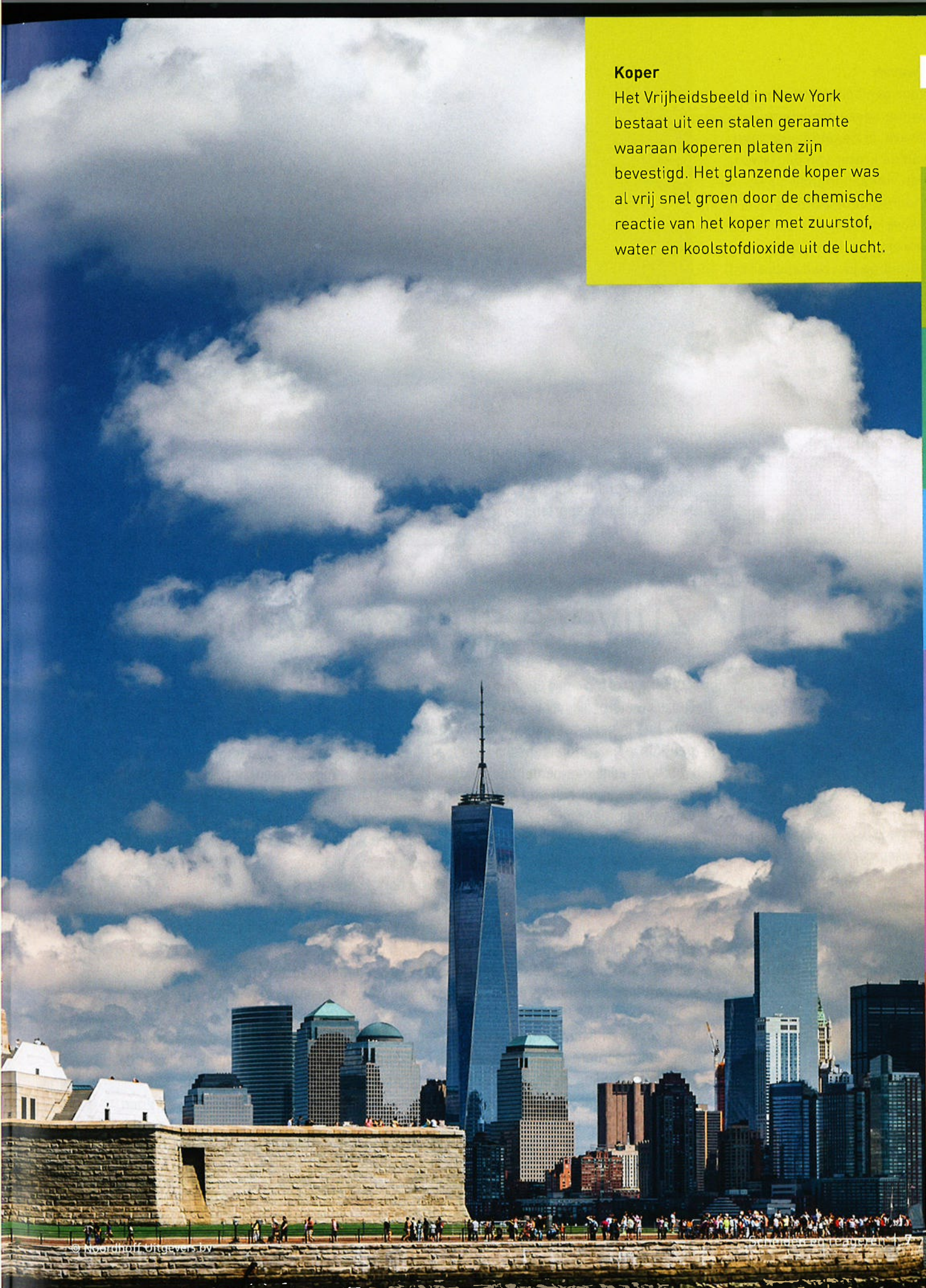


Koper

Het Vrijheidsbeeld in New York bestaat uit een stalen geraamte waaraan koperen platen zijn bevestigd. Het glanzende koper was al vrij snel groen door de chemische reactie van het koper met zuurstof, water en koolstofdioxide uit de lucht.



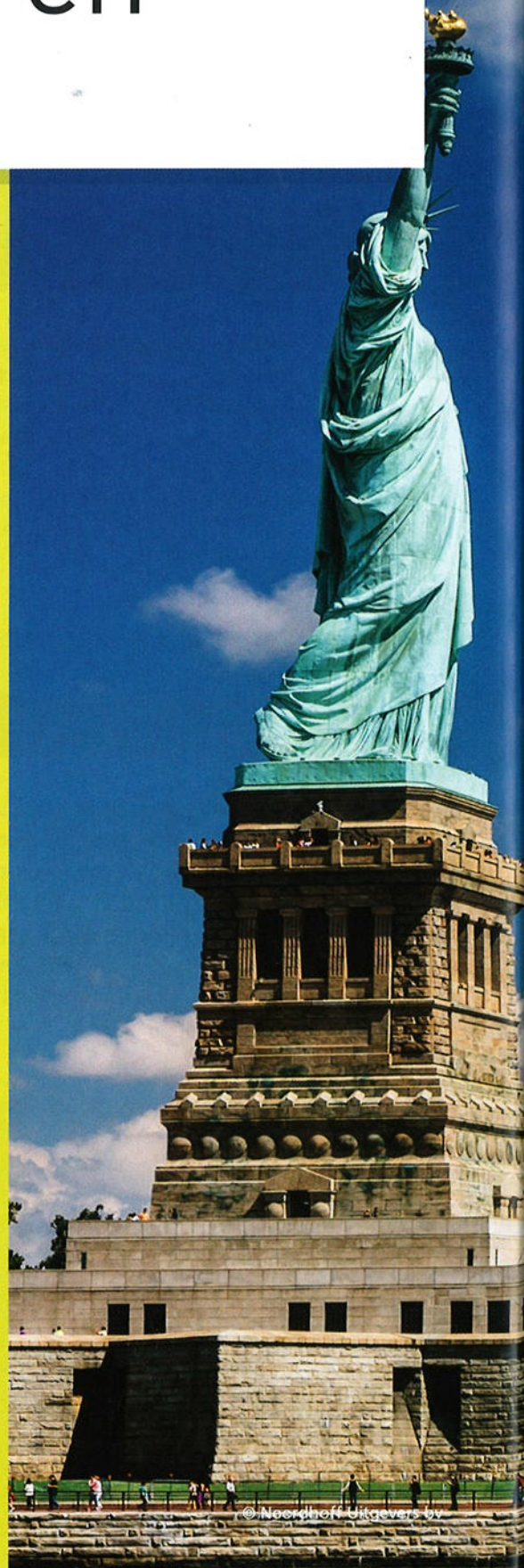
1 Scheiden en reageren

Inhoud

- 1.1** Zuivere stof en mengsel
Experimenten:
 - 1.1 Zuivere stof of mengsel
 - 1.2 Oplossing of emulsie
- 1.2** Scheidingsmethoden
Experimenten:
 - 1.3 Destillatie
 - 1.4 Zand
 - 1.5 Adsorptie
 - 1.6 Chromatografie
- 1.3** Chemische reacties
Experiment:
 - 1.7 Exotherm of endotherm
- 1.4** Snelheid van een reactie
Experimenten:
 - 1.8 Reactiesnelheid
 - 1.9 Concentratie en reactiesnelheid
 - 1.10 Temperatuur en reactiesnelheid
 - 1.11 Katalysatoren

Afsluiting

Overzicht begrippen



Zwavel

Voor een schamel bedrag winnen deze arbeiders zwavel in de giftige dampen van de krater van de Kawah Ijen vulkaan in Oost-Java, Indonesië. De zuivere stof zwavel is een element en wordt gebruikt bij de bereiding van zwavelzuur en bijvoorbeeld luciferkopjes.



Je leert

- het verschil tussen een zuivere stof en een mengsel;
- verschillende soorten mengsels kennen.

1.1 Zuivere stof en mengsel

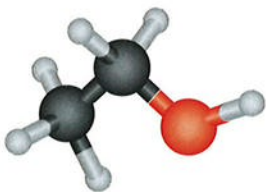


1.1 Molecuultekening van het element chloor

Zuivere stoffen

De zuivere stof zwavel is één stof en heeft zijn eigen unieke combinatie van stoffeigenschappen. Er zijn geen twee verschillende stoffen bekend met precies dezelfde stoffeigenschappen. Als je naar stoffeigenschappen kijkt, bestudeer je de stof op macroniveau, het niveau waarop je kunt waarnemen met je zintuigen. Als je op microniveau, het niveau van de kleinste deeltjes, naar een stof kijkt, bestaan de meeste stoffen uit **moleculen**. Combinaties van twee of meer atomen kunnen samen moleculen vormen. Uitgaande van de atoomsoorten die nu bekend zijn, kun je tientallen miljoenen verschillende soorten moleculen vormen en ook zo veel verschillende stoffen.

Als een stof bestaat uit één soort bouwstenen, atomen of moleculen, dan is er sprake van een **zuivere stof**. De zuivere stof water bijvoorbeeld bestaat alleen maar uit watermoleculen. Als de bouwstenen van zo'n zuivere stof uit één soort atomen bestaan, dan is de stof een **element**. Bestaan de bouwstenen uit twee of meer soorten atomen, dan is de stof een **verbinding**. Zie figuur 1.1 en 1.2.



1.2 Molecuultekening van de verbinding alcohol

De term verbinding wordt op macroniveau ook gebruikt voor een stof waarvan de moleculen uit meerdere atomen bestaan. Hetzelfde geldt voor de term element. Je komt de termen verbinding en element dus zowel op micro- als op macroniveau tegen. In de natuur komen maar enkele elementen voor, bijvoorbeeld de stoffen zwavel, goud, koolstof, stikstof en zuurstof. De meeste stoffen die je in de natuur kunt vinden zijn verbindingen. Bijvoorbeeld de stof aluminiumoxide die in bauxiet zit of de stof cellulose die in planten voorkomt.

● Experiment 1.1

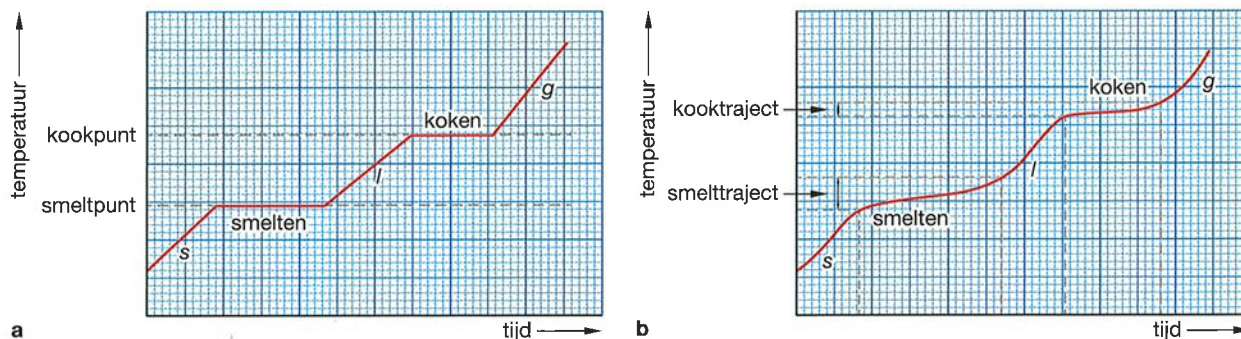


1.3 Sinaasappelsap is een mengsel.

Mengsels

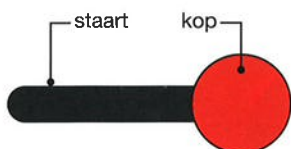
Sinaasappelsap is geen zuivere stof, maar bestaat uit een groot aantal verschillende stoffen. Het is een mengsel (figuur 1.3). Er bestaan geen 'sinaasappelsapmoleculen', sinaasappelsap bestaat uit een mengsel van veel verschillende soorten moleculen. Elke stof in sinaasappelsap bestaat uit zijn eigen molecuulsoort.

Aan het uiterlijk van een stof kun je meestal niet zien of je te maken hebt met een zuivere stof of een mengsel. Je kunt erachter komen door een experiment te doen. Je laat de stof die je wilt onderzoeken een faseovergang ondergaan, zoals smelten of koken en je meet de temperatuur. Als het gaat om een zuivere stof, dan blijft de temperatuur tijdens de faseovergang hetzelfde. De stof heeft een **smeltpunt** en een **kookpunt**. Gaat het om een mengsel, dan loopt de temperatuur tijdens de faseovergang langzaam op. Je spreekt dan van een **smelttraject** en een **kooktraject**. Dit is weergegeven in de diagrammen van figuur 1.4.



1.4 Het temperatuurverloop tijdens het verwarmen van een zuivere stof (a) en van een mengsel (b)

● Experiment 1.2



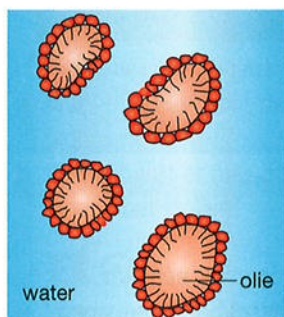
1.5 Model van een emulgatormolecuul

Soorten mengsels

Er zijn verschillende soorten mengsels, drie ervan moet je kennen: oplossingen, suspensies en emulsies.

Een **oplossing** is een helder mengsel van vloeistoffen of van een vloeistof met een vaste stof of een gas, die tot op de kleinste deeltjes (microniveau) zijn gemengd.

Een **suspensie** is een troebel mengsel van een vaste stof en een vloeistof, waarbij de vaste stof niet is opgelost. Die zweeft in de vorm van kleine korreltjes in de vloeistof. Door een verschil in dichtheid zakt de vaste stof meestal naar de bodem.



1.6 Een olie-in-wateremulsie

Een **emulsie** is een troebel mengsel van twee vloeistoffen, die eigenlijk niet goed mengbaar zijn. Een emulsie zal vrij snel weer ontmengen. Een verschil in dichtheid zorgt ervoor dat er twee vloeistoffen boven elkaar ontstaan, een **tweelagensysteem**. Met een hulpstof, een **emulgator**, kun je ervoor zorgen dat een emulsie niet ontmengt. In figuur 1.5 is een emulgatormolecuul getekend. Zo'n emulgatormolecuul heeft een vrij lange hydrofobe 'staart' die slecht met water mengt en een kleine hydrofiele 'kop' die goed met water mengt (figuur 1.6). De termen **hydrofiel** en **hydrofoob** worden ook voor stoffen gebruikt. Hydrofiele stoffen mengen goed met water en hydrofobe mengen niet of slecht met water.

Even stevig schudden...

Metalen in afvalwater zijn verontreinigingen die je moet verwijderen. De metaalindustrie en de chemische industrie zijn veel geld kwijt om met gevaarlijke extractiemiddelen afvalwater schoon te maken.

In de toekomst is hiervoor misschien een alternatief. Onderzoekers aan de TU Eindhoven hebben een nieuw type oplosmiddelen ontwikkeld. Snel, goedkoop en duurzaam. De productie van deze nieuwe oplosmiddelen is een wonderlijk proces. De onderzoekers namen twee verschillende vaste stoffen, deden ze bij elkaar in een buisje, even schudden bij een iets verhoogde temperatuur en ineens vloeiden de vaste kristallen samen en ontstond een vloeistof. Een vloeistof waarin metalen bleken op te lossen. Deze plotselinge faseverandering is een bijzondere verlaging van het smeltpunt. Normaal vertoont een mengsel van vaste stoffen een smelttraject, maar gemengd in

een zeer specifieke verhouding kan een mengsel in een keer smelten en dan ook nog bij een lagere temperatuur dan anders. Zo'n mengsel heet een eutectisch mengsel. In de natuur zijn er al meer dan honderd van deze eutectische mengsels ontdekt. Naast hydrofiele en hydrofobe oplosmiddelen zijn deze eutectische oplosmiddelen actief in planten. Het zou een verklaring kunnen zijn voor het transport van complexe moleculen in planten, zoals kleurstoffen die niet in water oplosbaar zijn en ook niet in hydrofobe oplosmiddelen.

Het aantal toepassingsmogelijkheden voor eutectische oplosmiddelen is erg groot. Chemische reacties bijvoorbeeld verlopen het snelst als de reagerende moleculen zijn opgelost in een vloeistof. Daar liggen straks mogelijkheden om met milieuvriendelijke eutectische mengsels te werken.



1.7 De druppeltjes op de zonnedauw bevatten eutectische oplosmiddelen waardoor de druppeltjes niet verdampen, ook niet in de volle zon.

● Opdracht B7

Samenvatting

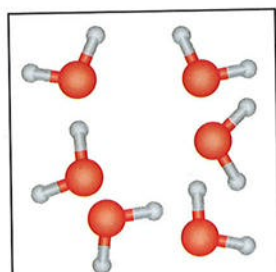
- Een mengsel bestaat uit twee of meer stoffen, een zuivere stof is maar één stof.
- Een zuivere stof heeft een smeltpunt en een kookpunt, een mengsel heeft een smelttraject en een kooktraject.
- Een element bestaat uit één soort atomen. Een verbinding bestaat uit meer soorten atomen.
- Een oplossing is een helder mengsel van vloeistoffen of van een vaste stof en een vloeistof.
- Een suspensie is een troebel mengsel van een vaste stof en een vloeistof.
- Een emulsie is een troebel mengsel van twee vloeistoffen.
- Een emulgator is een hulpstof die voorkomt dat een emulsie ontmengt.

Opdrachten

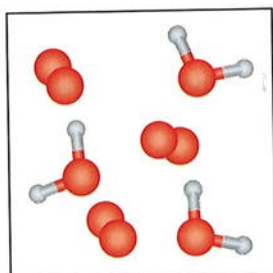
A 1

Bekijk de modelvoorstellingen in figuur 1.8.

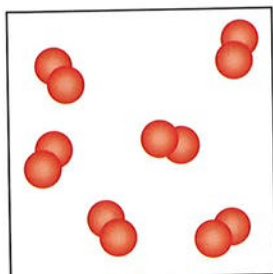
- a Leg uit in welke tekening(en) een zuivere stof is weergegeven.



a



b



c

1.8

- b Leg uit in welke tekening(en) een mengsel is weergegeven.
c Cola bestaat voornamelijk uit water, koolstofdioxide, suiker en fosforzuur. Leg uit waarom je niet kunt spreken van 'colamoleculen'.

A 2

- a Wat gebeurt er met de temperatuur van een zuivere stof tijdens het koken?
b Wat gebeurt er met de temperatuur van een mengsel tijdens het stollen?

A 3

- a Wat is een atoom?
b Zoek op hoeveel atoomsoorten er bestaan. Gebruik bijvoorbeeld je Binas of Wikipedia.
c Wat is een molecuul?
d Hoeveel molecuulsoorten bestaan er?

B 4

Koen heeft vier reageerbuizen met daarin de volgende stoffen:

- buis 1: alcohol
- buis 2: slaolie
- buis 3: suiker
- buis 4: zand

Koen voegt aan elke reageerbuis water toe en hij schudt. Geef bij elke reageerbuis aan of er een suspensie, een emulsie of een oplossing ontstaat.

B 5

Hieronder staan namen van mengsels en zuivere stoffen.

- 1 zuivere boslucht
- 2 zeewater
- 3 gedestilleerd water
- 4 coca-cola
- 5 zuurstof
- 6 kristalsuiker
- 7 gemalen koffie (figuur 1.9)

- a Geef bij elke naam aan of het gaat om een mengsel of een zuivere stof.
b Hoe kun je van een stof nagaan of deze een zuivere stof of een mengsel is?



1.9 Koffiepluk in het noorden van Thailand. De vrouwen staan er bekend om hun prachtige klederdracht, waarin ze ook de koffie plukken.

B 6

Tjitske doet olie, ether en water in een erlenmeyer en zet er een stop op. Dan schudt ze de erlenmeyer een tijdje. Na het schudden laat Tjitske 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.

- a Leid uit de proef af of olie hydrofoob of hydrofiel is.
- b Leid uit de proef af of ether hydrofoob of hydrofiel is.

B 7

Lees de tekst in het kader 'Even stevig schudden...' en beantwoord de volgende vragen.

- a Leg uit wat een eutectisch mengsel is.
- b Wat is een smelttraject?

Als je keukenzout en ijs door elkaar roert, ontstaat er een vloeistof, waarvan de temperatuur kan dalen tot $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ voordat hij stolt. Van dit verschijnsel wordt in de winter gebruikgemaakt.

- c Waarvoor wordt dit verschijnsel dan gebruikt?

Menthol en kamfer zijn allebei vaste stoffen bij kamertemperatuur en zijn veelgebruikte stoffen in de geneesmiddelenindustrie. Als je ze echter mengt in de massaverhouding 8 : 2 ontstaat er bij kamertemperatuur een vloeistof.

- d Zoek op het internet de smeltpunten van menthol en kamfer op.
- e Bereken de smeltpunt daling van beide stoffen. Gebruik daarbij als kamertemperatuur $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Je wilt 250 g eutectisch mengsel van menthol en kamfer maken.

- f Hoeveel gram menthol en kamfer moet je mengen om bij kamertemperatuur een vloeistof te krijgen?

C 8

Zuiver goud, ook wel 24 karaat goud genoemd, is geel van kleur en nogal zacht. Meestal zijn sieraden daarom gemaakt van mengsels van goud met een ander metaal, zoals koper of zilver. Deze mengsels zijn veel harder dan zuiver goud.

Als er in een sieraad 18 delen goud en 6 delen koper zitten, dan spreek je van 18 karaat goud. Dat komt overeen met een goudpercentage van 75 massa-%. Een 9 karaat gouden ring bestaat uit goud en koper en weegt 7,00 g.

- a Zoek op internet hoe een mengsel van goud en koper heet.
- b Bereken hoeveel procent goud in 9 karaat goud zit.
- c Bereken hoeveel g goud de ring bevat.

C 9 ★

Mayonaise maak je door eerst een eidooier door 30 mL azijnoplossing te roeren en daar dan druppel voor druppel 100 mL zonnebloemolie door te mengen. De mayonaise wordt geleidelijk steeds dikker. Uiteindelijk ontstaat een dikke olie-in-wateremulsie. Soms gaat het tegen het einde mis: het mengsel wordt ineens minder dik. De emulsie slaat om naar een water-in-olie-emulsie.

- a Wat is de functie van de eidooier?
- b Teken op microniveau een modelvoorstelling van de emulsie voor en na het omslaan.
- c De dikte van de emulsie hangt af van het aantal druppeltjes. Het maakt niet uit of het waterdruppeltjes of oliedruppeltjes zijn. Waarom wordt de emulsie minder dik bij het omslaan?

Experimenten

1.1 Zuivere stof of mengsel

In dit experiment onderzoek je of een stof een stolpunt of stoltraject heeft.

1.2 Oplossing of emulsie

Je onderzoekt de mengbaarheid van verschillende vloeistoffen en kijkt of er oplossingen of emulsies ontstaan.

- Volledige instructie Chemie Overal online

Je kunt nu

- uitleggen wat een zuivere stof, een mengsel, een element en een verbinding is;
- experimenteel vaststellen of je met een mengsel of een zuivere stof hebt te maken;
- de kenmerken noemen en herkennen van oplossingen, suspensies en emulsies;
- de begrippen hydrofiel en hydrofoob toepassen.

Rubbergranulaat

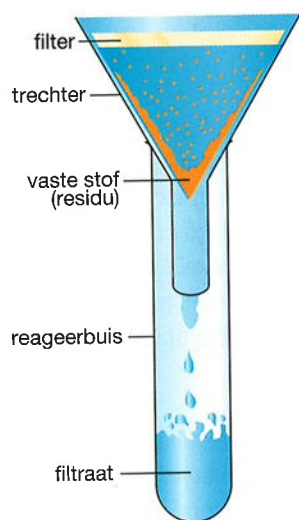
Kunstgras op sportvelden is stroef, waardoor het risico op blessures groot is. Rubber korrels kunnen dit probleem verhelpen. De vraag is wel of het rubber, gemaakt van oude autobanden voldoende zuiver is en geen giftige componenten bevat.



Je leert

- mengsels scheiden met verschillende scheidingsmethoden.

1.2 Scheidingsmethoden



1.10 Filtreren

Scheiden van een mengsel

Bij de productie van rubbergranulaat kunnen er schadelijke stoffen in het granulaat ontstaan. Voor gebruik op sportvelden moet je proberen die te verwijderen. Bij chemische reacties ontstaat meestal niet één reactieproduct, maar een mengsel van reactieproducten. Wil je maar één stof uit dit reactiemengsel hebben, dan moet je het mengsel **scheiden**. Na afloop heb je dan de zuivere stoffen in handen waaruit het mengsel is samengesteld. Op macroniveau maak je gebruik van het verschil in **stofeigenschappen** om een mengsel te scheiden. Bij een scheiding veranderen de stoffen niet. Op microniveau betekent dit dat de moleculen niet veranderen. Bij het scheiden van een mengsel ben je bezig met het sorteren van de moleculen.

Verskil in deeltjesgrootte

Bij het scheiden van een suspensie maak je gebruik van het verschil in deeltjesgrootte. De methode die je dan toepast, heet **filtreren**. De vloeistof is het **filtraat**, de vaste stof is het **residu**. Zie figuur 1.10.

Verskil in dichtheid

Als de dichtheid van de vaste stof groter is dan die van de vloeistof kun je bij suspensies de vaste stof laten **bezinken**. Soms kun je dat proces versnellen door te **centrifugeren**. Bij een emulsie ontstaat na enige tijd een tweelagensysteem. De stof met de grootste dichtheid vormt de onderste laag.

● Experiment 1.3



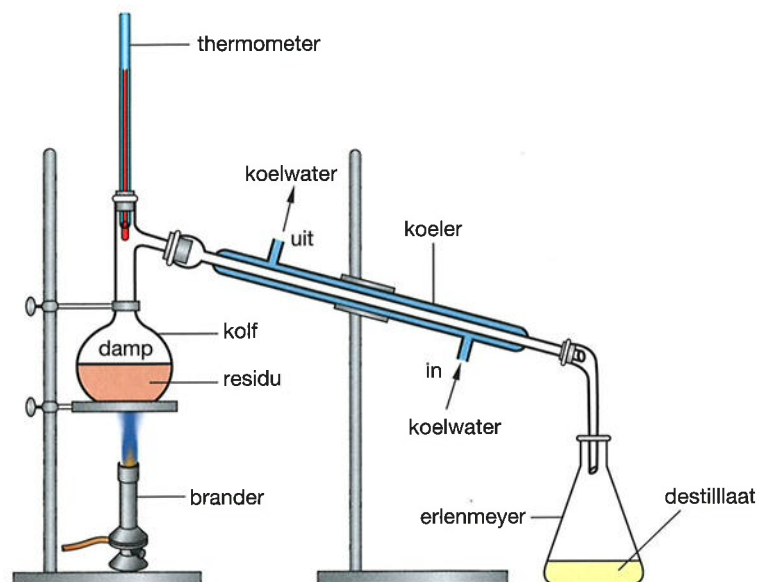
1.11 Practicumopstelling voor indampen

Vershil in kookpunt

Een oplosmiddel kookt bij een veel lagere temperatuur dan de vaste stof die erin is opgelost. Bij een oplossing kun je bij het scheiden gebruikmaken van het verschil in kookpunt. Deze scheidingsmethode heet **indampen** (figuur 1.11).

Je kunt een oplossing ook scheiden door middel van **destillatie**. De vloeistof die verdampt wordt opgevangen. Het deel van het mengsel dat bij destillatie niet verdampt is het **residu**. De opgevangen vloeistof is het **destillaat**. In figuur 1.12 vind je een schematische tekening van een destillatieopstelling.

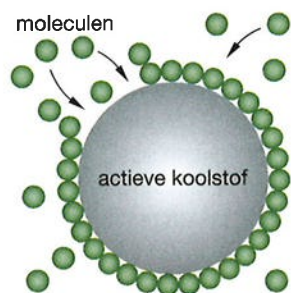
Mengsels van twee of meer vloeistoffen kun je alleen door destilleren scheiden als de verschillende vloeistoffen kookpunten hebben die vrij ver uit elkaar liggen. Als dat niet zo is, komt er geen zuivere stof, maar een mengsel uit de koeler.



1.12 Een destillatieopstelling

● Experiment 1.4

● Experiment 1.5



1.13 Een modelvoorstelling van het hechten van moleculen aan een adsorptiemiddel

Vershil in oplosbaarheid

Bij een mengsel van vaste stoffen kun je van het verschil in oplosbaarheid gebruikmaken. Aan het mengsel van vaste stoffen voeg je een oplosmiddel toe, waar sommige stoffen uit het mengsel wel in oplossen en andere niet. Deze scheidingsmethode heet **extraheren**. Het oplosmiddel heet extractiemiddel. Met vloeistof-vloeistofextractie kun je opgeloste stoffen uit een vloeistof halen. Bij deze methode voeg je aan de oorspronkelijke oplossing een tweede vloeistof toe die niet mengt met het eerste oplosmiddel. Sommige opgeloste stoffen lossen beter op in deze tweede vloeistof, dan in de oorspronkelijke oplossing.

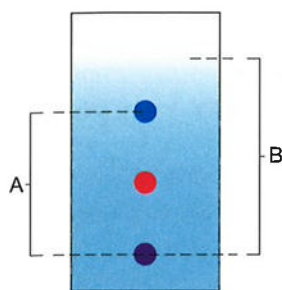
Vershil in adsorptievermogen

Kleur-, geur- en smaakstoffen kun je uit een oplossing verwijderen door een behandeling met fijn verdeelde koolstof. De korrels van deze actieve koolstof hebben een heel groot oppervlak omdat er veel holtes in de korrels zitten. De moleculen van de opgeloste kleur-, geur- en smaakstoffen hechten zich aan het oppervlak. Deze scheidingsmethode heet **adsorptie**. De koolstof is het adsorptiemiddel. Zie figuur 1.13.

Vershil in adsorptievermogen en oplosbaarheid

Een scheidingsmethode die van deze twee verschillen gebruikmaakt is **chromatografie**. Een voorbeeld van chromatografie is papierchromatografie. Als je kleine hoeveelheden van een mengsel hebt, kun je met deze methode bepalen uit hoeveel stoffen het mengsel bestaat. Sommige stoffen lossen beter op in de loopvloeistof dan andere. Sommige stoffen adsorberen sterker aan het papieroppervlak dan andere. Hierdoor komt een scheiding

● Experiment 1.6



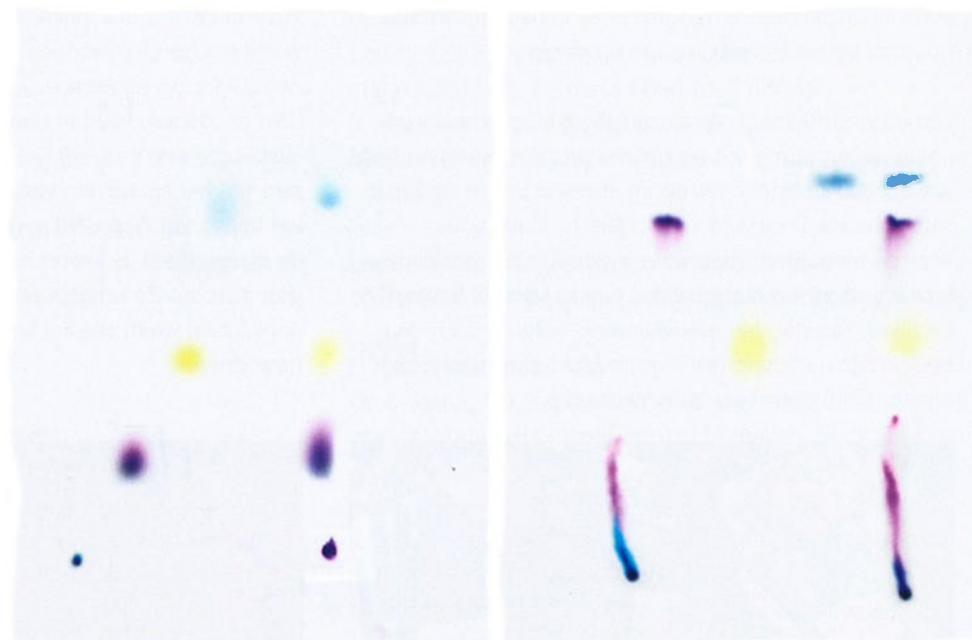
1.14 Chromatogram, de R_f -waarde = A / B .

tot stand. Bij deze scheidingsmethode is het ook mogelijk om de stoffen in het mengsel te herkennen.

Elke stof heeft namelijk bij een bepaalde temperatuur en een bepaalde loopvloeistof een **R_f -waarde**. Om de R_f -waarde van een stof te bepalen, meet je twee afstanden op een chromatogram zoals in figuur 1.14:

- 1 De afstand van het punt waar je de kleurstof(fen) hebt opgebracht tot het punt waar een kleurstof is blijven steken. Deze afstand noem je A.
- 2 De afstand van het punt waar je de kleurstof(fen) hebt opgebracht tot waar de loopvloeistof is opgetrokken. Deze afstand noem je B.

De R_f -waarde is dan A / B . In tabellen is na te gaan welke stof bij die R_f -waarde hoort. De R_f -waarde hangt ook af van de loopvloeistof. Zie figuur 1.15.



1.15 Chromatografie met twee verschillende loopvloeistoffen. Rechts op elk papier staat steeds het mengsel en daarnaast de vier zuivere kleurstoffen.

Samenvatting

- Suspensies kun je scheiden door filtreren, door bezinken en centrifugeren.
- Een mengsel van een opgeloste vaste stof en een vloeistof kun je scheiden door indampen of door destilleren. Een mengsel van vloeistoffen kun je scheiden door destilleren.
- Een mengsel van twee vaste stoffen kun je scheiden door extraheren.
- Adsorberen is een scheidingsmethode waarmee je opgeloste geur-, kleur- en smaakstoffen uit een oplossing kunt halen.
- Een kleine hoeveelheid mengsel van opgeloste (kleur)stoffen kun je scheiden door middel van papierchromatografie.
- De R_f -waarde van de stof bepaalt de plaats in het chromatogram.

Gouden medailles uit mobieltjes

Voor de Olympische Spelen in 2020 in Tokyo willen de Japanners de medailles van gerecycled goud, zilver en brons laten maken. Daarmee wil de organisatie van Tokyo 2020 een duidelijk signaal afgeven dat we voor een duurzamere maatschappij moeten zorgen.

Op dit moment is het nog onduidelijk of het plan van de gerecyclede medailles gaat lukken. Er moeten voldoende oude smartphones en gadgets beschikbaar zijn om het goud, zilver en brons bij elkaar te schrapen.

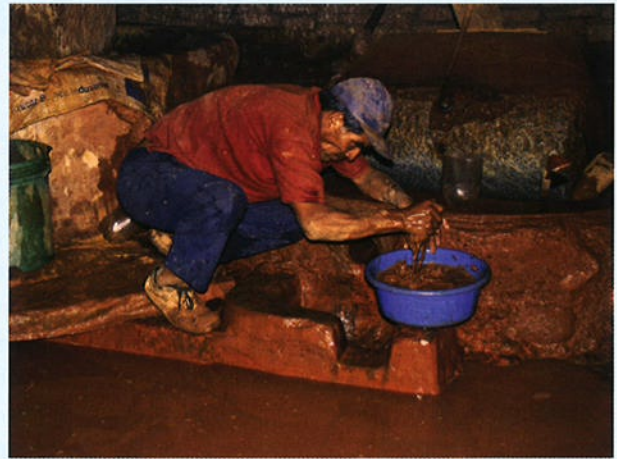
Om een indruk te geven: er zijn 35 tot 40 smartphones nodig om 1 gram goud te winnen. Voor 1 gram zilver heb je wel 1800 smartphones nodig. Brons is niet te vinden in smartphones. Daarvoor zijn andere bronnen nodig. Voor de medailles is niet zo veel goud nodig. Zowel de gouden als zilveren medailles bestaan voor 92,5 massa-% uit zilver. Een gouden medaille moet volgens de regels bedekt zijn met minimaal 6 gram goud. Daarvoor heb je dan zo'n 240 oude smartphones nodig.



1.16 Voor één gouden medaille zijn veel mobieltjes nodig.

Voor de hoeveelheid zilver in een gouden medaille is minimaal 72,5 gram nodig, daarvoor moeten veel meer oude mobieltjes worden ingezameld.

Het gebruik van gerecycled goud wordt steeds belangrijker omdat het gemakkelijk winbare goud op de wereld al is gedolven. Het is daarom steeds moeilijker om op een duurzame manier goud te delven. In mijnen zoals in Peru wordt gesteente fijngemalen en met kwik wordt het goud gewonnen. Daarbij ontstaat een kwik-goudlegering (amalgaam). Het zware amalgaam zakt naar de bodem van het reactievat en de bruine steensuspensie wordt afgegoten. Het goud wordt door indampen van het amalgaam verkregen, waarbij het kwik in het milieu verdwijnt. Dit vormt een groot probleem voor de gezondheid. Er wordt naar verschillende oplossingen gezocht. Zo is een eenvoudige destillatieopstelling ontwikkeld waarmee het kwik weer kan worden teruggewonnen.



1.17 Deze mijnwerker uit Peru werkt onbeschermd met kwik om goud uit gesteente te halen.

● Opdracht C18

Opdrachten

A 10

Geef voor elk van de volgende scheidingsmethoden aan op welk verschil in stofeigenschappen de methode berust.

- a extraheren
- b filtreren
- c destilleren
- d indampen
- e chromatografie
- f adsorberen
- g bezinken

B 11

Bekijk de onderstaande scheidingsmethoden. Met welke methode(n) kun je:

- a een vaste stof uit een suspensie halen;
- b alcohol uit rode wijn halen;
- c olie uit pinda's halen;
- d spiritus ontkleuren;
- e kleurstoffen van elkaar scheiden;
- f twee vloeistoffen van elkaar scheiden;
- g suiker uit suikerwater halen;
- h een smaakstof uit een oplossing halen?

B 12

- a Met welke scheidingsmethode kun je een mengsel van vloeistoffen van elkaar scheiden? Aan welke voorwaarde moet dan wel zijn voldaan?

Een mengsel van drie vloeistoffen wordt gescheiden. De namen en de kookpunten van de drie vloeistoffen staan in de tabel.

- b Leg uit in welke volgorde de drie vloeistoffen uit de koeler komen.

naam	kookpunt (°C)
alcohol	78
methanol	65
water	100

B 13

Je wilt een mengsel van twee stoffen, A en B, scheiden door middel van papierchromatografie. Stof A lost beter op in de loopvloeistof dan stof B. Stof B hecht zich beter aan het papier dan stof A.

- a Leg uit welke stof hoger in het chromatogram eindigt.

Je kunt de hoogte van een vlek in de chromatografie aangeven met de Rf-waarde.

- b Leg uit wat de Rf-waarde is.
- c Tussen welke twee getallen zal de Rf-waarde altijd in zitten?

B 14

Louise lost 8,0 gram zout op in water. Ze weegt de ontstane oplossing. De massa bedraagt 435 g.

- a Bereken hoeveel g zout is opgelost in 100 g oplossing.
- b Bereken het massapercentage zout in de oplossing van 435 g.

Louise damp 75 gram van haar oplossing in.

- c Bereken hoeveel g zout achterblijft in het indampschaltje.

B 15 Houtgeest 

De belasting op zuivere alcohol is erg hoog, daarom wordt vaak geprobeerd om zelf alcohol te maken. Bij dit illegale stoken van alcohol wordt de temperatuur soms te hoog. Er ontstaat dan naast de gewenste ethanol ook 'houtgeest', een andere naam voor methanol. Methanol is een zeer giftige stof die het zenuwstelsel aantast. Na het drinken van ongeveer 20 mL methanol kun je al blind worden. Koen heeft een flinke hoeveelheid van deze illegale, gevaarlijke alcohol heel goedkoop kunnen kopen. Hij wil het mengsel zuiveren door destillatie en hoopt zo toch zuivere ethanol te kunnen krijgen.

- a Zoek de kookpunten van methanol en ethanol op in Binas tabel 42B.
- b Welk van beide stoffen wordt bij destillatie het eerst opgevangen?
- c Leg uit of je verwacht dat je op deze manier zuivere ethanol kunt maken.

C 16

Om aan voldoende drinkwater te komen, heeft Israël langs de kust van de Middellandse Zee grote ontziltingsinstallaties gebouwd. In deze installaties wordt uit het zoute zeewater zoet water gemaakt. Bij dit proces maakt men gebruik van een speciale scheidingstechniek, membraanfiltratie.

De buitenkant van de dunne rietjes in figuur 1.18 is een membraan met heel kleine openingen. De openingen in het membraan zijn zo klein dat er alleen watermoleculen door kunnen. Zout en andere verontreinigingen kunnen niet door het membraan heen.



1.18 Filtreren met membranen

Door de hoge druk worden watermoleculen door de openingen in het membraan geperst. Aan de andere kant van het membraan heb je dan zoet water.

- Wat is het verschil tussen gewone filtratie en membraanfiltratie?
- Op welk verschil in stoffeïenschappen berust membraanfiltratie?

Bij deze vorm van drinkwaterbereiding blijft zeewater over met een grotere hoeveelheid opgelost zout.

- Leg uit of je deze oplossing zonder problemen in zee kunt lozen.

C 17

Robert heeft een mengsel van koolstof en ijzerpoeder. Hij wil dit mengsel scheiden.

- Kan hij het mengsel scheiden door extractie toe te passen?
- Leg uit wat hij moet doen om het ijzerpoeder uit het mengsel te halen.

C 18

Lees de tekst in het kader 'Gouden medailles uit mobieltjes' en beantwoord de volgende vragen.

- Laat met een berekening zien dat je voor het goud in een gouden medaille inderdaad 240 mobieltjes nodig hebt.
- Bereken het totaal aantal mobieltjes dat nodig is voor een gouden medaille.
- Welke van de in deze paragraaf behandelde scheidingsmethoden komt in dit kader voor? Kies uit: extraheren, filtreren, indampen, destilleren, adsorberen, centrifugeren, bezinken en chromatografie.
- Vloeibaar kwik is niet zo erg giftig. Waarom is het gebruik van kwik in de goudwinning toch een groot probleem?

C 19 ★

Tony wil in een wijde reageerbuis drie vloeistoffen boven elkaar krijgen. Hij zoekt in Binas tabel 11 op welke vloeistoffen hij daarvoor zou kunnen gebruiken. Water, olijfolie en alcohol zijn volgens hem heel geschikt.

- Waarom denkt Tony dat deze drie vloeistoffen geschikt zullen zijn?

Heel voorzichtig brengt Tony wat water in de buis, daarna wat olijfolie en vervolgens met een druppelpipet wat alcohol. Het resultaat is precies wat hij verwacht: drie lagen. Bertie vindt het maar omslachtig. De volgorde waarin de stoffen in de buis worden geschonken doet er volgens haar niet zo veel toe. Verder vindt zij dat voorzichtige schenken maar onzin. Er zal immers ontmenging komen, waardoor er vanzelf drie lagen zullen ontstaan. Zij voegt achtereenvolgens alcohol, water en olijfolie in een buis en wacht op het resultaat.

- Leg uit of je bij Bertie hetzelfde resultaat verwacht als bij Tony.

Experimenten

1.3 t/m 1.6 Scheidingsmethoden

In deze experimenten scheid je met behulp van een aantal scheidingsmethoden verschillende soorten mengsels in de zuivere stoffen.

- Volledige instructie *Chemie Overal* online

Je kunt nu

- uitleggen hoe je een mengsel van stoffen kunt scheiden door gebruik te maken van de verschillen in oplosbaarheid, deeltjesgrootte, kookpunt, aanhechtingsvermogen of dichtheid.

Lichtgevende flessen

In het donker bowlen met lichtgevende flessen? Door het staafje in de fles te breken komen twee stoffen bij elkaar die met elkaar reageren en waarbij energie vrijkomt in de vorm van gekleurd licht.



Je leert

- welke eigenschappen een chemische reactie heeft;
- hoe energie een rol speelt bij een reactie;
- hoe je energieveranderingen bij een chemische reactie in een diagram weergeeft.

1.3 Chemische reacties



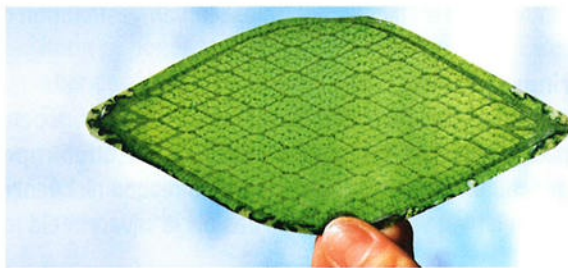
1.19a Fotosynthese heeft licht nodig.

Kenmerken van een chemische reactie

In de flessen van de openingsfoto verloopt een chemische reactie waarbij licht vrijkomt. Een chemische reactie die energie in de vorm van licht nodig heeft is de fotosynthese in de natuur (figuur 1.19a en b). Het is een kenmerk van chemische reacties dat er energie nodig is of vrijkomt.

Voor chemische reacties kun je een aantal algemene kenmerken opnoemen.

- Bij een chemische reactie verdwijnen de beginstoffen en ontstaan er reactieproducten.
- Bij elke chemische reactie is de totale massa van de beginstoffen gelijk aan de totale massa van de reactieproducten.
- Stoffen reageren en ontstaan in een vaste massaverhouding. Zie voorbeeld 1 op de volgende pagina.
- Er is altijd een bepaalde minimale temperatuur nodig om de reactie te laten verlopen: de reactietemperatuur. Voor elke reactie geldt weer een andere **reactietemperatuur**.
- Bij elke chemische reactie is er een energie-effect. Soms komt er energie vrij, soms is er energie nodig.

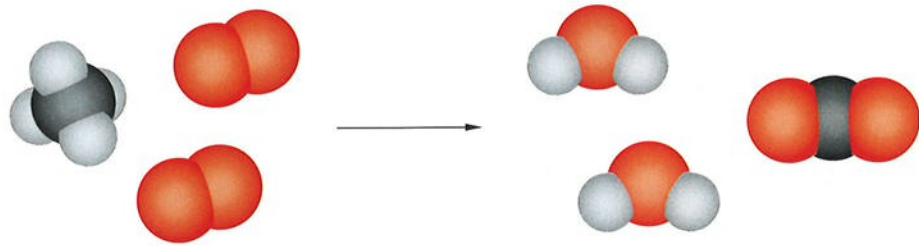


1.19b In Oostenrijk zijn onderzoekers erin geslaagd om kunstmatige pigmenten te maken die de fotosynthese beter uitvoeren dan de natuur.

Voorbeeld 1

In welke massaverhouding reageren methaan en zuurstof?

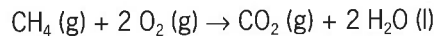
Tijdens de verbranding van methaan (aardgas) veranderen de bouwstenen van methaan en zuurstof in die van koolstofdioxide en water, zie figuur 1.20.



1.20 Molecuultekening van de verbranding van methaan

Het aantal C-, H- en O-atomen is vóór en ná de reactie gelijk, dus de massa is niet veranderd. Figuur 1.20 voldoet aan de wet van **massabehoud**.

Een methaanmolecuul reageert met twee zuurstofmoleculen en er ontstaan een koolstofdioxidemolecuul en twee watermoleculen. In een reactievergelijking wordt dat:



De massa van één methaanmolecuul is 16,04 u, de massa van twee zuurstofmoleculen 64,00 u, de massa van één koolstofdioxidemolecuul is 44,01 u en de massa van twee watermoleculen 36,03 u. De vaste massaverhouding waarin methaan en zuurstof reageren tot koolstofdioxide en water is:

16,04 : 64,00 : 44,01 : 36,03

De massa's van elementen en verbindingen vind je in Binas tabel 98 en 99.

● Experiment 1.7



1.21 Een exotherme reactie

Het energie-effect van een reactie

Alle stoffen bezitten een bepaalde hoeveelheid **chemische energie**. Die hoeveelheid verschilt per stof. Een reactie waarbij energie vrijkomt zoals bij de lichtgevende flessen, is een **exotherme reactie**. Bij een exotherme reactie staan de beginstoffen een deel van hun chemische energie af aan de omgeving. Die chemische energie wordt dan omgezet in een andere vorm van energie zoals warmte, licht of elektrische energie. Alle verbrandingsreacties zijn exotherm. Zie figuur 1.21.

Er zijn ook reacties die voortdurend energie nodig hebben om te verlopen. Dit zijn endotherme reacties. Bij een **endotherme reactie** nemen de beginstoffen energie op uit de omgeving, zoals warmte, licht of elektrische energie. Die opgenomen energie wordt omgezet in chemische energie van de reactieproducten. De reactieproducten bezitten dus meer chemische energie dan de beginstoffen. Ontledingsreacties zijn meestal endotherm, zoals de elektrolyse van water.

Niet alleen bij chemische reacties treedt een energie-effect op. Dit gebeurt ook tijdens faseveranderingen en tijdens het oplossen van veel stoffen in water.

Activeringsenergie

Een chemische reactie kan niet bij elke temperatuur verlopen. Voor elke chemische reactie is een bepaalde minimale temperatuur nodig, de **reactietemperatuur**. Is de temperatuur lager dan de reactietemperatuur, dan verloopt de reactie niet vanzelf. Zo verloopt de verbranding van methaan uit het voorbeeldkader pas als je bijvoorbeeld met een lucifer het gas aansteekt.



1.22 Een lucifer levert de activeringsenergie voor de verbrandingsreactie van kaarsvet.

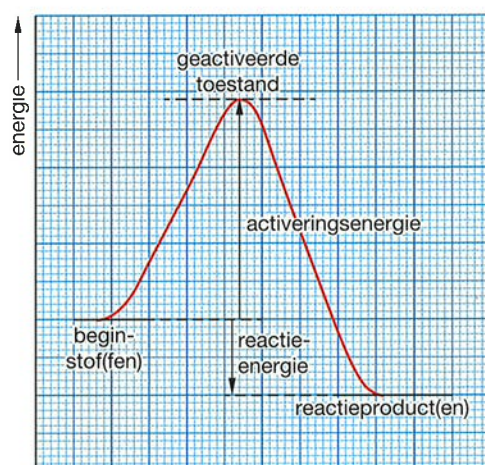
Om de reactie te starten moet je dus eerst energie toevoegen om de stoffen op de reactietemperatuur te brengen. Deze energie heet **activeringsenergie**. Bij een exotherme reactie zal de warmte die tijdens het verlopen van de reactie vrijkomt ervoor zorgen dat de temperatuur boven de reactietemperatuur blijft (figuur 1.22).

Bij een endotherme reactie is dat niet het geval. Behalve de activeringsenergie moet je nu ook energie blijven toevoeren om de reactie op gang te houden, anders stopt de reactie.

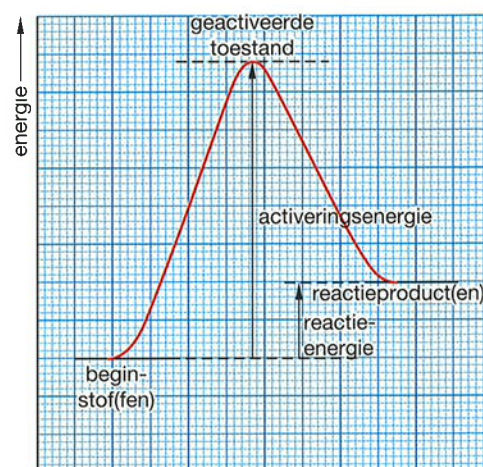
Energiediagrammen

Het energie-effect van een chemische reactie kun je weergeven in een **energiediagram**, zie figuur 1.23 en 1.24. In zo'n diagram staat de hoeveelheid energie op de verticale as. De horizontale as heeft geen grootte en eenheid.

Je ziet drie niveaus die de hoeveelheid chemische energie weergeven die de stoffen bezitten. Eén niveau voor de energie van de beginstoffen, één voor het energieniveau van de reactieproducten en één voor de geactiveerde toestand van de beginstoffen. De geactiveerde toestand wordt bereikt als er zo veel energie is toegevoerd dat de reactie kan starten. Het verschil tussen de hoeveelheid energie van de beginstoffen en de reactieproducten is de **reactie-energie**. De energiedrempel in het energiediagram stelt de activeringsenergie voor.



1.23 Energiediagram van een exotherme reactie



1.24 Energiediagram van een endotherme reactie

Samenvatting

- Bij een chemische reactie veranderen de beginstoffen in reactieproducten. Voor elke chemische reactie geldt de wet van massabehoud. Stoffen reageren en ontstaan in een vaste massaverhouding en de reactie verloopt pas als de temperatuur even hoog of hoger is dan de reactietemperatuur. Elke chemische reactie heeft een energie-effect.
- Bij een exotherme reactie wordt energie aan de omgeving afgestaan. Bij een endotherme reactie wordt energie vanuit de omgeving opgenomen.
- Het energie-effect van elke chemische reactie kun je weergeven in een energiediagram. Daarin zie je de activeringsenergie en de reactie-energie van de reactie.

Gratis warm en koud

Het kussen waar de baby in figuur 1.25 op ligt heeft een constante temperatuur van 40 °C, terwijl het niet op elektriciteit werkt. In het kussen zit een vloeistof met een smeltpunt van 40 °C. Het kussen is van tevoren verwarmd, zodat de inhoud van het kussen is gesmolten. Als de omgeving afkoelt, blijft de temperatuur van het kussen 40 °C tot alle vloeistof is gestold. Bij dit stollen komt voldoende warmte vrij om de baby op temperatuur te houden. Het kussen bevat faseovergangsmateriaal (PCM). Er zijn verschillende soorten PCM verkrijgbaar met verschillende smeltpunten.

In muren van energiezuinige huizen wordt PCM toegepast om de temperatuur constant te houden. Het wandmateriaal bevat dan veel kunststof bolletjes, die gevuld zijn met paraffine. Als de temperatuur boven de 23 °C stijgt, smelt de paraffine. Hierbij wordt warmte uit de omgeving opgenomen. De muren koelen zo de ruimte. In een koele nacht daalt de temperatuur onder de smelttemperatuur en stolt de paraffine, waarbij de warmte aan de omgeving wordt teruggegeven.

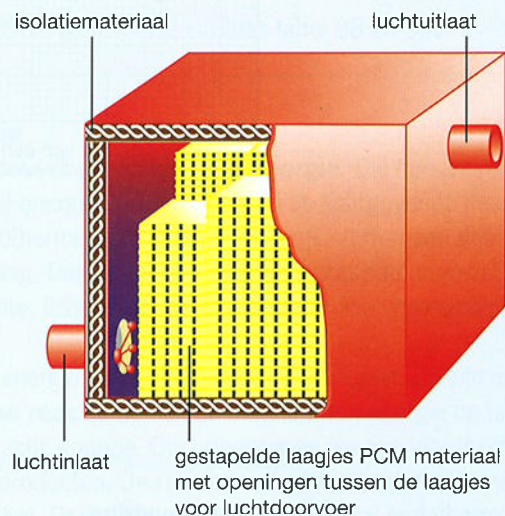
PCM zorgt hier zowel voor afkoeling als voor verwarming zonder dat het energie kost en zonder mechanische slijtage.



1.25 Hier wordt PCM gebruikt om een te vroeg geboren baby warm te houden.

PCM kan ook worden gebruikt als de energievoorziening onregelmatig is. Als de zon schijnt, kan met een zonnepaneel de warmte worden opgeslagen. De warmte kan dan worden gebruikt als de zon niet schijnt (figuur 1.26).

Behalve paraffine bestaan er nog zeer veel andere faseovergangsmaterialen. Een goedkoop alternatief voor paraffine is glauberzout. Glauberzout is natriumsulfaat, waarbij in het kristalrooster water zit opgesloten. Als de temperatuur boven de 32 °C stijgt, vindt een endotherme chemische reactie plaats waarbij als reactieproducten natriumsulfaat en water ontstaan. Bij de reactie lost 90% van het natriumsulfaat op in het water. Een probleem vormt de 10% van het niet-opgeloste natriumsulfaat. Dit zakt naar de bodem en zal bij het omgekeerde proces onder de 32 °C niet meer in contact komen met het water. Bij elke reactiecyclus wordt zo de warmteopslag kleiner. Hiervoor zijn wel oplossingen bedacht zoals het zout in een gel vast te houden zodat de vaste stof niet uitzakt. Er moet nog verder onderzoek worden gedaan om het materiaal geschikt te maken voor het isoleren van huizen.



1.26 Warmtewisselaar gevuld met PCM. Als bij de inlaat warme lucht binnenkomt, wordt de warmte door het PCM opgenomen. De warmte wordt weer afgestaan als er koude lucht inkomt.

● Opdracht C27

Opdrachten

A 20

- a Welke grootheid staat er uitgezet op de verticale as van een energiediagram?
- b Wat geven de drie niveaus in een energiediagram weer?

B 21 

Je verwarmt een witte vaste stof. Bij 440 °C wordt de stof vloeibaar. Tijdens het afkoelen verandert deze vloeistof bij 335 °C weer in een witte vaste stof. Leg uit of tijdens het verhitten een chemische reactie is opgetreden.

B 22

- a Waarom zijn het verdampen van water en het oplossen van zout in water geen chemische reacties?
- b Leg uit dat het verbranden van kaarsvet wel een chemische reactie is.

B 23

Om kaarsvet te smelten moet je het voortdurend verwarmen.

- a Is dit een exotherm of endotherm proces?
- b Gesmolten kaarsvet wordt weer vast als het afkoelt. Hoe heet deze faseverandering?
- c Leg uit of deze faseverandering exotherm of endotherm is.
- d Leg uit of bij deze faseverandering de omgeving warmer zal worden, of juist kouder.

B 24

Om aardgas (methaan) te verbranden, moet je er een lucifer bij houden. Een stukje witte fosfor ontbrandt al bij kamertemperatuur zonder dat je er een lucifer bij houdt. Leg uit welke van deze twee verbrandingsreacties de grootste activeringsenergie heeft.

B 25

Teken een energiediagram voor de verbranding van aardgas. Geef in het diagram ook de activeringsenergie aan.

B 26 

Methaan en zuurstof reageren in de massaverhouding

16,04 : 64,00. Daarbij ontstaan koolstofdioxide en water in de massaverhouding 44,01 : 36,03.

Joke verbrandt 1,0 g methaan volledig.

- a Bereken hoeveel g zuurstof daarvoor nodig is.
- b Bereken hoeveel g water daarbij is ontstaan.
- c Bereken met behulp van de wet van massabehoud hoeveel g koolstofdioxide is ontstaan.

C 27

Lees de tekst in het kader 'Gratis warm en koud' en beantwoord de volgende vragen.

- a Welke faseovergang vindt plaats als de paraffine als airco werkt? Is deze overgang endotherm of exotherm?
- b Leg uit of glauberzout strikt genomen wel een faseovergangsmateriaal is.
- c Op een gegeven moment neemt glauberzout warmte op. Wat voor een soort reactie is dit?
- d De massaverhouding natriumsulfaat en water is 142,04 : 180,15. Bereken het massapercentage water in het glauberzout.

C 28 ★

Een thermische lans is een lange ijzeren buis met daarin een lange staaf van magnesium. Tussen het ijzer en magnesium wordt zuivere zuurstof geblazen. Aan het uiteinde van de lans wordt het magnesium aangestoken. Door het brandende magnesium gaat ook het ijzer branden. De hitte van het brandende ijzer zorgt ervoor dat de temperatuur oploopt tot wel 3500 °C. Leg uit wat de functie van het magnesium in de thermische lans is.

Experiment

1.7 Exotherm of endotherm

Je bepaalt in dit onderzoek van een aantal reacties of deze exotherm of endotherm verlopen.

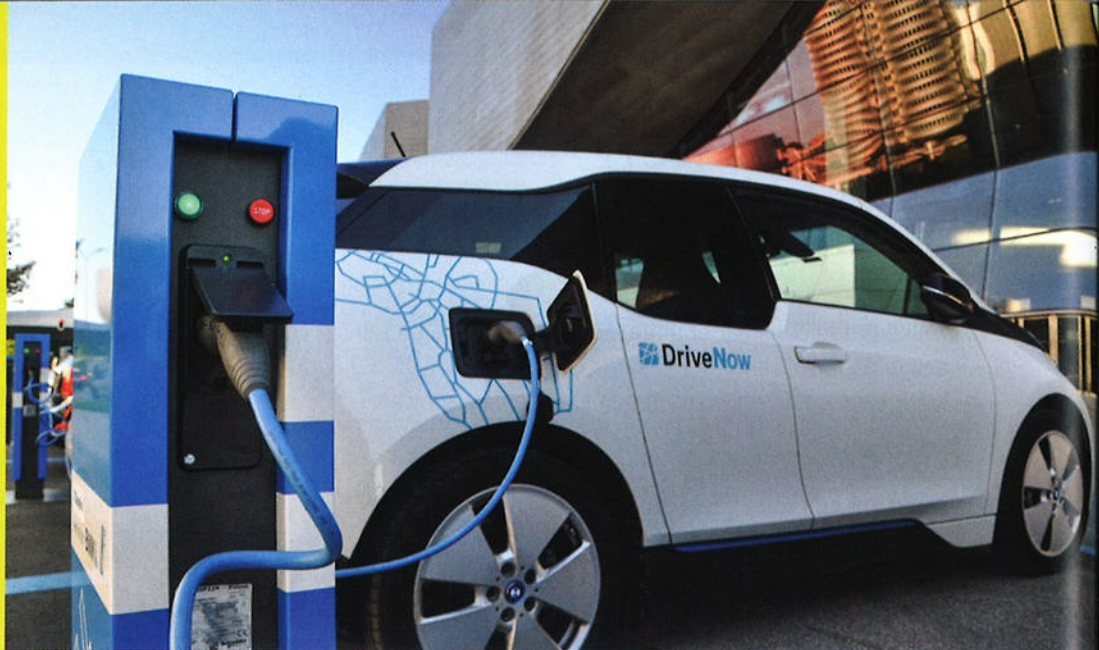
- Volledige instructie Chemie Overal online

Je kunt nu

- een aantal kenmerken van een chemische reactie noemen;
- toelichten wat activeringsenergie is;
- energiediagrammen voor exotherme en endotherme reacties tekenen en interpreteren;
- in een energiediagram de activeringsenergie en de reactie-energie aangeven.

Reactie in de accu

Benzine tanken gaat in vijf minuten. De accu van een elektrische auto opladen duurt heel wat langer. Thuis duurt het uren en bij een snellaadpaal altijd nog minimaal twintig minuten. Bovendien rij je er dan nog niet echt ver mee. Tijdens het opladen vindt een reactie in de accu plaats. Die reactie gaat wel snel.



Je leert

- waar de snelheid van een reactie van afhangt;
- reactiesnelheid verklaren met het botsende-deeltjesmodel.

1.4 Snelheid van een reactie

Reactietijd en reactiesnelheid

De chemische reactie die verloopt in de accu van een elektrische auto gaat snel, maar omdat er zo veel accucellen moeten opladen, duurt het opladen toch lang. Om een idee te krijgen over de reactiesnelheid kun je een experiment doen met magnesium en zoutzuur (waterstofchlorideoplossing).

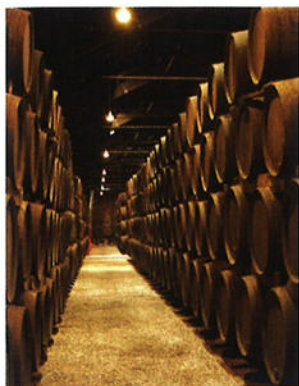
Als je magnesium en zoutzuur mengt, treedt een chemische reactie op waarbij een gas ontstaat. Dat kun je zien doordat de vloeistof gaat bruisen. Als er geen gas meer ontstaat, is de reactie afgelopen. De tijd die is verstreken tussen het mengen van beide stoffen en het einde van de reactie is de **reactietijd**.



1.27 Magnesiumpoeder (links) en magnesiumlint met zoutzuur

Magnesium komt voor in poedervorm en in de vorm van magnesiumlint. In het experiment vergelijk je de reactiesnelheid van magnesiumpoeder met zoutzuur en magnesiumlint met zoutzuur. In twee reageerbuizen doe je precies evenveel zoutzuur. In de ene buis doe je magnesiumpoeder en in de andere een stukje magnesiumlint met dezelfde massa als het poeder.

In beide experimenten ontstaat evenveel gas doordat je dezelfde hoeveelheid magnesium gebruikt. In de reageerbuis met het magnesiumpoeder is de reactie veel sneller afgelopen dan in de buis met het lint (figuur 1.27). De reactietijd bij het magnesiumpoeder is veel korter en de reactiesnelheid is dus veel groter. Bij dezelfde hoeveelheid reactiemengsel ontstaat met magnesiumpoeder per seconde meer gas dan met magnesiumlint. De **reactiesnelheid** is de hoeveelheid stof die per seconde en per liter ontstaat of verdwijnt.



1.28 Enzymen versnellen de omzetting van suikers tot alcohol in de wijn.

- Experiment 1.8
- Experiment 1.9
- Experiment 1.10

Welke factoren bepalen de snelheid van een reactie?

In het experiment met magnesium beïnvloed je de reactiesnelheid door in plaats van magnesiumlint magnesiumpoeder te gebruiken. Er zijn een aantal factoren die invloed kunnen uitoefenen op de reactiesnelheid.

- De **verdelingsgraad** van magnesium in het experiment is de oorzaak van het verschil in reactiesnelheid. Hoe groter de verdelingsgraad, dat wil zeggen hoe fijner de stof is verdeeld, des te sneller verloopt de reactie.
- Magnesium reageert veel sneller met zoutzuur dan zink. De **soort stof** heeft invloed op de reactiesnelheid.
- De reactiesnelheid is hoger als de concentratie waterstofchloride (de hoeveelheid stof per mL oplossing) in het zoutzuur groter is. Als de **concentratie** van de beginstoffen groter wordt, neemt de reactiesnelheid toe.
- Als de **temperatuur** hoger wordt, wordt de reactiesnelheid groter.
- Ten slotte kun je de reactiesnelheid beïnvloeden met een hulpstof, een **katalysator**. Een katalysator is een stof die een reactie sneller laat verlopen zonder bij die reactie verbruikt te worden. Een **enzym** is een katalysator die een biologische reactie versnelt (figuur 1.28).

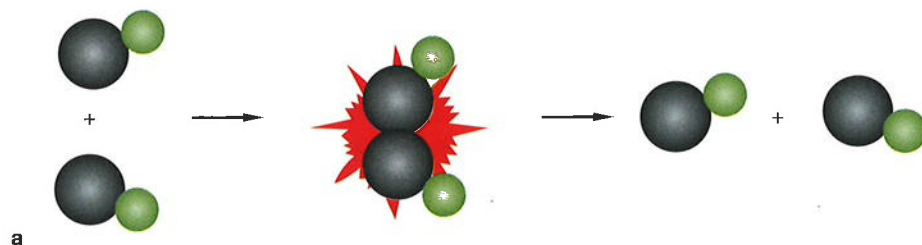
Botsende deeltjes en reactiesnelheid

Hierboven is besproken welke factoren invloed uitoefenen op de snelheid van een reactie.

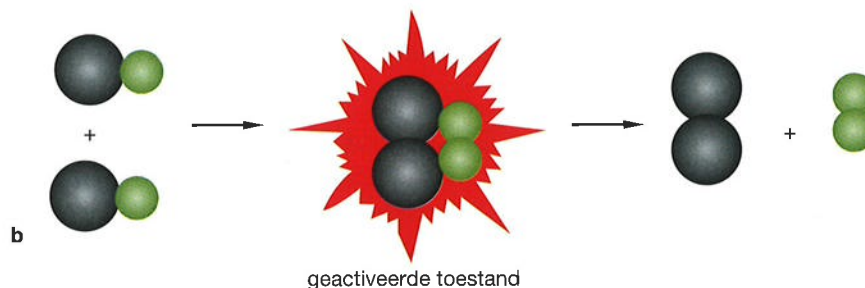
Om de invloed van deze factoren te verklaren is een model opgesteld, **het botsende-deeltjesmodel**.

In de vloeibare en in de gasvormige fase kunnen de kleinste deeltjes van een stof bewegen. Ze kunnen dus ook tegen elkaar botsen. Als twee botsende deeltjes een reactie met elkaar kunnen aangaan, zal die reactie alleen optreden als de botsing hard genoeg is. Zo'n botsing is een effectieve botsing, zie figuur 1.29. Hoe groter het aantal botsingen per seconde en per liter, des te groter is het aantal effectieve botsingen en des te sneller verloopt de reactie.

een niet-effectieve botsing
van twee moleculen AB



een effectieve botsing
(chemische reactie)
 $2 AB \rightarrow A_2 + B_2$



1.29a Een niet-effectieve botsing, b een effectieve botsing



1.30 Explosie in een melkpoederfabriek. Het poeder kan door de grote verdelingsgraad exploderen.

Invloed van de concentratie

Als je de concentratie van de reagerende deeltjes vergroot, zal het aantal botsingen per seconde toenemen. Hoe meer deeltjes zich in een bepaald volume bevinden, des te groter is de kans dat deze (voortdurend bewegende) deeltjes botsen. Hiermee neemt ook het aantal effectieve botsingen per seconde toe en daarmee ook de reactiesnelheid.

Invloed van de temperatuur

Als je de temperatuur van het reactiemengsel hoger maakt, gaan de reagerende deeltjes sneller bewegen. Hierdoor wordt de kans vergroot dat ze tegen elkaar botsen. Het aantal botsingen zal dan toenemen. Maar een botsing tussen sneller bewegende deeltjes is ook heftiger, waardoor het percentage effectieve botsingen toeneemt. Uit ervaring is bekend dat per tien graden temperatuurstijging de reactiesnelheid ongeveer verdubbelt.

Invloed van de verdelingsgraad

Hoe groter de verdelingsgraad, des te groter is het contactoppervlak. Hierdoor kunnen er meer botsingen per seconde aan het oppervlak plaatsvinden. Bij oplossingen is de verdelingsgraad maximaal, alle deeltjes van de stoffen staan met elkaar in contact. Een mengsel waarbij de stoffen tot op de kleinste deeltjes, het microniveau, gemengd zijn is een **homogeen mengsel**.

Bij reacties waarbij de stoffen zich niet in dezelfde fase bevinden zoals bij een reactie van een vaste stof en een vloeistof, zijn de stoffen niet tot op het microniveau gemengd. Dit zijn **heterogene mengsels**. De verdelingsgraad speelt een belangrijke rol bij dit soort reacties.

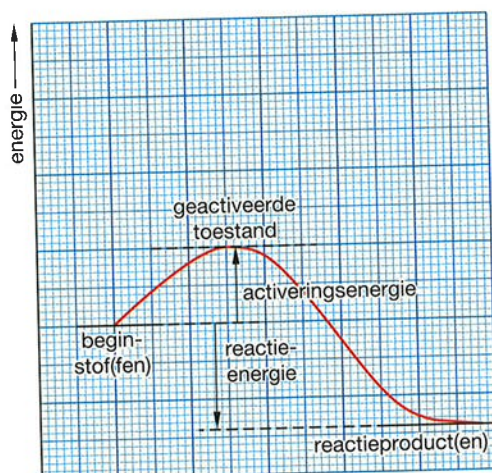
Doordat een vaste stof uitsluitend aan het oppervlak kan reageren, zal de reactiesnelheid toenemen naarmate het contactoppervlak groter wordt, zie figuur 1.30.

Activeringsenergie en reactiesnelheid

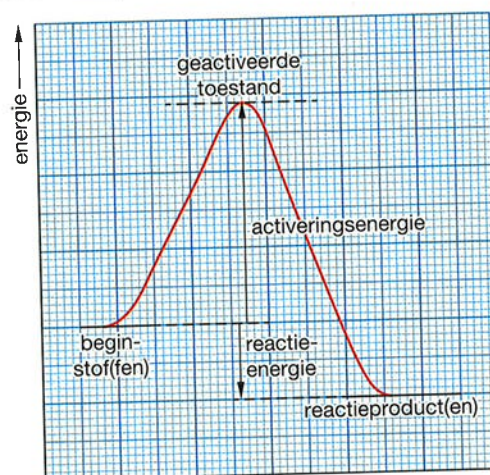
Er zijn nog twee factoren die de reactiesnelheid kunnen beïnvloeden: de soort stof en de aanwezigheid van een katalysator. De invloed van deze factoren kun je niet verklaren met het botsende-deeltjesmodel, maar wel met de activeringsenergie.

Invloed van de soort stof

Magnesiumpoeder reageert sneller met zoutzuur dan zinkpoeder. Dat is te verklaren door aan te nemen dat in het eerste geval minder energie nodig is om de geactiveerde toestand te bereiken. Daardoor zal de reactie sneller kunnen verlopen (figuur 1.31a en b).



1.31a Een energiediagram voor de reactie van magnesiumpoeder met zoutzuur

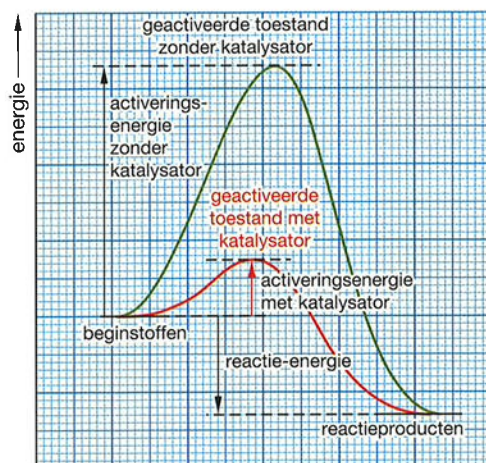


1.31b Een energiediagram voor de reactie van zinkpoeder met zoutzuur

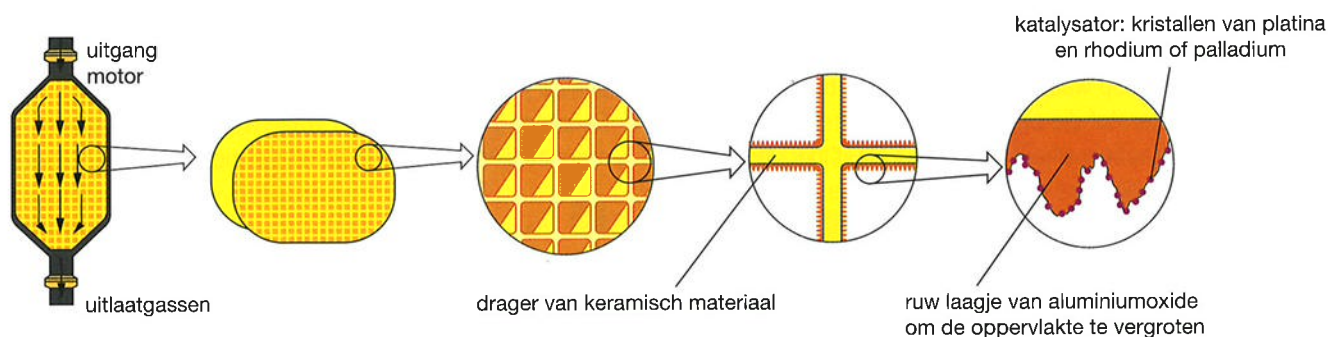
● Experiment 1.11

Invloed van een katalysator

De aanwezigheid van een katalysator zorgt ervoor dat een reactie sneller verloopt en/of bij een lagere temperatuur. Dat is te verklaren door aan te nemen dat een katalysator ervoor zorgt dat de geactiveerde toestand eerder wordt bereikt. Hij verlaagt dus de activeringsenergie van een reactie. Daardoor verloopt een reactie sneller en/of bij een lagere temperatuur. In figuur 1.32 zie je dat het verschil tussen de energieniveaus van beginstoffen en reactieproducten niet verandert doordat er een katalysator aanwezig is. De reactie-energie blijft dus hetzelfde.



1.32 Een katalysator verlaagt de activeringsenergie, de reactie verloopt sneller.



1.33 Een katalysator in de auto zorgt voor het omzetten van schadelijke gassen in minder schadelijke gassen.

Samenvatting

- Een maat voor de reactiesnelheid is de hoeveelheid stof die per seconde en per liter reactiemengsel ontstaat of verdwijnt.
- De reactiesnelheid wordt bepaald door vijf factoren: de verdelingsgraad van een stof, de soort stof, de temperatuur, de concentratie(s) van de reagerende stof(fen) en de katalysator.
- Met het botsende-deeltjesmodel kan de invloed van een aantal factoren op de reactiesnelheid worden verklaard. Er vindt alleen een reactie plaats bij een effectieve botsing tussen de deeltjes. Hoe meer effectieve botsingen, des te sneller gaat de reactie.
- Bij een grotere concentratie, grotere verdelingsgraad en hogere temperatuur neemt het aantal effectieve botsingen en dus de reactiesnelheid toe.
- De soort beginstof heeft invloed op de activeringsenergie van een reactie en op de reactiesnelheid. Een katalysator verlaagt de activeringsenergie van een reactie.

Opdrachten

A 29 

- Wat is het verband tussen reactietijd en reactiesnelheid?
- Geef een eenheid voor reactietijd en reactiesnelheid.

B 30

Er zijn vijf factoren die de reactiesnelheid bepalen.

- Wat is het verband tussen elke factor en de reactiesnelheid?
- Leg van elke factor uit wat de oorzaak van de verandering in de reactiesnelheid is. Gebruik bij je uitleg het botsende-deeltjesmodel of de activeringsenergie.

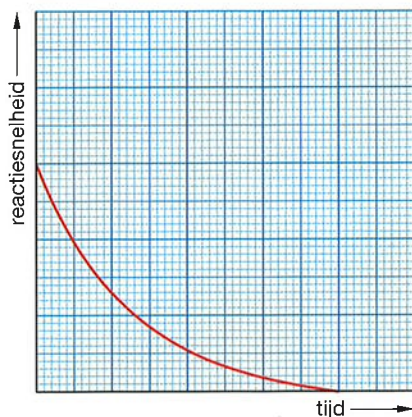
B 31

Suikerpoeder brandt niet gemakkelijk. Maar als je suikerpoeder uitstrooit boven een kaars krijg je een stofexplosie. Waardoor gaat de reactie nu ineens veel sneller? Gebruik in je uitleg het botsende-deeltjesmodel.

B 32

Als je ijzer mengt met een oplossing van waterstofchloride treedt een reactie op waarbij waterstofgas ontstaat. De hoeveelheid waterstof die per tijdseenheid ontstaat, is een maat voor de reactiesnelheid. In figuur 1.34 is het verloop van de snelheid van deze reactie in de tijd weergegeven.

- Neem het diagram over en schets het verband tussen de snelheid en de tijd als je fijner verdeeld ijzer gebruikt.
- Schets in hetzelfde diagram het verband tussen de snelheid en de tijd als je een meer verdunde waterstofchlorideoplossing gebruikt.



1.34

B 33

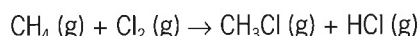
Waarom is de reactiesnelheid het grootst aan het begin van de reactie en aan het einde van de reactie nul?

B 34

Neem figuur 1.34 over en teken hierin het verloop van de reactiesnelheid wanneer de reactie zou plaatsvinden bij een iets lagere temperatuur. Leg uit of de oppervlakte onder de nieuwe grafieklijn die de reactiesnelheid aangeeft groter, even groot of kleiner zal zijn dan de oorspronkelijke oppervlakte in figuur 1.34.

B 35

In een reactievat wordt een mengsel gebracht van methaan en chloor. De volgende reactie treedt op:



- Schets in een diagram het verloop van de reactiesnelheid in de tijd.

Tijdens de reactie, op tijdstip t_1 , wordt het volume van het reactievat verkleind.

- Leg uit of de reactiesnelheid op tijdstip t_1 groter of kleiner zal worden.
- Schets in het diagram van vraag a het verloop van de reactiesnelheid in de tijd vanaf tijdstip t_1 .

B 36

Ammoniak, NH_3 , wordt gemaakt uit waterstof en stikstof. Dit is een exotherme reactie. Bij de productie van ammoniak is een katalysator belangrijk om ervoor te zorgen dat de reactie met voldoende snelheid verloopt.

- Geef de reactievergelijking voor de vorming van ammoniak uit waterstof en stikstof.
- Leg uit waarom de formule van de katalysator niet mag voorkomen in de reactievergelijking.
- Teken in één figuur twee energiediagrammen voor deze reactie: één zonder katalysator en één met katalysator. Geef een verklaring voor het verschil tussen beide diagrammen.

C 37

Uitlaatgassen kunnen koolstofmono-oxide en stikstofdioxide bevatten. Beide zijn ongewenst omdat ze giftig zijn en het milieu belasten. Daarom zijn tegenwoordig in uitlaten katalysatoren ingebouwd waarin reacties plaatsvinden om deze stoffen te verwijderen, zie figuur 1.33 in de lestekst. Het stikstofdioxide reageert met koolstofmono-oxide tot koolstofdioxide en stikstof in een exotherme reactie.

- Geef de vergelijking van de reactie in de katalysator.
- Leg de functie van de katalysator uit.

In een auto zit onderdeel 1 van figuur 1.33 in de uitlaatpijp gemonteerd en het wordt de 'katalysator' genoemd.

- Leg uit waarom die naam eigenlijk niet juist is.
- Wat is de eigenlijke katalysator?
- Leg uit waarom de oppervlakte in de katalysator wordt vergroot.

C 38 ★

Bij stijgende temperatuur bewegen deeltjes sneller. De snelheid van de deeltjes is recht evenredig met de temperatuur in kelvin.

- Hoeveel procent neemt de snelheid toe als de temperatuur stijgt van 300 tot 310 K?
- Met hoeveel procent neemt de reactiesnelheid toe als de temperatuur stijgt van 300 tot 310 K?
- Bij temperatuurstijging neemt het aantal botsingen toe omdat de moleculen elkaar vaker tegenkomen. Maar de botsingen zijn ook sterker. Leg uit welke van deze twee factoren het meest bijdraagt aan de toename van het aantal effectieve botsingen. Gebruik bij je antwoord vraag a en b.

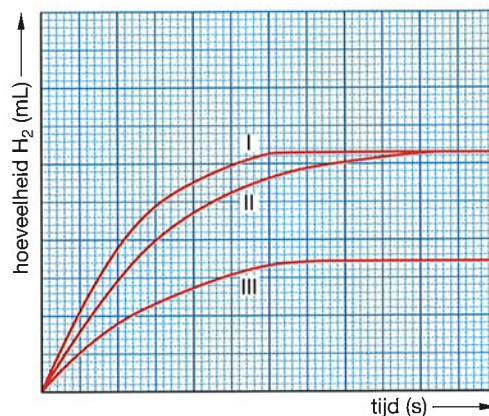
C 39 ●

Drie leerlingen onderzoeken elk de grootte van de reactiesnelheid van de reactie tussen magnesium en een verdunde waterstofchlorideoplossing, maar ze doen dit onder verschillende omstandigheden.

De waterstof die ontstaat wordt opgevangen in een gasmeetspuit. Om de tien seconden bepaalt elke leerling hoeveel waterstof zich in zijn gasmeetspuit bevindt. Als de experimenten zijn afgelopen verwerken de leerlingen hun meetresultaten in het diagram van figuur 1.35.

Op de horizontale as is de tijd uitgezet en op de verticale as de hoeveelheid waterstof.

- Leg uit waarom alle drie de lijnen na een bepaalde tijd horizontaal lopen.
 - Leg uit welke lijn de grootste reactiesnelheid weergeeft.
- De drie leerlingen hebben het experiment uitgevoerd met dezelfde hoeveelheid magnesium.
- Leg uit welke leerling(en) een overmaat waterstofchlorideoplossing heeft (hebben) gebruikt.
 - Geef een mogelijke oorzaak voor het verschil tussen lijn I en lijn II.



1.35

Experimenten

1.8 t/m 1.10 Reactiesnelheid

In deze experimenten onderzoek je de invloed van drie factoren op de reactiesnelheid van de reactie van magnesium met zoutzuur.

1.11 Katalysatoren

Je onderzoekt de invloed van een katalysator op de snelheid van de ontleding van waterstofperoxide.

- Volledige instructie Chemie Overal online

Je kunt nu

- uitleggen wat de begrippen reactietijd en reactiesnelheid betekenen;
- aangeven welke factoren de snelheid van een reactie bepalen;
- de invloed van elk van deze factoren op de reactiesnelheid toelichten;
- met het botsende-deeltjesmodel uitleggen wat de invloed van de concentratie, de verdelingsgraad en de temperatuur op de reactiesnelheid is;
- met het begrip activeringsenergie uitleggen wat de invloed van het soort stof en een katalysator op de reactiesnelheid is.

Afsluiting

Oefenopdrachten

1 Cider

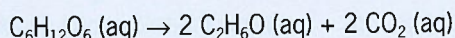


1.36 Sapcentrifuge

Cider is een alcoholhoudende bruisende drank die is gemaakt van appels. Voor de bereiding worden de appels eerst in stukken gehakt, waarna het appelsap eruit wordt geperst. Dit kan met een sapcentrifuge (figuur 1.36). De stukgeslagen appels worden met een zeer grote snelheid tegen een filter rondgedraaid, waarbij het sap naar buiten wordt geslingerd. Aan het appelsap wordt cidergist en zo nodig suiker toegevoegd, waarna het sap enkele weken gist in een vat dat via een waterslot is afgescheiden van de lucht. Na het gisten zakken de afgestorven gistcellen naar de bodem en wordt de bovenstaande vloeistof gebotteld in stevige champagneflessen waaraan suiker is toegevoegd. De cider gist nog een maand op fles en is de volgende zomer drinkbaar. Tijdens het gisten wordt de suiker ($C_6H_{12}O_6$) uit de appels omgezet in alcohol en koolstofdioxide.

- Leg uit of gisten een chemische reactie is.
- Welke twee scheidingsmethoden worden toegepast in de sapcentrifuge?
- Welke scheidingsmethode wordt nog meer toegepast bij het maken van de cider?

De prik in de cider ontstaat bij de nagisting in de fles door deze reactie:



- Wat voor een soort chemische reactie is gisten?
- Wat is de functie van het gist?
- Waarom moet de cider in stevige flessen worden gebotteld?
- Wat is het verband tussen de oplosbaarheid van koolstofdioxide en de druk boven de vloeistof?

2 Zwart-witfilm



1.37 Negatief van een foto. Het zilverbromide is onder invloed van licht omgezet in zilver en broom.

Oude fototoestellen gebruiken filmrolletjes waarop de stof zilverbromide zit. Als er licht op het zilverbromide valt, wordt het omgezet in zilver en broom. Het zilver op het negatief is zwart omdat het zo fijn verdeeld is. Het licht kaatst dan niet meer terug (figuur 1.37). Zilverbromide bevat minder chemische energie dan zilver en broom.

- Het filmrolletje is negatief, omdat alles wat fel licht is in werkelijkheid op het negatief donker is. Waardoor komt dat?
- Leg uit of de ontleding van zilverbromide in zilver en broom een endotherm of een exotherm proces is.

Voor de ontleding van zilverbromide is activeringsenergie nodig.

- Teken een energiediagram van deze reactie en vermeld in je diagram de stoffen zilverbromide, zilver en broom.
- Geef in je energiediagram de reactie-energie en de activeringsenergie aan.

3 IJzer

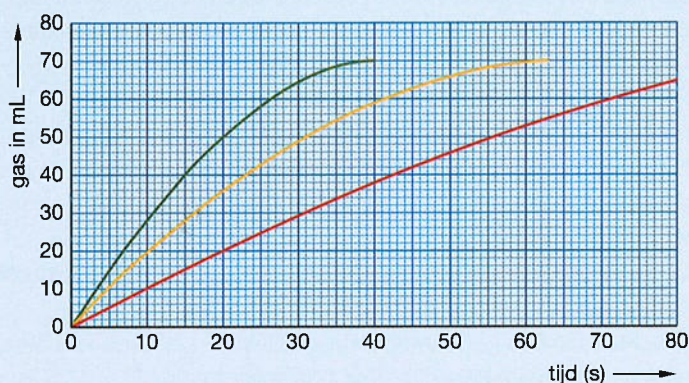
IJzer reageert met zoutzuur waarbij waterstofgas ontstaat. Leerlingen voeren een onderzoek uit naar de reactiesnelheid van deze reactie. Ze doen drie experimenten waarbij de verdelingsgraad van het ijzer varieert. Het ijzer is steeds in overmaat. Ze gebruiken bij elk experiment dezelfde hoeveelheid zoutzuur.

Ze gebruiken in:

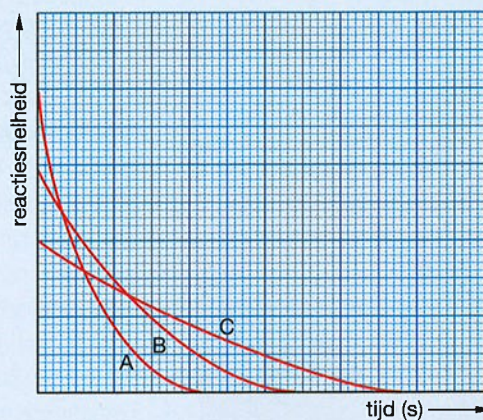
- proef 1: ijzeren spijkertjes;
- proef 2: ijzerkrullen;
- proef 3: ijzerpoeder.

In het diagram van figuur 1.38 is de hoeveelheid gas (in mL) uitgezet tegen de tijd.

- Waarom komen deze curven alle drie op hetzelfde eindniveau?
- Waarom is het eerste deel van de drie curven verschillend?
- Welke kleur lijn hoort bij welke proef?
- Leg met het botsende-deeltjesmodel de resultaten van deze proef uit.



1.38



1.39

In het diagram van figuur 1.39 is voor elk van de drie proeven weergegeven hoe de reactiesnelheid tijdens de proef verandert.

- Leg uit welke lijn (A, B of C) bij welke proef hoort.

4

Lucifers

Lucy onderzoekt hoeveel paraffine in een lucifer aanwezig is. Ze verwijdert de koppen van 25 lucifers. De houtjes doet ze samen met 8 mL wasbenzine in een reageerbuis. Ze plaatst de reageerbuis een kwartier in een bekerglas met heet water.

Vervolgens filtreert Lucy het mengsel en giet daarna het filtraat op een horlogeglas.

Nadat de wasbenzine is verdampt, blijft een hoeveelheid witte wasachtige vaste stof achter (paraffine). Deze stof heeft een massa van 214 mg.

- Lucy gebruikt wasbenzine om de paraffine uit de lucifer te isoleren. Leg uit wat de scheidingsmethode is waar Lucy de wasbenzine bij nodig heeft.
- Welk soort mengsel heeft Lucy op het horlogeglas gegoten (tweede alinea van de tekst)?
- Bereken hoeveel milligram paraffine een doosje lucifers bevat. Ga ervan uit dat bij het onderzoek van Lucy geen paraffine in de lucifers is achtergebleven en dat een doosje 45 lucifers bevat.



5 Accu van een elektrische auto

De elektrische auto van figuur 1.40 heeft een accu met een capaciteit van 60 kWh.

a Welke soort energie bevat de accu?

Tijdens het rijden worden de beginstoffen in de accu omgezet in de reactieproducten waarbij energie vrijkomt in de vorm van elektriciteit. Tijdens het opladen van de accu vindt een omgekeerde reactie plaats.

b Teken het energiediagram van het opladen van de accu.

c De accu van de auto bestaat uit meer dan honderd cellen die parallel en in serie zijn geschakeld. Er zijn meer dan honderd kleinere ruimtes met beginstof, in plaats van één grote ruimte. Dit voorkomt dat de reactiesnelheid afneemt als de accu leger raakt. Bedenk hiervoor een verklaring.

d Omdat de accu vaak opgeladen moet worden, mogen de stoffen niet van hun plaats komen. Leg uit of er in de accu sprake is van een homogeen of heterogeen mengsel.

e De tijd die het opladen duurt wordt niet alleen bepaald door de reactiesnelheid in de auto, maar ook door het vermogen van de laadpaal. Als de laadpaal een vermogen heeft van 3000 W, hoelang duurt het laden van een volledig lege accu dan in het ideale geval? Een kWh is de energie die bij een vermogen van 1 kW in een uur wordt geladen.



1.40 Dashboard van een elektrische auto

6

6 Vlam in de pan

De vlam in de pan in figuur 1.41 is met water geblust. Een explosie is het gevolg. De pan bevat brandende olie. Bij het blussen zakt het bluswater naar de bodem van de pan en wordt daar zo snel verhit, dat het meteen verdampt. De damp ontsnapt uit de pan en neemt daarbij de brandende oliedruppeltjes mee.

a Leg uit waardoor de verbrandingsreactie nu veel sneller gaat. Licht je antwoord toe met het botsende-deeltjesmodel.

b Door de snellere verbranding stijgt de temperatuur ook snel. Leg met het botsende-deeltjesmodel uit waardoor de reactie daardoor nog sneller gaat.



1.41 Vlam in de pan

Keuzeopdrachten

Hieronder staat een korte beschrijving van drie keuzeopdrachten. Op de site kun je meer informatie vinden. In overleg met je docent kun je één van deze keuzeopdrachten uitvoeren.

1

1 Conserveren

Hoe ging men vroeger te werk om voedingsmiddelen langer houdbaar te maken? Je zoekt uit welke methoden er tegenwoordig worden gebruikt. Je komt veel meer te weten over additieven.

2

2 Azijn

Azijn is een schoonmaakmiddel, maar ook een conserveringsmiddel. In de levensmiddelen-industrie speelt azijn een belangrijke rol. Je maakt kennis met een azijnbrouwerij, verschillende soorten azijn en de toepassingen van de azijnsoorten.

3

3 Explosies

Sommige reacties kunnen zo snel verlopen dat je van een explosie spreekt. Je maakt kennis met verschillende soorten explosies. Je ontdekt wat de industrie allemaal doet om explosies te voorkomen.

Overzicht begrippen

Botsende-deeltjesmodel	Factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden kun je verklaren met het botsende-deeltjesmodel en de activeringsenergie.
Chemische reacties	Tijdens een chemische reactie veranderen de beginstoffen in reactieproducten. Een chemische reactie verloopt pas als de temperatuur even hoog is als of hoger is dan de reactietemperatuur . Bij elke chemische reactie treedt een energie-effect op.
Energiediagram	Een energiediagram geeft het energie-effect en de activeringsenergie van elk proces weer.
Energie-effect	Een proces is exotherm als er tijdens het proces energie aan de omgeving wordt afgegaan. Een proces is endotherm als er tijdens het proces energie vanuit de omgeving wordt opgenomen.
Mengsels	Een mengsel heeft een smelttraject en een kooktraject . Drie soorten mengsels zijn oplossing , suspensie en emulsie . Een emulsie kan ontmengen tot een tweelagensysteem . Een emulgator voorkomt het ontmengen van een emulsie. Een emulgatormolecuul heeft een hydrofiële kop (mengt met water) en een hydrofobe staart (mengt niet met water).
Reactiesnelheid	De reactiesnelheid is de hoeveelheid stof die per seconde en per liter reactiemengsel ontstaat of verdwijnt. De reactiesnelheid wordt bepaald door vijf factoren: de verdelingsgraad van een stof, de soort stof, de temperatuur, de concentratie(s) van de reagerende stof(fen) en de katalysator.
Scheidingsmethoden	Scheiden is het sorteren van moleculen. Scheidingsmethoden maken gebruik van verschil in stoffeigenschappen van de stoffen in het mengsel. Scheidingsmethoden zijn filtreren, bezinken, centrifugeren, indampen, destilleren, extraheren, adsorptie en chromatografie. De vaste stof die bij filtreren in het filter blijft en bij destilleren in de kolf is het residu. De stof die door het filter loopt is het filtraat. Die stof die bij destilleren condenseert is het destillaat. De Rf-waarde van een stof bij chromatografie is de verhouding van de afstand die de stof aflegt ten opzichte van de afstand van de loopvloeistof.
Zuivere stof	Een zuivere stof bestaat uit één soort bouwstenen. Een zuivere stof heeft een smeltpunt en een kookpunt . Als op microniveau de bouwstenen van zo'n zuivere stof uit één soort atomen bestaan, dan is op macroniveau de stof een element . Bestaan de bouwstenen uit twee of meer soorten atomen, dan is op macroniveau de stof een verbinding .