)*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**
- Gasbrander
- Bril
- Lepel
- Zwavel
- Erlenmeyer met zuurstof

**Uitvoering**
1. Een erlenmeyer wordt met zuurstof gevuld.
2. Een lepel met zwavel wordt in de zuurkast in een vlam gehouden tot de zwavel brandt. Hij houdt in de zuurkast een lepel met zwavel in de vlam, totdat de zwavel brandt.
3. Als de zwavel brandt wordt deze in de erlenmeyer met zuurstof geplaatst.

**Vragen bij de proef:**
1. Hoe komt het dat de kleur van de vlam veel feller wordt, als je de brandende zwavel in de erlenmeyer stopt?
2. Schrijf het reactieschema op met toestandsaanduidingen.
3. Hoe zou je een erlenmeyer kunnen vullen met pure zuurstof?

## *Practicum 30 − Aantonen van zwaveldioxide (demonstratie)*

Laboratoriumjas
veiligheidsbril

**Benodigdheden:**
- Gasbrander
- Opstelling met een bolbuis met zwavel
- Gaswasfles met broomwater en een terugslagfles
- Waterstraalpomp

**Uitvoering**
1. De waterstraalpomp wordt aangezet, zodat de lucht over de zwavel, en door het broomwater wordt geleid.
2. De zwavel wordt voorzichtig verhit. De zwaveldioxide die ontstaat wordt door het broomwater geleid.

**Uitwerking van het practicum:**
Vul deze aantoningsreactie in in het schema.

**Opdracht 17**
Om te testen of de salmiak die je gemaakt hebt ook echt watervrij is, kun je een reagens gebruiken.
a) Welk 2 reagentia (= meervoud van reagens) zijn geschikt om water aan te tonen?
b) Noteer het reactieschema van de reacties die plaatsvindt, als je water met de reagentia uit vraag a) aantoont.
c) Zou je ook kunnen zeggen dat water een reagens is om de stof uit vraag a aan te tonen?

**Opdracht 18**
Bij de bereiding van winegums is water nodig.
a) Beredeneer of dit water nog aanwezig is in het eindproduct: drop of winegums.
b) Beschrijf een proef waarmee je het antwoord op vraag a) kunt bewijzen.

## 7.7 Afsluitende vragen

**Opdracht 19**
Leg uit welke van de onderstaande processen een chemische reactie is?
a) ijsblokjes maken
b) zout bij de aardappels doen
c) braden van vlees
d) koken van water

**Opdracht 20**
Een mengsel van kaliumchloraat en suiker reageren met elkaar. Bij deze reactie ontstaat heel veel warmte. In de jaren 60 van de vorige eeuw werden rookbommen gemaakt uitgaande van een mengsel van kaliumchloraat, suiker en salmiak. Rook ontstaat wanneer kleine vaste deeltjes zich verspreiden in de lucht.
a) Geef een verklaring dat bij het aansteken van een mengsel van kaliumchloraat, suiker en salmiak een rookbom kan ontstaan?
b) Geef ook aan waar in dit proces sprake is van een chemische reactie.

**Opdracht 21**
In de proef met staalwol heeft ijzer met zuurstof gereageerd en is een nieuwe zwarte vaste stof, ijzer(II)oxide, ontstaan.
Stel je voor dat je de proef met 2,8 gram ijzer uitvoert. Er ontstaat 3,6 gram ijzeroxide.
a Stel het reactieschema voor deze reactie op.
b Bereken hoeveel gram zuurstof nodig is om hiermee volledig te reageren.

**Opdracht 22**
Je begint een fabriek waarin je chocolade gaat maken. De ingrediënten voor melkchocolade zijn: cacaomassa. cacaoboter, suiker, melkpoeder en soms ook vanille.
De eerste stap is dat je de ingrediënten bij elkaar doet. Het resultaat is een viskeuze chocolademassa.

a) Welk proces vindt hier plaats?

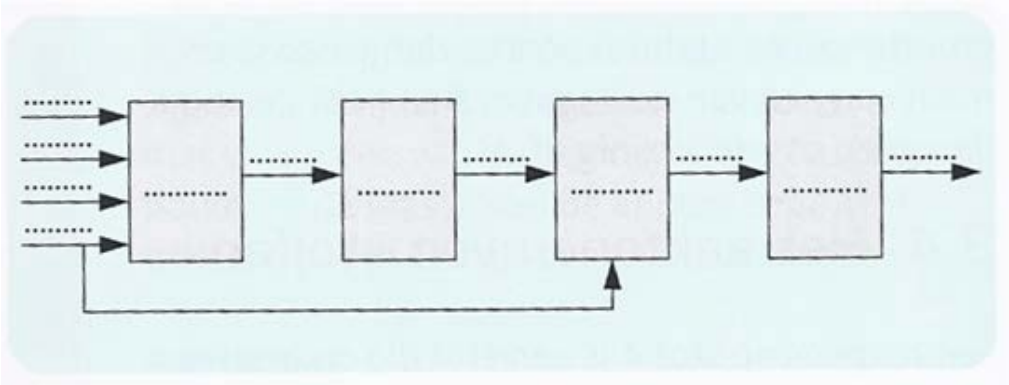
In de volgende stap laat je deze brij door een serie rollers of walsen lopen, zodat de brokken fijner gemaakt worden. Daardoor krijgt de toekomstige chocolade een betere vorm.

b) leg uit of in deze stap een chemische reactie plaatsvindt.

Na het walsen is de massa nog te droog en heeft nog niet de juiste smaak. Daarom voeg je het restant van de cacaoboter toe.

c) Welk proces vindt hier plaats?

De volgende en laatste stap is het 'tempereren'. Daartoe laat je de gesmolten chocoladebrij afkoelen van 50 °C tot 18 °C. Daarna laat je de temperatuur weer stijgen tot ongeveer 30 °C. Maak onderstaand blokschema af door de namen en de ontbrekende stoffen en processen in te vullen.



**Opdracht 23**

TNO in Apeldoorn heeft een schonere techniek ontwikkeld om koffie, cacao en noten te branden en te drogen. Tot nu toe werd daar hete lucht voor gebruikt. Hierdoor kwamen nogal wat geurstoffen via de schoorsteen in de atmosfeer terecht. Bij de nieuwe techniek worden de cacaobonen, de noten of de koffiebonen gemengd met heet zeolietpoeder. Zeoliet is een soort klei die veel water kan opnemen. Bij het mengen zorgt de warmte uit het zeoliet voor het branden van bijvoorbeeld de cacaobonen.

Het zeoliet neemt ook het water uit de cacaobonen op. Na scheiding van de cacaobonen en het zeoliet wordt het water uit het zeoliet gestookt. Daarna kunnen water en zeoliet opnieuw gebruikt worden. Bij cacaobonen zijn de milieuvoordelen het grootst.

De emissie (= uitstoot in de lucht) aan geurstoffen wordt met 90% teruggebracht in vergelijking met het huidige droog- en brandproces. Bovendien is volgens TNO 20% minder energie nodig. Het onderzoeksinstituut heeft het nieuwe proces op kleine schaal beproefd in een laboratoriumopstelling waarin enkele kilo's cacaobonen kunnen worden verwerkt.

Het branden van cacaobonen is anders dan het branden van papier.

a) Waarom is men op zoek gegaan naar alternatieven voor het branden van cacaobonen?

b) Welk tweede voordeel heeft de nieuwe methode in vergelijking met de nu gebruikte methode?

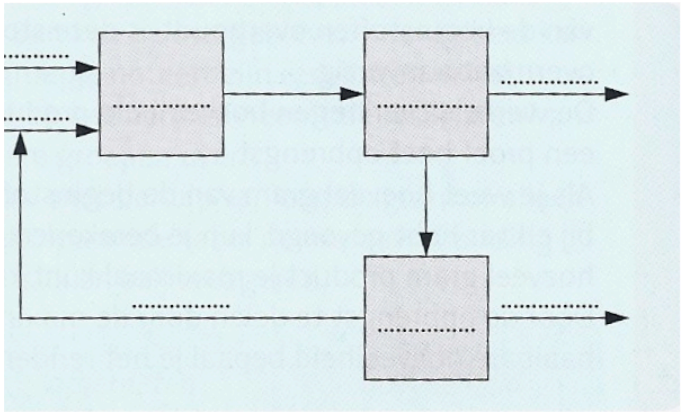
c) Welke functies vervullen de zeolietkorrels?

d) Waar blijft 90% van de geurstoffen bij het nieuwe proces?

e) Bedenk een reden waarom voor het nieuwe proces 20% minder energie nodig is.

f) Het proces kan schematisch in een blokschema worden weergegeven.

g) Neem het blokschema hiernaast over en zet de volgende woorden op de juiste plaats in de blokken en bij de pijlen: cacaobonen, gebrande cacaobonen, waterdamp, hete zeolietkorrels, zeolietkorrels, mengen, verwarmen, scheiden.



## 7.8 Samenvatting

**Chemische reactie**
Als je stoffen mengt of verwarmt, kunnen chemische reacties optreden. Bij een chemische reactie verdwijnen de beginstoffen en ontstaan nieuwe stoffen. Om te kunnen beoordelen of een reactie is opgetreden, moet je de beginstoffen en de reactieproducten, bij dezelfde temperatuur. bijvoorbeeld kamertemperatuur, vergelijken.

**Reactieschema**
Een chemische reactie geef je kort weer in een reactieschema:
Beginstof(fen) (toestandsaanduiding) → reactieproduct(en) (toestandsaanduiding)

Als **toestandsaanduidingen** kun je gebruiken vast (s), vloeibaar (l), gas (g) of opgelost in water (aq).

De vorm van de stof (poeder) en de handelingen (schudden, roeren) staan niet in een reactieschema. Ook vormen van energie die nodig zijn of vrij komen bij de reacties staan er niet in.

**Reagens**
Een reagens op stof A is een stof die op een herkenbare manier met stof A reageert. Een goed reagens is **selectief** (reageert met één stof of met weinig stoffen op dezelfde manier) en **gevoelig** (reageert al met een kleine hoeveelheid van die stof).

Als je bij een chemische reactie één van de beginstoffen overhoudt, is deze stof in **overmaat** aanwezig.

**Opbrengst en rendement**
De werkelijk verkregen hoeveelheid product bij een proef heet opbrengst.
Als je weet hoeveel gram van de beginstoffen je bij elkaar hebt gevoegd, kun je berekenen hoeveel gram product je theoretisch maximaal kunt krijgen. Door de opbrengst te delen door de maximaal haalbare hoeveelheid bepaal je het rendement.

$$\text{rendement} = \frac{\text{opbrengst}}{\text{maximale hoeveelheid}} \times 100\%$$

**Wet van behoud van massa**
Bij chemische reacties geldt ook de **wet van massabehoud** (wet van Lavoisier): de massa van alle beginstoffen samen is even groot als de massa's van alle reactieproducten samen.

**Blokschema**
De verschillende stappen in de bereiding van een product kun je schematisch weergeven in een blokschema. In zo'n blokschema geven de lijnen de leidingen met stofstromen weer en de blokken vaten waarin een handeling plaatsvindt zoals mengen, reageren of scheiden.

# 8 Chemische bouwstenen

- Welke soorten van chemische reacties zijn er? Wat zijn de kleinste deeltjes waaruit een stof bestaat? Kunnen we deze deeltjes zien? Hoe kunnen we een chemische reactie verklaren met behulp van deze kleinste deeltjes? Wat is een molecuulmodel? En wat is een atoom? Wat is een reactievergelijking? Gaat de wet van behoud van massa ook op voor moleculen en atomen? En wat is het getal van Avogadro?

## 8.1 Wat weet je al? Wat ga je leren?

In het vorige hoofdstuk heb je een nieuwe stof gemaakt en heb je stoffen gemengd. In dit hoofdstuk gaan we de chemische reacties die kunnen plaatsvinden verder bekijken en zien we dat we deze reacties kunnen onderverdelen in verschillende soorten reacties. Vervolgens gaan we de indeling van stoffen in zuivere stoffen en mengsels verder onderverdelen in ontleedbare en niet-ontleedbare stoffen.
Het kleinste deeltje waaruit deze stoffen bestaan kun je niet meer zien en om te begrijpen hoe de stoffen zijn opgebouwd hebben we een model nodig die ons helpt om te begrijpen waaruit de stoffen zijn opgebouwd.
Je gaat leren uit welke deeltjes alle stoffen bestaan. Deze deeltjes noemen we de bouwstenen. Bij een chemische reactie gaan alle bouwstenen van de beginstoffen los van elkaar en worden er nieuwe combinaties gemaakt. Dat zijn de reactieproducten. De bouwstenen noemen we atomen. Als er twee of meer atomen aan elkaar gekoppeld zijn noemen we het moleculen. Een molecuul is het kleinste deeltje van een stof dat nog de eigenschappen heeft van die stof. Als het molecuul verandert dan veranderen ook de stofeigenschappen.
Er zijn verschillende soorten atomen, ongeveer 120, daarvan zijn er ongeveer 30 belangrijk voor jullie. Je gaat leren hoe ze genoemd worden, hoe we ze opschrijven en kunnen gebruiken als er een chemische reactie plaatsvindt. Door het molecuulmodel kunnen we ook de wet van behoud van massa beter verklaren, en gaan berekeningen uitvoeren met atoommassa's, molecuulmassa's en de chemische hoeveelheid.
Als laatste ga je wat meer leren over verbrandingsreacties. Welke stoffen ontstaan bij een verbrandingsreactie en wanneer is er sprake van een volledige verbranding en wanneer van een onvolledige verbranding.

## 8.2 Chemische reacties

Bij het maken van drop in hoofdstuk 7 vinden twee soorten processen plaats: mengen en reageren. Bij het mengen van stoffen zijn de oorspronkelijke stoffen (soms moeilijk) nog te herkennen. Zo kan een geoefend proever in een mengsel van zout en suiker beide smaken nog steeds herkennen. Als een reactie optreedt, zoals bij het bij elkaar brengen van waterstofchloride en ammoniak, ontstaat een nieuwe stof, salmiak. De beginstoffen zijn verdwenen.

In de volgende proeven gaat het steeds om een chemische reactie. De stoffen die je gebruikt, zijn altijd zuivere stoffen.

## *Practicum 31 Pyriet (Demonstratie)*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**

- Gasbrander
- Knijper
- Reageerbuis met ijzerpoeder en zwavel

**Uitvoering**

1. Je docent/TOA doet in een reageerbuis een mengsel van ijzerpoeder en zwavel.
2. Het mengsel wordt verdeeld over de hele reageerbuis waarna een uiteinde in de vlam wordt gehouden.
3. Zodra een vuurverschijnsel optreedt, wordt de brander weg gehaald.

**Vraag bij het practicum**

De stof die bij deze reactie ontstaat, heet pyriet. (Dit is de triviale naam, de systematische naam is ijzersulfide.) Geef het reactieschema van deze reactie.

## *Practicum 32 Verhitten van magnesium (Tweetal)*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**

- Beschermplaat
- Kroezentang
- Gasbrander
- Stukje magnesium (lint)

**Uitvoering**

1. Houd met een tang een stukje magnesiumlint In de blauwe gasvlam.
2. Zodra je een fel licht ziet, moet je het lint uit de vlam halen en boven de beschermplaat houden. Niet loslaten! Niet in het felle licht kijken!

**Vragen bij het practicum**

1. Het reactieproduct van deze reactie heet perklaas. (Dit is de triviale naam, de systematische naam is magnesiumoxide). Geef het reactieschema.
2. Bij welk vak op school maak je wel eens gebruik van deze stof (het wordt dan anders genoemd)

## *Practicum 33 Verwarmen van kopersulfaat (demonstratie)*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**
- Gasbrander
- Reageerbuis met blauw kopersulfaat
- Bekerglas met koud water
- doorleidbuis met kurk
- reageerbuis

**Uitvoering**
1. De opstelling die hiernaast staat wordt gebouwd.
2. Verwarm de buis met het kopersulfaat met een zachte blauwe vlam.
3. Verwarm ook de rest van de buis door er met de vlam een aantal keren langs te gaan.

**Vragen bij het practicum**
1. Geef de namen van de reactieproducten die ontstaan.
2. Geef het reactieschema.

## *Practicum 34 Verhitten van suiker (tweetallen)*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**
- Gasbrander
- Reageerbuisrekje
- Reageerbuis met suiker
- Reageerbuisknijper

**Uitvoering**
1. Je krijgt een reageerbuis met een flinke schep suiker.
2. Verwarm de reageerbuis in het begin voorzichtig met een kleine blauwe vlam. Let op dat boven in de buis een kleurloze vloeistof ontstaat.
3. Zodra een gekleurde vloeistof ontstaat, kun je harder verhitten.
4. Onderzoek of de walm brandbaar is door er een brandende lucifer (gasaansteker) bij te houden.

**Vragen bij het practicum**
1. Beschrijf de verschillende reactieproducten die zijn ontstaan.
2. Geef de namen van deze reactieproducten. (Van sommige reactieproducten weet je de naam niet, maar kun je wel beschrijven)
3. Geef het reactieschema.

### *Practicum 35 Koper met zuurstof (demonstratie)*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**
- Gasbrander
- Driepoot en gaasje
- Schaaltje met koperpoeder

**Uitvoering**
1. Doe in een plat porseleinen schaaltje een laagje koperpoeder.
2. Zet het schaaltje op het gaasje op een driepoot. Zet de driepoot boven een brander.
3. Verwarm het koperpoeder zachtjes. Zodra je de kleur van het poeder aan de rand ziet veranderen, haal je de brander weg.

**Vraag bij het practicum**
Het reactieproduct dat ontstaat, heet tenoriet. (Dit is de triviale naam, de systematische naam is koperoxide.) Geef het reactieschema.

**Opdracht 1**
Zoek op YouTube een filmpje waar de ontleding van Ammoniumdichromaat goed op te zien is. Als je er geen kunt vinden vraag dan aan je docent om een link naar een filmpje. Beantwoord na het kijken van het filmpje de volgende vragen:
a. Schrijf je waarnemingen op.
b. Ga na dat er minimaal drie reactieproducten zijn.
c. Geef de namen van deze reactieproducten.
d. Geef het reactieschema

## 8.3 Soorten stoffen, soorten reacties

**Wat zijn ontledingsreacties, vormingsreacties, ontleedbare en niet-ontleedbare stoffen?**

**Opdracht 2**
Schrijf de reactieschema's van de practica 31 t/m 35 en opdracht 1 nog eens onder elkaar op. Noteer achter ieder reactieschema het aantal beginstoffen en het aantal reactieproducten. Geef daarna aan tot welke van de onderstaande 2 groepen de reactie behoord:

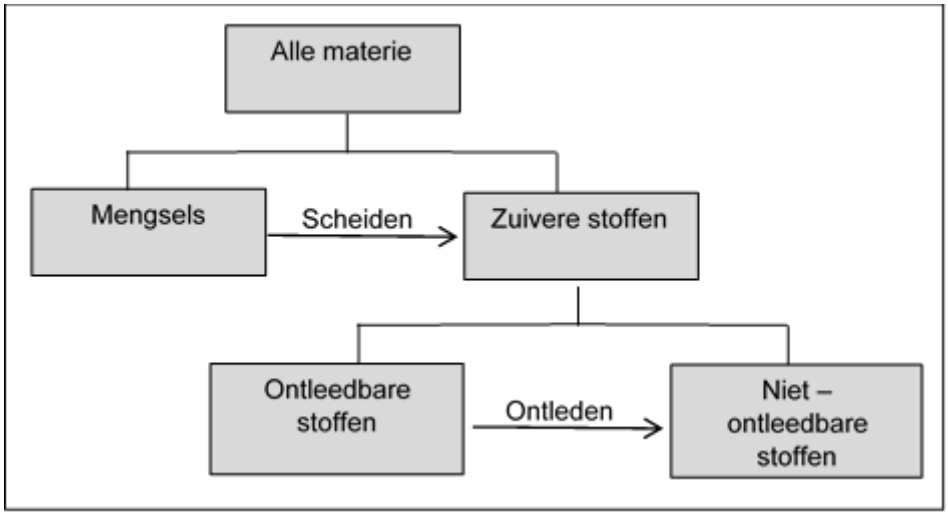
één stof → meerdere stoffen
meerdere stoffen → één stof

Als uit twee of meer beginstoffen één reactieproduct ontstaat, noem je zo'n reactie een **vormingsreactie.** Het omgekeerde, als uit één beginstof meerdere reactieproducten ontstaan, noem je een **ontledingsreactie**.

De beginstoffen van een ontledingsreactie kun je ontleden. Daarom noem je die '**ontleedbare stoffen**'. Maar ook de reactieproducten van een vormingsreactie zijn ontleedbare stoffen. Op de een of andere manier kan je die ook wel weer ontleden. Bedenk dat al deze stoffen wel zuivere stoffen zijn. Een ontleedbare stof is dus geen mengsel.

Er bestaan ook stoffen die je niet kunt ontleden. Daarom heten die: **niet-ontleedbare stoffen**. Er bestaan zo'n 20 miljoen zuivere stoffen. De meeste daarvan behoren tot de ontleedbare stoffen. Slechts een honderdtal behoren tot de niet-ontleedbare stoffen. Voorbeelden van niet-ontleedbare stoffen zijn: koper, magnesium, zuurstof, stikstof, chloor.

Je kunt dit samenvatten In het volgende schema.




**Opdracht 3**
Neem onderstaande tabel over en noteer alle stoffen uit de reactieschema's van opdracht 2 in de juiste kolom.

| Niet-ontleedbare stof | Ontleedbare stof | Niet zeker |
|---|---|---|
| | | |

**Opdracht 4**
Leg uit of een ontleedbare stof een smeltpunt of een smelttraject heeft.

**Opdracht 5**
Je kunt krijt maken door ongebluste kalk te laten reageren met koolstofdioxidegas.
a. Geef het reactieschema.
b. Leg uit of krijt een ontleedbare of een niet-ontleedbare stof is.
c. Zijn ongebluste kalk en/of koolstofdioxide ontleedbare stoffen, niet ontleedbare stoffen of kun je daar niets van zeggen? Licht je antwoord toe.

**Wat zijn endotherme en exotherme reacties?**
Bij chemische reacties treedt altijd een energie-effect op. Dat wil zeggen dat energie vrijkomt of energie toegevoegd moet worden. Als je er voortdurend energie In moet stoppen, noem je dat een endotherme reactie. Komt er energie vrij, vaak in de vorm van warmte, dan noem je zo'n reactie exotherm. Soms moet je een exotherme reactie wel eerst 'op gang helpen'. Denk maar aan het aansteken van een kaars. Maar als de kaars eenmaal brandt, gaat de verbrandingsreactie gewoon door. Ontledingsreacties zijn meestal endotherm. Gebruik je voor de ontledingsreactie warmte, dan noem je zo'n reactie een thermolyse.

**Opdracht 6**
Neem onderstaande tabel over en zet de reacties van opdracht 2 in de juiste kolom.

| Exotherme reactie | Endotherme reactie | Niet zeker |
|---|---|---|
| | | |

## 8.4 Moleculen en atomen

Een korreltje suiker kun je met een scherp mes in kleinere korreltjes verdelen. Dat korreltje kun je onder een microscoop met heel nauwkeurig materiaal misschien nog een aantal keren splitsen. Stel dat je een nog sterkere microscopen zou hebben om de suiker nog verder te kunnen verdelen, dan kom je tot het moment dat we op de kleinste deeltjes van een stof aangekomen: De **moleculen**. Jammer genoeg zijn de microscopen die er zijn niet sterk genoeg om moleculen te zien, maar er zijn wel nieuwe technieken waarmee we een beeld kunnen krijgen van de grootte en vorm van deze moleculen.
In de volgende proeven ga je onderzoeken wat je kunt zeggen over de snelheid en de afstand tussen de moleculen in de drie fasen.

### *Practicum 36 Bewegen moleculen in de gasfase? (Demonstratie)*

**Benodigdheden**
- horlogeglas
- ammoniakoplossing.

**Uitvoering**
Schenk een paar druppels ammoniakoplossing op een schaaltje en zet dit schaaltje ergens in de klas.

**Vragen**
1. Hoe verklaar je dat de geur van ammoniak zich verspreidt door de klas?
2. Waarom ruikt niet iedereen in de klas tegelijk de ammoniak?

### *Practicum 37 Bewegen moleculen? (Tweetallen)*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**
- Reageerbuis met soda
- Reageerbuis met citroenzuur
- Petrischaal met soda en citroenzuur
- Spuitfles met demiwater

**Uitvoering**
**1.** Voeg aan beide reageerbuizen ongeveer 3 cm water toe en schud tot belde vaste stoffen zijn opgelost.
**2.** Voeg de inhoud van beide buizen bij elkaar. Wat neem je waar?
**3.** Je krijgt een petrischaal met aan de ene kant korreltjes soda en aan de andere kant korreltjes citroenzuur.
**4.** Breng heel voorzichtig met een spuitfles een laagje demi-water vanuit het midden in de petrischaal..
**5.** Je moet niet schudden. Wacht en kijk wat er na verloop van tijd gebeurt.

**Vragen bij het practicum**
1. Teken de petrischaal en geef in de tekening je waarnemingen weer.
2. Welke moleculen van welke stof bewegen het snelste door het water?
3. Welke waarneming kun je gebruiken om deze vraag te beantwoorden.

## *Practicum 38 Ruimte tussen moleculen? (Demonstratie)*

Laboratoriumjas
Veiligheidsbril

**Benodigdheden**

- Injectiespuit van 50 mL met lucht
- Injectiespuit van 50 mL met water
- Maatcilinder met 6 mL water
- Suiker

**Uitvoering**

1. Neem een injectiespuit van 50 mL en kijk tot hoever je de lucht hierin kan samenpersen.
2. Hetzelfde wordt gedaan maar nu met de injectie spuit gevuld met water
3. Vul een maatcilinder van 10 mL met ongeveer 6 mL water. Lees het volume precies af.
4. Voeg een half schepje suiker toe en lees weer het volume af van de inhoud van de maatcilinder.
5. De maatcilinder wordt geschud tot de suiker is opgelost. Lees opnieuw het volume af.

**Vraag bij het practicum**

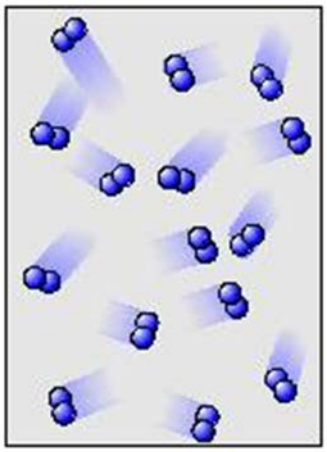
Geef een verklaring voor je waarnemingen. Gebruik in de verklaring, in ieder geval de volgende woorden: gasfase, vloeibare fase, moleculen, ruimte, tussen.

**Hoe stellen we ons een molecuul voor?**

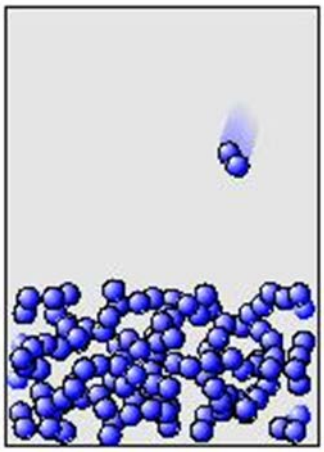
Een aantal resultaten van de experimenten is met het volgende model te verklaren. We nemen aan dat iedere stof uit heel kleine deeltjes, moleculen, is opgebouwd. Van één zuivere stof zijn alle moleculen onderling volkomen identiek. Iedere stof is opgebouwd uit zijn eigen **molecuulsoort**. Water bestaat uit watermoleculen en suiker uit suikermoleculen. Dit heet het molecuulmodel. Bedenk dat dit bedacht is en dat een model geen werkelijkheid hoeft te zijn. Volgens deze afspraken bestaat een stof uit een heel groot aantal dezelfde moleculen. Samen vormen watermoleculen de stof water. Het is dus niet zo, dat in water watermoleculen rondzwemmen.

Met dit model is al direct het verschil tussen een zuivere stof en een mengsel aan te geven. Een zuivere stof bestaat uit één soort moleculen. Een mengsel bestaat uit verschillende stoffen en dus uit verschillende soorten moleculen die door elkaar heen het mengsel vormen.

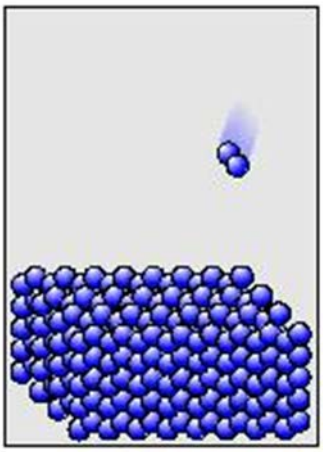
Met het molecuulmodel kun je ook de verschillende fasen van een stof beschrijven.
In een vaste stof zitten de moleculen op een vaste plaats, dicht bij elkaar. De moleculen staan niet stil, ze trillen heen en weer. Tussen de moleculen is niets.
In een vloeistof raken de moleculen elkaar. De moleculen kunnen wel vrij langs elkaar heen bewegen. Tussen de moleculen is niets.
In een gas zijn de moleculen heel ver van elkaar verwijderd. De moleculen bewegen snel door de hele ruimte door elkaar. Tussen de moleculen is niets.



In een gas zijn de moleculen heel ver van elkaar verwijderd. De moleculen bewegen snel door de hele ruimte door elkaar. Tussen de moleculen is niets.



In een vloeistof raken de moleculen elkaar. De moleculen kunnen wel vrij langs elkaar heen bewegen. Tussen de moleculen is niets.



In een vaste stof zitten de moleculen op een vaste plaats, dicht bij elkaar. De moleculen staan niet stil, ze trillen heen en weer. Tussen de moleculen is niets.

**Opdracht 7**

a. Wat is de naam van de moleculen van keukenzout?
b. Hoe stellen we ons volgens het molecuulmodel de stof zout voor?
c. Uit welke molecuulsoorten bestaat zoutwater?
d. Geef zoutwater in een tekening weer. Gebruik hierbij tekeningen van moleculen zoals ook hierboven is weergegeven. Gebruik verschillende kleuren voor verschillende moleculen.

**Opdracht 8**

Campinggas koop je in flessen. Als je de fles schudt, hoor je het klotsen.

a. Leg uit dat in de fles niet alleen vloeistof maar ook gas aanwezig moet zijn.
b. Hoe noem je de faseovergang van vloeibaar naar gas?
c. Op welke manier is het gas vloeibaar gemaakt?
d. Uit het feit dat je een gas flink kunt samenpersen, kun je afleiden dat de afstand tussen de moleculen in een gas groot/klein is?

**Opdracht 9**

Soms zie je als definitie van een molecuul: Een molecuul is het kleinste deeltje van een stof met nog alle eigenschappen van de stof.

a. Leg uit of één watermolecuul een kookpunt heeft.
b. Geef nog drie eigenschappen die de stof water wel heeft en een molecuul water niet.

**Wat is het atoommodel?**

Bij een reactie verdwijnen de beginstoffen en ontstaan nieuwe stoffen. Dat betekent dat de molecuulsoorten van de beginstoffen verdwijnen en er nieuwe molecuulsoorten ontstaan. Dat kunnen we niet verklaren met behulp van wat we tot nu toe hebben geleerd over het molecuulmodel. Om reacties te kunnen verklaren, is het dus nodig het model te verfijnen. Moleculen zijn opgebouwd uit nog kleinere deeltjes, **atomen**. Dalton heeft omstreeks 1800 het volgende atoommodel voorgesteld:

**Atoommodel van Dalton:**

- moleculen opgebouwd uit nog kleinere deeltjes: atomen
- atomen zijn bolvormig
- atomen niet te vernietigen
- alle atomen van één soort aan elkaar gelijk.

Op dit moment zijn er ongeveer 120 verschillende atoomsoorten bekend. Een molecuul is een bij elkaar horende groep atomen. Door variatie in aantal en soort atomen zijn zeer veel verschillende moleculen mogelijk.

Volgens Dalton is een chemische reactie een hergroepering van atomen. Bij een chemische reactie verdwijnen de moleculen van de stoffen, maar blijven de atomen behouden. Deze atomen vormen de moleculen van de stoffen die ontstaan.

Met de atoomtheorie van Dalton is het verschil tussen een ontleedbare en een niet-ontleedbare stof aan te geven. Bij een niet-ontleedbare stof bestaan de moleculen uit één soort atomen; bij een ontleedbare stof bestaan de moleculen uit verschillende soorten atomen.

De verschillende atomen hebben alle hun eigen symbool, het elementsymbool. Hieronder staat een lijst met elementsymbolen die je uit je hoofd moet leren. Als het symbool uit twee letters bestaat, is de eerste letter een hoofdletter en de tweede een kleine letter.

De verschillende atoomsoorten en de niet-ontleedbare stoffen (die dus maar één atoomsoort bevatten) worden ook wel **elementen** genoemd.

**Metaalatomen**

| *Naam* | *Symbool* | *Naam* | *Symbool* |
|---|---|---|---|
| aluminium | Al | natrium | Na |
| barium | Ba | nikkel | Ni |
| cadmium | Cd | platina | Pt |
| calcium | Ca | radium | Ra |
| chroom | Cr | tin | Sn |
| goud | Au | titaan | Ti |
| kalium | K | uraan | U |
| koper | Cu | wolfraam | W |
| kwik | Hg | ijzer | Fe |
| lood | Pb | zilver | Ag |
| magnesium | Mg | zink | Zn |
| mangaan | Mn | | |

**Niet-metaalatomen**

| *Naam* | *Symbool* |
|---|---|
| argon | Ar |
| broom | Br |
| chloor | Cl |
| fluor | F |
| fosfor | P |
| helium | He |
| jood | I |
| koolstof | C |
| neon | Ne |
| silicium | Si |
| stikstof | N |
| waterstof | H |
| zuurstof | O |
| zwavel | S |

**Opdracht 10**
In Practicum 35 heb je tenoriet gemaakt.
a. Geef nog eens het reactieschema.
b. Leg uit of tenoriet een ontleedbare of een niet-ontleedbare stof is.
c. Welke atoomsoorten moeten in de moleculen van tenoriet aanwezig zijn?
d. Leg uit wat bij de vorming van tenoriet verdwijnt en wat behouden blijft.

**Opdracht 11**
Leg uit wat het verschil is tussen de volgende notaties: Sn en SN.

**Opdracht 12**
De volgende vragen gaan over practicum 36 t/m 38
a. Uit welke proeven blijkt dat in een vloeistof de moleculen vrij bewegen?
b. Uit welke Practicum blijkt dat er ruimte zit tussen de moleculen in de gasfase en de vloeibare fase?

**Opdracht 13**
Mangaan is een grijze vaste stof. Je mengt mangaan met zwavel. Het mengsel verwarm je. Er ontstaat een vaste stof met een paarse kleur. Deze stof heet alabandiet. Welke van de volgende uitspraken is juist?
A. Alabandiet is een mengsel van mangaan en zwavel.
B. In alabandiet zijn de niet-ontleedbare stoffen zwavel en mangaan aanwezig.
C. Alabandiet bevat de elementen zwavel en mangaan.
D. De moleculen van alabandiet bestaan uit mangaan- en zwavelmoleculen.

**Opdracht 14**
Lees het artikel over 'Noorse fabriek maakt eiwitten uit aardgas'.
a. Waarvoor worden de eiwitten uit aardgas en zeewater gebruikt?
b. Geef de elementsymbolen waaruit eiwitten zijn opgebouwd.

***Noorse fabriek maakt eiwitten uit aardgas***
***In Noorwegen wordt binnenkort begonnen met de bouw van een fabriek die eiwitten voor vis- en veevoer zal gaan produceren uit aardgas en zeewater.***

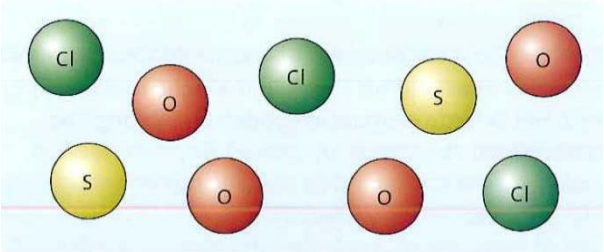
Oslo - Synthetische productie van eiwitten is een techniek waarbij mengculturen van vier soorten bacteriën de koolstof uit methaan halen. Aardgas bestaat voor het grootste deel uit methaan. De overige benodigdheden voor de vervaardiging van eiwitten, vooral stikstof, waterstof en zuurstof halen de bacteriën uit zeewater.

*Bron: Technisch Weekblad*

**Opdracht 15**
Elementenbinqo
Teken een vierkant met 16 hokjes (4x4). Schrijf in ieder hokje een lementsymbool. Maak een ander bingoformulier met 16 elementnamen. Als de hele klas de formulieren klaar heeft, speel je 'Elementenbingo'.

## 8.5 Molecuulformules

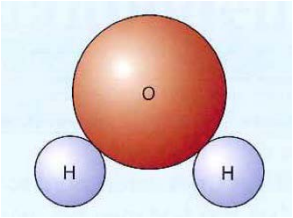
Een atoom stel je voor door een bolletje met het elementsymbool.




*Voorbeelden van getekende atomen van chloor, zwavel en zuurstof*

Een molecuul is een groep bij elkaar horende atomen. Als je een molecuul wilt tekenen, moet je weten welke atoomsoorten en hoeveel daarvan een molecuul bevat. Als je die atomen dan aan elkaar vast tekent, heb je een molecuultekening.

Voorbeeld
Een watermolecuul bestaat uit twee atomen waterstof en één atoom zuurstof.
De molecuultekening van een molecuul water is:



*Molecuultekening van water*

Omdat het maken van molecuultekeningen niet altijd handig is, gebruik je vaak een formule om een molecuul aan te geven. **De molecuulformule van water is $H_2O_1$.**
Je ziet dat je dan het aantal atomen weergeeft met een klein cijfer dat rechtsonder het elementsymbool staat. Dat heet een **index**. Meestal laat je de 1 weg. De formule van een molecuul water is $H_2O$.

Het aantal moleculen geef je aan met een cijfer vóór de molecuulformule. Dat cijfer noem je de **coëfficiënt**. 5 $H_2O$ betekent dus vijf watermoleculen; de coëfficiënt is dan 5.

**Wat zijn de formules voor verschillende stoffen?**

**Niet-ontleedbare stoffen**
Niet-ontleedbare stoffen bestaan uit één soort atomen. Bij de meeste niet-ontleedbare stoffen bestaat het molecuul ook maar uit één atoom. Om die stof weer te geven gebruik je alleen het elementsymbool voorzien van een faseaanduiding. De formule van het metaal ijzer is dan Fe(s) en het gas helium is He(g).

Bij een beperkt aantal niet-ontleedbare stoffen bestaat het molecuul uit twee (dezelfde) atomen. De formules van de volgende zeven niet-ontleedbare stoffen die uit 2 atomen bestaan moet je kennen.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Waterstof | $H_2$ | Fluor | $F_2$ |
| Stikstof | $N_2$ | Chloor | $Cl_2$ |
| Zuurstof | $O_2$ | Broom | $Br_2$ |
| | | Jood | $I_2$ |

**Ontleedbare stoffen**
Water bestaat uit een heel groot aantal watermoleculen. Het is daarom gebruik geworden om de stof water te noteren als $H_2O$ met de fase erbij; dus $H_2O(l)$.
Als je de molecuulformule van een stof weet, weet je ook de formule van die stof. Achter de molecuulformule zet je dan de faseaanduiding. De molecuulformule van koolstofdioxide is $CO_2$. Het gas koolstofdioxide is dan $CO_2(g)$.

**Systematische namen van ontleedbare stoffen**
Bij ontleedbare stoffen die uit twee elementen bestaan, wordt de naam vaak op een **systematische manier** opgesteld. De beide elementen worden daarbij genoemd, waarbij het tweede element de uitgang –ide krijgt. Soms wordt hierbij de Engelse naam van het element gebruikt.

Voorbeelden:

| | | | |
|---|---|---|---|
| O | ..oxide | koperoxide | CuO(s) |
| F | ..fluoride | natriumfluoride | NaF(s) |
| Cl | ..chloride | kaliumchloride | KCl(s) |
| Br | ..bromide | kaliumbromide | KBr(s) |
| I | ..jodide | natriumjodide | NaI(s) |
| S | ..sulfide | tinsulfide | SnS(s) |

Als de niet-ontleedbare stof uit **twee niet-metaalatomen** bestaan gebruik je Griekse telwoorden om aan te geven hoeveel atomen er van het element aanwezig zijn in een molecuul. De volgende eerste zes Griekse telwoorden moet je kennen.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| mono | di | tri | tetra | penta | hexa |

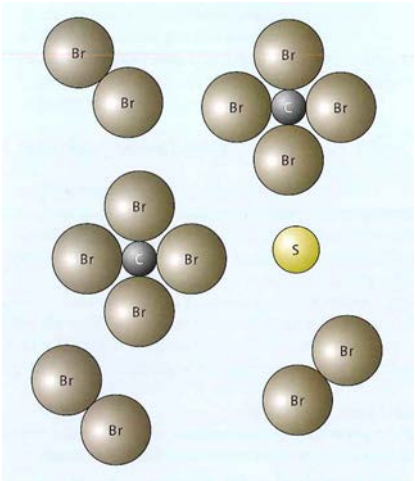
In de naam komt dat Griekse telwoord voor de naam van het element te staan. Ook hier laat men het telwoord 'mono' vaak weg als er maar één atoom voorkomt in het molecuul.

Voorbeeld
Naam: fosforpentachloride
Formule: $PCl_5$

Veel stoffen worden echter niet met een systematische naam aangegeven. Hieronder staat een aantal stoffen met de formule die daarbij hoort. Leer ze uit je hoofd.

| naam | formule | naam | formule |
|---|---|---|---|
| water | $H_2O(l)$ | butaan | $C_4H_{10}(g)$ |
| methaan | $CH_4(g)$ | ammoniak | $NH_3(g)$ |
| propaan | $C_3H_8(g)$ | glucose | $C_6H_{12}O_6(s)$ |

**Opdracht 16**
Hiernaast staat een aantal moleculen bij elkaar afgebeeld.

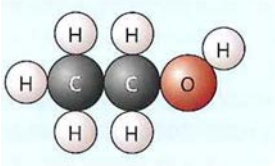


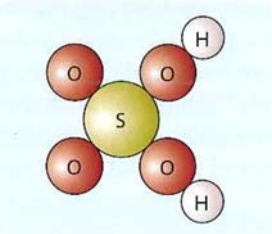

a. Leg uit of hier een zuivere stof of een mengsel is afgebeeld.
b. Hoeveel moleculen zijn in de tekening afgebeeld? En hoeveel atomen?
c. Hoeveel moleculen van welke ontleedbare stof(fen) zijn afgebeeld?
d. Hoeveel moleculen van welke niet-ontleedbare stof(fen) zijn afgebeeld?

**Opdracht 17**
Hoeveel atomen en van welke soort zijn aanwezig in de moleculen van de volgende stoffen?
a. salpeterzuur, $HNO_3$
b. suiker, $C_{12}H_{22}O_{11}$

**Opdracht 18**
Hoeveel atomen en van welke soort staan vermeld in de volgende aanduidingen?
a. 6 $CO_2(g)$
b. 12 $Al_2O_3(s)$

**Opdracht 19**
Bekijk de molecuultekening en leid hieruit de molecuulformule af.
a. b.




**Opdracht 20**
Geef de formules van de volgende niet-ontleedbare stoffen. Denk om de fase-aanduidingen
a ijzer (constructiemateriaal)
b helium (wordt gebruikt om ballonnen te vullen)
c vloeibaar stikstof (kan gebruikt worden om wratten mee ‘weg te branden’)
d nikkel (bestanddeel van munten)
e uraan (‘brandstof’ voor kerncentrales)

**Opdracht 21**
Geef de namen van de volgende stoffen.
a. MgO(s)
b. $CO_2$(g)
c. NaCl(s)
d. CaS(s)
e. $N_2$O5(s)
f. AgBr(s)

**Opdracht 22**
a. Geef de formules van de volgende stoffen.
b. het gas distikstoftetraoxide
c. de vaste stof difosforpentaoxide
d. het gas zwaveltrioxide
e. de vloeistof koolstofdisulfide

**Opdracht 23**
a. Leg aan de hand van de formules van koolstofdioxide en koolstofmonooxide uit wat het verschil tussen deze twee gassen is.
b. Waarom wordt bij koolstofmonooxide het telwoord 'mono' bij zuurstof niet en bij koolstof wel weggelaten?

**Opdracht 24**
Maak een molecuultekening van de volgende moleculen.
a. ammoniak
b. propaan
c. zwaveldioxide

## 8.6 Van reactieschema naar reactievergelijking

Nu je weet dat je stoffen met formules kunt weergeven, kun je die in het beschrijven van reacties ook gebruiken.

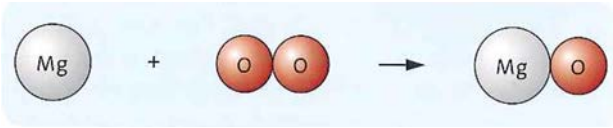
**Voorbeeld**
Bij de verbranding van magnesium, reageert magnesium met zuurstof waarbij magnesiumoxide ontstaat. Het reactieschema daarvan is:

magnesium(s) + zuurstof(g) → magnesiumoxide(s)

In formules is dat:

$Mg(s) + O_2(g) \rightarrow MgO(s)$

Maar als je de formules als molecuulformules leest, dan zie je dat er iets niet klopt. In molecuultekeningen zie je dat direct:




Het aantal atomen van elke soort voor en na de reactiepijl is niet gelijk aan elkaar. Je maakt zo'n reactieschema kloppend door het aantal moleculen te veranderen, zodat het aantal atomen van ieder soort voor en na de pijl gelijk is. Je moet dus coëfficiënten plaatsen. Coëfficiënten zijn de verhoudingsgetallen die nodig zijn om ervoor te zorgen dat je voor en na de reactiepijl evenveel atomen van elk soort hebt.

$2\ Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2\ MgO(s)$.

Dit kloppende reactieschema noem je een **reactievergelijking**.

Op de volgende bladzijde vind je in 'Zo doe je dat' schematisch hoe je van een reactieschema een kloppende reactievergelijking maakt.

**Opdracht 25**
Neem de volgende schema's over en maak er reactievergelijkingen van.
a $\ldots C(s) + \ldots O_2(g) \rightarrow \ldots CO(g)$
b $\ldots Fe(s) + \ldots Cl_2(g) \rightarrow \ldots FeCl_3(s)$
c $\ldots P(s) + \ldots O_2(g) \rightarrow \ldots P_2O_5(s)$
d $\ldots AgCl(s) \rightarrow \ldots Ag(s) + \ldots Cl_2(g)$
e $\ldots N_2(g) + \ldots O_2(g) \rightarrow \ldots N_2O_5(s)$
f $\ldots C_2H_6(g) \rightarrow \ldots C(s) + \ldots H_2(g)$
g $\ldots Ni(s) + \ldots O_2(g) \rightarrow \ldots NiO(s)$

**Opdracht 26**
Neem de volgende schema's over en maak er reactievergelijkingen van.
a $\ldots C_8H_{18} + \ldots O_2 \rightarrow \ldots CO_2 + \ldots H_2O$
b $\ldots C_6H_6 + \ldots O_2 \rightarrow \ldots CO_2 + \ldots H_2O$
c $\ldots C_3H_8O + \ldots O_2 \rightarrow \ldots CO_2 + \ldots H_2O$
d $\ldots C_3H_6O2 + \ldots O_2 \rightarrow \ldots CO_2 + \ldots H_2O$

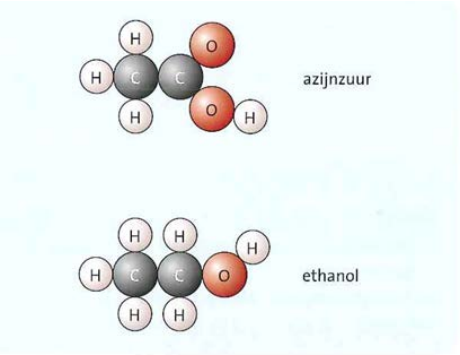
| **Zo doe je dat!** | **Voorbeeld** |
|---|---|
| In een reactievergelijking moeten aan beide kanten van de pijl evenveel atomen van elke soort staan. Aan de hand van een voorbeeld kijk je hoe je dat het beste kunt aanpakken. | Bij de reactie van aluminium met chloorgas ontstaat de vaste stof aluminiumchloride. |
| 1. Schrijf het reactieschema op in woorden. | 1. aluminium(s) + chloor(g) $\rightarrow$ aluminiumchloride(s) |
| 2. Vervang de woorden door formules. | 2. $Al(s) + Cl_2\ (g) \rightarrow AlCl_3\ (s)$ |
| 3. Bekijk in de formules hoeveel atomen van elke soort voor en achter de pijl staan. | 3. Al: één atoom voor en één atoom achter de pijl. Dat klopt!<br>Cl: twee atomen voor en drie atomen achter de pijl. Dat klopt niet! |
| 4. Om het aantal atomen kloppend te krijgen, moet je het aantal moleculen voor en achter de pijl aanpassen. Dat doe je door getallen (coëfficiënten) voor de molecuulformules te zetten. | 4. Je krijgt hetzelfde aantal chlooratomen voor en na de pijl als je drie moleculen $Cl_2$ hebt (dat zijn zes Cl atomen) en twee moleculen $AlCl_3$ (dat zijn ook zes Cl atomen)<br><br>$Al(s) + 3\ Cl_2(g) \rightarrow 2\ AlCl_3(s)$<br><br>Maar dit heeft gevolgen voor het aantal Al atomen. Nu staan achter de pijl 2 atomen Al. Om voor de pijl ook twee atomen Al te krijgen moet je hier een 2 voor zetten.<br><br>$2\ Al(s) + 3\ Cl_2(g) \rightarrow 2\ AlCl_3(s)$ |
| 5. Controleer ten slotte of het klopt. | 5. Controle:<br>Al: twee atomen voor en twee atomen achter de pijl.<br>Cl: zes atomen voor en zes atomen achter de pijl.<br>Het klopt dus! Je hebt een reactievergelijking opgesteld. |

**Opdracht 27**
Stel met behulp van de aanwijzingen uit 'Zo doe je dat' de vergelijkingen op van de volgende reacties.

a. De vorming van natriumchloride, NaCl(s), uit de niet-ontleedbare stoffen.
b. De reactie van het gas koolstofmonooxide met zuurstof waarbij het gas koolstofdioxide ontstaat.
c. In vuurwerk verbrandt met een heel fel licht aluminium. Daarbij ontstaat aluminiumoxide, $Al_2O_3(s)$.

**Opdracht 28**
Welke stoffen ontstaan bij de ontleding van koolstofdisulfide? Stel de reactievergelijking op.

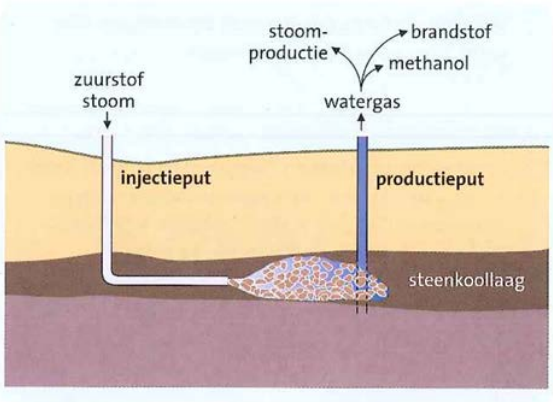
**Opdracht 29**
Als een fles wijn lang open staat, verzuurt de wijn. Dat komt omdat dan azijnzuur ontstaat. Deze stof ontstaat wanneer de alcohol in wijn (dat is ethanol) met zuurstof reageert. Hiernaast staan de molecuultekeningen van azijnzuur en ethanol.




Geef de vergelijking van deze reactie. Ga er vanuit dat de stoffen opgelost zijn in water.

**Opdracht 30**
Bij de reactie van ethaan, $C_2H_6(g)$, met zuurstof ontstaan waterdamp en koolstofdioxide. Stel de reactievergelijking op.
Tip: Zorg eerst dat van koolstof en waterstof het aantal atomen klopt en tot slot de zuurstofatomen.

**Opdracht 31**
Sommige lagen steenkool liggen zo diep in de bodem dat het economisch niet rendabel is om die met mijnbouw te winnen. Met het proces van 'kolenvergassing' is dat wel te doen. Men brengt via pijpen hete stoom in de steenkool-lagen. Daar reageert de hete stoom met koolstof waarbij 'watergas' ontstaat. Dit is een mengsel van de gassen waterstof en koolstof-monooxide. Een deel van dit proces staat in het figuur hiernaast afgebeeld.




Stel de reactievergelijking op voor de vorming van watergas.

## 8.7 Atoommassa, molecuulmassa en de chemische hoeveelheid mol

De wet van behoud van massa zegt dat de massa van de beginstoffen gelijk is aan de massa van de reactieproducten (module snoep). Omdat de stoffen allemaal bestaan uit atomen betekent dit dat de massa van alle atomen samen de massa van de stof bepalen. Een atoom is een heel klein deeltje. De massa van dat deeltje is dus ook heel erg klein. Als je de massa van een atoom in gram zou uitdrukken, zou je een heel klein getal hebben. Daarom heeft men een nieuwe eenheid, de atoommassa-eenheid, ingevoerd. De eenheid van de atoommassa is 'u'. 1u = 1,66 x $10^{-24}$ gram. (0,000000000000000000000000166 gram) In de onderstaande tabel staan de namen, symbolen en de atoommassa vermeld in u.

| **Metalen** | | | **Niet-metalen** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Atoommassa (u) | | | Atoommassa (u) |
| aluminium | Al | 26,98 | argon | Ar | 39,95 |
| barium | Ba | 137,33 | broom | Br | 79,90 |
| cadmium | Cd | 112,41 | chloor | Cl | 35,45 |
| calcium | Ca | 40,08 | fluor | F | 18,00 |
| chroom | Cr | 52,00 | fosfor | P | 30,97 |
| goud | Au | 196,97 | helium | He | 4,00 |
| kalium | K | 39,10 | jood | I | 126,90 |
| koper | Cu | 63,55 | koolstof | C | 12,01 |
| kwik | Hg | 200,59 | neon | Ne | 20,18 |
| lood | Pb | 207,2 | silicium | Si | 28,09 |
| magnesium | Mg | 24,31 | stikstof | N | 14,01 |
| mangaan | Mn | 54,94 | waterstof | H | 1,008 |
| natrium | Na | 22,99 | zuurstof | O | 16,00 |
| nikkel | Ni | 58,69 | zwavel | S | 32,07 |
| platina | Pt | 195,08 | | | |
| radium | Ra | 226 | | | |
| tin | Sn | 118,71 | | | |
| titaan | Ti | 47,87 | | | |
| uraan | U | 238,03 | | | |
| wolfraam | W | 183,84 | | | |
| ijzer | Fe | 55,85 | | | |
| zilver | Ag | 107,87 | | | |
| zink | Zn | 65,38 | | | |

**Opdracht 32**

a. Geef de naam, het symbool en de atoommassa van het zwaarste en het lichtste metaalatoom.
b. Geef de naam, het symbool en de atoommassa van het zwaarste en het lichte niet-metaalatoom.
c. Geef de atoommassa van een broomatoom en van een koperatoom.

Als we de molecuulformule kennen kunnen we met de atoommassa's **de massa van een molecuul berekenen**.

**Voorbeeld:**
Wat is de massa van een molecuul koolstofdioxide?
De molecuulformule van koolstofdioxide is $CO_2$, Een molecuul bestaat dus uit 1 atoom C en 2 atomen O.
De atoommassa van koolstof is 12,01 u en van zuurstof is 16,00 u.
De molecuulmassa van $CO_2$ is dus 12,01 u + 2 x16,00 u = 44,01 u

**Opdracht 33**
Laat met een berekening zien wat de molecuulmassa is van:
a. zuurstof
b. zwavelzuur ($H_2SO_4$)
c. methaan ($CH_4$)
d. suiker ($C_{12}H_{22}O_{11}$)
e. zout (NaCl)

**De chemische hoeveelheid**
Stel dat we willen meten hoeveel we hebben van een stof. Dan kunnen we daarvan de grootheid massa in de eenheid kg meten. We kunnen ook de grootheid volume in de eenheid $m^3$ gaan meten. Tenslotte kunnen we de hoeveelheid moleculen in die stof gaan tellen (dat is ook een vorm van meten).

De eenheid voor een hoeveelheid afzonderlijke moleculen is logischerwijs gewoon 1-tallen (één). Het nadeel van één voor één tellen van moleculen is dat je meestal heel veel moleculen hebt (al gauw duizenden miljarden!)

Dat tellen met 1 tegelijk niet opschiet vonden handelaren vroeger ook. Met een dozijn tegelijk ging dat stukken vlotter. Een dozijn eieren zijn 12 eieren. In de handel werd de eenheid voor aantal eieren dan ook niet langer 1, maar het dozijn. Je bestelde dan 6 dozijn eieren.
Een nog grotere eenheid voor aantallen werd de gros (een dozijn dozijnen, 144 losse dingen). Een groothandel leverde tot ver in de 20e eeuw bijvoorbeeld 10 gros schoenveters, in plaats van 1440 stuks. Over heel de wereld zijn er ooit veel van dat soort "tel-eenheden" geweest.

Als je als chemicus of als natuurkundige losse atomen moet tellen ben je nog wel even langer bezig. Een simpel millilitertje water bevat zomaar ongeveer 30 000 000 000 000 000 000 000 watermoleculen ! Een soort "dozijn" of "gros" (maar dan véééél groter) zou dus wel handig zijn. Dat werd de "mol".

Een mol is niks anders dan een (héél groot) afgesproken aantal.

Voorbeeld :
1 dozijn eieren zijn 12 eieren
1 gros schoenveters zijn 144 schoenveters
1 mol zuurstofatomen zijn afgerond 602 214 000 000 000 000 000 000 atomen

1 mol wordt ook wel als volgt geschreven: $6{,}02214 \times 10^{23}$

Vooral voor scheikundige reacties is het handig als je in aantallen deeltjes kunt rekenen. Voor bijvoorbeeld 1 molecuul $H_2O$ heb je precies 2 atomen H en precies 1 atoom O nodig. Dat staat vast.

2 atomen H reageren met 1 atoom O (dat geeft 1 molecuul $H_2O$)
2 dozijn atomen H reageren met 1 dozijn atomen O (dat geeft 1 dozijn moleculen $H_2O$)
2 gros atomen H reageren met 1 gros atomen O (dat geeft 1 gros moleculen $H_2O$)

.....En je voelt hem al:

2 mol atomen H reageren met 1 mol atomen O (dat geeft 1 mol moleculen $H_2O$)

**De mol**
Het getal mol is een niet een mooi rond getal. Dat heeft een reden. De mol is zó gekozen, dat als 1 atoom een atoommassa heeft van bijv. 15,99 u, dat dan 1 mol atomen precies een massa heeft van 15,99 gram. En dus is 6,02214 x $10^{23}$ eigenlijk een omrekenfactor. Daarmee reken je om van de massa-eenheid "u" naar de massa-eenheid "gram". (zoals je ook met een factor 500 zou omrekenen van "gram" naar "pond" ).

En dat is een simpel rekensommetje:
1 dozijn eitjes van 8,33 g elk heeft een massa van (12 stuks x 8,33 g =) 100 g
1 mol atomen van 1 u elk heeft een massa van (6,02214•1023 stuks x 1 u =) 1 g
3 mol atomen van 4 u elk heeft een massa van (3 x 6,02214•1023 stuks x 4 u =) 12 g

Dus onthoud:
Een atoommassa van x u ??
Dan heeft 1 mol van die atomen een massa van x gram
(in de plaats van x kun je invullen wat je wil)

**Voorbeeld:**
Waterstof heeft een atoommassa van 1,008 u.
1 mol waterstofatomen heeft een massa van 1,008 g.

De hoeveelheid mol wordt niet alleen gebruikt bij atomen maar ook bij moleculen. Als je de molecuulmassa weet in u, dan kan op dezelfde manier de massa van 1 mol moleculen worden vastgesteld. Je weet de molecuulformule en daarmee kun je de molecuulmassa in u berekenen.
Als je molecuulmassa in u weet, weet je ook de massa van 1 mol van dat molecuul.

Voorbeeld:
Water: De molecuulformule is $H_2O$. De molecuulmassa is 2 x 1,008 + 1x 16,00 = 18,02 u
1 mol water heeft dan een massa van 18,02 g.

**Opdracht 34**
Wat is de massa van?
a 1 mol zuurstofatomen
b 1 mol zilveratomen
c 2 mol magnesium atomen
d 5 mol ijzeratomen

**Opdracht 35**
Wat is de massa van?
a 1 mol zuurstof
b 1 mol ammoniak ($NH_3$)
c 2 mol glucose ($C_6H_{12}O_6$)
d 3,5 mol waterstofchloride (HCl)
e 1,3 mol fluor

**Van massa van een stof naar het aantal mol**
Als je een bepaalde hoeveelheid zuivere stof hebt afgewogen kan je nu ook berekenen hoeveel mol je van die stof hebt.

Voorbeeld: Je weegt 30 g ethanol (alcohol) af. Molecuulformule: $C_2H_5OH$
Molecuulmassa is 2x 12,01 + 6x 1,01 + 1x 16,00 = 46,08 u
1 mol $C_2H_5OH$ heeft dus een massa van 46,08 g
Als je 30 g hebt afgewogen heb je dus 0,65 mol ethanol afgewogen.

In formule vorm:

$n = m / M$

n = aantal mol
m = (afgewogen) massa van de stof
M = de massa van 1 mol van de stof (= de molecuulmassa)

**Opdracht 36**
Hoeveel mol stof is?
a. 100 g keukenzout (NaCl)
b. 23 g ethanol
c. 100 g zuurstof
d. 132 g goud(III)chloride ($AuCl_3$)

## 8.8 Verbrandingsreacties

**Wat is een verbrandingsreactie?**
Bij de verbranding van een brandstof heb je naast die brandstof ook zuurstof nodig. Als bij de reactie van een brandstof met zuurstof vuurverschijnselen optreden, noem je zo'n reactie een verbrandingsreactie. Een verbrandingsreactie is exotherm.
Als je waterstof, $H_2(g)$, verbrandt, ontstaat als reactieproduct alleen water, $H_2O(g)$. Dat is ook logisch. De niet-ontleedbare stof waterstof bestaat immers maar uit één element. Er kan dus ook alleen maar één nieuw reactieproduct ontstaan, waarin naast het element waterstof ook het element zuurstof aanwezig is.
Als een niet-ontleedbare stof verbrandt, ontstaat een oxide met de elementen van die niet-ontleedbare stof en zuurstof. Voorbeeld: bij de verbranding van $H_2(g)$ ontstaat $H_2O(l)$.

Aardgas bestaat voor het grootste deel uit methaan, $CH_4(g)$. Methaan is een ontleedbare stof die de elementen koolstof en waterstof bevat. Bij de verbranding van aardgas ontstaan als reactieproducten koolstofdioxide en waterdamp. Je ziet dat bij de verbrandingsreactie van deze ontleedbare stof de oxiden ontstaan van de elementen van de ontleedbare stof.
Dat geldt in het algemeen. Schematisch kun je dat als volgt weergeven:

$A,B\ (\ ..\ ) + O_2(g) \rightarrow A,O(\ ..\ ) + B,O(\ ..\ )$

Zo ontstaan bij de verbranding van het gas waterstofsulfide de reactieproducten water en zwaveldioxide.

$H_2S\ (g) + O_2\ (g) \rightarrow H_2O\ (l) + SO_2\ (g)$

**Opdracht 37**
Geef in je eigen woorden weer
a. wat een verbrandingsreactie is.
b. wat een oxide is.

**Opdracht 38**
Leg uit welke van de volgende stoffen een oxide is en welke niet:
a. MgO
b. $H_2SO_4$
c. $Al_2O_3$
d. $Cl_2$

**Opdracht 39**
Stel de reactievergelijking op voor de volledige verbranding van de volgende stoffen:
a. waterstof
b. aardgas ($CH_4$)
c. stearinezuur ($C_{12}H_{36}O_2$)

**Opdracht 40**
Een reagens voor het gas zwaveldioxide is een jood-oplossing. De roodbruine kleur van de jood-oplossing verdwijnt als daar zwaveldioxide doorgeleid wordt. Beschrijf een experiment waarmee je kunt nagaan of in diesel het element zwavel aanwezig is.

**Wat is de branddriehoek?**
Als je de gaskraan opendraait en het uitstromende gas komt in aanraking met zuurstof uit de lucht, dan gaat het gas nog niet uit zichzelf branden. Je moet het eerst nog aansteken. Dat wil zeggen dat de verbrandingsreactie pas vanaf een bepaalde temperatuur gaat verlopen. Deze temperatuur noem je de ontbrandingstemperatuur. Deze is afhankelijk van de soort brandstof.

In onderstaande tabel staan een paar voorbeelden.

| Ontbrandingstemperaturen in $^{O}C$ | |
|---|---|
| Papier | 230 |
| Katoen | 260 |
| Bezine | 390 |
| Droog dennenhout | 430 |
| Droog eikenhout | 480 |
| Aardgas | 630 |

Om iets te verbranden moet er dus aan drie voorwaarden worden voldaan. De drie voorwaarden voor een verbrandingsreactie staan schematisch in de 'branddriehoek'. Bij het blussen van een brand moetje ervoor zorgen dat minimaal één van deze drie voorwaarden bestreden wordt.

**Opdracht 41**
De brandweer blust een brand vaak met water. Welke van de voorwaarden uit de branddriehoek maakt de brandweer dan ongedaan?

**Opdracht 42**
Geef een voorbeeld van het blussen van een brand waarbij je de brandbare stof verwijdert.

**Opdracht 43**
De ontbrandingstemperatuur van benzine is 390°C.
a. Is de verbranding van benzine een endotherm of een exotherm proces?
b. Leg uit of deze ontbrandingstemperatuur in overeenstemming is met je antwoord bij a.

**Opdracht 44**
Veel auto's rijden op benzine. De formule voor benzine is $C_7H_{16}(l)$.
a. Welke reactieproducten ontstaan bij de verbranding van benzine?
b. Geef de reactievergelijking.
Om de verbrandingsreactie in een motor beter te laten verlopen voegt de fabrikant aan de benzine een zogenaamd antiklopmiddel toe: MTBE (methyltertiairbutylether, $C_8H_{18}O(l)$.
c. Geef de reactievergelijking van de verbranding van dit antiklopmiddel.
Er zijn ook auto's die op diesel rijden. Neem voor de formule voor diesel $C_{10}H_{22}(l)$.
De ontbrandingstemperatuur van vloeistoffen heeft te maken met het kookpunt van de vloeistof. Een damp brandt gemakkelijker dan een vloeistof.
d. Leg uit hoe het zou komen dat een damp gemakkelijker brandt dan een vloeistof.
e. Leg uit welke brandstof een hogere ontbrandingstemperatuur zal hebben: benzine of diesel.
Soms bevat dieselolie nog wat stoffen die het element zwavel bevatten.
f. Leg uit welk reactie product naast koolstofdioxide en water ook zal ontstaan.

**Volledige en onvolledige verbranding**
Bij de verbranding van aardgas ontstaan waterdamp en koolstofdioxide. Dat gebeurt overigens alleen als voor deze verbrandingsreactie voldoende zuurstof aanwezig is. Er is dan sprake van een **volledige verbranding**.
Als te weinig zuurstof voor een volledige verbranding beschikbaar is, krijg je een **onvolledige verbranding**. Dat wil niet zeggen dat maar een deel van de brandstof verbrandt. Het heeft betrekking op de oxiden van koolstof die bij de verbranding ontstaan. Bij de volledige verbranding ontstaat koolstofdioxide, $CO_2(g)$. Als minder zuurstof beschikbaar is, zal koolstofmonooxide, CO(g), of koolstof, C(s), ontstaan.
Koolstofmonooxide; ook wel koolmonoxide of 'kolendamp' genoemd is een kleurloos, reukloos en uiterst giftig gas. Als koolstof ontstaat, uit zich dat vaak in een zwarte wolk of een zwarte aanslag. Die zwarte aanslag staat bekend als 'roet'.

**Opdracht 45**
Hiernaast zie je een foto van een brandende kaars.
a. Leg uit in welk gebied van de vlam een volledige verbranding plaatsvindt.
b. Waar vindt een onvolledige verbranding plaats?

**Opdracht 46**
Stel je voor dat bij de verbranding van aardgas te weinig zuurstof aanwezig is voor een volledige verbranding. Sem zegt dat in dat geval in plaats van koolstofdioxide eerst koolstofmonooxide zal ontstaan en daarna pas koolstof of roet.
a Is dit een logische redenering?
b Is dit in overeenstemming met de manier waarop je de brander gebruikt?

**Opdracht 47**
In een advertentie van een bedrijf dat handelt in caravan & kampeer-accessoires staat het blokje zoals hiernaast gegeven.

a. Leg uit waarom een kool(stof)monooxidemelder wel in een caravan nodig is en (meestal) niet in een huis.
Als in 1,00 $m^3$ lucht 29 mg CO(g) (of meer) aanwezig is, kan het inademen van de lucht gevaarlijk zijn. Een caravan heeft een inhoud van 22 $m^3$.
b. Bereken hoeveel CO(g) maximaal in de caravan mag voorkomen.
c. Geef de reactievergelijking van de verbranding van methaan, waarbij CO(g) en $H_2O(g)$ ontstaat.

**Wat is een explosie?**
Een explosie is een heel snelle verbrandingsreactie. Door het ontstaan van gassen heeft een explosie vaak een verwoestende kracht. Naast de 'drie verbrandingsvoorwaarden' is voor het ontstaan van een explosie nog een voorwaarde van belang. De brandstof moet samen met zuurstof in een bepaalde ('juiste') verhouding aanwezig zijn.
De laagste concentratie gas in het mengsel waarbij explosie mogelijk is, wordt de onderste explosiegrens genoemd. De hoogste concentratie gas waarbij dit nog kan, wordt de bovenste explosiegrens genoemd. Valt in een mengsel van gas en lucht de verhouding buiten de explosiegrenzen, dan vindt er geen explosie plaats, maar kan nog wel een verbrandingsreactie plaatsvinden.

## *Practicum 39 - 5 keer verbrandingen (demonstratie)*

laboratoriumjas
veiligheidsbril

**Benodigdheden**
- Driepoot
- porseleinen driehoek
- slaolie
- brander
- spuitfles met water
- papiergeld
- papieren bakje
- kaliumnitraat
- aardgas
- geprepareerde verfblik

**Proef 1 Blussen met water**

**Uitvoering**

**1.** Houtbrand blussen
- Doe een aantal houtspaanders in een porseleinen schaaltje.
- Steek de houtspaanders aan.
- Blus de brandende houtspaanders met water uit een spuitflesje.

**2.** Benzinebrand blussen (in de zuurkast)
- Doe 10 druppels wasbenzine in een porseleinen schaaltje.
- Steek dit aan.
- Probeer met water uit het spuitflesje de brand te blussen.

**3.** Vlam in de pan (in de zuurkast)
- Verhit met ruisende vlam een hoeveelheid slaolie in een porseleinen schaaltje tot de ontwijkende damp vlam vat
- Doe een deksel op het schaaltje en haal dit er weer af.
- Probeer de vlam met water uit de spuitfles te blussen.

**Vragen bij het practicum**

1. Is water een geschikt blusmiddel? (leg je antwoord uit en gebruik hiervoor de waarnemingen van de uitgevoerde experimenten)
2. Waarom slaat de vlam bij proef c alleen bij heel hoge temperaturen in de pan ?

**Proef 2 Geflambeerd geld**

**Uitvoering**

- Giet een laagje jenever in de petrischaal
- Doordrenk het biljet met de jenever door het een paar keer door het petrischaaltje te halen.
- Doe het biljet in de knijper.
- Steek dan het biljet aan en laat het uitbranden.

**Vragen bij het practicum**

1. Waarom brand dit biljet?
2. Waarom gaan de vlammen uit?
3. Waarom brand het biljet niet verder?
4. Is er gebrek aan zuurstof?
5. Is er gebrek aan brandstof?
6. Wat is er te zeggen over de temperatuur van het biljet?
7. Lukt deze proef ook met 100 % water? Waarom?
8. Lukt deze proef ook met 100 % alcohol? Waarom?

**Proef 3 Het papieren keteltje**

**Uitvoering**

- Vouw een papiertje (niet te dun papier) volgens onderstaande tekening:
- Vorm een opstaande rand en vouw de hoeken naar binnen, en plak deze vast met plakband aan de bovenrand.
- Doe de brander aan en zet deze op een niet-ruisende blauwe vlam.
- Plaats boven de brander een driepoot en leg daar bovenop het gaasje. Plaats het papieren keteltje met een laagje water van ongeveer 1 cm op het gaasje.

**Vragen voordat het experiment is uitgevoerd:**

1. Wat zal er gebeuren als papier in een vlam gehouden wordt?
2. Wat verwacht je dat er zal gebeuren met het papieren keteltje met water als het boven de vlam wordt gehouden?

**Vragen bij het practicum**

1. Geef een verklaring voor de gebeurtenissen in het experiment.

**Proef 4  Flitsende proef**

**Uitvoering**

- Doe in een reageerbuis een spatelpunt kaliumnitraat.
- Verhit het zout tot het smelt.
- Verhit de ontstane vloeistof nog even, soms zijn kleine bellen waarneembaar.
- Haal de buis uit de vlam en voeg met behulp van een spatel of lepel een beetje koolstofpoeder toe aan de hete inhoud.

**Vragen bij het practicum:**

1. Wat zie je als het kalium- of natriumnitraat in de reageerbuis wordt verhit?
2. Wat gebeurt er als je het koolstofpoeder in de buis doet?
3. Hoe zou je de reactie van het koolstofpoeder kunnen karakteriseren?
4. Wat is er voor een dergelijke reactie nodig?
5. Hoe zou die stof dan daar terechtkomen?

**Proef 5  Aardgas explosie**

**Uitvoering**

- Een verfblik wordt gevuld met aardgas. In de bodem van het verfblik zit een gat en in de deksel van het verfblik ook.
- Zet het verfblik op een driepoot met gaasje en steek de aardgas aan bij de opening van de deksel.
- (DOE DIT NOOIT THUIS!!)

**Vragen bij het practicum**

1. Hoe komt het dat in het begin van de proef de vlam geelgekleurd is?
2. Hoe komt het dat de vlam na enige tijd lichtblauw/kleurloos wordt?
3. Waarom mag je deze proef thuis nooit uitvoeren?

## 8.9 Samenvatting

**Soorten reacties**
Je hebt vormingsreacties en ontledingsreacties. Bij een vormingsreactie ontstaat uit twee of meer stoffen één reactieproduct. Een ontledingsreactie is het omgekeerde: uit één beginstof ontstaan twee of meer reactieproducten.

**Soorten stoffen**
Er bestaan ontleedbare en niet-ontleedbare stoffen. Niet-ontleedbare stoffen kun je zoals de term al zegt niet ontleden. Hiervan bestaan er een paar honderd. Een ontleedbare stof is de beginstof van een ontledingsreactie en/of het reactieproduct van een vormingsreactie. Er bestaan miljoenen ontleedbare stoffen. Niet-ontleedbare stoffen en ontleedbare stoffen zijn zuivere stoffen.

**Energie-effect**
Als bij een reactie warmte vrijkomt, is dat een exotherme reactie. Soms moet je wel eerst energie toevoeren om de reactie op gang te helpen. Maar als een exotherme reactie eenmaal verloopt, gaat hij onder het afgeven van energie vanzelf verder. Bij een endotherme reactie moet Je voortdurend energie toevoegen om de reactie te laten verlopen. De ontledingsreactie onder Invloed van warmte heet thermolyse.

**Molecuulmodel**
Alle stoffen bestaan uit heel kleine deeltjes: moleculen. Iedere zuivere stof heeft zijn eigen. moleculesoort. De moleculen van één stof zijn allemaal aan elkaar gelijk.
Bij een mengsel zitten de verschillende stoffen waaruit het mengsel bestaat, door elkaar heen. In een vaste stof zitten de moleculen op een vaste plaats dicht op elkaar. De moleculen staan niet stil, ze trillen. Tussen de moleculen is niets. In een vloeistof raken de moleculen elkaar. Ze kunnen vrij langs elkaar heen bewegen. Tussen de moleculen is niets. In een gas zijn de moleculen heel ver van elkaar verwijderd. De moleculen bewegen in de beschikbare ruimte snel door elkaar heen. Tussen de moleculen is niets.

**Atoommodel**
Moleculen zijn opgebouwd uit nog kleinere deeltjes, de atomen.
Atomen zijn niet te vernietigen.
Alle atomen van één soort zijn onderling aan elkaar gelijk.
Een chemische reactie is op te vatten als een hergroepering van de atomen.
De moleculen van een niet-ontleedbare stof bestaan uit één soort atomen. De moleculen van een ontleedbare stof bestaan uit verschillende soorten atomen.
Een ander woord voor atoom soort is element. Iedere atoomsoort of element heeft zijn eigen symbool.

**Molecuulformule**
In de moleculeformule geef je de soort en het aantal atomen aan waar een molecuul uit bestaat. Dat doe je door het plaatsen van indexcijfers rechtsonder het elementsymbool, bijvoorbeeld $H_2O$.
Met een coëfficiënt, dat is een cijfer vóór de molecuulformule, geef je het aantal moleculen aan, bijvoorbeeld 6 $CO_2$.
De molecuulformule kun je ook gebruiken om een stof aan te duiden. Je zet dan achter de formule de faseaanduiding: H2O(l), CO2(g). Met een molecuultekening geef je aan hoe de atomen in een molecuul zijn gerangschikt.

**Reactievergelijking**
Je stelt deze als volgt op.
1 Schrijf het reactieschema In stofnamen op.
2 Vervang de stofnamen door formules met faseaanduidingen
3 Gebruik coëfficiënten voor de formules om op die manier ervoor te zorgen dat het aantal atomen van ieder soort voor en achter de reactie-pijl aan elkaar gelijk is.
4 Controleer of de vergelijking klopt.

**Atoommassa, Molecuulmassa en mol.**
De atoommassa is de massa van een atoom. De eenheid die gebruikt wordt is ‘u’.
De molecuulmassa is de massa van een molecuul. De molecuulmassa kan berekend worden door het bij elkaar optellen van de atoommassa’s. Je gebruikt hierbij de molecuulformule.
De mol is de chemische hoeveelheid van een stof.
Om het aantal mol (n) te berekenen gebruiken we de volgende formule: $n = m/M$, m is de massa van de stof in gram en M is de massa in gram van 1 mol moleculen. (=gelijk aan de molecuulmassa van 1 molecuul in u).

**Verbrandingsreacties**
Bij een verbrandingsreactie reageert een brandstof met zuurstof en ontstaan er oxiden van de elementen waaruit de stof is opgebouwd. In de branddriehoek staan de drie voorwaarden voor een verbrandingsreactie: brandstof, zuurstof en een voldoende hoge temperatuur. (= boven de ontbrandingstemperatuur). Als bij een verbrandingsreactie te weinig zuurstof aanwezig is, ontstaan koolstofmonooxide en/of roet. Er vindt een onvolledige verbranding plaats. Een explosie is een verbrandingsreactie die heel snel verloopt.

# Bijlagen


| | | |
|---|---|---|
| Bijlage 1: | Pas op chemische stoffen, gevarenpictogrammen uitgelegd. | 88 |
| Bijlage 2: | Chemiekaart naftaleen | 90 |
| Bijlage 3: | Dichtheden, smelt- en kookpunten van veel gebruikte stoffen | 91 |
| Bijlage 4: | Overzicht mengsels | 92 |
| Bijlage 5: | Overzicht scheidingsmethoden | 93 |
| Bijlage 6: | ‘Van biet tot suiker’ | 94 |
| Bijlage 7: | Blokschema suikerfabriek | 97 |
| Bijlage 8: | Begrippenlijst WZIKL | 98 |
| Bijlage 9: | Dichtheid van suikeroplossingen | 102 |
| Bijlage 10: | Verankeringstaak 1 mengsels en scheidingsmethoden | 103 |
| Bijlage 11: | Verankeringstaak 2 concentratie en dichtheid | 106 |

Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk

ECHA EUROPEAN CHEMICALS AGENCY

# Pas op: chemische stoffen!

De gevarenpictogrammen uitgelegd

ISBN 978-92-9191-055-0

## Weet u wat deze pictogrammen betekenen?

**PICTOGRAMMEN VOOR CHEMISCH GEVAAR**

**De pictogrammen voor het etiketteren van chemische producten zijn veranderd. Voorkom letsel en ziektes op de werkvloer door meer te weten te komen over de pictogrammen.**

Chemische producten worden iedere dag gebruikt op het werk in producten zoals schoonmaakmiddelen, verf, etc. Niet alleen in fabrieken, maar ook in de bouw of in kantoren. Met de CLP-verordening van de Europese Unie uit 2009 over **indeling, etikettering en verpakking** van chemische stoffen werden ook **nieuwe waarschuwingspictogrammen geïntroduceerd**. De ruitvormige pictogrammen duiden op het type gevaar dat bij het gebruik van een gevaarlijke stof of mengsel. Op de etiketten staan naast de pictogrammen signaalwoorden, gevarenaanduidingen en voorzorgsmaatregelen. Ook wordt er product- en leveranciersinformatie gegeven.

**Leer samen met Napo hoe u uw werkplek veilig kunt houden!**

Bekijk „Napo in: Pas op: chemische stoffen!" op **http://www.napofilm.net/nl/napos-films/chemicals**

Chemische stoffen met dit pictogram betekenen:

- **Gas onder druk, kan ontploffen bij verhitting**
- **Gekoeld gas, kan brandwonden of letsel door extreme kou veroorzaken**
- **Opgeloste gassen**

Zelfs gassen die normaal gesproken veilig zijn, kunnen onder druk gevaarlijk zijn.

Dit pictogram verwijst naar **explosieven, zelfontledende stoffen** en **organische peroxiden die bij verhitting kunnen ontploffen**.

Veilig en gezond aan 't werk, dat raakt iedereen. Goed voor jou en voor de zaak.

# Pas op: chemische stoffen! De gevarenpictogrammen uitgelegd

Wees u ervan bewust wat deze twee soortgelijke pictogrammen betekenen. Dit pictogram waarschuwt voor **brandbare gassen, aërosolen, vloeistoffen** en **vaste stoffen**:

- **Zelfverhittende stoffen en mengsels**
- Pyrofore vloeistoffen en vaste stoffen, die **vlam kunnen vatten wanneer ze in contact komen met lucht**
- Stoffen en mengsels die, **in contact met water, brandbare gassen uitstoten**
- Zelfontledende stoffen of organische peroxiden die **bij verhitting kunnen leiden tot brand**

Als u dit pictogram op het etiket vindt, betekent het dat u te maken hebt met **oxiderende gassen, vaste stoffen** en **vloeistoffen**, die **brand en ontploffing kunnen veroorzaken of intensiveren**.

Een stof of mengsel met dit pictogram heeft één of meerdere van de volgende effecten:

- **Is kankerverwekkend**
- **Beïnvloedt vruchtbaarheid en het ongeboren kind**
- **Veroorzaakt verandering in erfelijk materiaal**
- Is een inhalatie-allergeen, kan **bij inademing allergie, astma of ademhalingsproblemen veroorzaken**
- **Is giftig voor bepaalde organen**
- Inhaleringsgevaar, **kan dodelijk of schadelijk zijn als u het inslikt of als het in de luchtwegen terechtkomt**

Wees u ervan bewust dat u te maken hebt met een chemische stof die **acuut giftig** is bij contact met de huid. Inademen of inslikken kan **dodelijk** zijn.

Wanneer u een chemische stof met dit pictogram gebruikt, wees u er dan van bewust dat het **bijtend** is en **ernstige brandwonden** en **oogletsel** kan veroorzaken. Het is ook **bijtend voor metalen**.

Dit pictogram betekent één of meer van de volgende dingen:

- **Acute vergiftiging (schadelijk)**
- **Veroorzaakt overgevoeligheid van de huid en huid- en oogirritatie**
- **Irriterend voor de luchtwegen**
- **Verdovend, veroorzaakt slaperigheid of duizeligheid**
- **Gevaarlijk voor de ozonlaag**

Dit pictogram waarschuwt ervoor dat een stof **schadelijk is voor het milieu** en **het water vergiftigt.**

Napo is de hoofdpersoon in een reeks van animatiefilms die op een grappige en aansprekende manier situaties laat zien die te maken hebben met veiligheid en gezondheid op de werkplek. De Napo-films benadrukken de gevaren die er kunnen zijn op de werkplek, hoe ze kunnen worden herkend en wat er gedaan kan worden om veiligheid en gezondheid op het werk te verbeteren. **www.napofilm.net**

Het Europees Agentschap voor de veiligheid en de gezondheid op het werk (EU-OSHA) steunt de Europese Commissie in haar inspanningen om werknemers en werkgevers die te maken hebben met chemische stoffen op het werk kennis te laten nemen van de veranderde chemische aanduidingen.

Bezoek voor meer informatie **http://osha.europa.eu/nl/topics/ds/clp-2013-classification-labelling-and-packaging-of-substances-and-mixtures**

**http://osha.europa.eu/en/general-faq/faq-on-dangerous-substances**

U kunt ook het CLP-gedeelte van de Europees Agentschap voor chemische stoffen (ECHA) bezoeken op **http://echa.europa.eu/nl/regulations/clp**

Gesteund door het Napo Consortium

TE-30-12-714-NL-N

**http://osha.europa.eu/nl**

# Chemiekaart naftaleen

**Synoniemen:**
naftaline
teerkamfer

## NAFTALEEN

| | | | |
|---|---|---|---|
| CAS-nummer | [91-20-3] | Brutoformule | $C_{10}H_8$ |
| Kaartnummer | C-0192 | Relatieve molecuulmassa | 128,2 |

### FYSISCHE EIGENSCHAPPEN

| | |
|---|---|
| Kookpunt, °C | 218 |
| Smeltpunt, °C | 80 |
| Vlampunt, °C | 79 |
| Zelfontbrandingstemperatuur, °C | 526 |
| Explosiegrenzen, volume% in lucht | 0,9 - 5,9 |
| Explosiegrenzen, g/m$^3$ in lucht | 15 - n.b. |
| Stofexplosieklasse | St 1 |
| *Soortelijke geleiding, pS/m bij 82°C* | *4*10$^4$* |
| Dampspanning in mbar bij 20°C | 0,04 |
| Relatieve dichtheid bij 20°C van verzadigd damp/luchtmengsel (lucht = 1) | 1,00 |
| Relatieve dichtheid (water = 1) | 1,2 |
| Oplosbaarheid in water, g/100 ml | niet |
| Log P octanol/water (ber.) | 3,3 |
| Omrekenfactor: 1 mg/m$^3$ = | 0,187 ppm |

### ETIKETTERING

**CLP (EU-GHS) Annex-VI:**
Signaalwoord: WAARSCHUWING
H: 351-302-410

**EU-etikettering Annex-I:**
R: 22-40-50/53
S: (2-)36/37-46-60-61

**Transportindeling (ADR):**

| | |
|---|---|
| UN-nummer | 1334[1)] |
| GEVI | 40 |
| ERIC | 4-03 |

**NFPA:**

### BELANGRIJKE GEGEVENS

**WITTE KRISTALLEN MET TYPERENDE GEUR**
De damp mengt zich goed met lucht. Stofexplosie aangetoond indien in fijn verdeelde vorm gemengd met lucht. Kan indien droog, elektrostatisch worden opgeladen door werveling, storten, pneumatisch transport e.d. Ook in gesmolten naftaleen kan elektrostatische lading worden opgewekt. Reageert heftig met oxidatiemiddelen en wel bijzonder heftig met chroomtrioxide ($CrO_3$).

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Interventiewaarden** | niet vastgesteld | **Wettelijke grenswaarde** | 50 mg/m$^3$ |
| | | **Wettelijke grenswaarde TGG-15 min.** | 80 mg/m$^3$ |

**Geurwaarneming:** De geur alleen geeft onvoldoende informatie over het acute gezondheidsrisico.
**Acuut inademingsgevaar:** Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht zal door verdamping van deze stof bij ca. 20°C niet of slechts zeer langzaam worden bereikt; bij verstuiven echter veel sneller.
**Wijze van blootstelling:** De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van stofdeeltjes, via de huid en na inslikken.
**Eenmalige of kortdurende blootstelling:** De stof werkt irriterend op de ogen en de huid. In ernstige gevallen kans op toevallen en dodelijke afloop.
**Herhaalde en/of langdurende blootstelling:** Huidcontact kan door overgevoeligheid eczeem veroorzaken.[2)] De stof kan op de nieren en het bloed inwerken, met als gevolg orgaanbeschadiging en bloedveranderingen. Ooglensbeschadiging kan optreden. Er zijn aanwijzingen dat naftaleen kankerverwekkend is.
**Biomonitoring:** Is mogelijk (zie register 'Biologische Monitoring').

| DIRECTE GEVAREN | PREVENTIE | MAATREGELEN |
|---|---|---|
| | VERSPREIDEN VAN STOF VOORKOMEN! | |
| **Inademen:** keelpijn, hoesten, hoofdpijn, misselijkheid. | ventilatie (indien niet in poedervorm), plaatselijke afzuiging, adembescherming (combinatiefiltertype A/P2). | frisse lucht, rust en arts raadplegen. |
| **Huid:** roodheid, pijn. | handschoenen (polyvinylalcohol). | verontreinigde kleding uittrekken, minimaal 20 min. spoelen met veel water of douchen en arts raadplegen. |
| **Ogen:** roodheid, pijn, slecht zien. | stofbril, oogbescherming in combinatie met adembescherming. | minimaal 15 min. spoelen met water (evt. contactlenzen verwijderen), dan naar oogarts brengen. |
| **Inslikken:** misselijkheid, braken, zie verder 'Inademen'. | | mond laten spoelen (uitspugen!) en direct spoedeisende medische hulp inzetten. |

Laat arts zo nodig het NVIC (+31(0)30-274 88 88) of het Belgisch Antigifcentrum (+32(0)70-245.245) bellen voor aanwijzingen over verdere behandeling.

### MILIEU, OPRUIMING EN OPSLAG

**Gevolgen voor het milieu:** Deze stof is giftig voor het watermilieu. Gevaar voor opeenhoping in de voedselketen.
**Opruimen gemorst product:** Deskundige waarschuwen. Draag handschoenen, laarzen, filtermasker met combinatiefiltertype A/P2 en stofbril.
*Gemorst product* afdekken, vervolgens zorgvuldig opzuigen/opscheppen (explosieveilig). *Restant* zorgvuldig verzamelen en opslaan in vaten. *Eventuele laatste resten* verwijderen met zeepoplossing. *Spoelwater* opvangen.[3)]
**Opslag:** Gescheiden van oxidatiemiddelen, ventilatie langs de vloer.

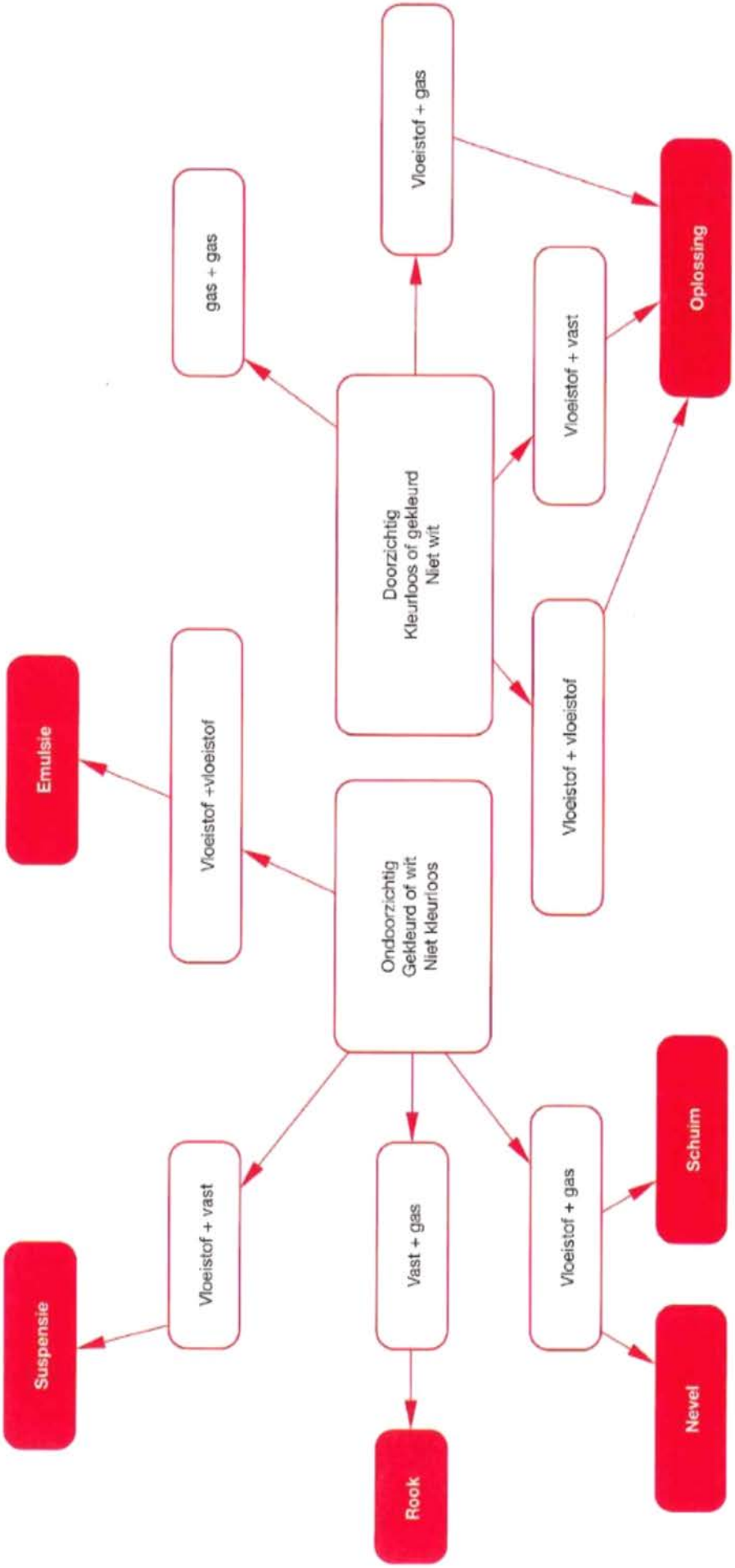
**Voetnoten:** [1)]Voor de gesmolten toestand geldt UN-nr. 2304 met GEVI 44, ERIC 4-38. De hete damp van de gesmolten stof kan bij afkoeling kristallen vormen met kans op verstopte leidingen etc. [2)]Iemand die overgevoeligheidsverschijnselen heeft gekregen door blootstelling aan naftaleen dient in de toekomst elke blootstelling aan deze stof te vermijden. [3)]Lozing is aan bijzondere regelgeving onderhevig.

994

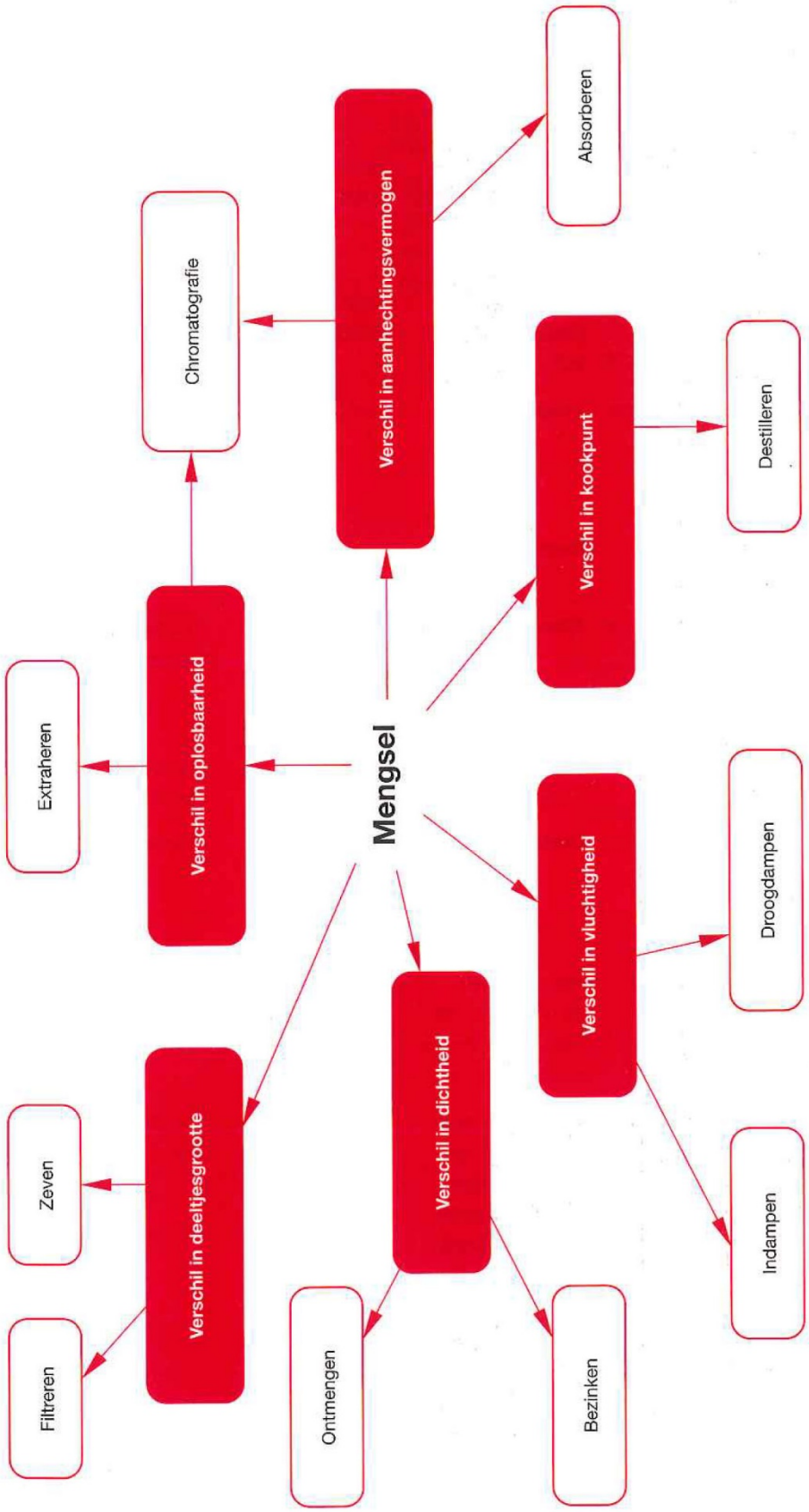
# Dichtheden, smelt- en kookpunten van stoffen.

| ***Tabel van dichtheden, smelt- en kookpunten*** | | | |
|---|---|---|---|
| *Vaste stof* | ***ρ*** *(g/cm³)* | ***$T_s$*** *(℃)* | ***$T_k$*** *(℃)* |
| Goud | 19,3 | 1064 | 2856 |
| Zink | 7,20 | 420 | 907 |
| IJzer | 7,87 | 1538 | 2861 |
| Zilver | 10,5 | 962 | 2162 |
| Tin | 7,28 | 232 | 2602 |
| Lood | 11,4 | 328 | 1749 |
| Aluminium | 2,70 | 660 | 2519 |
| Suiker | 1,58 | 185 | - |
| Koper | 8,96 | 1084 | 2927 |
| Zand | 1,60 | >1600 | - |
| Mahoniehout | 0,80 | - | - |
| | | | |
| *Vloeistof* | ***ρ*** *(g/mL)* | ***$T_s$*** *(℃)* | ***$T_k$*** *(℃)* |
| Water | 1,00 | 0 | 100 |
| Kwik | 13,55 | -39 | 357 |
| Alcohol | 0,80 | -95 | 56 |

# Overzicht mengsels



# Overzicht scheidingsmethoden



# ‘Van Biet tot Suiker’

**Bron: http://www.suikerinfo.nl/allesoversuiker/van_biet_tot_suiker.html**

**Het productieproces**

Tweehonderd jaar geleden werd in Duitsland een suikerfabriek gebouwd volgens de principes van Franz Carl Achard (1753-1821). Deze leerling van de Berlijnse scheikundige Andreas Sigismund Marggraf, die had ontdekt dat met alcohol suiker uit bieten kon worden vrijgemaakt, vond uit dat dit ook lukte met water. De fabriek had weliswaar 2.570 kilo bieten nodig om 68 kilo suiker te maken, maar het bewijs dat het lukte was geleverd. Door het kweken van bieten met een aanmerkelijk hoger suikergehalte (de suikerbiet) nam de suikeropbrengst al snel toe. Dankzij verbeterde teelt- en productiemethoden is de suikerindustrie inmiddels uitgegroeid tot een uiterst belangrijke en hoogwaardige landbouwindustrie.

**Zaaien en oogsten**

April is meestal de maand waarin telers het suikerbietenzaad in de grond stoppen. Een maand later staan er rijen frisgroene plantjes op het land en in juli is het hele land bedekt onder een kniehoog, groen bladerdek. Voor de Nederlandse akkerbouw is de teelt van suikerbieten een belangrijke activiteit. De suikerbiet is momenteel één van de meest renderende akkerbouwgewassen voor de boer. Zaadveredelingsbedrijven zorgen voor rassen met een zo hoog mogelijk suikergehalte en met weerstand tegen ziekten en plagen. Telers passen specifieke teelttechnieken toe om een optimale suikeropbrengst te bevorderen. Zo moeten zij de akkers nauwkeurig bemesten, want een teveel aan meststoffen veroorzaakt een lager suikergehalte.

De grondsoort en weersomstandigheden (temperatuur, zon en neerslag) zijn ook belangrijke teeltfactoren. Tot slot moet het gewas effectief, maar ook met zorg voor het milieu, worden beschermd tegen ziekten en plagen.

De bietenoogst geschiedt in Nederland meestal vanaf september. De wortels zijn uitgegroeid tot dikke, stompe, witte knollen, die machinaal worden gerooid en van hun groene kruin ontdaan. Boeren gaan voor een combinatie van een grote oogst en een hoge kwaliteit. De vergoeding wordt hoofdzakelijk bepaald door het suikergehalte en hoe ‘schoon’ de bieten bij aflevering aan de fabriek zijn (aanhangende aarde of klei is bij de fabriek niet gewenst).

**Bietencampagne**

De periode waarin de bieten worden verwerkt wordt de bietencampagne genoemd. Deze duurt van september tot het eind van het jaar. In deze periode draaien de suikerfabrieken 24 uur per dag. Terwijl bij sommige akkerbouwers de berg bieten aan de rand van het land ligt te wachten om te worden opgehaald, wordt de oogst van andere boeren al verwerkt in de suikerfabriek. Voor een optimale suikeropbrengst moeten de bieten kort na de oogst verwerkt worden. Als bieten te lang blijven liggen loopt het suikergehalte terug. De meeste bieten gaan met vrachtwagens naar de fabriek, maar per schip komt ook voor. Bij de fabriek aangekomen worden de bieten gewogen.
Er worden steekproefsgewijs monsters uit de vrachtwagens genomen die in het laboratorium worden onderzocht. Zo kan men per boer en per akker het suikergehalte bepalen en de hoeveelheid aarde, die nog aan de bieten kleeft. Deze metingen geven een indicatie hoeveel suiker de partij bieten van deze boer gaat opleveren.

**Grote schoonmaak**

Via een enorme pomp worden de bieten de fabriek in getransporteerd, waarbij grote zeven de bladen en stenen die van het land zijn meegekomen eruit filteren. Met behulp van krachtige waterstralen worden de bieten meteen grondig gewassen. Het vuile water wordt in een waterzuiveringsinstallatie bij de fabriek gezuiverd en opnieuw gebruikt voor de volgende lading bieten. Dit is de grote schoonmaak die voorafgaat aan het proces van suikerbiet tot bietsuiker. De schone bieten gaan via transportbanden naar een voorraadbunker. In deze ruimte wachten ze op hun gang naar de snijmolens die ze aan reepjes snijden. Als een soort frieten vallen ze op een transportband die naar een grote ketel leidt, de broeitrog. Daar begint de eigenlijke suikerwinning.

**Suiker uit de cel**

Bieten bestaan uit harde, vezelige cellen waarin de suiker in opgeloste vorm is opgeslagen. Het is de bedoeling die suiker letterlijk los te weken uit de harde cel. De suiker lost op in warm water en de vezels doen dat niet. In de broeitrog worden de vezels op zo'n zeventig graden stuk gekookt. De cellen van deze vezels laten dan water door en in dat water kan de suiker oplossen. Het verwarmde bietensnijdsel wordt vervolgens overgepompt naar de zogeheten diffusietoren, een grote, hoge tank. Hierin wordt voortdurend warm water aangevoerd.

Net als de groenten, wortels en kruiden die aan een soep hun smaakstoffen afgeven, geven de bietensnijdsels hun suiker af aan deze steeds zoeter wordende 'bouillon'. Als nagenoeg alle suiker aan de cellen is onttrokken, rest slechts pulp, die wordt gedroogd en tot veevoederbrokjes geperst. De dikke bouillon noemen we ruwsap, dat nu eerst gezuiverd moet worden.

**Zuiver sap**

Ruwsap bevat naast suiker ook andere oplosbare stoffen zoals zouten, eiwitten en kleurstoffen uit de biet. Om deze stoffen te verwijderen worden ongebluste kalk en koolzuurgas toegevoegd. Wanneer deze oplossing wordt gefilterd, blijft de kalk met de zouten en eiwitten achter op het filter en resteert een helder, dun sap. Dit zogenaamde carbonatatieproces – genoemd naar het gebruik van koolzuur – wordt nog eens herhaald om een extra heldere oplossing te krijgen. Deze kristalheldere vloeistof heet nu dunsap. De neergeslagen zouten en eiwitten worden gebruikt als meststof voor de landbouw.

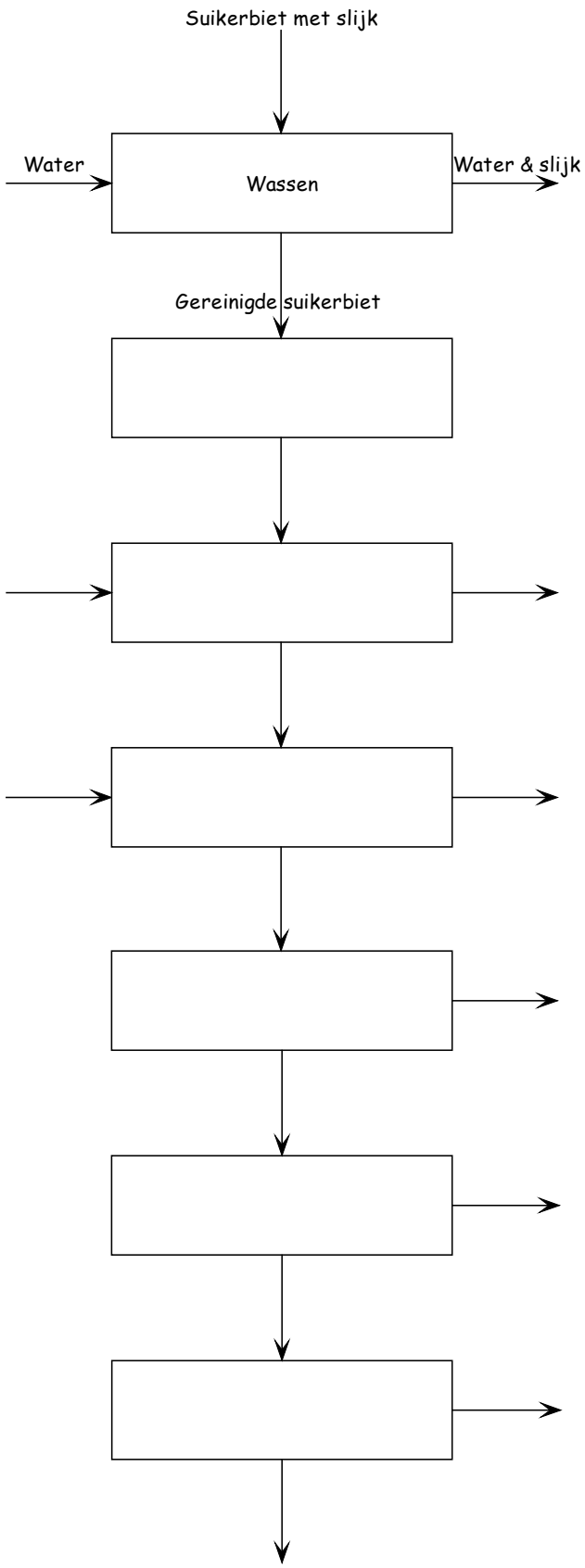
**Van sap naar suiker**

Het dunsap is eigenlijk gewoon suikerwater. Het bevat ongeveer 15% suiker. Door het water te laten verdampen, wordt de vloeistof steeds dikker en zoeter. Uiteindelijk wordt een ingedikt sap verkregen dat voor 65% uit suiker bestaat, diksap geheten. Via een filter wordt het naar de kookpannen gezogen. In deze kookpannen verdampt nog meer water en raakt de suikeroplossing zo verzadigd dat zich een kristalachtige brij vormt (net zoals bij zeewater, dat in een zonnig kommetje blijft staan, waarna door de verdamping uiteindelijk een witte waas van zeezoutkristallen overblijft). De kristalrijke brij valt vervolgens in een koeltrog waar de kristallen aan elkaar klonteren tot een soort zoete edelstenen.

Maar nóg is het geen suiker. In centrifuges worden de kristallen namelijk gescheiden in suiker en stroop. De donkere stroop wordt van de kristalsuiker afgeslingerd. De zuivere witte kristallen blijven over. De suiker gaat via een droger en een koeler naar de verpakkingsafdeling of tot nader order naar de opslagsilo's. De overgebleven stroop ondergaat nog een keer dezelfde behandeling als eerst het diksap.

Wanneer daaraan de laatste suiker is onttrokken, blijft er een stroop over die melasse wordt genoemd. Melasse wordt onder andere gebruikt voor het bereiden van alcohol en bij de productie van veevoeder.

## Blokschema suikerfabriek



# Begrippenlijst WZIKL

**Taak 1**

**Blokschema: wat staat erin en hoe gebruik je het?**
*Overzicht m.b.v. blokken en pijlen waarin een proces zichtbaar gemaakt wordt.*
*In de blokken staat de naam van een proces, bij de pijlen staan namen van stoffen of mengsels van stoffen.*

**Mengsel:**
*2 of meer stoffen door elkaar.*

**Zuivere stof:**
*Iets wat uit 1 soort bestaat.*

**Oplossing:**
*Een mengsel van een vloeistof en een vaste stof die wel is opgelost.*
*Een oplossing is altijd helder*

**Scheidingsmethode:**
*Methode om stoffen van elkaar te scheiden.*

**Extractie, extraheren:**
*Een vloeistof toevoegen aan een mengsel van vaste stoffen, waarbij de ene stof wel oplost en de andere niet.*

**Extractiemiddel:**
*De vloeistof waar 1 van de stoffen uit het mengsel in oplost en de andere(n) niet.*

**Filtraat:**
*De vloeistof, met daarin opgeloste stoffen, die door het filter heen gaat.*

**Residu:**
*De vaste stof die in het filter achterblijft.*

**Controleer van de volgende begrippen of je weet wat ze betekenen, hoe ze eruit zien en hoe je ze kunt gebruiken:**

- ✓ Bekerglas
- ✓ Maatcilinder
- ✓ Waterbad
- ✓ Trechter, filtreerpapiertje, filter
- ✓ Reageerbuis
- ✓ Spatel
- ✓ Spuitfles
- ✓ Zeef
- ✓ Kwispelen

**Taak 2**

**Adsorptie, adsorberen:**
*Het aanhechten van een stof aan een adsorptie middel.*

**Adsorptiemiddel, adsorbens:**
*Stof die andere stoffen aan zich kan hechten.*

**Suspensie:**
*Een mengsel van een vloeistof en een vaste stof die niet is opgelost, een suspensie is altijd troebel.*

**Controleer van de volgende begrippen of je weet wat ze betekenen, hoe ze eruit zien en hoe je ze kunt gebruiken:**

- ✓ Zwenken
- ✓ Erlenmeyer

**Taak 3**

**Dichtheid:**
*De massa van een bepaald volume van de stof, bijv het aantal gram dat 1 $cm^3$ of 1 mL weegt. Eenheid $g/cm^3$ (gram per kubieke cm) of g/ml. Dichtheid is een stofeigenschap, elke stof heeft zijn eigen dichtheid.*

**Fasen van stoffen:**
*Aggregatietoestanden, bijv. vast, vloeibaar of gas.*

**Vloeibare fase**:
*Stoffen die bij kamertemperatuur een vloeibare vorm hebben, je kunt ze zien en schenken.*

**Gasfase**:
*Stoffen die bij kamertemperatuur gasvormig zijn, je kunt ze meestal niet zien, maar soms wel ruiken.*

**Faseovergang:**
*Een stof gaat over in een andere fase.*

Verdampen:
*Faseovergang van vloeistof naar gas.*

**Koken:**
*Als een vloeistof kookt dan wil dat zeggen dat die vloeistof op dat moment overgaat in de gasfase.*
*Je ziet belletjes, de temperatuur is gelijk aan het kookpunt van die stof.*

**Indampen:**
*Een mengsel van een vaste stof en een vloeistof verwarmen. De vloeistof verdampt, de vaste stof niet.*

**Residu:**
*De vaste stof die achter blijft.*

**Controleer van de volgende begrippen of je weet wat ze betekenen, hoe ze eruit zien en hoe je ze kunt gebruiken:**

- ✓ Parafilm
- ✓ Driepoot met gaasje, kooksteentjes
- ✓ Brander
- ✓ Petrischaaltje
- ✓ Maatcilinder van 100 mL
- ✓ Meniscus
- ✓ Densimeter:

**Taak 4**

**Concentratie:**
*Bij een mengsel kun je spreken over de concentratie van een stof.*
*Dan bedoel je het aantal gram van die stof in 1 L mengsel (als het een vloeistof is). De eenheid: is g/L.*
*Is het mengsel vast, dan druk je de concentratie uit in g stof per 100 g mengsel of massapercentage.*

**Gehalte:**
*Aantal gram van een vaste stof in een mengsel van vaste stoffen. Uitgedrukt in aantal gram per 100 gram mengsel.*

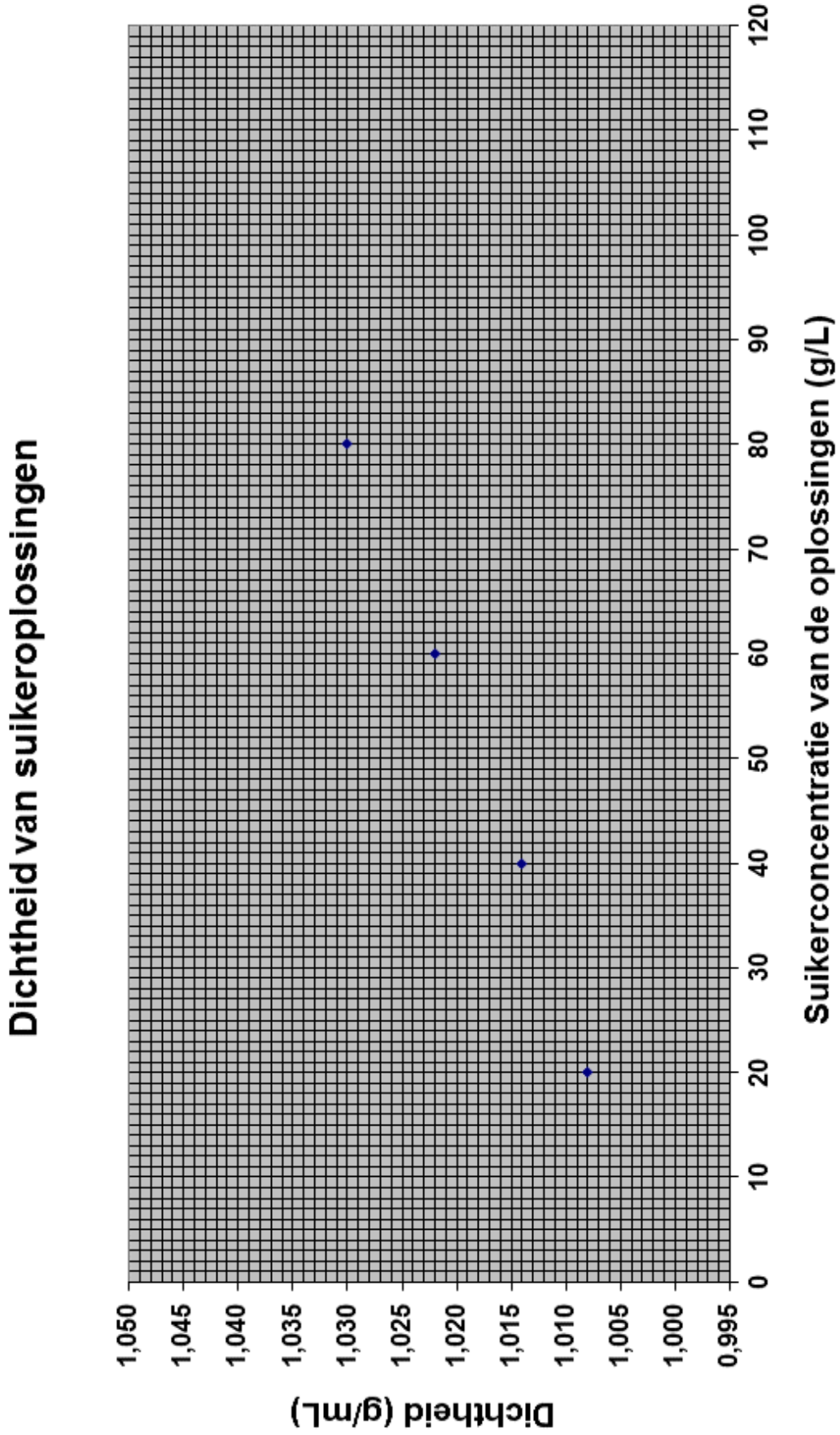
**Volumepercentage:**
*Aandeel van een vloeistof in een mengsel van vloeistoffen in procenten. Hoeveel procent (%) van het volume van een mengsel uit een bepaalde stof bestaat.*

**Massapercentage:**
*Aandeel van een vaste stof in een mengsel van vaste stoffen in procenten. Hoeveel procent (%) van het gewicht van een mengsel uit een bepaalde stof bestaat.*

**Controleer van de volgende begrippen of je weet wat ze betekenen, hoe ze eruit zien en hoe je ze kunt gebruiken:**

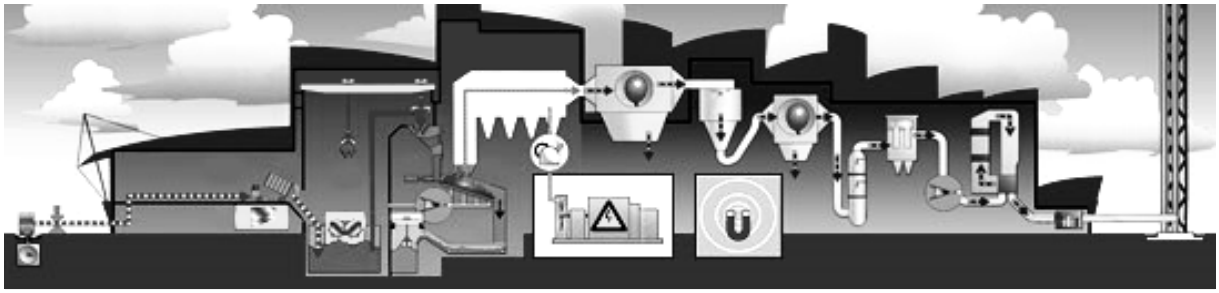
- ✓ IJkgrafiek
- ✓ IJklijn

# Dichtheid van suikeroplossingen



# Verankeringstaak 1: Mengsels en scheidingsmethoden.

Lees onderstaande tekst en maak dan de bijbehorende opdracht.



**Rookgasreiniging**
De eisen die de Nederlandse overheid stelt aan de uitstoot van afvalverbrandings-installaties zijn de strengste ter wereld. De vrijkomende rookgassen worden uitgebreid behandeld in de geavanceerde rookgas-reiniginginstallatie, die veel weg heeft van een chemische fabriek, met schone lucht als uiteindelijk resultaat!

In zes stappen worden milieubelastende componenten uit de rookgassen verwijderd.

I. 1e Elektrostatische filter - Bij verbranding ontstaat uiterst fijne stof (vliegas) die met de rookgassen wordt meegevoerd. In dit filter worden de vliegasdeeltjes door middel van een elektrisch veld negatief geladen. De deeltjes bewegen zich naar de aanwezige positieve platenelektroden en blijven daar als 'magneetjes' aan hechten. Die platen worden regelmatig schoon geklopt. De vrijkomende vliegas wordt getransporteerd naar een opslagsilo en verder verwerkt in de RVI (Reststoffen Verwerkings Installatie).
II. Sproeidroger - Het afvalwater dat op verschillende plaatsen in de verbrandings- en rookgasreinigings-installatie ontstaat, wordt na voorreiniging verdampt in de sproeidroger. Wat overblijft zijn zouten. Door het gebruik van een sproeidroger is een afvalwatervrije rookgasreinigingsinstallatie gerealiseerd.
III. 2e Elektrostatische filter - De in de sproeidroger ingedampte zouten worden hier afgevangen. De techniek is in grote lijnen gelijk zoals vermeld onder stap 1.
IV. Wasser - De wasser is een groot, uit twee delen bestaand wasvat met zeer fijne waterdouches die de rookgassen schoon wassen. In het onderste deel (met een zuur milieu) worden niet alleen zoutzuur en waterstoffluoride afgescheiden, maar ook de zware metalen (onder andere kwik en cadmium). Door de dosering van kalksteen wordt de zuurgraad geregeld. In het bovenste deel van de wasser (met een neutraal milieu als gevolg van de toevoeging van extra veel kalksteen) worden de zwaveloxiden verwijderd. Een gedeelte van het vuile water wordt regelmatig vervangen door schoon water. Het afgetapte vuile water wordt afgevoerd naar een speciaal daarvoor ontworpen fysisch-chemische waterzuivering en vervolgens ingedampt in de sproeidroger.
V. DeNox - Tijdens de hiervoor genoemde processtappen is al een groot aantal milieubelastende stoffen verwijderd. De stikstofoxiden (NOx) en mogelijke dioxine en furanen zitten echter nog in de rookgassen. De DeNox ontdoet die rookgassen van de NOx. Onder toevoeging van ammonia wordt in de katalysator NOx omgezet in zuivere stikstof plus waterdamp. Stikstof is een ongevaarlijke component die permanent in onze leefomgeving aanwezig is. Normale omgevingslucht bestaat tenslotte voor 79 procent uit stikstof en voor 21 procent uit zuurstof.
VI. Absorptiedoekenfilter - Dit filter bestaat uit een aantal kamers waarin over lange, geperforeerde buizen filterdoeken (stofzakken) zijn getrokken. De dioxine en furanen (PCDD en PCDF's) en de allerlaatste zware metalen en zuren worden tenslotte door dit absorptiedoekenfilter verwijderd. Een mengsel van poederkalk en actieve bruinkool/cokes wordt als absorptie-materiaal in de luchtstroom gebracht en slaat neer op de filterdoeken, terwijl de rookgassen er langs stromen. De genoemde bestandsdelen hechten zich aan het mengsel van kalk en kool. Kleine hoeveelheden van het absorptiemateriaal worden telkens ververst. Het verzadigde poeder wordt verwerkt in de RVI.

*Uit: website Afvalverwerking Regio Nijmegen, http://www.arnbv.nl/*

**Opdracht 1.**

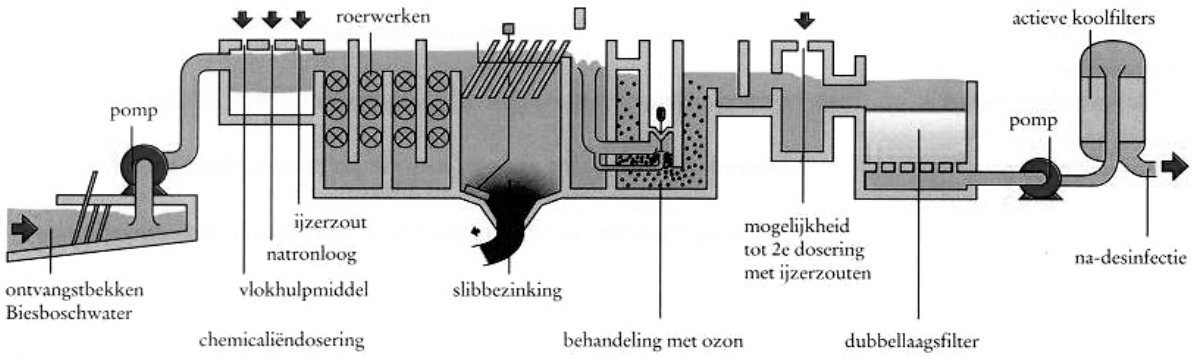
a. Noteer de namen van de scheidingsmethoden die je hebt geleerd.
b. Hoe zou je de scheidingsmethode noemen die bij het vuilverbrandingbedrijf in stap I plaatsvindt noemen?
c. Hoe zou je de scheidingsmethode noemen die bij het vuilverbrandingbedrijf in stap II plaatsvindt noemen?
d. Hoe zou je de scheidingsmethode noemen die bij het vuilverbrandingbedrijf in stap VI plaatsvindt noemen?
e. Waarom laat men het waswater uit stap IV door een waterzuivering gaan?

Lees de tekst ‘Drinkwater en afvalwater’ op de volgende bladzijde en beantwoordt daarna de volgende opdracht:

**Opdracht 2.**

a. In stap 1 van het waterzuiveringsproces wordt een scheidingsmethode genoemd, welke?
b. Voor welk soort mengsel is deze scheidingsmethode geschikt?
c. Is rivierwater volgens jou een oplossing of een suspensie? Leg je antwoord uit aan de hand van een gegeven uit de tekst.
d. Is drinkwater een zuiver stof of een mengsel? Leg je antwoord uit aan de hand van een gegeven uit de tekst.
e. Welke scheidingsmethode wordt gebruikt in stap 2?
f. En in stap 3?
g. En in stap 5?
h. En in stap 6?
i. En in stap 7?

## Drinkwater en afvalwater




**Het drinkwaterbedrijf zorgt er voor dat er bij jou elke dag schoon water uit de kraan stroomt. Dat water komt op sommige plaatsen uit een rivier en op sommige plaatsen komt het uit de grond. Op het kaartje hieronder kun je zien waar het water dat bij jou uit de kraan komt van is gemaakt.**

Grondwater
In het noorden, oosten en zuiden van ons land zit diep in de grond water dat erg geschikt is om drinkwater van te maken. Dit grondwater is namelijk erg schoon, het hoeft bijna niet gezuiverd te worden. Het grondwater in het westen van het land is niet geschikt om te drinken. Dat komt doordat het grondwater daar zout is, net zo als het zeewater. En iedereen die per ongeluk wel eens een slok zeewater heeft gedronken weet dat zout water erg vies is!
Rivierwater
In het westen van Nederland wordt drinkwater uit rivierwater gemaakt. Tijdens de lange reis van de rivier door Europa naar de zee wordt de rivier langzaamaan steeds vuiler. Je begrijpt dat het een erg ingewikkeld en duur proces is om van dat vuile rivierwater zuiver drinkwater te maken. Maar je hoeft je geen zorgen te maken. Het water dat uit de kraan komt is schoon genoeg om te drinken, daar zorgt het drinkwaterbedrijf wel voor. Natuurlijk wordt de kwaliteit van het drinkwater heel vaak gecontroleerd.

Bij wijze van voorbeeld bespreken we de gang van zaken bij het drinkwaterleidingbedrijf te Rotterdam:

1. In de Biesbosch wordt water ingenomen uit de Maas en voor een half jaar opgeslagen in een open waterreservoir. Tijdens deze periode kunnen allerlei vaste bestanddelen bezinken en vindt een natuurlijke voorzuivering van het water plaats.
2. Na deze voorzuivering wordt het water naar het eigenlijke zuiveringsbedrijf in Rotterdam gepompt, Hier voegt men stoffen aan het water toe (o.a. ijzersulfaat), die de bijzondere eigenschap hebben kleine vlokken te vormen, waarin allerlei zwevende verontreinigingen als het ware worden ingekapseld.
3. De gevormde vlokken laat men naar beneden zakken en worden afgevoerd.
4. Nu de zwevende verontreinigingen grotendeels verwijderd zijn, worden de opgeloste afvalstoffen aangepakt. Dit gebeurt door ozon in het water te blazen. Dit gas reageert met de afvalstoffen op een manier die we de beste chemische afbraak kunnen noemen. Ook doodt ozon de nog in het water aanwezige bacteriën en andere ziektekiemen.
5. Omdat tijdens de behandeling met ozon weer nieuwe zwevende bestand delen in het water kunnen ontstaan, wordt het toevoegen van het vlokmiddel ijzersulfaat herhaald.
6. Daarna wordt het water door filterbedden gevoerd die bestaan uit lagen grint, zand en antraciet.
7. Eventueel aanwezige opgeloste kleur-, geur- en smaakstoffen worden verwijderd door behandeling van het water met actieve koolstof.
8. Vervolgens wordt nog een klein beetje chloorbleekmiddel toegevoegd om besmetting van het water te voorkomen. Hierna kan het water, na een tussenstop in een opslagtank, het drinkwaterleidingnet in.

# Verankeringstaak 2: Concentratie en dichtheid.

**Noteer altijd je berekeningen, rond af op twee decimalen en vergeet de eenheden niet!**

**Opdracht 1**
Op een wijnfles staat: 11,5 volumeprocent alcohol

a. Uit welke zuivere stof bestaat de overige 88,5% voornamelijk?
b. Hoeveel mL alcohol bevat een liter wijn?
c. Bereken hoeveel g alcohol, dat is.
d. Hoeveel mL water bevat een liter wijn? (we gaan er van uit dat wijn alleen bestaat uit alcohol en water.
e. Bereken hoeveel g water dat is.
f. Bereken de massa van een liter wijn.
g. Wat is de dichtheid van wijn uitgedrukt in $kg/dm^3$
h. Bereken hoeveel mL alcohol je binnenkrijgt als je een glas wijn drinkt van 150 mL.
i. Bereken de massa van 150 mL wijn.

**Opdracht 2**
Tien bastognekoeken wegen samen 42,6 g. Alice gaat onderzoeken wat het suikergehalte van bastognekoeken is. Ze beschikt over een weegschaal, een densimeter en verder de normale practicum spullen.

a. Maak een *werkplan* voor het onderzoek dat Alice gaat uitvoeren. In het werkplan noteer je stapje voor stapje wat ze gaat doen:
    Onderzoeksvraag: Wat gaat ze onderzoeken?
    Uitvoering: Hoe gaat ze dat doen? Stapje voor stapje noteren!
    Benodigdheden

Alice heeft de suiker uit de bastognekoeken geëxtraheerd en heeft nu 100 mL suikeroplossing waarvan ze de dichtheid bepaalt: 1,032 g/mL.

b. Bepaal de suikerconcentratie van de oplossing met behulp van de ijkgrafiek.
c. Leg uit dat je nu weet hoeveel gram suiker er in 10 bastognekoeken zit.
d. Bereken hoeveel % van de massa van de bastognekoeken uit suiker bestaat.
e. Bereken het gehalte suiker in bastognekoeken. (uitgedrukt in gram suiker per 100 gram bastognekoek.

Op een pak bastognekoeken staat: inhoud 375 gram.

f. Bereken hoeveel g suiker je binnenkrijgt als je een heel pak bastognekoeken opeet.