

Hoofdstuk 1

Stoffen en mengsels

1.1 Wat is chemie?



#1



We bekijken een platinadraad. Beschrijf hem.

.....

.....

We houden de platinadraad even in de vlam van een bunsenbrander. Wat gebeurt er?

.....

.....

We bekijken een stukje magnesiumlint. Beschrijf het.

.....

.....

We houden het magnesiumlint in de vlam van een bunsenbrander. Wat gebeurt er?

.....

.....

We vangen de gevormde stof op in een horlogeglas. Beschrijf ze.

.....

.....

Chemie is de wetenschap die chemische verschijnselen bestudeert en die verschijnselen tracht te verklaren en te voorspellen.

Chemische verschijnselen zijn verschijnselen waarbij een of meer nieuwe stoffen met nieuwe stoffeigenschappen ontstaan.

Merk op dat door toedoen van chemische verschijnselen de samenstelling van de aarde verandert. Immers, na het experimentje met magnesium is er op aarde méér magnesiumoxide aanwezig, maar minder magnesiummetaal en zuurstofgas.

1.2 Voorwerpen en stoffen

Een stof kan je herkennen aan een combinatie van eigenschappen, zoals:

- kleur
- geur
- smaak
- glans
- smeltpunt

Het smeltpunt (t_s) van een stof is de temperatuur waarbij de stof overgaat van vaste toestand naar vloeibare toestand, of omgekeerd (stolpunt).

- kookpunt

Het kookpunt (t_k) van een stof is de temperatuur waarbij de stof (bij gewone druk) over heel haar volume, en dus niet enkel aan het oppervlak, overgaat van vloeibare naar gasvormige toestand, of omgekeerd (condensatiepunt).

- oplosbaarheid in diverse oplosmiddelen
- geleidingsvermogen voor warmte
- geleidingsvermogen voor elektrische stroom
- hardheid
- dichtheid.

Merk op dat alle eigenschappen van een **stof** aanwezig moeten zijn om die stof te herkennen. Een kleurloze, reukloze en smaakloze vloeistof zullen we waarschijnlijk herkennen als „water”. Indien deze vloeistof daarenboven een smeltpunt van 0 °C heeft, zijn we bijna zeker dat het water is. Maar als we zouden vaststellen dat het kookpunt van deze vloeistof 130 °C bedraagt, dan zijn we zéker dat het géén water is, maar een andere vloeistof.



Afb. 1.1 – Beker

Een **voorwerp** bestaat uit stof (één of meer) maar heeft ook een bepaalde vorm, volume en massa. Zo is een beker gemaakt uit glas. Valt deze beker stuk, dan hebben we geen beker meer, maar scherven, uiteraard uit glas.

Een stof kan je herkennen aan een combinatie van eigenschappen, zoals kleur, reuk, glans, smeltpunt, kookpunt, oplosbaarheid, geleidingsvermogen, hardheid.
Een voorwerp bestaat uit één of meer stoffen en heeft een typische vorm, een bepaald volume en een bepaalde massa.



#1

Noteer minstens twee eigenschappen van volgende stoffen:



Afb. 1.2 – Suiker



#2

Rangschik volgende stoffen en voorwerpen in de tabel. Verbind de voorwerpen via een lijn met de stoffen waaruit ze kunnen gemaakt zijn.

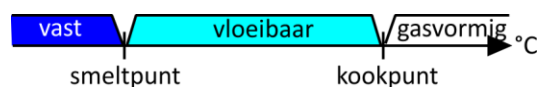
suiker – radiator – polypropyleen (een van de vele soorten plastics) – keukenzout – spoorstaaf – spuitfles – suikerklontje – kookpot – ijzermetaal – emmer – aluminiummetaal



Stoffen	Voorwerpen
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

De meeste stoffen kunnen onder drie vormen (aggregatietoestanden) voorkomen: vast, vloeibaar, gasvormig. Wanneer we een vaste stof verwarmen, dan zal die bij een bepaalde temperatuur (smeltpunt) vloeibaar worden. Wanneer we blijven verwarmen zal de vloeistof bij een bepaalde temperatuur (t_k) beginnen koken.

Tijdens het smelten van een zuivere stof blijft de temperatuur constant, evenals tijdens het koken van een zuivere stof.

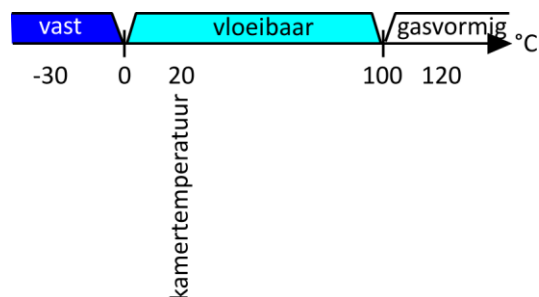


Figuur 1.1 – Smeltpunt en kookpunt

Uit het smeltpunt en het kookpunt van een stof kunnen we afleiden welke de aggregatietoestand van die stof is bij gewone temperatuur (= kamertemperatuur = 20 °C) of bij gelijk welke andere temperatuur. (Figuur 1.1)

Voorbeeld

Je weet dat water bij kamertemperatuur een vloeistof is. Bij –30 °C is water een vaste stof (ijs) en bij 120 °C is water gasvormig (stoom). Dit blijkt duidelijk uit bijgaand schema. (Figuur 1.2)



Figuur 1.2 – Afleiden van aggregatietoestand



Stoom is water in gasvormige toestand en als dusdanig onzichtbaar. Als stoom via een afvoerpijp geloosd wordt, dan wordt de stoom pas zichtbaar na condenseren tot fijnverdeelde waterdruppeltjes, een eindje boven de afvoerpijp (maar dan is het eigenlijk geen stoom meer).

Afb. 1.7 – Stoom wordt geloosd via een afvoerpijp



#3

In de volgende tabel vind je het smeltpunt en kookpunt van tien stoffen. Noteer deze stoffen in de tabel daaronder, rekening houdend met de aggregatietoestand ervan bij kamertemperatuur (20°C).

Stof	Smeltpunt (°C)	Kookpunt (°C)
ammoniak	-78	-33
dibroom	-7	59
dichloor	-101	-34
dijood	114	sublimeert(*)
dizuurstof	-219	-183
ether	-116	35
looddichloride	501	950
water	0	100
natriumchloride	801	1441
zwavel	115	445

(*) sublimeren = rechtstreeks overgaan van vaste toestand naar gastoestand



Vaste stof	Vloeistof	Gas
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		



Een zuivere stof heeft dezelfde eigenschappen, ook al is ze afkomstig van verschillende bronnen. Vitamine C die op grote schaal gesynthetiseerd wordt en vitamine C aanwezig in citrusvruchten is dezelfde stof: ze bestaat uit dezelfde moleculen, met dezelfde eigenschappen.

1.3 Mengsels en zuivere stoffen



#2

In een bekertje bevindt zich wat natriumchloride (= keukenzout). Beschrijf het.

.....
.....

We proeven van het natriumchloride en onderzoeken of het de elektrische stroom geleidt.

.....
.....

In een ander bekertje bevindt zich wat water. Hoe ziet dit eruit?

.....
.....

We proeven van het water en onderzoeken of het de stroom geleidt.

.....
.....

We voegen het natriumchloride bij het water en roeren. We proeven ervan en onderzoeken of het mengsel de stroom geleidt.

.....
.....

Bij het samenvoegen van twee (of meer stoffen) verkrijgen we een **mengsel**. De stoffen die we samenvoegen noemen we de **componenten** van het mengsel. De componenten (water en natriumchloride) waren zuivere stoffen. Het mengsel heeft andere eigenschappen dan de componenten en sommige eigenschappen van de componenten vinden we niet terug in het mengsel.

**Een mengsel is het geheel van twee of meer met elkaar gemengde stoffen.
Een component is een bestanddeel van een mengsel.**

In een mengsel komen de verschillende componenten niet altijd in een dezelfde mengverhouding voor. Daarom zijn de fysische eigenschappen van een mengsel niet constant, maar veranderen met de mengverhouding. Bijvoorbeeld, met toenemend zoutgehalte verlaagt het smeltpunt van zout water, terwijl het kookpunt verhoogt.

Na het oplossen van natriumchloride in water krijgen we een mengsel waarvan we op het eerste gezicht niet kunnen zeggen dat het een mengsel is: natriumchloride is oplosbaar in water. Het mengsel heeft overal dezelfde samenstelling. Een dergelijk mengsel, waarvan de componenten zelfs onder een microscoop niet meer te onderscheiden zijn, noemen we **homogeen**.



#3

In een derde bekertje bevindt zich calciumcarbonaat (krijtpoeder). Beschrijf het.

.....
.....

We onderzoeken of calciumcarbonaat de stroom geleidt.

.....
.....

We voegen ook de inhoud van dit bekertje bij het bekertje met een mengsel van water en natriumchloride en roeren. Hoe ziet het mengsel er uit?

.....
.....

Na het toevoegen van calciumcarbonaat kunnen we duidelijk zien dat het hier om een mengsel gaat: het calciumcarbonaat is zo goed als onoplosbaar in water. Laten we het even rusten, dan zien we het calciumcarbonaat naar de bodem zinken. Het mengsel heeft dus niet overal dezelfde samenstelling (op de bodem bevindt zich vooral calciumcarbonaat, daarboven, in de vloeibare fase, vooral zout water). Dergelijke mengsels noemen we **heterogeen**.

Een homogeen mengsel is een mengsel waarvan de componenten niet meer van elkaar te onderscheiden zijn.

Een heterogeen mengsel is een mengsel waarvan de componenten gemakkelijk van elkaar te onderscheiden zijn.



Na het toevoegen van natriumchloride aan water, gevolgd door een tijdje roeren, lijkt het natriumchloride verdwenen. Het is **niet** gesmolten (zoals vaak foutief gezegd wordt), het is wel **opgelost** in het water. We krijgen een homogeen mengsel van een vaste stof en een vloeistof.

We noemen dit een **oplossing** van natriumchloride (= **opgeloste stof**) in water (= **oplosmiddel**).

Ook als we een beetje alcohol (ethanol, kleurloze vloeistof) en water samenvoegen en er een homogeen mengsel ontstaat, spreken we van een oplossing van alcohol in water.

Een oplossing is een homogeen mengsel van een vloeistof (oplosmiddel) en een vaste stof, een andere vloeistof of een gas (opgeloste stof).

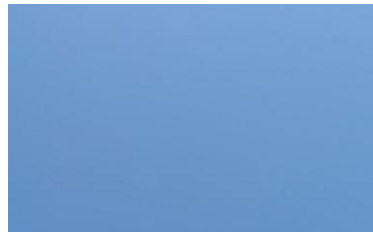
Voor sommige mengsels worden vaak specifieke termen gebruikt. Hieronder de belangrijkste.



#4

Plaats de juiste nummers onder de afbeeldingen, zodat ze in de tabel daaronder op de juiste plaats komen (1 - 12).





Mengsel	Homogeen	Heterogeen
Vaste stof in vaste stof	Legering Foto ① Messing	Grof mengsel Foto ② Bestaat hoofdzakelijk uit drie componenten: kwarts (wit), veldspaat (roze) en glimmer (grijs-zwart).
Gas in vaste stof		Vast schuim Foto ③ Piepschuim: geëxpandeerd polystyreen waarin luchtbelletjes opgesloten zitten
Vaste stof in vloeistof	Oplossing Foto ④ Kraantjeswater: bevat o.a. opgeloste zouten.	Suspensie Foto ⑤ Vaste stof tegen overtollig maagzuur: weinig oplosbaar in water en wordt daarom als suspensie verkocht. Goed schudden voor gebruik!

Vloeistof in vloeistof	Oplossing Foto ⑥ Homogeen mengsel van ethanol (alcohol) en water	Emulsie Foto ⑦ Emulsie van (veel) olie in water
Gas in vloeistof	Oplossing Foto ⑧ Homogeen mengsel van koolstofdioxidegas en water	Schuim Foto ⑨ Heterogeen mengsel van een gas (lucht) in een vloeistof (water)
Vaste stof in gas		Rook Foto ⑩ Vaste deeltjes verspreid in een gas
Vloeistof in gas		Nevel Foto ⑪ Kleine waterdruppeltjes in de lucht
Gas in gas	Gasmengsel Foto ⑫ Lucht: mengsel van o.a. stikstofgas, zuurstofgas, argongas en waterdamp	



#5

Hebben we te doen met een mengsel of een zuivere stof? Vermeld indien mogelijk ook of het mengsel homogeen of heterogeen is. Tracht ook, indien het om een mengsel gaat, de voornaamste component te geven.



Koffie (zwart, zonder melk, zonder suiker)

.....

.....

.....

Mayonaise

.....

.....

.....

Gefiltreerd zeewater

.....

.....

.....

Witte wijn

.....

.....

.....

Inhoud van een spuitbus met haarlak

Jenever

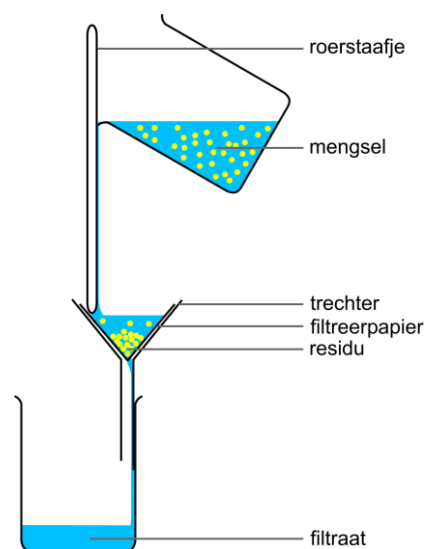
1.4 Scheiden van mengsels

1.4.1 Filtratie



#4

We gieten het mengsel van water, natriumchloride en calciumcarbonaat (Zie Experiment #3) door een trechter waarin zich een filtreerpapier bevindt en vangen de vloeistof die door de filter loopt op in een beker.



Figuur 1.3 – Filtratie



Wat is de kleur van het residu?

Welke stof is dit?

Wat is de kleur en het uitzicht van het filtraat?

Wat is de smaak van het filtraat?

Geleidt het filtraat de elektrische stroom?

Uit welke stoffen bestaat het filtraat?

Door middel van een filtratie kunnen we een heterogeen mengsel van een vloeistof en een vaste stof scheiden in zijn componenten.

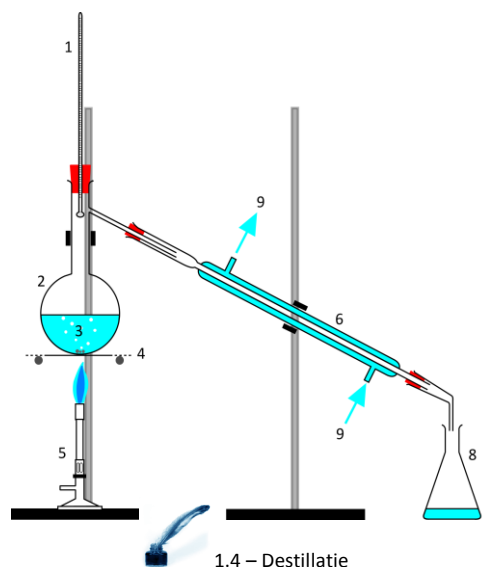
1.4.2 Destillatie

Gewone destillatie



#5

We gieten het filtraat uit Experiment #4 in een destilleerkolf, die voorzien is van een thermometer en een liebigkoeler. We verwarmen de kolf zachtjes.



Wat is de kleur van het residu?

Wat is de smaak van het residu?

Welke stof is dit?

Wat is de kleur en het uitzicht van het destillaat?

Wat is de smaak van het destillaat?

Geleidt het destillaat de elektrische stroom?

Uit welke stof bestaat het destillaat?

Met behulp van de opstelling hierboven kunnen we het homogene mengsel van water en natriumchloride scheiden. We verwarmen het mengsel (3) dat zich in een destilleerkolf (2) bevindt met behulp van een bunsenbrander (5). Onder de kolf bevindt zich een draadnet (4) om plaatselijke verhitting te vermijden. Het mengsel begint bij een bepaalde temperatuur (zie thermometer 1) te koken, maar er verdampt alleen water omdat het kookpunt van natriumchloride véél hoger ligt. De waterdamp ontsnapt via de liebigkoeler (6) waar hij door het koude koelwater (9) wordt afgekoeld en terug vloeibaar wordt (condenseert). Het water druppelt in een erlenmeyer (8): dit is het **destillaat** (7). Hetgeen in de kolf achterblijft noemen we het **residu**: uiteindelijk zuiver natriumchloride.



Bij het begin van een destillatie voegen we in de kolf steeds een kooksteentje (stukje steen of glas) toe om ervoor te zorgen dat het mengsel bij de gepaste temperatuur zachtjes begint te koken (oververhitting vermijden).

Door destillatie kunnen we een homogeen mengsel van een vaste stof en een vloeistof of van twee vloeistoffen scheiden.

De scheiding is beter naarmate de kookpunten van de beide stoffen meer verschillen.



#6

Zou je door destillatie ook een heterogeen mengsel van een vloeistof en een vaste stof kunnen scheiden (vloeistof en vaste stof verschillen veel in kookpunt)?

Zou dit, indien mogelijk, vaak toegepast worden? Waarom wel of waarom niet?



.....

.....

.....

Gefractioneerde destillatie



#6

We voegen twee vloeistoffen samen: water en ethanol.



Is het mengsel homogeen of heterogeen?

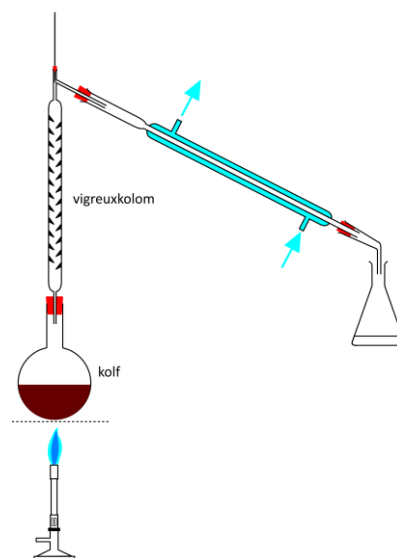
.....

Wanneer we een homogeen mengsel van twee vloeistoffen, water en ethanol bijvoorbeeld, met een gewone destillatie trachten te scheiden dan zal de scheiding verre van volledig zijn. Inderdaad, het kookpunt van ethanol is 78 °C. Bij die temperatuur zal er dus veel ethanol verdampen, maar ook een hoeveelheid water (kookpunt 100 °C). Het destillaat zal dus water bevatten.



#7

We gieten rode wijn (homogeen mengsel met water en ethanol als belangrijkste componenten) in een destilleerkolf, die voorzien is van een vigreuxkolom, een thermometer en een liebigkoeler. We voegen een kooksteentje toe en we verwarmen de kolf zachtjes.



Figuur 1.5 – Gefractioneerde destillatie



We gieten ethanol in een horlogeglas en proberen hem in brand te steken. Wat stel je vast?

.....
.....

We gieten wat wijn in een horlogeglas en proberen hem in brand te steken. Wat stel je vast?

.....
.....

Wat is de kleur en het uitzicht van het destillaat?

.....

Wat is de smaak van het destillaat?

.....

We gieten het destillaat in een horlogeglas en proberen het in brand te steken. Wat stel je vast?

.....
.....

Welke stof is er dus in het destillaat aanwezig?

.....

Brandt het destillaat volledig op?

.....

Welke stof is er dus nog aanwezig in het destillaat?

.....

Wanneer we het mengsel verwarmen, zal de damp die ontstaat rijker zijn aan de meest vluchtige component (ethanol). Deze damp condenseert in de vigreuxkolom (lagere temperatuur), maar wordt opnieuw in dampvorm omgezet door de opstijgende heterere dampen. De damp die hierbij opnieuw ontstaat is weer rijker aan de meest vluchtige component (alcohol) en condenseert opnieuw wat hoger in de kolom. Dit proces herhaalt zich een aantal keer: er gebeuren dus verschillende destillaties na elkaar in één bewerking. De damp die bovenaan in de koeler terecht komt is veel rijker aan de meest vluchtige component (alcohol). Het residu daarentegen is rijker aan de minder vluchtige component (water).

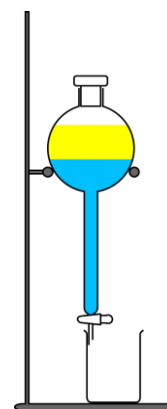
Met behulp van een fractioneerkolom kunnen we in een homogeen mengsel van twee (of meer) stoffen (meestal vloeistoffen), die weinig in kookpunt verschillen, toch een scheiding tot stand brengen. Deze scheiding is echter, afhankelijk van het verschil in kookpunten van de componenten, meestal niet volledig.

1.4.3 Decantatie



#8

We gieten twee vloeistoffen bij elkaar in een beker: water en olie. We roeren goed. Nadien gieten we het mengsel in een scheitrechter.



Figuur 1.6 –
Scheitrechter

Is het mengsel homogeen of heterogeen?

Welke vloeistof verzamelt zich onderaan?

Waarom?

.....

.....

.....

Welke vloeistof verzamelt zich bovenaan?

Waarom?

.....

.....

Welke vloeistof vangen we op in het bekertje als we de afvoerkraan openen (en tijdig terug sluiten)?

.....

Een heterogeen mengsel van twee vloeistoffen kunnen we scheiden door gebruik te maken van een scheitrechter.

1.4.4 Extractie



#9

In een trechter met filtreerpapier bevindt zich een (heterogeen) mengsel van zand en natriumchloride. We gieten er water over.



Wat is de smaak van het filtraat?

Geleidt het filtraat de elektrische stroom?

Welke stof bevindt zich in het filtraat?

.....

.....

.....

Wat blijft er achter op de filter?

.....

Een extractie is mogelijk als componenten oplosbaar zijn in een oplosmiddel ('extractiemiddel') zoals water, alcohol, ether en de andere componenten van het mengsel niet.

De bekomen oplossing heet extract.

Met behulp van een extractie kunnen we vaste stoffen of vloeistoffen uit een mengsel afscheiden met behulp van een geschikt oplosmiddel ('extractiemiddel').

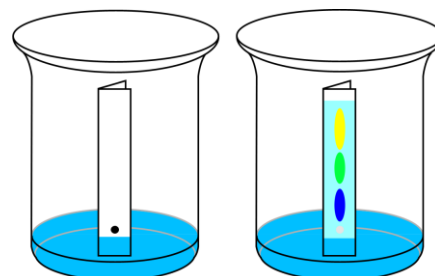
1.4.5 Chromatografie



#10

Op een reepje filtreerpapier brengen we, op 2 cm van de onderrand, met een stiften een vlek aan.

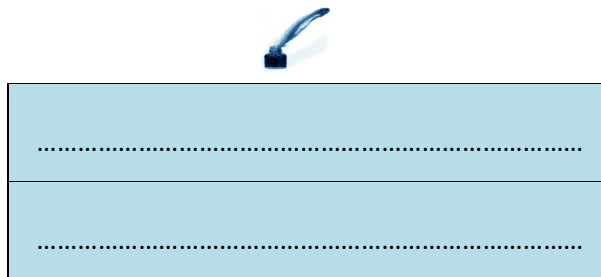
We plaatsen het reepje verticaal in een beker die 1 cm van een geschikte vloeistof bevat.



Figuur 1.7 – Papierchromatografie

Wat gebeurt er met de vloeistof?

Wat gebeurt er met de inktvlek?



In het vorige eenvoudige proefje wordt een mengsel van kleurstoffen gescheiden door chromatografie (Grieks *chromos* = kleur).

De scheiding heeft plaats doordat de te scheiden bestanddelen over twee fasen verdeeld worden. De ene fase is onbeweeglijk (stationair), de tweede fase is beweeglijk (mobiel).

In dit voorbeeld is het papier de stationaire fase. Ook andere vaste stoffen kunnen gebruikt worden. Zelfs vloeistoffen, stationair gehouden door een vast dragermateriaal.

De beweeglijke fase is ofwel een vloeistof die niet mengbaar is met de stationaire fase, ofwel een gas dat onoplosbaar is in die stationaire fase (gaschromatografie).

De verschillende componenten uit het mengsel, dat op de stationaire fase werd aangebracht, worden met een verschillende snelheid door de mobiele fase opgelost en verplaatst.

De afgescheiden componenten zijn hier makkelijk waar te nemen, dank zij hun verschillende kleur.

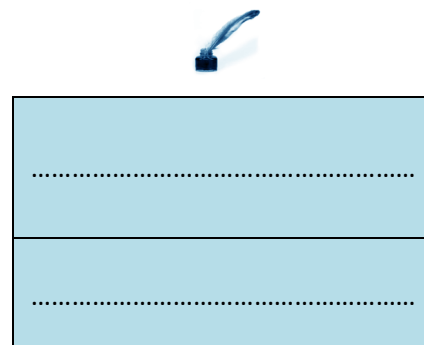


#7

Welke techniek ga je gebruiken om volgende mengsels te scheiden? Geef de meest eenvoudige techniek die kan toegepast worden.

A Een mengsel van ethanol en water. Ethanol is een vloeistof met een kookpunt van 78 °C en is goed oplosbaar in water: bij het samenvoegen krijgen we één laag.

B Een mengsel van looddichloride (t_s : 501 °C ; t_k : 950 °C) en water. Looddichloride lost niet op in het water.



- C Een oplossing van kopersulfaat (t_s : 200 °C ; t_k : 650 °C) in ethanol (t_s : -117 °C ; t_k : 78 °C).
- D Een heterogeen mengsel van tetra (t_s : -23 °C ; t_k : 76 °C) en water.
- E Een mengsel van stof A (t_s : -10 °C ; t_k : 80 °C) en stof B (t_s : 420 °C ; t_k : 1280 °C). Stof B is goed oplosbaar in stof A.
- F Vloeibare lucht: een mengsel van distikstof (t_s : -210 °C ; t_k : -196 °C) en dizuurstof (t_s : -218 °C ; t_k : -183 °C).

.....
.....
.....
.....