

Water

2



2 Water

2.1 Water



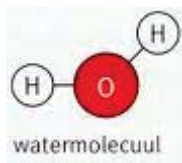
Water is een van de meest bekende stoffen op aarde. Water kan overal op aarde gevonden worden, aangezien het grootste gedeelte van de aarde uit water bestaat. Water wordt op het land onder andere aangetroffen in meren, sloten, vaarten, rivieren en reservoirs. Dit wordt **oppervlaktewater** genoemd.

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

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



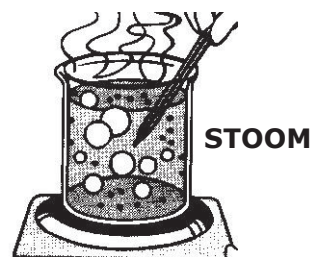
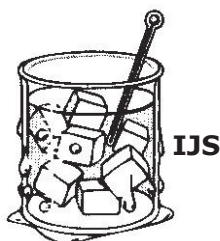
De scheikundige weergave van een watermolecuul is H_2O .



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

Water komt in 3 verschillende vormen op de aarde voor.

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



Water

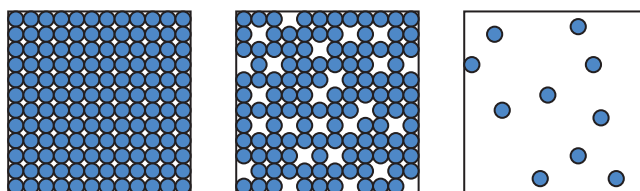
Als de luchtdruk verandert, veranderen de eigenschappen van water. Het kookpunt, de temperatuur waarbij water van een vloeistof in waterdamp verandert, is hoger als de luchtdruk hoger is, en lager bij een lagere luchtdruk. In de bergen bijvoorbeeld is een lage luchtdruk en kookt water al bij 95° C in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

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

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

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

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



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

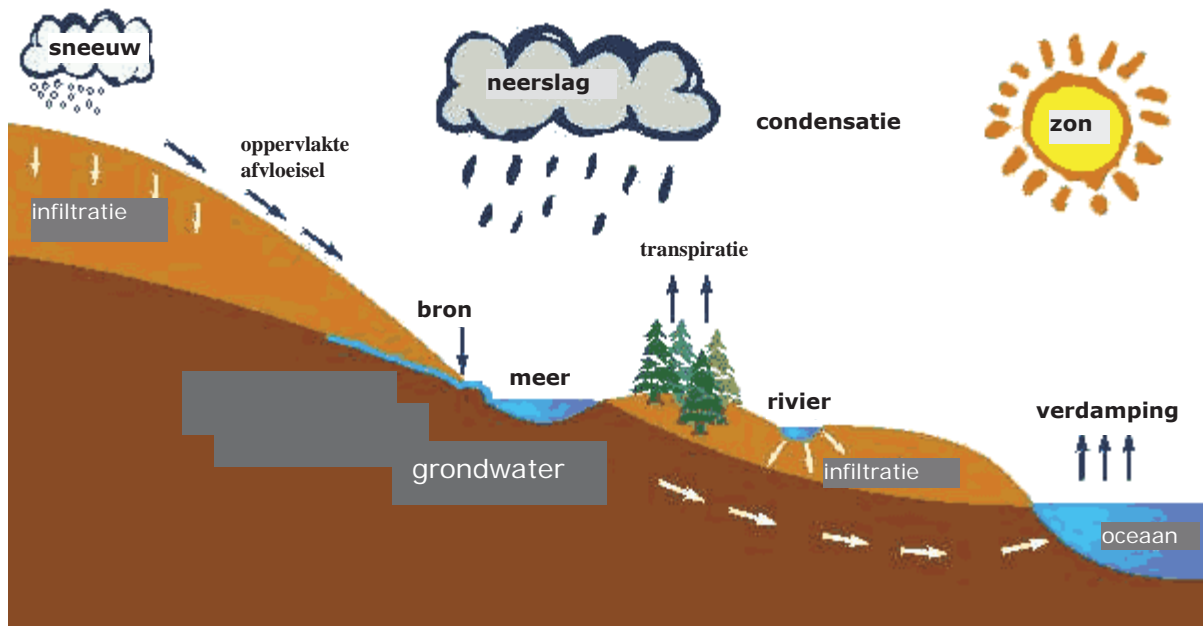
2.2 De waterkringloop

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

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

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

Dan begint de cyclus opnieuw.



2.2.1 neerslag

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

2.2.2 infiltratie

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

2.2.3 transpiratie

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

2.2.4 oppervlakte afvloeijsel

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

2.2.5 verdamping

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

De verdamping van oceanen vormt de grootste verdamping.

2.2.6 condensatie

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

2.3 Waterverontreiniging

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

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

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

Wat zijn de belangrijkste verontreinigingen?

Er zijn een aantal klassen te onderscheiden.

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



Een tweede categorie waterverontreinigingen zijn de zogenaamde zuurstofverbruikende verontreinigingen; verontreinigingen die worden verteerd door zuurstofvragende bacteriën. Wanneer grote aantallen van deze bacteriën deze verontreinigingen omzetten, kan de zuurstof in het water opgebruikt worden. Dit zorgt ervoor dat andere organismen in het water, zoals vissen, door het zuurstoftekort sterven.

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

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



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

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

Een bijzondere vorm van watervervuiling is de thermische watervervuiling.

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

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



2.4 Oplosbaarheid

Water is verreweg het belangrijkste en meest gebruikte oplosmiddel.

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

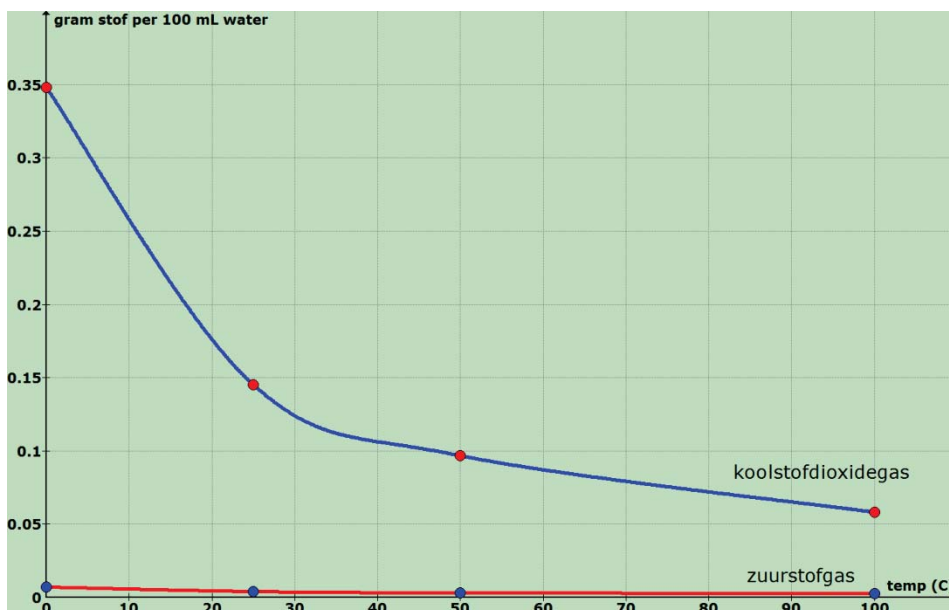
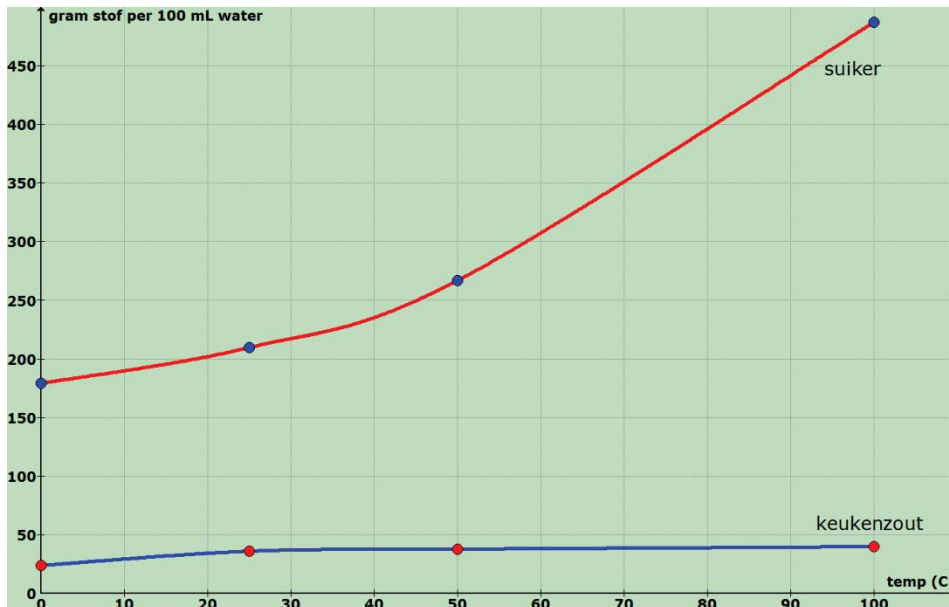
Een belangrijk kenmerk van stoffen is het al of niet oplosbaar zijn ervan in water. Water is immers een veel voorkomend oplosmiddel en wordt dan ook zowel in de industrie, het laboratorium als in het huishoudelijk midden dikwijls als oplosmiddel gebruikt.

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

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

Water

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



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

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

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

We noemen die oplossing dan **verzadigd**.

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

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

Voorbeeld

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

Hoeveel keukenzout lost er in 50 mL water op?

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

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

2.5 Zepen

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



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

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

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

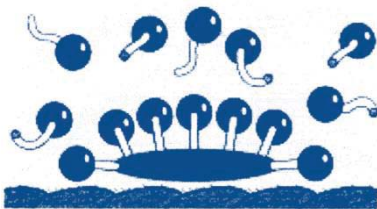
Hydrofoob vuil (vettig vuil) moet verwijderd worden met zeep.

Water

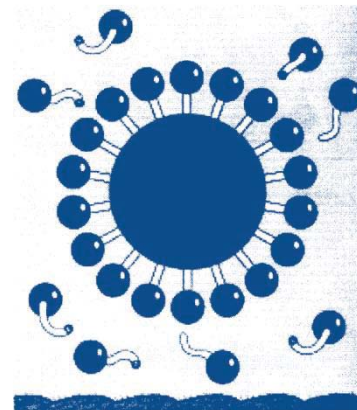
De staarten van de steeraatmoleculen dringen in het hydrofobe vuil, terwijl de koppen van de steeraatmoleculen in het water blijven steken.



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



Door te spoelen worden nu alle vuil en zeepresten verwijderd.



Als er veel kalk in water aanwezig is ontstaat kalkzeep.

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

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

2.5.1 enkele zeepsoorten zijn:

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

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

2.6 Hardheid van water

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

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

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

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

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



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

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

WATERONTHARDER

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

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

Vraagstukken

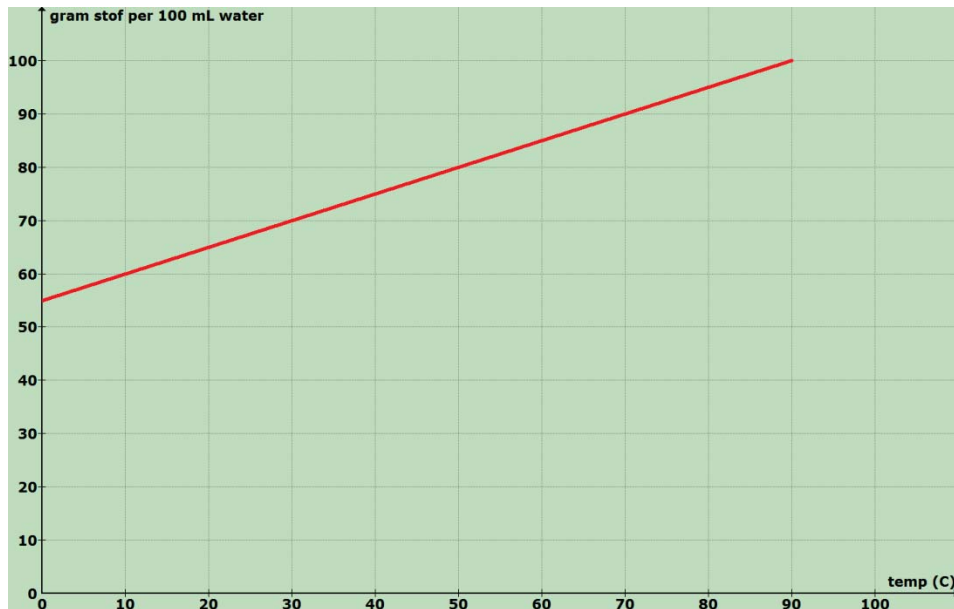
1. Men lost suiker, alcohol en olie op in water.
Leg uit welke stoffen we hydrofoob en welke hydrofiel noemen.

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



- A. ether en olie zijn hydrofiel
B. ether en olie zijn hydrofoob
C. olie is hydrofiel en ether is hydrofoob
D. olie is hydrofoob en ether is hydrofiel
3. Vele chemische fabrieken gebruiken rivierwater als koelwater bij chemische processen. Dit noemen we thermisch verontreinigd water. Gevolg: het rivierwater stijgt ter plaatse enkele graden in temperatuur. Waarom heeft dit grote invloed op de vissterfte?
4. Bereken de oplosbaarheid van de volgende stoffen in g/L
- a. er lost 15 gram salpeter op in 50 mL water
b. er lost 21 gram suiker op in 10 mL water
c. er lost 2,15 gram kunstmest op in 1 mL water
5. De oplosbaarheid van kalizout is 959 g/L.
Hoeveel gram kalizout kan er maximaal oplossen in 100 mL water?
6. De oplosbaarheid van keukenzout is 359 g/L.
Hoeveel gram keukenzout kan er maximaal oplossen in 25 mL water?
7. De oplosbaarheid van suiker is 2100 g/L.
Hoeveel gram suiker kan er maximaal oplossen in 15 mL water?

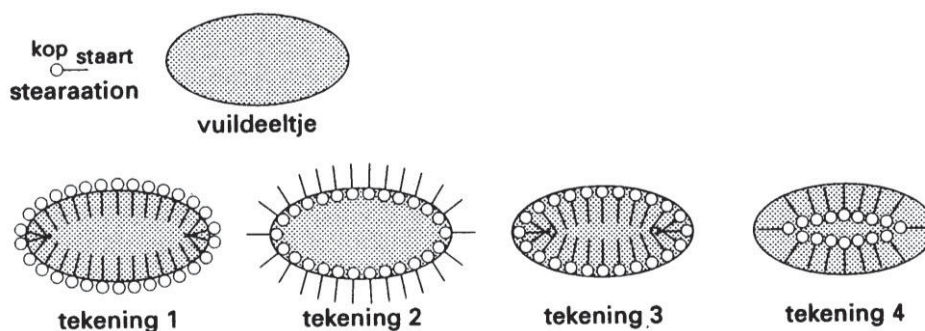
8. In onderstaande figuur is de oplosbaarheid van een kaliumzout in gram per 100 mL water uitgezet tegen de temperatuur.



- Iemand lost in een bekeerglas 90 gram kaliumzout op in 100 mL kokend water. Als alles is opgelost, laat hij de oplossing afkoelen. Welke van onderstaande beschrijvingen past bij het mengsel in het bekeerglas als dat is afgekoeld tot 80 °C?
- A. alle kaliumzout is opgelost
B. er is vast kaliumzout en een oplossing van het kaliumzout
C. er is vast kaliumzout en water
9. Welke van onderstaande beschrijvingen past bij het mengsel in het bekeerglas als dat is afgekoeld tot 20 °C?
- A. alle kaliumzout is opgelost
B. er is vast kaliumzout en een oplossing van het kaliumzout
C. er is vast kaliumzout en water

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

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



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

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

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

Hij roert enige tijd.

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

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