



Blok 2

INHOUD

BASISSTOF

T1 Water in de natuur 56

W1 59

T2 Zuivere stoffen 60

W2 62

T3 Mengsels van stoffen 63

W3 65

T4 Oplossingen 66

W4 70

HERHAALSTOF

H1 Het gebruik van water 71

H2 Nieuwe begrippen 72

EXTRASTOF

E1 Afvalwaterzuivering 75

E2 Een chromatogram maken 79

E3 Oefenvragen en opgaven 81

LEERDOELEN

- 1 Je moet weten wáár en in welke vormen water voorkomt op aarde. [P1, T1, W1]
- 2 Je moet weten welke drie functies water in levende organismen kan hebben. [T1, W1]
- 3 Je moet zes toepassingen van water in het dagelijks leven kennen. [T1, W1]
- 4 Je moet weten op welke manier we water gebruiken bij het klaar maken van eten. [T1, W1]
- 5 Je moet minstens vier toepassingen kennen van water als spoelmiddel. [T1]
- 6 Je moet weten welke gevolgen het gebruik van water heeft voor natuur en milieu. [P1, T1, W1]
- 7 Je moet weten op welke manieren de gevolgen van het gebruik van water voor natuur en milieu beperkt kunnen worden en hoe dit bij kan dragen aan een duurzame ontwikkeling. [T1, W1]
- 8 Je moet het verschil kennen tussen een zuivere stof en een mengsel. [P2, T2, W2, P3, T3, W3]
- 9 Je moet weten wat indampen van een vloeistof is en een eenvoudige indamp-proef kunnen uitvoeren. [P2, T2, W2]
- 10 Je moet weten hoe je kunt onderzoeken of een vloeistof of een vaste stof uit één of uit meer stoffen bestaat. [P2, T2, W2, P3, T3, W3]

T1 Water in de natuur

Waar tref je op aarde water aan?

Ruim 70 % van de oppervlakte van de aarde is bedekt met *oceanen, zeeën, binnenzeeën, meren* en *rivieren* (figuur 1). Vlak onder het aardoppervlak zit *grondwater*. In de lucht zit veel *waterdamp*. Daaruit kunnen condens, wolken en regen ontstaan. Op de poolkappen van de aarde en in het hooggebergte vindt je water in de vorm van *sneeuw* en *ijs* (figuur 2).

FIG. 1 De Niagara-waterval.



ONZE ZOETWATERVOORRAAD

Op aarde komt 1,65 triljoen ($1,65 \cdot 10^{18}$) m³ water voor. Dat is een onvoorstelbaar grote hoeveelheid. Maar 98,8 % van dit water is zout. En levende organismen hebben zoet water nodig. 0,036% van het water is zoet. Dat zit in rivieren, meren en sloten en in de grond als grondwater. 1,19% van het water is sneeuw en ijs. In de lucht zit 0,0008 % in de vorm van waterdamp. Samen is dat ongeveer 1,2% zoet water van 1,65 triljoen m³ water op de wereld.

Toepassingen van water in het dagelijks leven

Water wordt voor veel verschillende doeleinden gebruikt. Water dient als *drinkwater* voor mens en dier en als *bevloeimiddel* voor planten. Denk aan de beregeningsinstallaties in de landbouw (figuur 3).

FIG. 2 Een ijsberg bij Groenland.



FIG. 3 Een beregeningsinstallatie in werking.

Water wordt ook gebruikt als *was- en spoelmiddel*. Je doet de afwas, spoelt de WC door, wast de auto en de ramen, maar ook je lichaam, je kleding, groente en fruit.

FIG. 4 Een koeltoren in aanbouw.



Bovendien is water een belangrijk *transportmiddel*. Niet alleen voor het transport van stoffen maar ook voor het transport van warmte. Bij het transport van stoffen kan water dienen als *oplosmiddel*. Denk aan het zetten van koffie en thee, het innemen van medicijnen, maar ook aan het transport van pekels door persleidingen. Transport kan ook in de vorm van een *waterig mengsel*. We noemen dat een *suspensie*. Voorbeelden hiervan zijn de zandwinning voor de (huizen)bouw en het transport van kolen bij elektriciteitscentrales.

Water als transportmiddel van warmte is te vinden in koel- en verwarmingsinstallaties. Het water in de radiator van een auto moet warmte afvoeren. De radiatoren van de centrale verwarming moeten warmte toevoeren. Ook bij het koken van voedsel zorgt water voor het warmtetransport.

Water is ook de *grondstof* voor het maken van *stoom en ijs*. In stoom zit veel energie. In elektriciteitscentrales wordt deze energie gebruikt om elektrische energie op te wekken. Aan ijs is juist veel energie onttrokken. Het kan dus gebruikt worden om te koelen bijvoorbeeld bij het bewaren van voedsel.



KOELWATER

Elektrische centrales en fabrieken gebruiken water als koelmiddel. Vaak wordt een elektrische centrale in buurt van een rivier gebouwd. Als er te weinig water voor koeling beschikbaar is, worden er speciale koeltorens gebouwd. Bij de Amer-centrale in Geertruidenberg en de chemische fabrieken van Staatsmijnen in Limburg zijn die geweldige koeltorens goed te zien (figuur 4). Tegenwoordig wordt het opgewarmde koelwater ook vaak gebruikt om huizen te verwarmen. De Amer-centrale in Geertruidenberg levert zijn overtollige warmte aan huizen en kassen in de wijde omgeving.

Water speelt voor veel mensen een belangrijke rol bij de besteding van hun vrije tijd. Dat kan in de vorm van watersport of wintersport (figuur 5).

FIG. 5 Spelen met water.



Een bijzondere toepassing van water is water als *blusmiddel*. Voor het verdampen van water is veel warmte nodig. Daardoor daalt de temperatuur rond de vuurhaard en kan de brand uitgaan.

FIG. 6 Transportschepen op de rivier.



SCHEEPVAART

Bij de scheepvaart over zee en op waterwegen maken schepen gebruik van het water. Hier is niet het water het transportmiddel maar het schip (figuur 6).

Water in levende organismen

Zonder water kun je niet leven. Je bestaat zelfs voor het grootste deel uit water. Per dag heb je 2,5 liter water nodig. Gemiddeld bestaat de helft van ons voedsel uit water. Water drinken is dus niet de enige manier waarop we water binnen krijgen.



HET WATERGEHALTE IN MENS EN DIER

Het watergehalte van een mens varieert van 90 % bij een embryo van een maand (een pril, nog ongeboren mensje) tot 65 % bij een volwassene. Bij dieren is dat niet anders. Hun watergehalte varieert van 50 % (sommige bacteriesoorten) tot 95 % (sommige diersoorten).

Water speelt in levende organismen een belangrijke rol als *transportmiddel*. Uit je lichaam moeten schadelijke stoffen worden verwijderd. Die stoffen worden in je lichaam in water opgelost. Via je nieren en je blaas worden ze uitgescheiden. Water kan ook nuttige stof-

fen vervoeren. In je maag en darmen worden veel voor je lichaam nuttige stoffen in water opgelost. Via je bloed of andere lichaamssappen worden die stoffen naar verschillende plaatsen in je lichaam getransporteerd. Daar worden ze opgeslagen of meteen gebruikt. Water zorgt ook voor transport van warmte. Als je lichaamstemperatuur te hoog dreigt te worden, ga je zweten. Door de verdamping van zweet op je huid, wordt warmte afgevoerd. Zo blijft je lichaamstemperatuur op 37 °C.

Water is ook *nodig bij chemische reacties* in je lichaam. Bij talrijke chemische processen zoals het afbreken van eiwitten en vetten is water noodzakelijk.

Het gebruik van water en ons milieu

Al het water dat we gebruiken, wordt onttrokken aan het milieu. En er lijkt water genoeg. Helaas is de kwaliteit vaak niet goed genoeg. Juist door ons gebruik wordt het water verontreinigd. Daardoor is het water niet langer geschikt voor bepaalde functies. Planten en dieren zijn daar meestal het slachtoffer van. Er moeten steeds meer installaties gebouwd worden om water te zuiveren (figuur 7). Die zuiveringsinstallaties leveren vaste afvalstoffen die als chemisch afval behandeld moeten worden.

FIG. 7 Een waterzuiveringsinstallatie.



Door het onttrekken van grote hoeveelheden grondwater daalt het grondwaterpeil. Daardoor kunnen bepaalde gebieden verdrogen. Ook daarvan zijn natuur en milieu weer de dupe.

Goed water is schaars. We moeten zuinig zijn op dat schaarse water. We moeten het zo gebruiken dat het de kans krijgt zichzelf te herstellen. Zo kunnen we nu en in de toekomst in onze behoefte aan goed water blijven voorzien. Op deze wijze dragen we bij aan *duurzame ontwikkeling*.

Zuinig zijn met water is natuurlijk de beste manier om problemen voor natuur en milieu te voorkomen. Minder verontreinigen, zuiveren bij de vervuiler en het toepassen van gesloten waterkringen zijn andere oplossingen.

FIG. 8 Greenpeace in actie.



HET NEDERLANDS ZOETWATERVERBRUIK

De waterleidingbedrijven leveren jaarlijks 600 miljard liter aan de Nederlandse industrie. Daarnaast tappen de bedrijven zo'n 4000 miljard liter uit rivieren en grondwatervoorraden. Dit water wordt voornamelijk gebruikt als was- en spoelmiddel, voor het maken van stoom én als koelmiddel. Greenpeace en Reinwater zijn organisaties die zich inzetten voor een betere waterkwaliteit. Ze voeren onder andere acties tegen het lozen van stoffen in rivieren en op zee (figuur 8).

- 1
 - a In welke fasen komt water voor op aarde?
 - b Waar zijn deze vormen van water te vinden?
 - c Beschrijf de natuurlijke kringloop van water.
- 2
 - a Noem vijf toepassingen van water in het dagelijks leven.
 - b Noem van elke toepassing een voorbeeld.
 - c Op welke vier manieren wordt water gebruikt als transportmiddel?
- 3
 - a Noem drie functies die water in levende organismen kan hebben.
 - b Geef van elke functie een aantal voorbeelden.
- 4 Een autowasserette gebruikt erg veel water. Tegenwoordig wordt bij steeds meer autowasserettes een gesloten watersysteem aangebracht.
 - a Waarom leveren autowasserettes problemen op voor het milieu?
 - b Wat zou er met een gesloten watersysteem bedoeld worden?
 - c Waarom is dit veel beter voor het milieu?
- 5
 - a Wat zijn de gevolgen van het gebruik van water voor natuur en milieu?
 - b Op welke manieren kunnen milieuproblemen voorkomen worden?
 - c Welke bijdragen zou jij zelf kunnen leveren?
- 6 Een volwassen mens bestaat voor ongeveer 65 % uit water.
 - a Is dat grote watergehalte te verklaren uit onze hoeveelheid bloed? Licht je antwoord toe.
 - b Waar zit al dat water in het menselijk lichaam dan?

- 7 Bij watersporten en wintersporten maak je gebruik van water, sneeuw of ijs.

a Noem zes water- en wintersporten

Bekijk de uitspraak 'Water dient als spoelmiddel, wasmiddel, recreatiemiddel, transport- en koelmiddel'.

b Welke toepassing hoort in dit rijtje niet thuis?

c Vermaak je je bij die bezigheden met de sport of met het water, de sneeuw of het ijs?

d Wat is hier dus het 'recreatiemiddel'?

Vergelijk de volgende uitspraken:

1 'Water vervult een recreatieve functie.'

2 'Water is een geliefd recreatie-middel.'

e Welke uitspraak is juist? Geef uitleg.

FIG. 9 Het broeikas-effect.



- 8 Men verwacht dat door de toename van het CO_2 -gehalte de atmosfeer zal gaan werken als een deken. We noemen dit het broeikas-effect (figuur 9). Als gevolg hiervan zal de temperatuur op aarde stijgen. Daardoor zal er op den duur veel (pool)ijs smelten. Het waterniveau van zeeën en oceanen zal aanmerkelijk stijgen.

a Waarom is het bestaan van het broeikas-effect op dit moment nog moeilijk af te leiden uit het stijgen van de zeespiegel?

b Waarom is het stijgen van de zeespiegel voor Nederland van bijzonder belang?

c Welke maatregelen zou Nederland op den duur tijdig moeten nemen om een ramp te voorkomen?

Zuivere vloeistof

Waterleidingbedrijven moeten veel moeite doen om goed drinkwater te maken. In drinkwater mogen geen stoffen zitten die slecht zijn voor onze gezondheid. Daarom moet het beschikbare water eerst gezuiverd worden. Toch is ook drinkwater geen echt zuivere stof. Er zitten nog allerlei stoffen in opgelost zoals kalk, zouten en mineralen.

We spreken van een *zuivere stof*, als deze maar uit één stof bestaat.

Je kunt onderzoeken of een vloeistof een zuivere stof is door de vloeistof in een schaalte te verwarmen. Daardoor verdampt de vloeistof. We noemen dit *indampen*. Als er na het indampen een vaste stof overblijft, dan was de vloeistof een oplossing en geen zuivere stof. De stof die overblijft noemen we het *residu*. Het kan ook zijn dat de vloeistof met een andere vloeistof was gemengd. Dat kun je onderzoeken door de vloeistof te *destilleren* en het kookpunt van de vloeistof te bepalen. Bij het destilleren wordt de vloeistof in de kolf van het destillatie-toestel aan de kook gebracht (figuur 10). De damp stijgt op en verdwijnt in de zijbuis. Deze buis is omgeven door een koelmantel. Zijbuis en koelmantel vormen samen de koeler. In de zijbuis condenseert de damp. De vloeistof wordt opgevangen in een opvangvat. De thermometer geeft aan bij welke temperatuur de vloeistof kookt. Een *zuivere vloeistof heeft een vast kookpunt*. Tijdens het koken blijft de temperatuur constant. Zo zal zuiver water gaan koken bij 100°C . De temperatuur blijft 100°C tot al het water verdampt is (figuur 11). Bij een mengsel van vloeistoffen verandert de temperatuur tijdens het koken. Er is sprake van een *kooktraject*.



KOOKPUNT EN LUCHTDRIK

Het kookpunt van een vloeistof hangt niet alleen af van de soort vloeistof maar ook van de luchtdruk. Bij hoge druk is het kookpunt iets hoger dan bij lage druk. In een snelkookpan maakt men daar gebruik van. Het water kookt bij een hogere temperatuur. Het voedsel is daardoor veel sneller gaar.

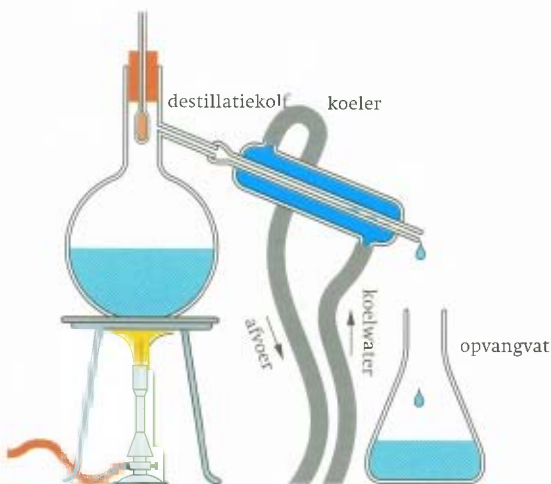


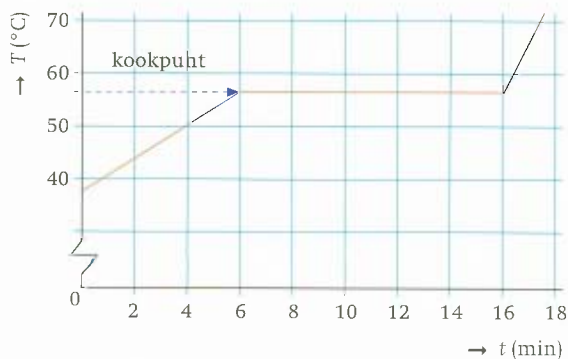
FIG. 10 Een destillatie-toestel.



DANKIJZIJ DE DESTILLEERKETEL...

Twee sportvissers uit Los Angeles overleefden twee weken lang de verschikkingen van een beurtelings spiegelgladde en dan weer stormachtige Golf van Californië dankzij een zelfgemaakte destilleerketel. Dobberend in een geweldige hoeveelheid zout en daardoor giftig zeewater wisten ze zo uitdrogen te voorkomen. Hun destillatie-apparaat bestond uit een benzineblik van 4 liter gevuld met zout water bovenop een metalen onderstel. Daaronder stonden twee olieblikken waarin een mengsel van olie en benzine werd verbrand. De stoom uit de ketel condenseerde in een slang die naar een plastic fles liep. Het water smaakte naar benzine en plastic.

FIG. 11 Het verloop van de temperatuur rond het kookpunt van een zuivere vloeistof.



Zuivere vaste stof

Je kunt onderzoeken of een vaste stof een zuivere stof of een mengsel is door het smeltpunt te bepalen.

Een zuivere vaste stof heeft een *smeltpunt*. Tijdens het smelten blijft de temperatuur constant (figuur 12). Bij een onzuivere vaste stof vind je een *smelttraject* (figuur 13).

FIG. 12 Het smeltdiagram van een zuivere stof.

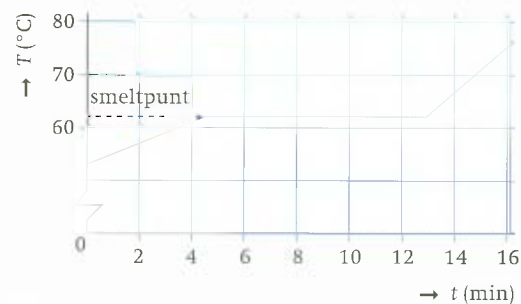
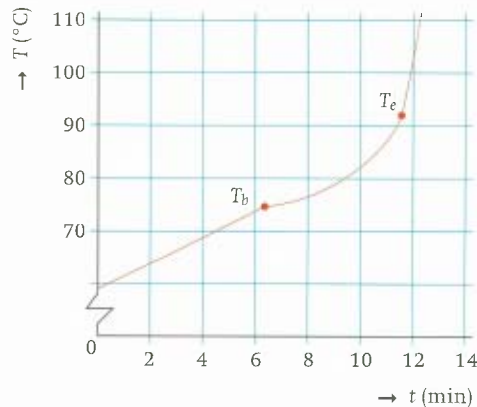


FIG. 13 Het smeltdiagram van een mengsel.



T_b = temperatuur aan het begin van het smelttraject

T_e = temperatuur aan het einde van het smelttraject

Bij een zuivere stof ligt het stolpunt bij dezelfde temperatuur als het smeltpunt. Bij een onzuivere stof is er sprake van een *smelttraject*.

- 1
 - a Wat verstaan we onder een zuivere stof?
 - b Hoe onderzoek je of in een vloeistof een vaste stof is opgelost?
 - c Hoe onderzoek je of in een vloeistof een andere vloeistof is opgelost?
 - d Waarom kun je de bij vraag b gevolgde methode meestal niet bij vraag c toepassen?
 - e Wanneer weet je zeker dat een vloeistof een zuivere stof is?

- 2
 - a Hoe kun je zien dat slootwater geen zuivere stof is?
 - b Wat is het verschil tussen drinkwater en gedestilleerd water?
 - c Hoe kun je je antwoord op vraag b controleren?
 - d Wat gebeurt er als je zeewater indamp?

- 3
 - a Hoe onderzoek je of een vaste stof is verontreinigd met een andere vaste stof?
 - b Wanneer weet je zeker dat een vaste stof een zuivere stof is?

- 4
 - a Schets het smeltdiagram van een zuivere stof.
 - b Schets ook het stoldiagram van een zuivere stof.
 - c Welk verschil is er tussen beide grafieken?
 - d Welke overeenkomst is er tussen beide grafieken?
 - e Waarom is het makkelijker om het stolpunt van een stof te bepalen dan het smeltpunt?

- 5

In de koeler van een destillatie-apparaat pas je het 'tegenstroomprincipe' toe.

 - a Wat stroomt er in de koeler tegen elkaar in?
 - b Waarom wordt dit principe toegepast?

- 6
 - a Schets het stoldiagram van een verontreinigde vaste stof.
 - b Waaraan kun je in dat diagram zien dat je niet met een zuivere vaste stof te maken hebt?

- 7

Geef voor elk van de volgende stoffen aan of deze *wel* of *niet* uit één stof bestaan. Geef ook aan hoe je dat weet.

a drinkwater	e grondwater
b gedestilleerd water	f waterdamp
c zeewater	g slootwater
d bronwater	h poolijs

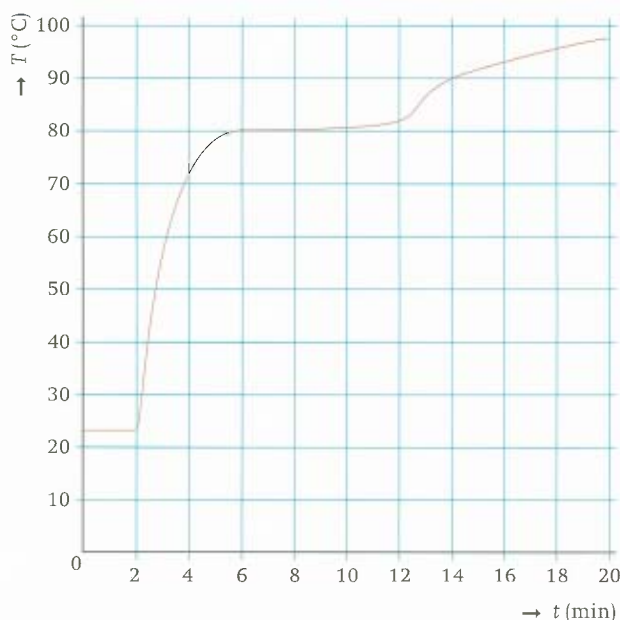
T3 Mengsels van stoffen

Als verschillende stoffen bij elkaar zitten, spreken we van een *mengsel*. Mengsels kunnen zowel gasvormig, vloeibaar als vast zijn.

Mengsels van vloeistoffen

Bij een mengsel van vloeistoffen vind je géén scherp kookpunt, maar een *kooktraject* (figuur 14). De vloeistof begint te koken bij een bepaalde begintemperatuur (T_b). Tijdens het verdampen loopt de temperatuur geleidelijk op naar een eindtemperatuur (T_e).

FIG. 14 Het temperatuurverloop rond het kooktraject voor een alcohol/water mengsel 20/80.



Je kunt dit onderzoeken door de vloeistof in te dampen in een destillatie-apparaat. Als het koken begint, zal er veel damp van de vloeistof met het laagste kookpunt naar de koeler stromen. Er zal nog maar weinig damp ontstaan van de vloeistof met het hoogste kookpunt.

De thermometer zal in het begin het laagste kookpunt aangeven. Door het koken neemt de hoeveelheid vloeistof met het laagste kookpunt in het mengsel af. Daardoor zal er dus steeds meer damp ontstaan van de vloeistof met het hoogste kookpunt. Zodoende zal de thermometer geleidelijk een hogere temperatuur gaan aanwijzen. Op het eind geeft de thermometer het hoogste kookpunt aan. Het kooktraject ligt dus tussen het kookpunt van de vloeistof met het laagste kookpunt en het kookpunt van de vloeistof met het hoogste kookpunt.

Mengsels van gasen

Gassen zijn in alle verhoudingen mengbaar. In vloeistof- en gasmengsels kun je de afzonderlijke stoffen niet zien. Misschien kun je ze wél ruiken. Mengsels van gasen condenseren bij afkoelen niet bij één temperatuur. Bij mengsels van gasen is sprake van een *condensatietraject*.

Mengsels van vaste stoffen

Bij een mengsel van vaste stoffen vind je geen smeltpunt maar een *smelttraject*. Een mengsel begint bij een bepaalde begintemperatuur (T_b) te smelten. Het mengsel is pas bij een hogere eindtemperatuur (T_e) geheel gesmolten. Tussen de begin- en de eindtemperatuur ligt het smelttraject.

Voor het stollen van een mengsel van vaste stoffen geldt iets soortgelijks. Tijdens het stollen neemt de temperatuur geleidelijk af. Er is geen stolpunt maar een stoltraject.

BEPALING VAN HET STOLDIAGRAM VAN EEN MENGSEL

Je kunt het stollen van een vaste stof onderzoeken door de stof eerst te smelten. Verwarm een reageerbuis met de te onderzoeken stof in een vloeistofbad tot juist alles gesmolten is. Laat de temperatuur daarna langzaam dalen. Noteer elke halve minuut de temperatuur.

Noteer bij welke temperatuur de eerste kristallen ontstaan (T_b). Vanaf deze temperatuur moet de temperatuur vooral langzaam dalen.

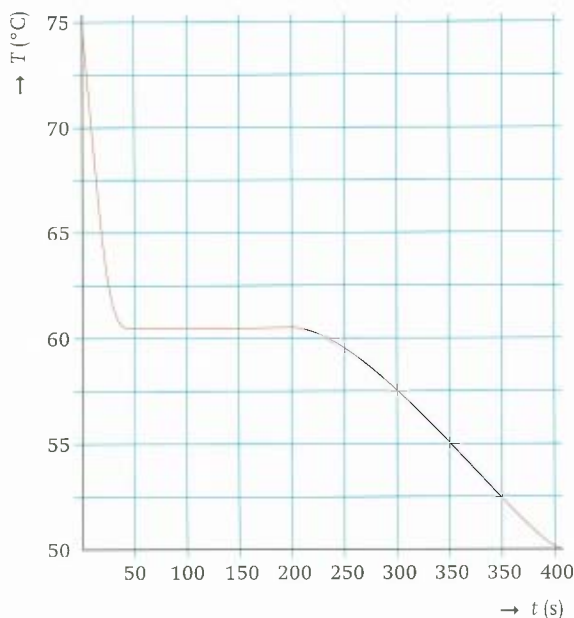
Noteer ook bij welke temperatuur alle vloeistof gestold is (T_g).

Zet alle meetresultaten uit in een stoldiagram.

Als je het stolproces zorgvuldig hebt laten verlopen, kun je aan het diagram zien of je met een zuivere stof of een mengsel te maken hebt.

In de figuren 15 en 16 zie je de stoldiagrammen van zuiver en verontreinigd palmitinezuur.

FIG. 15 Het stoldiagram van zuiver palmitinezuur.



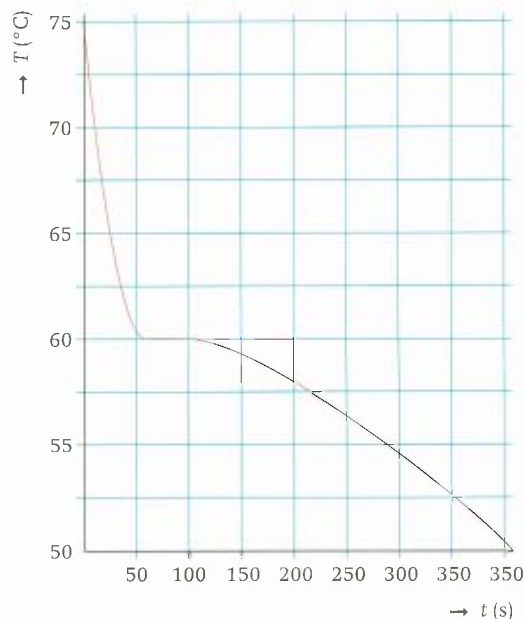
ONDERKOELING

Bij een stolpuntsbepaling kan het voorkomen dat het stollen van de stof begint bij een iets lagere temperatuur dan het smeltpunt. Bij sommige stoffen treedt 'onderkoeling' op. Zo'n stof kristalliseert dan niet omdat er geen 'kristallisatie-kernen' aanwezig zijn. Krassen met een glasstaafje tegen de wand van het vat of een 'entkristal' toevoegen (van dezelfde stof die moet uitkristalliseren) kan de kristallisatie vaak ineens op gang brengen.

In figuur 15 zie je dat de temperatuur meer dan 150 s constant is. Pas als alles gestold is, daalt de temperatuur verder.

Figuur 16 laat zien dat de temperatuur na het begin van de stolling minder dan 50 s constant is. Daarna begint de temperatuur al langzaam te dalen. Er ontstaat een stoltraject. Dit wijst op de aanwezigheid van verontreiniging.

FIG. 16 Het stoldiagram van palmitinezuur verontreinigd met was.



- 1** Geef in je eigen woorden weer wat we verstaan onder:

a een zuivere stof;
b een mengsel;
c een kooktraject.

- 2** Hoe onderzoek je of een vloeistof een mengsel is of een zuivere stof? Geef een toelichting.

- 3** Ether (kookpunt 36 °C) en alcohol (kookpunt 78 °C) zijn in alle verhoudingen mengbaar.

Peter en Rik hebben een mengsel van ether en alcohol gemaakt. Zij willen de stoffen door destillatie scheiden.

Peter zegt dat de temperatuur eerst 36 °C wordt en dat blijft tot alle ether is verdampt. Daarna loopt de temperatuur snel op naar 78 °C. Bij die temperatuur destilleert alle alcohol.

Rik zegt dat er vloeistof begint over te destilleren bij 36 °C, maar dat de temperatuur tijdens het destilleren langzaam zal oplopen tot 78 °C.

Wie heeft er volgens jou gelijk? Licht je antwoord toe.

- 4** Aardolie is een mengsel van een groot aantal stoffen met verschillend kookpunt. Bij de raffinage wordt aardolie gedestilleerd. Het destillaat tussen bepaalde temperatuurgrenzen wordt opgevangen. Zo krijg je allerlei producten zoals benzine, kerosine, gasolie en stookolie.

De stoffen in benzine (voor automotoren) koken tussen 30 °C en 200 °C; in kerosine (voor vliegtuigmotoren) tussen 30 °C en 150 °C.

a Brandstof voor motoren moet snel kunnen verdampen. Welke invloed heeft de temperatuur op de verdampingssnelheid?

b Waarom neemt men voor vliegtuigmotoren een brandstof met een lager 'hoogste kookpunt' dan bij automotoren? (Denk aan de temperatuur in de omgeving van de motoren tijdens de vlucht.)

- 5** In lucht zit 20 % zuurstof (kookpunt -183 °C) en 80 % stikstof (kookpunt -196 °C).

a Bedenk een methode om dit mengsel te scheiden.

b Zou de scheiding voor 100 % lukken? Geef een toelichting.

- 6** Goud wordt vaak samengesmolten met goedkopere metalen, zoals koper en zilver. Zo'n metaalmengsel heet een legering (spreek uit: 'legéring').

a Op welke wijze kun je van wat poedergoud vaststellen of het zuiver goud is of een legering?

b Stel dat het goud verwerkt is in een armband die je niet kapot wilt maken. Op welke manier kun je nu proberen het antwoord te vinden?

T4 Oplossingen

- 7 Zachtsoldeer bestaat uit een mengsel van tin en lood. Lood is een giftig metaal. In de tabel van figuur 17 vind je de temperatuur waarbij de soldeer gaat smelten (T_b) voor verschillende percentages tin.

FIG. 17 Begin van het smeltpunt voor verschillende soorten soldeer.

samenstelling (% tin)	T_b (°C)
0	326
10	295
20	276
30	262
40	240
50	220
60	190
70	185
80	200
90	216
100	232

- a** Wat is het smeltpunt van zuiver lood?
b Wat is het smeltpunt van zuiver tin?
 Met soldeer worden elektrische contacten gemaakt. Er geldt: hoe dunner het soldeerlaagje, des te steviger is de bevestiging. Voor dit soldeerwerk moet het soldeer dus goed vloeien tijdens het verhitten met de soldeerbout.
c Bij welke temperatuur zou dit soldeer moeten gaan smelten? Licht je keuze toe.
d Welke samenstelling soldeer zou je voor dit soldeerwerk kiezen?
 In de conservenindustrie (inblikken van groenten) gebruikt men voor het dichtsolderen van de blikken zachtsoldeer, dat begint te smelten bij 216 °C.
e Hoeveel procent lood bevat dit soldeer?
f Waarom gebruikt men voor deze toepassing niet hetzelfde soldeer van vraag **d**?

Oplossingen

Een oplossing is een vloeistof waarin een vaste stof of een gas is opgelost. De *opgeloste stof* is de stof die in de vloeistof is opgelost. De vloeistof zelf noemen we het *oplosmiddel*.

De hoeveelheid van een stof in een oplossing of mengsel wordt aangegeven met de *concentratie*. De concentratie kan op verschillende manieren berekend worden.

Het *massapercentage* geeft de verhouding tussen de massa van de opgeloste stof en de massa van de oplossing in procenten.

$$\text{massapercentage} = \frac{\text{massa opgeloste stof}}{\text{massa oplossing}} \times 100 \%$$

VOORBEELD: Een oplossing van 3 (massa)procent suiker bevat per kg oplossing $3/100 \times 1000 \text{ gram} = 30 \text{ gram}$ suiker

Het *volumepercentage* geeft de verhouding tussen het volume van de opgeloste stof en het volume van de oplossing.

$$\text{volumepercentage} = \frac{\text{volume opgeloste stof}}{\text{volume oplossing}} \times 100 \%$$

Deze eenheid wordt vaak bij gasmengsels gebruikt, maar ook wel bij vloeistofmengsels.

VOORBEELD: Een oplossing van 5 (volume)procent alcohol bevat per liter $5/100 \times 1000 \text{ cm}^3 = 50 \text{ cm}^3$ alcohol.



ANDERE CONCENTRATIE-EENHEDEN

In de scheikunde wordt de concentratie vaak gegeven in het aantal grammen per liter. Als je na de basisvorming met scheikunde verder gaat krijg je daarmee te maken.

Je kunt aan een vloeistof vaak niet zien of er een andere stof in is opgelost. Dat komt doordat de opgeloste stof heel fijn verdeeld is. Ook is de kleur van de vloeistof meestal niet veranderd.

Bij oplossingen in water kun je vaak proeven of er een stof in het water zit opgelost. Voor suiker- en zoutoplossingen kan dat geen kwaad, maar als er een onbekende stof is opgelost kan dat zeer gevaarlijk zijn.

Vaak kun je goed ruiken of er een andere stof is opgelost. Zo kun je de aanwezigheid van ammoniak, chloor of azijnzuur in een oplossing duidelijk ruiken. Maar ook dáármee moet je voorzichtig zijn:

FIG. 18 Toelaatbare concentraties stoffen in drinkwater.

WAARDEN DIE NIET MOGEN WORDEN OVERSCHREDEN		WAARDEN DIE IN BEPAALDE GEVALLEN MOGEN WORDEN OVERSCHREDEN	
onderwerp	waarde	onderwerp	waarde
1 arseen	50 µg/l As	1 kleurintensiteit	20 mg/l Pt/Co-schaal
2 cadmium	5 µg/l Cd	2 troebelingsgraad	10 mg/l SiO ₂ of de overeenkomende waarde in formazinetroeblingseenheden
3 cyaniden	50 µg/l CN	3 geurverduunningsfactor	2 bij 12 °C 3 bij 25 °C
4 chroom	50 µg/l Cr	4 smaakverduunningsfactor	2 bij 12 °C 3 bij 25 °C
5 kwik	1 µg/l Hg	5 temperatuur	25 °C
6 nikkel	50 µg/l Ni	6 zuurgraad	7 < pH < 9,5
7 lood	50 µg/l Pb	7 droogresten (bij 180 °C)	1000 mg/l
8 antimoon	10 µg/l Sb	8 sulfaat	150 mg/l SO ₄ ²⁻
9 seleen	10 µg/l Se	9 fluoride	1,1 mg/l F
10 pesticiden		10 ammonium	0,16 mg/l N
waaronder worden verstaan:		11 organisch gebonden stikstof	1 mg/l N
– organochloor-pesticiden en hun isomeren		12 nitriet	0,1 mg/l NO ₂ ⁻
– choline-esterase-remmers		13 nitraat	50 mg/l NO ₃ ⁻
– carbamaten		14 fosfaat (totaal)	2 mg/l P
– andere bestrijdingsmiddelen alsmede polyhalogeen bi- en trifenylen		15 oxideerbaarheid met kaliumpermanganaat (bepaling uitgevoerd in zuur milieu)	5 mg/l O ₂
– per afzonderlijke stof	0,1 µg/l	16 natrium	120 mg/l Na ⁺
– totaal	0,5 µg/l	17 kalium	12 mg/l K ⁺
11 polycyclische aromatische koolwaterstoffen	0,2 µg/l	18 magnesium	50 mg/l Mg ²⁺
12 bacteriën van de coligroep	– in drinkwater bij het verlaten van het pompstation minder dan 1 per 300 ml – in drinkwater in het distributiegebied minder dan 1 per 100 ml	19 aluminium	0,2 mg/l Al
		20 ijzer	0,2 mg/l Fe
		21 mangaan	50 µg/l Mn
		22 zilver	10 µg/l Ag
		23 barium	500 µg/l Ba
		24 minerale olie	10 µg/l

Houd de reageerbuis eerst op enige afstand en waai een beetje damp uit de reageerbuis naar je neus toe. Niet meteen boven de reageerbuis 'vol opsnuiven'!

Gezond drinkwater

Drinkwaterbedrijven controleren voortdurend de kwaliteit van het drinkwater. Ze onderzoeken of bepaalde stoffen in het drinkwater voorkomen en zo ja in welke concentraties. Goed drinkwater is belangrijk voor onze gezondheid. De overheid heeft voorgeschreven welke stoffen in drinkwater mogen voorkomen. De overheid geeft ook aan wat de maximaal toelaatbare concentratie van bepaalde stoffen mag zijn (figuur 18).

Als het drinkwater niet aan deze eisen voldoet, moeten de drinkwaterbedrijven maatregelen nemen om de kwaliteit te verbeteren. Gelukkig is het drinkwater in Nederland meestal van goede kwaliteit. In sommige streken van Nederland is de kwaliteit zelfs beter dan van verschillende soorten bronwater. Niet alleen opgeloste stoffen in drinkwater kunnen een gevaar betekenen voor de gezondheid. De meeste gezondheidsproblemen ontstaan door de aanwezigheid van bacteriën. Vooral in zuidelijke streken van Europa is het kraanwater onbetrouwbaar. Door dat water te koken worden de bacteriën gedood.



DE HARDHEID VAN WATER

Een stof in drinkwater die problemen oplevert, zij het niet voor de gezondheid, is kalk. De kalk zet zich af in koffiezetapparaten en stoomstrijkijzers. Deze apparaten moeten regelmatig ontkalkt worden, anders stroomt het water niet meer door. In wasmachines zet de kalk zich af op het verwarmingselement (figuur 19). Daardoor kan dit element op den duur zijn warmte niet meer kwijt. Het element brandt dan door. De hoeveelheid kalk in het leidingwater wordt aangegeven met de *hardheid* (figuur 20). Is er weinig kalk in het water zit, spreken we over zacht water. Bij hard water zit er veel kalk in het water. Wasmiddelfabrikanten voegen onthardingsmiddel aan wasmiddel toe om problemen met kalkafzetting te voorkomen.

FIG. 19 Een schoon verwarmingselement en een verwarmingselement met kalkafzetting.



Oplosbaarheid

De hoeveelheid stof die in een vloeistof opgelost kan worden hangt af van een aantal factoren:

- de aard van het oplosmiddel;
- de hoeveelheid oplosmiddel;
- de aard van de opgeloste stof;
- de temperatuur.

De hoeveelheid stof die in een bepaalde hoeveelheid vloeistof opgelost kan worden, heet de *oplosbaarheid* van die stof. Omdat de oplosbaarheid afhangt van de temperatuur, wordt deze opgegeven voor een bepaalde temperatuur.

Meestal wordt de oplosbaarheid geven in het aantal gram stof dat oplost in 100 gram oplosmiddel bij een bepaalde temperatuur (figuur 21).

FIG. 20 De hardheid van drinkwater in Nederland.

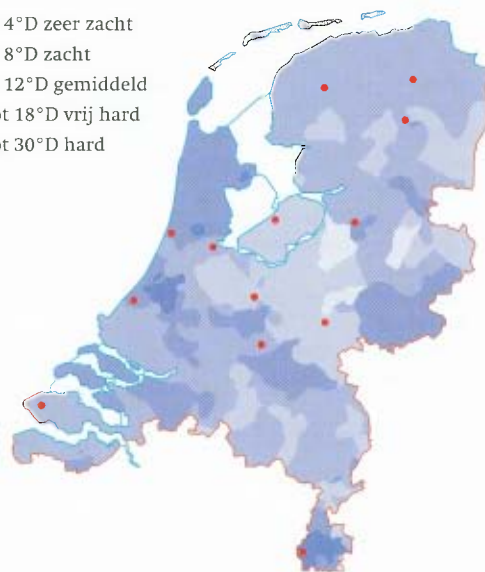
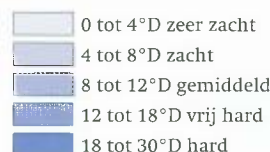


FIG. 21 De hoeveelheden zout en suiker die oplossen in 100 g water van 20 °C.



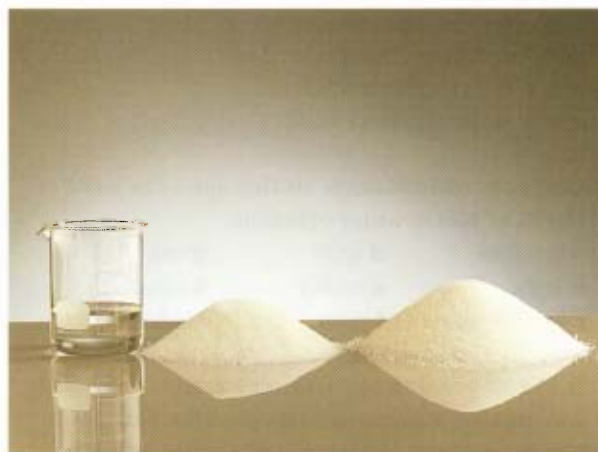
Hoe groter de oplosbaarheid, des te groter is de concentratie van die stof in de oplossing. Niet elke vaste stof is oplosbaar in iedere vloeistof. Zo lost vet niet op in water, wel in ether. Suiker en zout daarentegen lossen wél op in water, niet in ether.

OPLOSBAARHEID EN TEMPERATUUR

De oplosbaarheid van een vaste stof in een vloeistof hangt af van de temperatuur. Meestal neemt de oplosbaarheid toe als de temperatuur stijgt (figuur 22). De oplosbaarheid van een gas in een vloeistof neemt echter af als de temperatuur stijgt.

Zolang je nog vaste stof of gas in een vloeistof kunt oplossen, noemen we de oplossing *onverzadigd*. Een oplossing is *verzadigd*, als je van de vaste stof of dat gas niets meer in de vloeistof kunt oplossen.

FIG. 22 De hoeveelheden suiker die oplossen in 100 g water van 20 °C en van 100 °C.



VERKLARING MET HET MOLEKUULMODEL

Met het molekuulmodel is de verandering van de oplosbaarheid bij hogere temperatuur goed te begrijpen. Bij een hogere temperatuur gaan de molekulen sneller bewegen en duwen elkaar meer opzij. Er komt meer ruimte tussen de molekulen. De vloeistof 'zet uit'. Tussen de molekulen komt dus meer ruimte voor de molekulen van de op te lossen vaste stof.

In een gas zit meer ruimte tussen de molekulen dan in een vloeistof. Als de temperatuur van de oplossing van een gas in een vloeistof stijgt, zet de vloeistof uit. Maar gassen zetten sterker uit dan vloeistoffen. Het gas heeft bij hogere temperatuur méér ruimte nodig dan de extra ruimte die er tussen de molekulen ontstaat. Het gas komt dus bij een hogere temperatuur ruimte tekort. Het gevolg is dat er gas uit de oplossing ontsnapt.

- 1 Pekel is een oplossing.
 - a Wat is het oplosmiddel?
 - b Wat is de opgeloste stof?
- 2 Geef voor onderstaande stoffen aan of ze *goed*, *slecht* of *niet* in water oplossen.

a benzine	d krijt	g vet
b zout	e suiker	h zand
c koolpoeder	f zeep	i boter
- 3 Je lost 80 g suiker op in 1 liter water.
 - a Wordt het volume van de oplossing dan gelijk aan de som van de volumes van water en suiker apart? Licht je antwoord toe.
 - b Bereken de massaconcentratie van deze oplossing.
- 4 De massaconcentratie van een oplossing van suiker in water is 8 %.
 - a Bereken hoeveel gram suiker in 2 kg oplossing zit.

Je lost 265 gram suiker op in 1,5 liter water.
 - b Bereken de massaconcentratie van deze suikeroplossing.
- 5 Een luchtmonster blijkt 2 (volume)% chloorgas en 0,5 (volume)% ozon te bevatten.

Bereken hoeveel liter chloor en hoeveel liter ozon aanwezig zijn in één m³ van deze lucht.
- 6 Als het in de zomer lange tijd warm is, komen de vissen in ondiep water regelmatig boven om 'lucht te happen'. Geef hiervoor een verklaring.
- 7 De oplosbaarheid van soda is 58 g soda in 100 g water van 20 °C.
 - a Bereken hoeveel soda opgelost kan worden in 600 g water van 20 °C.
 - b Bereken het massapercentage soda in deze oplossing.

In 100 g water van 100 °C kan 116 g soda opgelost worden.
 - c Bereken tot welk volume je de verzadigde oplossing van vraag a moet indampen om een verzadigde oplossing bij 100 °C te krijgen.
- 8 Een liter verdund zwavelzuur heeft een concentratie van 30 massaprocent. De massa van 1 liter van dit verdund zwavelzuur is 1223 g.
 - a Bereken hoeveel gram zuiver zwavelzuur er in een liter verdund zwavelzuur zit.

De dichtheid van zuiver zwavelzuur is 1,84 g/cm³.
 - b Bereken het volume van het zuivere zwavelzuur waaruit die liter verdunde zwavelzuur gemaakt is.
 - c Bereken het volumepercentage zwavelzuur in het verdund zwavelzuur.

H1 Het gebruik van water

Deze herhaalstof gaat over het gebruik van water en de begrippen die daarbij van belang zijn.

Probeer eerst de vragen te maken. Als dat niet lukt, zoek dan het antwoord op in de tekst.

- 1 Wat versta je onder grondwater en wat onder oppervlaktewater?
- 2 Water kan in levende organismen drie verschillende functies hebben.
Welke functies zijn dat?
- 3 Welke zes verschillende soorten water kun je onderscheiden?
- 4 Een uitspraak als 'spaar het milieu' kan je in Nederland niet ontgaan zijn.
a Wat wordt er bedoeld met 'het milieu'?
b Wat wordt er bedoeld met deze uitspraak?
- 5 Een 'waterwingebied' wordt met een speciaal bord aangegeven (figuur 23).
a Wat is een waterwingebied?
b Waarom wordt zo'n gebied met een speciaal bord aangegeven?

Oppervlaktewater is aanwezig in zeeën, meren, rivieren en beken.

Regenwater is oppervlaktewater dat verdampt is. Via condenseren, bevriezen en smelten is het weer op de grond terecht gekomen.

Grondwater is afkomstig van regenwater en van rivieren, beken en meren. Het is door de bodem gesijpeld en heeft zich boven een ondoordringbare aardlaag verzameld.

FIG. 23 Waterwingebied.



Water in levende organismen heeft drie functies:

- Het is een transportmiddel voor schadelijke stoffen die je lichaam moeten verlaten én voor nuttige stoffen die op andere plaatsen in je lichaam nodig zijn.
- Het is nodig voor chemische reacties in je lichaam, zoals het afbreken van eiwitten en vetten.
- Het regelt de temperatuur zodat de lichaamstemperatuur 37 °C blijft.

Water kan voor verschillende doeleinden gebruikt worden. We onderscheiden zes *gebruiksmogelijkheden van water*:

- drink- en bevoeiingsmiddel (= drinkwater voor planten);
- warmtetransportmiddel voor koeling en verwarming;
- was- en spoelmiddel;
- blusmiddel (figuur 24);
- transportmiddel voor opgeloste stoffen en materialen;
- grondstof voor het maken van stoom en ijs.

FIG. 24 Water als blusmiddel.



Met het *milieu* bedoelen we onze leefomgeving. Het zijn de lucht, de weiden, de bossen, de meren en de zeeën met alle levende organismen.

We moeten zuinig zijn op ons milieu. Een *gezond milieu* is van belang voor onze gezondheid en veiligheid.

Een *waterwingebied* is een gebied waar grondwater wordt opgepompt om drinkwater te maken. Als het grondwater in zo'n gebied verontreinigd wordt, kan de gezondheid in gevaar komen.

BLOK 2 HERHAALSTOF

H2 Nieuwe begrippen

In deze herhaalstof zijn de belangrijkste natuurkundige, scheikundige en technische begrippen uit het blok bij elkaar gezet.

Probeer eerst de vragen te maken. Als dat niet lukt, zoek dan het antwoord op in de tekst.

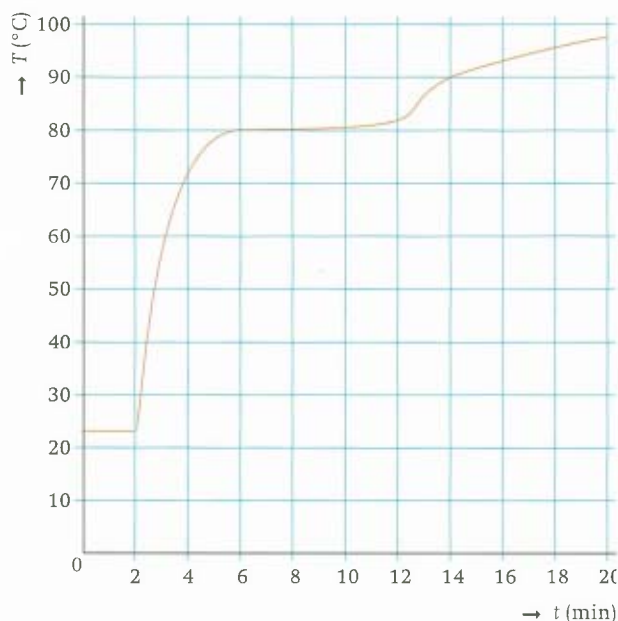
- 1 Je wilt onderzoeken of een onbekende vloeistof een zuivere stof is.
 - a Hoe onderzoek je dat?
 - b Hoe weet je of het een mengsel is?
 - c Hoe weet je of het een zuivere stof is?
- 2 Je wilt onderzoeken of een onbekende vaste stof een zuivere stof is.
 - a Hoe onderzoek je dat?Er zijn twee onderzoeksmogelijkheden.
 - b Welke mogelijkheid kies je en waarom?
 - c Hoe weet je of het een mengsel is?
 - d Hoe weet je of het een zuivere stof is?
- 3
 - a Schets het verloop van de temperatuur tijdens het koken van een zuivere vloeistof.
 - b Schets in hetzelfde diagram het verloop van de temperatuur tijdens het koken van dezelfde vloeistof nu verontreinigd met een vloeistof met een hoger kookpunt.

Natuurkundige begrippen

Het *kookpunt* is de temperatuur waarbij een zuivere vloeistof overgaat van de vloeibare fase in de dampfase.

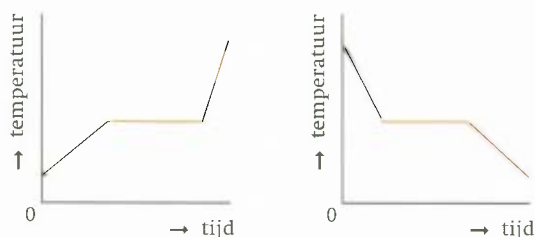
Bij een mengsel van twee of meer vloeistoffen is sprake van een *kooktraject*. Tijdens het koken is de temperatuur niet constant. Het kooktraject geeft het verloop van de temperatuur tijdens het koken (figuur 25).

FIG. 25 Het kookdiagram van een mengsel van twee vloeistoffen.



Het *smeltpunt* is de temperatuur waarbij een zuivere stof overgaat van vast naar vloeibaar (figuur 26). Bij een mengsel van van twee of meer vaste stoffen is sprake van een *smelttraject*. Tijdens het smelten is de temperatuur niet constant. Het smelttraject geeft het verloop van de temperatuur tijdens het smelten.

FIG. 26 Het smeltdiagram (links) en het stoldiagram (rechts) van één bepaalde zuivere stof.



Het *stolpunt* is de temperatuur waarbij een zuivere stof overgaat van vloeibaar naar vast.

Bij een mengsel van van twee of meer vloeistoffen is sprake van een *stoltraject*. Tijdens het stollen is de temperatuur niet constant. Het stoltraject geeft het verloop van de temperatuur tijdens het stollen.

- 4 a Wat is het verschil tussen een zuivere stof en een mengsel?
b Wat versta je onder een oplossing, het oplosmiddel en de opgeloste stof?
c Wat wordt bedoeld met het indampen van een oplossing?
- 5 a Wat versta je onder de concentratie van een stof in een oplossing of mengsel?
b Wat versta je onder het massapercentage van een stof in een oplossing of mengsel?
c Wat versta je onder het volumepercentage van een stof in een oplossing of mengsel?
- 6 a Wat versta je onder de oplosbaarheid van een vaste stof in een vloeistof?
b Van welke vier factoren hangt de oplosbaarheid af?
c Wanneer noemen we een oplossing verzadigd of onverzadigd?
d Welke invloed heeft de temperatuur op de oplosbaarheid van een vaste stof?
e Welke invloed heeft de temperatuur op de oplosbaarheid van een gas?

Scheikundige begrippen

Een *zuivere stof* is één stof.

Een *mengsel* bestaat uit twee of meer vaste stoffen, vloeistoffen of gassen.

Een *oplossing* is een mengsel van vloeistof en vaste stof of van vloeistof en gas.

Het *oplosmiddel* is de vloeistof in een oplossing.

De *opgeloste stof* is de vaste stof of het gas dat in het oplosmiddel is opgelost.

Een *onverzadigde oplossing* kan nog meer opgeloste stof opnemen.

Een *verzadigde oplossing* kan (bij een bepaalde temperatuur) géén stof meer opnemen.

Indampen is het verdampen van een vloeistof door deze te koken.

De *concentratie* geeft het gehalte van een stof in een oplossing of een mengsel aan. De concentratie wordt vaak uitgedrukt in het massa- of volumepercentage. Het *massapercentage* van een stof geeft aan hoeveel procent de massa van die stof is vergeleken met de totale massa van het mengsel of de oplossing.

VOORBEELD: Een suikeroplossing van 10 (massa)procent in water bevat per kg oplossing $10/100 \times 1 \text{ kg} = 0,1 \text{ kg}$ suiker.

Het *volumepercentage* van een stof geeft aan hoeveel procent het volume van die stof is vergeleken met het totale volume van het mengsel of de oplossing.

VOORBEELD: Een mengsel van ozon en lucht van 2 (volume)procent ozon bevat per liter: $2/100 \times 1000 \text{ cm}^3$ ozon = 20 cm^3 ozon.

De *oplosbaarheid* van een stof in een oplosmiddel geeft aan hoeveel gram van die stof oplost in 100 gram oplosmiddel (bij een bepaalde temperatuur).

De hoeveelheid stof die in een vloeistof opgelost kan worden, hangt af van een aantal factoren.

- de aard van het oplosmiddel;
- de hoeveelheid van het oplosmiddel;
- de aard van de opgeloste stof;
- de temperatuur.

De *oplosbaarheid van een vaste stof in een vloeistof* neemt toe met de temperatuur.

De *oplosbaarheid van een gas in een vloeistof* neemt af met de temperatuur.

7 Tijdens het destilleren kun je met een computer het kooktraject bepalen. De temperatuur wordt dan gemeten met een temperatuursensor.

a Wat is destilleren?

b Wat is een temperatuursensor?

c Wat verstaat men bij een destilleerapparaat onder het ‘tegenstroomprincipe’?

Technische begrippen

Bij het *destilleren* wordt een vloeistof aan de kook gebracht. De damp die ontstaat wordt in een koeler weer afgekoeld zodat deze condenseert. Door destillatie kan een vloeistof gezuiverd worden.

Een *temperatuursensor* is een voeler die een elektrische spanning afgeeft. De hoogte van de spanning is een maat voor de temperatuur. Deze spanning kan door een computer vastgelegd worden. Een temperatuursensor is dus een soort ‘elektronische thermometer’.

In een destillatietoestel wordt het *tegenstroomprincipe* toegepast. Het water in de koelbuis stroomt tegengesteld aan de damp in de binnenste buis. Zo komt de damp die nog moet condenseren het koudste koelwater tegen. De kans dat niet alle damp condenseert, is zo minimaal.

E1 Afvalwaterzuivering

De hoeveelheid afval die wij dagelijks produceren wordt steeds groter (figuur 27). Het is een probleem om al dit afval te verwerken. De beschikbare stortmogelijkheden voor vast afval zijn niet voldoende meer. Steeds meer afval moet verbrand worden. Voor al het afvalwater moeten steeds meer zuiveringsinstallaties gebouwd worden.

Tussen al dat afval zitten stoffen die schadelijke stoffen zijn voor het milieu. Er zijn ook stoffen bij die opnieuw gebruikt kunnen worden. Het maken van deze stoffen heeft vaak veel energie gekost. Zonder hergebruik gaat deze energie verloren.



FIG. 27 Afval langs de oever van de Rijn.
Zo moet het dus zéker niet!

- 1 Noem minstens vier afvalstoffen, die opnieuw gebruikt kunnen worden.

Onze afvalberg kan op een aantal manieren beperkt worden:

- We moeten veel minder verpakkingsmateriaal gebruiken.
- Verpakkingsmateriaal moet biologisch afbreekbaar zijn.
- We moeten nieuwe producten ontwikkelen die het milieu niet of veel minder belasten. Denk aan verf op waterbasis in plaats van op basis van schadelijke oplosmiddelen.
- Stoffen als aluminium, blik, glas en papier moeten gescheiden ingezameld worden. Op die manier kunnen ze opnieuw gebruikt worden.
- Er moeten vuilverbrandingsovens en zuiveringsinstallaties ontwikkeld worden die ons milieu niet belasten.

Als voorbeeld van een moderne zuiveringsinstallatie bespreken we hier de de zuivering van rioolwater (figuur 28). De gegevens komen van de waterzuivering bij Tilburg.



FIG. 28 De rioolwaterzuiveringsinstallatie in Tilburg-Noord. De afgebeelde situatie zal in 1997 gerealiseerd zijn.

Een zuiveringsinstallatie zuivert rioolwater afkomstig van huishoudens en bedrijven. Er zit ook veel regenwater bij.

- 2 Wat moet je doen om de grote hoeveelheid afvalwater op te vangen in een regenperiode?

Een moderne methode om rioolwater te zuiveren is de *actiefslibmethode*. Dit proces bestaat uit drie stappen:

- de *mechanische zuivering*;
- de *biologische zuivering*;
- de *slibbehandeling*.

In figuur 29 zie je het schema van de installatie. De verschillende onderdelen (aangegeven met cijfers) worden hier besproken.

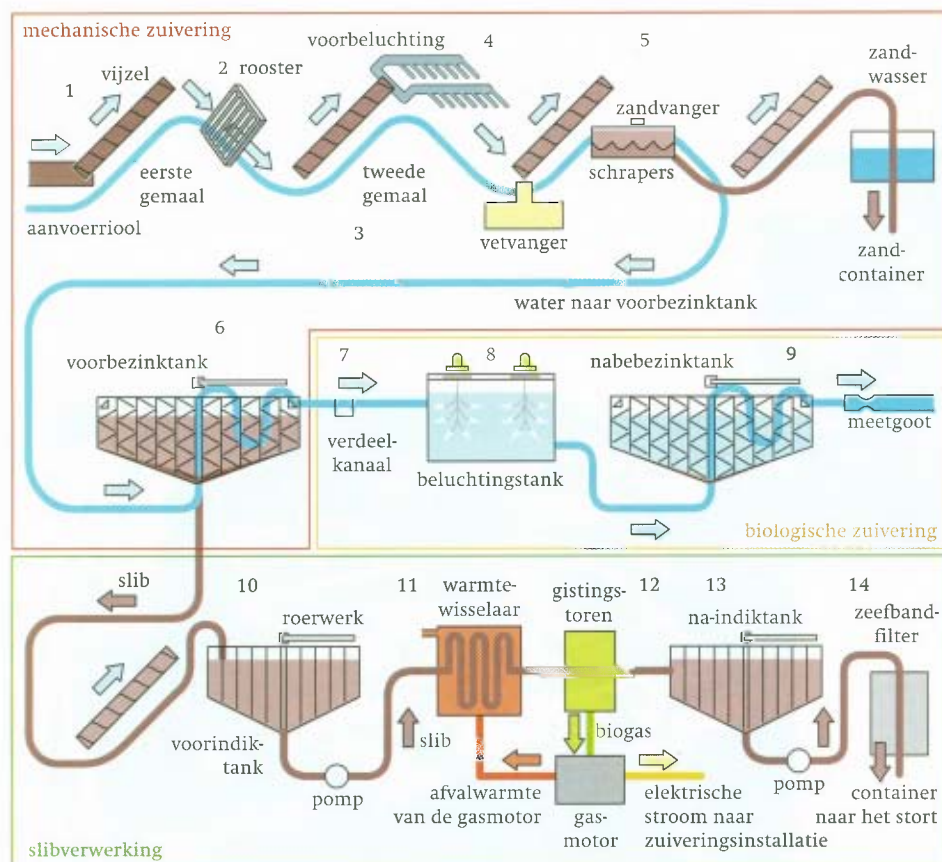
De mechanische zuivering

De mechanische zuivering gebeurt in zes stappen.

Eerst wordt het rioolwater door vijzels (schroefpompen) omhoog gepompt (1).

Automatisch werkende roosters verwijderen de grote vaste bestanddelen (zoals vezels, papier, hout en bladeren) uit het water (2). Dit vaste afval wordt in een container gestort.

FIG. 29 Schema van het waterzuiveringsproces.



Vervolgens wordt het rioolwater door vijzels zó hoog opgepompt, dat het vanzelf door de rest van de installatie stroomt (3).

In de voorbeluchtingstanks (4) wordt lucht in het water wordt geblazen. Vetdeeltjes hechten aan de luchtbelletjes. Ze gaan drijven en worden door een vetvanger verwijderd.

Het water komt dan in een zandvanger (5). Door deze tank stroomt het water met lage snelheid. Zandkorrels bezinken en nog resterende vetdeeltjes komen boven drijven. Het bezinksel wordt via een schraperconstructie verzameld en in een container gestort. Vetdeeltjes worden via een drijfslaagafstrijker verwijderd.

Hierna komt het water in de voorbezinktanks (6). Dit zijn heel brede vaten met een bodem die licht trechtervormig is. Het water komt in deze tanks tot rust. Slibdeeltjes zakken naar de bodem. Door een bodemschraper wordt dit 'primaire slib' naar de trechteropening geschoven. Door de druk van het water wordt dit slib naar de slib-indiktanks geperst.

Het water is nu mechanisch gezuiverd.

3 a Schrijf op welke afvalstoffen bij de mechanische zuivering zijn verwijderd.

b Welke scheidingsmethoden worden bij de mechanische zuivering toegepast?

De biologische zuivering

De bovenste waterlaag uit de voorbezinktanks stroomt via een afvoergoot naar het verdeelkanaal (7).

Via dit kanaal gaat het water naar de tweede stap in het zuiveringsproces. Als er veel regenwater is, wordt een deel van het water opgeslagen in regenwaterbassins. Dit zijn grote vloeivelden met een dijkje eromheen. Dit water wordt later verwerkt.

In de beluchtingstanks (8) wordt het rioolwater behandeld met actief slib. In dit slib zitten aerobe bacteriën. Deze bacteriën verbruiken zuurstof. Puntbeluchters (een soort douchekoppen die het water met de bacteriën fijn verdelen) zorgen voor voldoende zuurstoftoevoer.

In deze eerste trap wordt in ongeveer vier uur een groot deel (80 %) van de afvalstoffen door bacteriën afgebroken. Daarbij ontstaat het schadelijke nitraat. Dit proces heet daarom 'nitrificatie'.

Omdat de bacteriën nieuw celmateriaal vormen, neemt de hoeveelheid slib toe. Water en slib worden naar andere beluchtingstanks gevoerd voor de tweede trap van de biologische zuivering. In deze tanks wordt het zuurstofgehalte verlaagd. Hierdoor krijgen andere in het slib aanwezige bacteriën hun kans. Deze (anaerobe) bacteriën werken bij een lager zuurstofgehalte. Ze zetten het schadelijke nitraat om in het onschadelijke stikstofgas. Dit proces heet daarom 'denitrificatie'.

In de nabezinktanks (9) wordt het gezuiverde water gescheiden van het actief slib. Het slib wordt voor een deel teruggevoerd naar de beluchtingstanks (en gebruikt voor de nitrificatie) en deels afgevoerd naar de slibverwerking.

4 Beschrijf in een schema de drie trappen van de biologische zuivering.

Het water uit de nabezinktanks is helder. Het wordt geloosd op het oppervlaktewater. Het bevat echter nog 75 % van de schadelijke fosfaten. Deze bevorderen de groei van algen in het oppervlaktewater. Voor die algengroei is veel zuurstof nodig. Het water wordt dan zuurstofarm. In Tilburg hoopt men in 1996 het fosfaatgehalte teruggebracht te hebben tot 25 %.

Het teruggestorte water is zeker niet te gebruiken als zwem- of drinkwater. Er zitten nog te veel bacteriën in. Het rendement van de zuivering is niettemin 96 %.

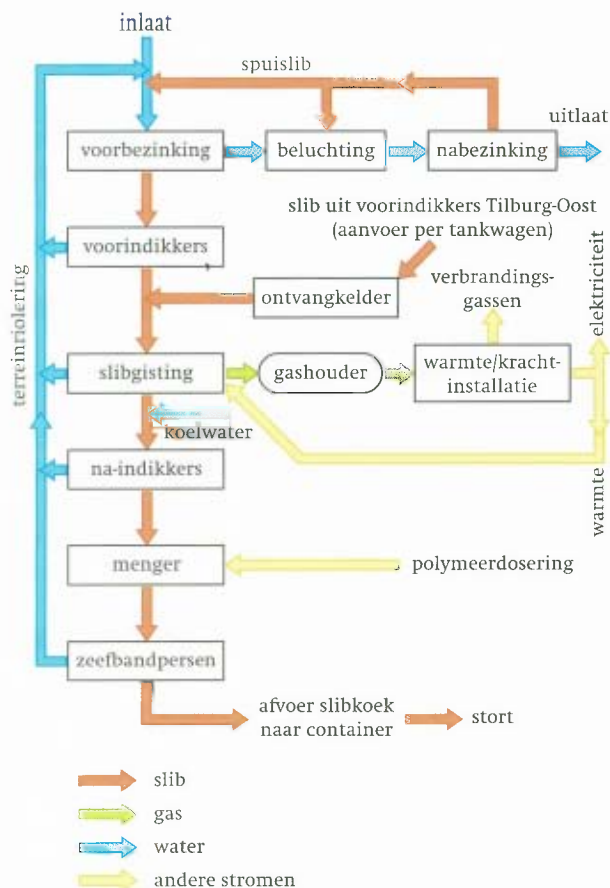
5 a Hoe komen fosfaten in het rioolwater terecht?

b Waarom zijn fosfaten in het afvalwater schadelijk voor het milieu?

De slibverwerking

De verwerking van het slib is weergegeven in het blok-schema van figuur 30. Je kunt het ook volgen in figuur 29.

FIG. 30 Blokschema van de slibverwerking en biogaswinning.



Het slib komt terecht in de voorindiktanks (10). Met behulp van een speciaal roerwerk wordt het slib hier 10 maal zo dik gemaakt.

Voordat het slib verder wordt ingedikt, kan er biogas uit gewonnen worden. De bacteriën die het biogas vormen, werken goed bij zo'n 34 °C. Daarom moet het slib eerst voorverwarmd worden.

Dat gebeurt in een warmtewisselaar (11). Dit is een systeem van in bochten 'opgevouwen' buizen die worden ontspoeld door warm water. Het warme water is ontstaan door het koelen van door biogas aangedreven gasmotoren. Deze gasmotoren drijven een generator (een groot soort dynamo) aan, die elektriciteit opwekt.

Zo kan de waterzuivering voor 44 % voorzien in de eigen behoefte aan elektrische energie. Met het opgewarmde koelwater worden ook de bedrijfsgebouwen verwarmd. Dit is een mooi voorbeeld van warmtekrachtkoppeling, waarbij de energie heel nuttig gebruikt wordt.

In de gistingstorens (12) wordt het slib toegevoegd aan het reeds aanwezige slib. Al het slib wordt goed gemengd door het inblazen van reeds gewonnen biogas. In deze torens ontstaat nog meer biogas. Na 20 dagen is het slib goed uitgegist. Een gashouder dient om de variaties in productie en afname van het gas op te vangen.

- 6 a Welke scheidingsmethoden worden bij de slibverwerking toegepast?
- b Beschrijf kort de winning van biogas uit slib.

Het uitgegiste slib wordt verzameld in de na-indikkers (13).

Door een speciaal roerwerk wordt het verder ingedikt en getransporteerd naar het slibfiltergebouw (14). In het slib zit nog veel water dat niet door uitpersen te verwijderen is. Veel water is 'capillair gebonden' aan de slibdeeltjes (opgezogen in de fijne poriën). Om een groot deel van dit water kwijt te raken wordt een organisch polymeer toegevoegd. Deze stof kan het gebonden water voor een groot deel vrijmaken. Het mengsel van slib en polymeer komt vervolgens in een zeefbandfilterpers. Deze pers bestaat uit twee transportbanden van filterdoek waarop het slib wordt uitgestort. De twee banden komen bij elkaar en worden tussen een aantal walsen doorgevoerd. Zo wordt het water uit de slibkoek geperst.

Het ontwaterde slib bevat 20 % droge stof. Het wordt op dit moment nog afgevoerd naar de vuilstortplaats. Daar wordt het slib verwerkt als chemisch afval. In Tilburg gaat het om zo'n 60 ton (60 m³) slib per week. In de nabije toekomst wordt een installatie gebouwd om het slib te verbranden. Hierbij komt energie vrij die nuttig gebruikt kan worden. Ook kan zo de afval-

berg weer aanzienlijk verkleind worden.

Een probleem vormen de in het slib voorkomende zware metalen (lood, cadmium, kwik, enz.). Deze stoffen zijn heel erg schadelijk voor het milieu. Ze mogen niet in het grond- of oppervlaktewater terechtkomen.

7 a Beschrijf kort de indikking van het uitgestorte slib.

b Hoe kan de massa van het slib dat bestaat uit 20 % droge stof, verder verkleind worden?

Enkele gegevens van de rioolzuiveringsinstallatie in Tilburg:

- De biologische zuiveringscapaciteit is ongeveer 350 000 vervuilingseenheden.
- De jaarproductie is ongeveer 15 miljoen m³ rioolwater.
- De oppervlakte van de regenwaterbassins is 26,7 ha.
- De regenwaterbassins zijn maximaal 2 meter diep en verspreiden stank in de omgeving. Omstreeks 1997 zullen deze bassins verdwenen zijn. De installatie heeft dan een aanzienlijk grotere capaciteit gekregen. Al het afvalwater kan dan meteen verwerkt worden.
- De energieproductie uit biogas is ongeveer 3 miljoen kWh/jaar.
- De energiebehoefte is ongeveer 7 miljoen kWh/jaar.



DE VERVUILINGSEENHEID

De vervuilingseenheid is het zogenaamde inwoner-equivalent (i.e.). Dit equivalent wordt bepaald door de hoeveelheid zuurstof die nodig is om de gemiddelde vervuiling per inwoner per dag in het afvalwater af te breken. Gemiddeld is dit 54 gram zuurstof.

BLOK 2 EXTRASTOF

E2

Een chromatogram maken

Een scheidingsmethode die vaak wordt toegepast voor het onderzoeken van mengsels, is de *chromatografie*. De naam chromatografie is opgebouwd uit twee Griekse woorden. 'Chromos' betekent kleur; 'grafein' betekent schrijven.

In dit blad ga je zelf een chromatogram maken. Je wilt onderzoeken of de inkt van twee viltstiften van dezelfde kleur maar van verschillende merken uit dezelfde kleurstoffen bestaat.

BENODIGD MATERIAAL:

- twee viltstiften van dezelfde kleur van verschillende merken
- een hoog bekerglas
- loopvloeistof
- filtreerpapier

WERKWIJZE:

- Breng in het hoge bekerglas een hoeveelheid loopvloeistof. Zorg dat de loopvloeistof ongeveer 0,5 cm hoog staat.
- Neem een strook filtreerpapier die iets smaller is dan het bekerglas en ongeveer 3 cm langer dan de hoogte van het glas.
- Vouw de bovenste rand van het filtreerpapier dubbel en hang het op aan een ijzerdraadje dat over het bekerglas kan worden gelegd.
- Zet onderaan het filtreerpapier op gelijke hoogte twee stippen: links met de ene viltstift en rechts met de andere viltstift. Plaats de stippen minstens 1 cm van de onderrand.
- Plaats het filtreerpapier voorzichtig in het bekerglas (figuur 31). Zorg ervoor dat de stippen niet in de loopvloeistof komen!

FIG. 31 Het gevouwen filtreerpapier met stippen.



Wacht af wat er gebeurt. De loopvloeistof stijgt op en passeert de stippen. De afzonderlijke kleurstoffen in de inkt blijken met verschillende snelheden mee te bewegen. Tijdens het opzuigen van de loopvloeistof in het filtreerpapier worden de kleurstofbestanddelen in de inkt als het ware 'uit elkaar getrokken'.

Als de inkt uit drie verschillende kleurstoffen bestaat, zullen er op het papier drie gescheiden vlekken ontstaan (figuur 32).

Laat op het einde van de les je chromatogram drogen. Je kunt het bij je verslag van deze extrastof plakken.

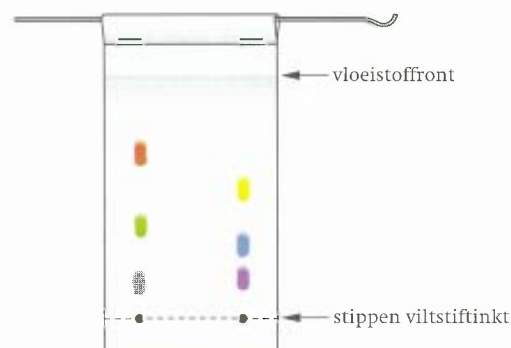
Hetzelfde of niet?

Als de kleurstoffen hetzelfde zijn dan:

- moeten de stippen 'gesplitst' zijn in dezelfde kleurvlekken;
- moeten dezelfde kleurvlekken dezelfde afstanden hebben afgelegd.

Anders gezegd: als de twee inktsoorten hetzelfde zijn, zien hun chromatogrammen er precies hetzelfde uit.

FIG. 32 Chromatogram van twee soorten viltstiftinkt.



Wat er gebeurt er?

De loopvloeistof bestaat uit twee of meer vloeistoffen die niet goed met elkaar mengen. De oplosbaarheid van de kleurstoffen in deze vloeistoffen is verschillend. Ook worden de vloeistoffen niet even snel opgezogen door het filtreerpapier. Zo ontstaan de verschillende chromatogrammen.

Je ziet dat je met eenvoudige middelen kunt bepalen of twee stoffen hetzelfde zijn. En dat is een verrassend resultaat.

Chromatografie is ook toepasbaar op andere stoffen dan kleurstoffen. Je moet ze dan wel achteraf in een kleurstof kunnen omzetten, zodat de vlekken zichtbaar worden.

Je kunt ook andere 'dragers' toepassen dan filtreerpapier. De loopvloeistof kan ook door een gas vervangen worden. We spreken dan van 'gaschromatografie'.

De moderne chromatografie is een techniek met tal van mogelijkheden, die in het scheikundig onderzoek een belangrijke plaats inneemt.

Maak van je bevindingen een verslag.

E3 Oefenvragen en opgaven

- 1 Ons lichaam is ingesteld op een temperatuur van 37°C . Als het te warm wordt, regelen we onze temperatuur door te zweten. Meestal is het te koud en moeten we bijstoken om op 37°C te blijven.
- a** Leg uit hoe je door te zweten kunt afkoelen.
- b** Hoe heet het geheel van processen, dat ervoor zorgt dat we ook in een veel koudere omgeving op temperatuur blijven?

- 2 Water waarin groenten gekookt zijn, wordt meestal weggegooid in de gootsteen.

a Hoe kun je eenvoudig (zonder indampen) vaststellen dat dit kookwater een oplossing is?

b Welk soort gerecht kun je vaak van dit kookwater bereiden?

Groenten worden in water (gaar) gekookt om te zorgen dat ze beter verteerd worden in je maag en darmen.

c Wat is het belangrijkste om groente gaar te krijgen: het koken van het water of de temperatuur die bij dat koken bereikt wordt? Licht je antwoord toe.

Water kookt bij een lage (lucht)druk bij minder dan 100°C en bij hoge (lucht)druk boven de 100°C .

d Leg uit waarom je op een hoge berg niet op 'normale wijze' warm eten kunt bereiden (figuur 33).

e Welk hulpmiddel kun je gebruik om op die hoge berg een potje te koken? Geef kort uitleg waarom het nu wél lukt.

FIG. 33 Eten koken in het hooggebergte.



- 3 Zowel in de zee als in de bodem komt keukenzout voor. In zeewater zitten nog andere zouten. In de bodem zitten al deze zouten vaak in aparte lagen. Het (bijna) zuivere keukenzout in de bodem heet 'steenzout'. Als de zoutlagen in de bodem door plooiing van de aardlagen dicht bij het aardoppervlak liggen, kan het zout in 'dagbouw' worden gewonnen. In Nederland vind je diep gelegen steenzoutlagen onder Twente en in de Achterhoek bij Boekelo.

a Wat wordt bedoeld met 'dagbouw'?

b Verklaar waarom de zoutlagen onder Nederland niet door het grondwater zijn opgelost. Het Nederlandse zout zit op te grote diepte om dit door mijnbouw te winnen.

c Op welke manier wordt dit zout goedkoop gewonnen?

d Waarom kost deze manier van zoutwinning veel energie?

In Zuid-Frankrijk (Rhône-monding), Spanje en Portugal wint men zout uit zeewater in 'salines' (figuur 34). Dat zijn ondiepe bekkens waarin zee-water wordt gepompt. Als het water verdampt is, wordt het zout met bulldozers opgescheept.

FIG. 34 Salines aan de mond van de Rhône.



- e** Waar komt bij de salines de benodigde energie vandaan?
- f** Verklaar waarom het zout uit de salines minder keukenzout bevat dan het zout dat in Boekelo wordt gewonnen.
- 4** Ruwe soda wordt gezuiverd in een oplosketel gevuld met 1500 liter water van 20 °C. Het water wordt verwarmd tot 60 °C.
De dichtheid van water van 20 °C is 1 kg/dm³.
De oplosbaarheid van soda bij 20 °C is 9,6 gram per 100 g water; bij 60 °C is dat 16,4 gram per 100 g water.
Het water van 60 °C wordt verzadigd met ruwe soda. Om de verontreinigingen te verwijderen wordt de oplossing gefiltreerd door een filter dat tot meer dan 60 °C is verwarmd. Daarna wordt het filtraat in een schone ketel afgekoeld tot 20 °C. Daarbij kristalliseert de gezuiverde soda uit. Het filtraat met het soda-residu wordt opnieuw gefiltreerd. Daarna wordt de gezuiverde soda gecentrifugeerd en gedroogd.
- a** Bereken hoeveel kg ruwe soda in de ketel met water van 60 °C kan worden opgelost.
- b** Waarom moet de ruwe soda-oplossing worden gefiltreerd door een filter warmer dan 60 °C?
- c** Bereken hoeveel kg gezuiverde soda er bij 20 °C nog in het gezuiverde filtraat zit opgelost.
- d** Bereken hoeveel kg gezuiverde en gedroogde soda er maximaal bij dit proces kan worden verkregen.
- e** Waarom staat in vraag **d** 'maximaal'? Verklaar je antwoord.
- 5** Per seconde stroomt er bij Lobith gemiddeld 2300 m³ Rijnwater ons land binnen. Volgens metingen van de Rijncommissie Waterleidingbedrijven zit daar 1146 kg zout in.
- a** Bereken hoeveel g zout er in 1 liter Rijnwater zit.
- b** Bereken het (massa)percentage zout in een liter Rijnwater.
1 Liter zeewater bevat ongeveer 30 gram zouten per liter.
- c** Bereken hoeveel procent zouten er in 1 liter zeewater zit.
De dichtheid van zeewater is 1,024 kg/dm³.
Vergelijk het zoutgehalte van het Rijnwater met dat van de zee.
- d** Bereken hoeveel keer zo zout het zeewater is.

