

THEORIE UIT EXPERIMENTEN

HAVO/VWO

SCIENCE WARMTE

MODULE 9

Inhoud:

<u>Practicum 1</u>	<u>Warmte en temperatuur</u>
<u>Practicum 2</u>	<u>Nog meer warmte(effecten)</u>
<u>Practicum 3</u>	<u>Koken, verdampen, condenseren</u>
<u>Practicum 4</u>	<u>Stollen en smelten</u>
<u>Practicum 5</u>	<u>Science leren</u>
<u>Index</u>	<u>Trefwoorden</u>

Practicum 1 Warmte en temperatuur

1.1 In de volgende practica gaan jullie je bezig houden met warmte en temperatuur.

- a. Maak samen een lijstje met associaties die jullie krijgen als je het woord *warmte* hoort of leest.
- b. Maak samen een lijstje met associaties die jullie krijgen als je het woord *temperatuur* hoort of leest.
- c. In welk lijstje hoort “warm” het meest thuis: in het lijstje van warmte of in het lijstje van temperatuur?
Licht jullie antwoord toe.
- d. Maak één zin met de woorden warmte en temperatuur waaruit blijkt dat daar niet hetzelfde mee bedoeld wordt.

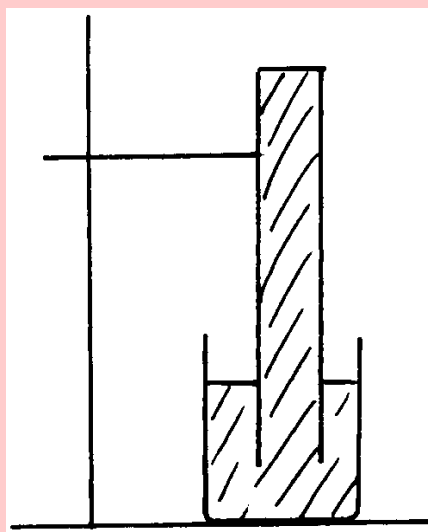


1.2 In deze opdracht ga je 50 mL lucht verwarmen.

Haal een maatcilinder van 100 mL, een plastic bakje of bekeerglas met water en een statief met klem.

Maak een opstelling zoals hieronder getekend.

(Overleg met je begeleider als je niet weet hoe je zo'n omgekeerde maatcilinder vol water in bak of bekeerglas kunt krijgen.)





Spuit met een injectiespuit 50 mL lucht onderin.

Het water (dat je kunt beschouwen als een flexibele wand) zakt dan in de cilinder. De lucht komt boven het water te zitten.

- a. Bereken m.b.v. de dichtheid van lucht (= 1,3 g /L) hoeveel gram lucht er nu boven het water zit.

De druk van de lucht is 1 bar.

- b. Wisten jullie al dat de grootheid druk kan worden uitgedrukt in de eenheid bar?

Breng de injectiespuit terug en haal een *föhn* (of ga met de hele opstelling naar een plaats waar je een föhn kunt gebruiken).

Verwarm de lucht in de maatcilinder door met de föhn ongeveer twee minuten warme lucht tegen de maatcilinder te blazen.

- c. Hoe groot is het volume van de lucht in de maatcilinder nu?

- d. Is er door het blazen met de föhn lucht van buiten ín de maatcilinder (bij)gekomen?

Bij a heb je de massa van 50 mL lucht berekend:

$$(1,3 / 1000) \times 50 = 0,065 \text{ gram.}$$

Controleer je berekening bij a even.

- e. Wat is nú de massa van de lucht boven het water in de maatcilinder: minder dan 0,065 g, nog steeds 0,065 g of meer dan 0,065 g?

- f. Leg uit of de dichtheid van de lucht boven het water in de maatcilinder nú is: minder dan 1,3 g/L, nog steeds 1,3 g/L of meer dan 1,3 g/L.

Overleg met je begeleider over je antwoorden op de vragen e en f. Als het overleg met je begeleider niet meteen kan plaatsvinden moet je alvast verdergaan met onderstaande opdracht 1.3.

1.3 In de vorige opdracht heb je een portie lucht verwarmd met een föhn.

In deze opdracht wordt een portie kraanwater verwarmd met een *dompelaar* en ook een portie water afgekoeld met een ijsklontje.



Vraag aan je begeleider of jullie dat zelf doen of dat het gedemonstreerd wordt. (Als je nog niet hebt overlegd over je antwoorden op de [vragen e en f](#) van opdracht 1.2 dan kun je dat nu meteen even doen.)

a. Zelf of demonstratie?



Doe in twee bekeerglazen van 250 mL elk 100 mL kraanwater. Doe in het ene bekeerglas een ijsklontje en verwarm het water in het andere bekeerglas met een *dompelaar*. Voel met je vinger in het afgekoelde water en ook in het verwarmde water.

b. Maak een schatting van de temperatuur van het afgekoelde water en ook van het verwarmde water. Vermeld ook de eenheid waarin je de temperatuur uitdrukt.

Controleer je schattingen van b met een *alcoholthermometer*.

c. Klopten jullie schattingen een beetje?

De thermometer die je gebruikt hebt wordt alcoholthermometer genoemd omdat de vloeistof in de thermometer alcohol is.

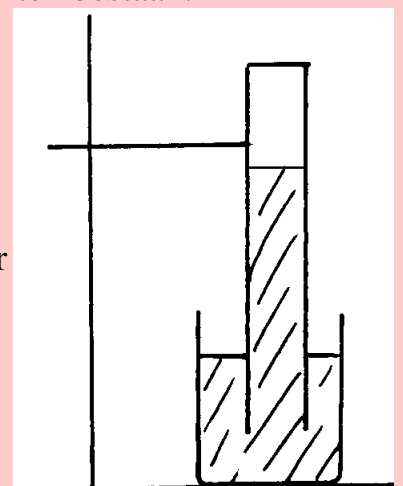
d. Leg uit hoe je weet dat er behalve alcohol nog een andere stof in de thermometer zit.

e. Leg puntsgewijs uit hoe volgens jullie zo'n alcoholthermometer werkt.

Je antwoord moet uit minimaal drie punten bestaan.

1.4 De alcoholthermometer uit de vorige opdracht kun je niet zomaar gebruiken om de temperatuur te meten van lucht in een omgekeerde maatcilinder zoals hiernaast getekend.

a. Zie je wat het probleem is?



Jan zegt: "Dan meet ik toch gewoon de temperatuur van het water want daar is de lucht doorheen gegaan en dan zal de temperatuur van het water en de lucht wel hetzelfde zijn."

Sofie zegt: "Maar daarna hebben we de lucht toch nog met de föhn verwarmd, dus dan heeft de lucht een andere temperatuur gekregen."

b. Met wie zijn jullie het eens? Licht je antwoord toe.

In plaats van een glazen niet-buigzame alcoholthermometer kun je een *thermokoppel* gebruiken om temperaturen te meten. Een thermokoppel is een draadje waarin twee verschillende metalen verwerkt zijn. Als de temperatuur ervan verandert, wordt er een elektrisch signaal geproduceerd dat via een buigzame(!) draad kan worden doorgegeven naar een meter of een computer. In de meter of computer wordt het elektrisch signaal "vertaald" in een temperatuur.



Vraag of bij jullie op school temperaturen met een thermokoppel gemeten kunnen worden.

c. Begrijpen jullie de onderdelen "thermo" en "koppel" van het woord thermokoppel?

d. Neem de doorsnedetekening bij vraag a van deze opdracht op je blaadje over en teken erbij hoe de temperatuur van de lucht in de maatcilinder met een thermokoppel gemeten kan worden.



1.5 In dit practicum heb je twee effecten van verwarming kunnen opmerken: uitzetting en temperatuurstijging.

a. Bij welk(e) experiment(en) heb je "uitzetting" opgemerkt?

b. Bij welk(e) experiment(en) heb je "temperatuurstijging" opgemerkt?

In dit practicum heb je twee verwarmingsapparaten gebruikt: een föhn en een dompelaar.

c. Leg uit hoe in beide apparaten de warmte geproduceerd wordt.

In opdracht 1.1 moest je associaties bij het woord warmte opschrijven. Uit die opdracht blijkt dat ervan werd uitgegaan dat je al iets over warmte wist.



d. Wat heb je in dit practicum over warmte **bijgeleerd**?

In de volgende practica kun je meer leren over warmte en over de effecten ervan. De omschrijving die je in de samenvatting van dit practicum bij het trefwoord “warmte” gaat schrijven, is dan ook voorlopig. Als je de volgende practica uitvoert zul je die omschrijving dan ook nog wel aan moeten vullen of misschien zelfs veranderen.



Overleg met je begeleider welke van de volgende practica jullie gaan uitvoeren.

e. Hoe is jullie leerweg door deze module?

f. Noteer als huiswerk:

- Practicum 1A
- Samenvatting: warmte, temperatuur, föhn, dompelaar, alcoholthermometer, thermokoppel, effecten van verwarmen

Ga nu verder volgens de bij e afgesproken leerweg.

Practicum 2 Nog meer warmte(effecten)

2.1 In het vorige practicum werden een dampelaar en een föhn gebruikt als verwarmingsapparaten. In dit practicum werk je met nog een ander verwarmingsapparaat. Je leert dan ook (meer) over nog andere effecten van warmte.

a. Heb je thuis een föhn?

b. Welke andere verwarmingsapparaten heb je thuis?

In de *tabel* hiernaast staan kwantitatieve gegevens over de verwarming van 50 mL water met een dampelaar.
Kwantitatief wil zeggen dat (ook) gelet is op hoeveelheden.

tijd dat de dampelaar gewerkt heeft (in seconden)	temperatuur van het water in °C
0	20,0
10	25,5
20	30,9
30	36,2
40	41,3

c. Geef deze gegevens grafisch weer in het *diagram* op werkblad 2-2w.

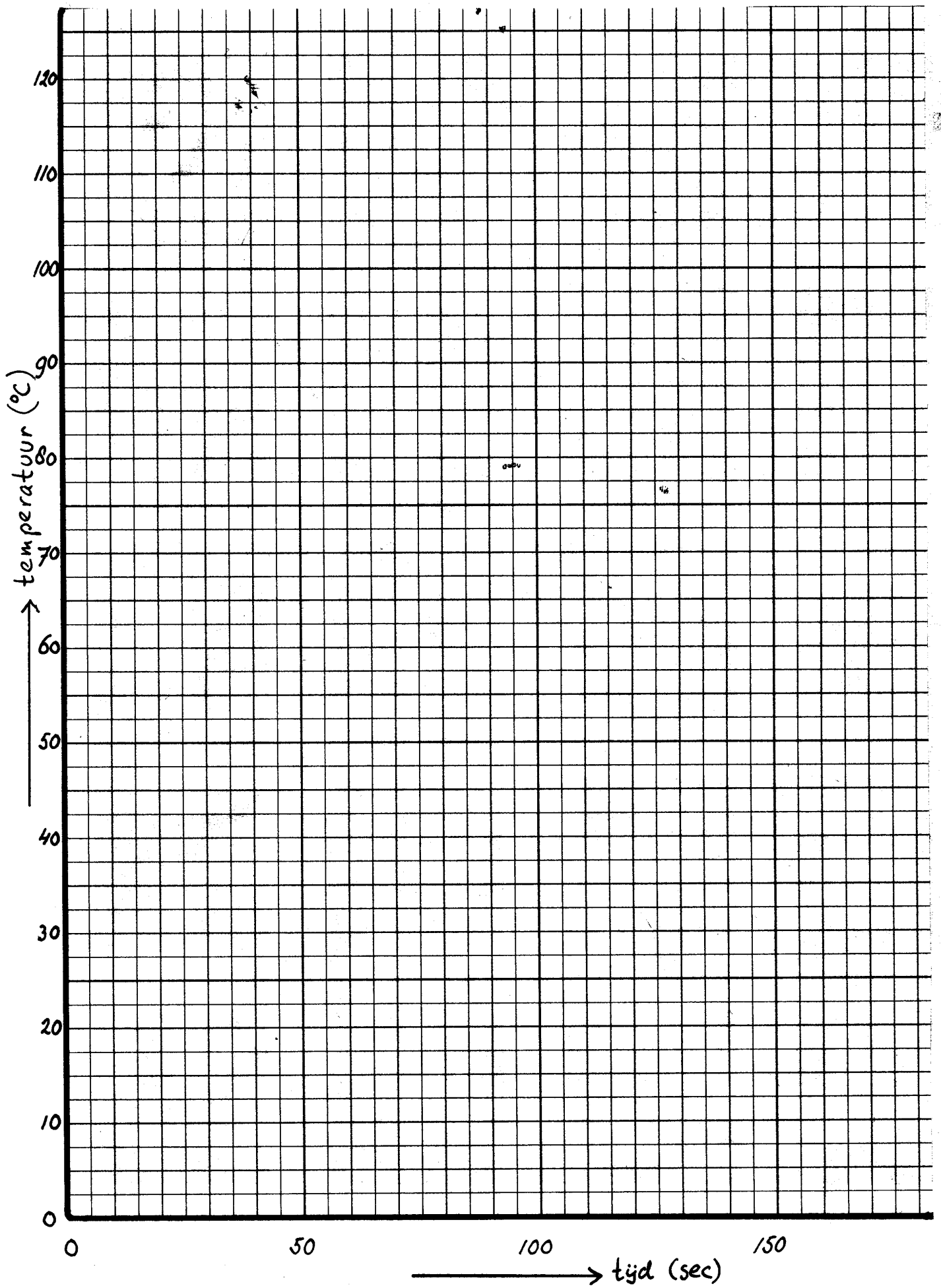
Extrapoleer de *grafiek* in het diagram zodat je kunt aflezen wat de temperatuur zal zijn als de dampelaar 1 minuut gewerkt heeft.

d. Welke temperatuur zal het water hebben als de dampelaar 1 minuut gewerkt heeft?

Extrapoleer de grafiek in het diagram zo dat je ook kunt aflezen wat de temperatuur zal zijn als de dampelaar 2 en 3 minuten gewerkt heeft.

e. Welke temperatuur zal het water hebben als de dampelaar 2 minuten gewerkt heeft?

f. Welke temperatuur zal het water hebben als de dampelaar 3 minuten gewerkt heeft?



g. Welke temperatuur zal het water hebben als de dompelaar 10 minuten gewerkt heeft?

In de volgende opdracht ga je de voorspellingen van f en g controleren. Je gebruikt daarbij niet een dompelaar maar een *gasbrander* als verwarmingsapparaat.



Vraag instructie over het werken met een gasbrander als je dat nog nooit gedaan hebt. Vraag ook om veiligheidsinstructies.

Werken met een gasbrander

- * aansteken:
 1. gaskraan op/bij je tafel dicht, gasregelaar van brander dicht, luchtregelaar van brander dicht
 2. lucifer aan, gaskraan open, gasregelaar van brander open (→ gele vlam)
 3. luchtregelaar open (→ blauwe vlam)

- * uitmaken:
 1. luchtregelaar dicht
 2. gasregelaar en gaskraan dicht

* verwarm altijd met een blauwe vlam (tenzij anders vermeld staat)

Wil je het nog een keer zien nadat je begeleider het heeft voorgedaan? Bekijk dan de video-instructie:

<http://www.youtube.com/watch?v=9BC1QWwnlu8>.



Doe elk de brander één keer aan en uit.

Vanaf nu moet je elk met een brander kunnen werken.

h. Hoe hoog is volgens jullie de temperatuur van een hete brandervlam?

Vraag aan je begeleider of bij jullie op school de temperatuur van de vlam van een brander met de computer bepaald kan worden.

Als bij jullie geen metingen met de computer gedaan kunnen worden, krijg je een afdruk van de grafiek die op het beeldscherm verschijnt.

- i. Welke temperatuur heeft de hete (blauwe) vlam van een brander (ongeveer)? En de gele vlam?



2.2 Haal een brander, een *driepoot met gaasje* en een thermometer en lucifers of een aansteker

Vraag aan je begeleider een *bekerglas* met warm water.

Je gaat de brander gebruiken om het water in het bekerglas te verwarmen.

Meet eerst de temperatuur die het water in het bekerglas nu heeft.

- a. Wat is de temperatuur van het water?

Zet het bekerglas op het gaasje (op de driepoot).

Steek de brander aan (blauwe vlam!).

Schuif de brander onder het gaasje en laat hem daar ongeveer een minuut staan.

Schuif de brander even onder het gaasje vandaan.

- b. Wat is nu de temperatuur van het water?

- c. Hoe hoog wordt volgens jullie de temperatuur van het water als je de brander erg lang onder het gaasje laat staan? Licht je voorspelling toe.

Schuif de brander weer onder het gaasje en blijf een tijdje verwarmen.

Meet af en toe de temperatuur (houd de thermometer niét op de bodem van het bekerglas, want dan meet je de temperatuur van het glas).

- d. Hoe hoog wordt de temperatuur van het water in het bekerglas?

- e. Klopt dat met jullie voorspellingen van 2.1f, 2.1g en 2.2c?



Overleg met je begeleider over jullie antwoord op e en vraag om een *erlenmeyer* met koud water boven het water in het bekeerglas te houden.

f. Wat zie je aan de buitenkant van de erlenmeyer?



Je begeleider wrijft met een k.c.-papiertje langs het *condens*. K.c.-papier is een *indicator voor water*. (Als je met k.c.-papier werkt moet je na gebruik je handen wassen want het is giftig.)

Laat het bekeerglas met warm water staan. Je hebt het in de volgende opdracht nodig.

Je begeleider heeft in deze opdracht k.c.-papier als indicator voor water gebruikt. Met een indicator kun je laten zien dat ergens een bepaalde stof wel of niet aanwezig is.

Bekijk een [fotoserie](#) waarin de werking van drie indicatoren wordt gepresenteerd.

g. Neem onderstaande tabel over en vul die in.

	indicator voor	kleur verandert van	naar
custardpoeder			
d.c.-korrels			
p.m.-druppels			

h. Leg uit dat een k.c.-papiertje bij bovenstaand experiment handiger is dan custardpoeder om te laten zien dat het condens in dit geval uit water bestaat.



2.3 Vraag een afgesloten flesje met kaarsvetschilfers dat vastgeklemd is een (*reageerbuis*)*knijper*. Vraag ook of het water in het bekeerglas nog warm genoeg is voor het volgende experiment.



a. Beschrijf de inhoud van het flesje.



Houd de onderkant van het afgesloten flesje met kaarsvet m.b.v. een knijper in het water dat je zo-even verwarmd hebt.

Let op de inhoud van het flesje.

b. Wat neem je waar?

Jan zegt: “Ik zie een kleurloze vloeistof dus er is water in het flesje gekomen.”

c. Wat is volgens jou de naam van de stof onderin het flesje? .

Haal het flesje uit het water en zet het rechtop op tafel.

Let op de inhoud van het flesje.

d. Wat neem je waar?

e. Geef de naam van de stof die nu onderin het flesje zit.

2.4 Als effecten van verwarming had je al geleerd: temperatuurstijging en volumevergroting (= uitzetting). In de vorige opdracht heb je nog twee andere effecten van verwarming kunnen opmerken: (de temperatuur stijgt niet maar) een vloeistof raakt aan de kook en een vaste stof smelt.

a. Welke stof hebben jullie zien *smelten*?

b. Welke stof hebben jullie zien *koken*?

Als je een goed werkende thermometer gebruikt wijst die 100 °C aan als het water kookt.

Schei- en natuurkundigen noemen de temperatuur waarbij een stof kookt, het *kookpunt* van die stof.

c. Welke aanduiding vinden jullie het duidelijkst: de vakterm kookpunt of de huis-, tuin- en keukenterm kooktemperatuur?

In [TUE-tabel 5](#) vind je van een aantal stoffen het kookpunt.

d. Wat is het kookpunt van alcohol?

2.5 Als je een erlenmeyer met koud water boven kokend water houdt zie je condens op de buitenkant van de erlenmeyer.

- a. Met welke indicator heb je aangetoond dat dat water is?
- b. Hoe komt dat water volgens jullie op de buitenkant van de erlenmeyer terecht?

In deze opdracht ga je opstellingen bekijken waarin alcohol verwarmd wordt en “aan de kook gebracht”.

In plaats van een erlenmeyer met koud water wordt er boven de alcohol een buis gehouden waaromheen (koud) water of lucht stroomt. Zo'n buis wordt een *koeler* genoemd.



Vraag waar je de opstellingen kunt bekijken.

In de ene opstelling (1) staat de koeler verticaal omhoog, in de andere opstelling (2) is de koeler vastgemaakt aan een opzetstuk en staat schuin naar beneden.

- c. Is de temperatuur van de kokende alcohol (ongeveer) in overeenstemming met de waarde die je in de vorige opdracht bij d hebt opgeschreven?
- d. Wat zie je in de koeler bij opstelling 1?

Opstelling 1 wordt een *refluxopstelling* genoemd.

Reflux komt van de Latijnse woorden re (= terug, opnieuw) en flux (= stroom).

- e. Wat loopt er volgens jou terug in deze refluxopstelling?

Opstelling 2 wordt een *destillatie-opstelling* genoemd. Destillatie komt van de Latijnse woorden de (= er vanaf, eruit) en stilla (= druppel).

- f. Wat druppelt er volgens jou uit de koeler in deze destillatie-opstelling?

De vloeistof die bij een destillatie uit de koeler druppelt, wordt het *destillaat* genoemd.



Doe met een druppelpipet een druppel van het destillaat bij een *alcoholindicator*.

- g. Welke indicator gebruiken jullie voor alcohol?
- h. Wat neem je waar?
- i. Kloppen je veronderstellingen van e en f?



2.6 Vraag aan je begeleider waar je een destillatie-opstelling kunt bekijken waarin *leidingwater* wordt gedestilleerd.

- a. Welke temperatuur geeft de thermometer aan?

De temperatuur van a wordt de condensatietemperatuur genoemd. Deze condensatietemperatuur is gelijk aan het kookpunt van water.

- b. Klopt dat inderdaad ongeveer?

Als je telkens leidingwater in dezelfde kolf destilleert, is na een aantal keren in de kolf een *residu* te zien. Bekijk zo'n kolf met residu.

- c. Hoe ziet het residu eruit?

Doe de rest van deze opdracht aan je eigen tafel.

- d. Leg uit dat je uit de aanwezigheid van het residu moet concluderen dat leidingwater een mengsel is.

Jan zegt: "Je ziet niet dat er *kalk* in leidingwater zit omdat het maar zo weinig is."

Sofie zegt: "Je ziet de kalk niet omdat die is opgelost."

- e. Wie heeft er volgens jullie gelijk: Jan, Sofie of allebei?
Licht je antwoord toe.

Leidingwater met veel kalk wordt door natuurwetenschappers hard (water) genoemd. Hard is hier een vakterm.

- f. Bedenk een htk-term die je hier in plaats van de vakterm hard zou kunnen gebruiken.
- g. Met welke vakterm wordt leidingwater met weinig kalk aangeduid?

Het destillaat dat bij de destillatie van leidingwater uit de koeler druppelt, wordt gedestilleerd water genoemd of aquadest. Men spreekt ook wel van demi-water omdat de kalk er niet altijd uitgehaald is door te destilleren maar door op een andere manier te demineraliseren.

- h. Kennen jullie een situatie waarbij wel gedestilleerd water en geen leidingwater gebruikt wordt? Welke?

In de scheikunde-lessen wordt met water voortaan *gedestilleerd water* bedoeld: niet een mengsel maar één stof, namelijk water. Het zit in speciale *sputflessen*. Die spuitflessen mogen niet met leidingwater bijgevuld worden.



- i. Waar staan bij jullie op school de spuitflessen met (gedestilleerd) water?
- j. Waar moet je die flessen bijvullen als ze leeg zijn?

2.7 In het vorige practicum heb je als effecten van verwarming opgemerkt: temperatuurstijging en uitzetting.

In dit practicum heb je gemerkt dat soms bij verwarming een stof van vaste vorm overgaat in vloeibare vorm.

- a. Welke vakterm gebruiken natuur- en scheikundigen voor deze overgang?

Het effect van verwarmen kan ook zijn dat een vloeistof aan de kook raakt. De temperatuur stijgt dan niet maar de vloeistof verdampt wel.

- b. Ken je de temperatuur waarbij water en alcohol koken al van buiten?

De omgekeerde overgangen “vloeibaar → vast” en “damp → vloeibaar” worden *stollen* respectievelijk *condenseren* genoemd.

c. Had jij al eens van de term *stollen* gehoord? In welk verband?

d. Had jij al wel eens van de term *condenseren* gehoord?
In welk verband?

e. Wat heb je in dit practicum over warmte **bij**geleerd?

f. Noteer als huiswerk:

- Practicum 2A

- Samenvatting: tabel, kwantitatief, extrapoleren, grafiek, diagram, gasbrander, driepoot met gaasje, bekerglas, erlenmeyer, condens, indicator voor water, (reageerbuis)knijper, smelten, koken, kookpunt, koeler, refluxopstelling, destillatie-opstelling, destillaat, residu, leidingwater, kalk, gedestilleerd water = aquadest, demi-water, spuitfles, *stollen*, *condenseren*, warmte.

Ga nu verder met practicum 3.



Practicum 3 Koken, verdampen, condenseren

3.1 Als je een vloeistof verwarmt stijgt de temperatuur ervan. Maar bij een voor de betreffende stof karakteristieke temperatuur gaat de vloeistof koken: de vloeistof verdampt dan bij het kookpunt.

In dit practicum ga je koken en verdampen nader bestuderen.

- a. Vind je dat met koken en verdampen hetzelfde bedoeld wordt?
Licht je antwoord toe.

Als je boven een bekeerglas met kokend water een erlenmeyer met daarin koud water houdt beslaat de erlenmeyer aan de buitenkant met *condens*.

- b. Vind je condens vloeibaar?



Als je het condens door een loep of microscoop bekijkt zie je druppeltjes.

- c. Is dat in overeenstemming met je antwoord op b?

Een blauw k.c.-papiertje wordt door dat condens rose-wit gekleurd. Het is dus water.

- d. Snap je hoe dat water op de buitenkant van de erlenmeyer terecht komt?

3.2 In deze opdracht breng je weer water aan de kook.

Vraag aan je begeleider om een erlenmeyer met water, liefst voorverwarmd dan hoef je niet meer zo lang te verwarmen tot het kookpunt bereikt is.





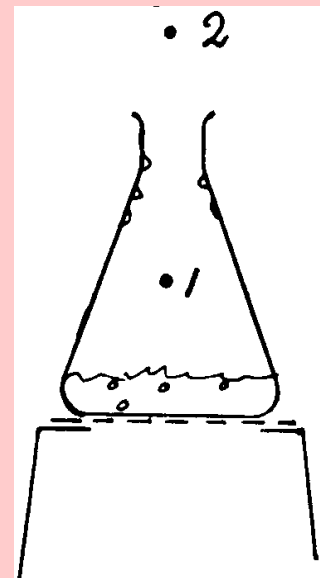
Zet erlenmeyer met inhoud op een driepoot met gaasje. Breng m.b.v. een brander het water aan de kook. Regel gas- en luchttoevoer zo dat het water rustig blijft koken.

a. Welke temperatuur heeft het kokende water?

Bovenin de erlenmeyer kun je condens en/of druppeltjes tegen de wand zien. Als je een van die druppeltjes op een k.c.-papiertje brengt, kleurt dat wit-rose (je hoeft dat niet te doen).

b. Hoe kunnen die druppeltjes bóvenin de erlenmeyer terecht komen?

Jan en Sofie bekijken ook een erlenmeyer met kokend water. Jan zegt: "Bij 1 (zie tekening hiernaast) zie ik af en toe een waterdruppeltje rondvliegen, dus zo komen die druppels bovenin terecht."



c. Ben je het met de conclusie van Jan eens?
Waarom wel of waarom niet?

Sofie zegt: "Inderdaad zie je bij 1 af en toe een druppeltje, maar die komen niet zo hoog en vallen bovendien weer terug."

d. Zie je bij 1 ook af en toe een druppeltje opspatten?

Sofie zegt: "Misschien dat het water verdampt en dat die damp dan bovenin condenseert?"

e. Wat vind je van dit idee van Sofie?

Jan zegt: "Dan moet verdampt water onzichtbaar zijn, want bij 1 (in de tekening hierboven) zie ik behalve die paar opspattende druppeltjes niets."

f. Zijn jullie het met Jan eens?

- g. Hoe komt het volgens jullie dat juist bóvenin de erlenmeyer die condens tegen het glas te zien is en niet vlak boven het kokende water?
- h. Wat zie je bij 2 (in de tekening op de vorige bladzijde) bóven de erlenmeyer met het kokende water?
- i. Is dat verdampt water of condens? Licht je antwoord toe.

Sofie zegt: "Daar boven de erlenmeyer zie ik condens, want *waterdamp kun je niet zien.*"

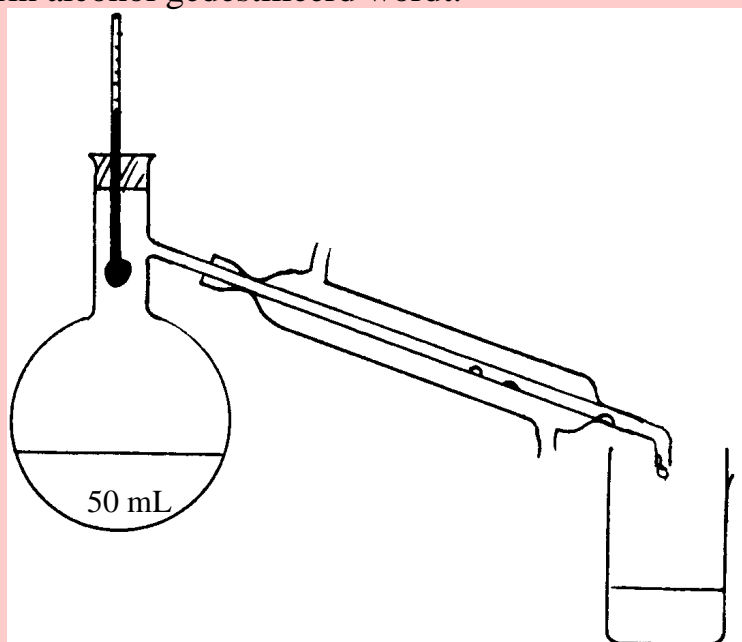
- j. Ben je het met Sofie eens? Licht je antwoord toe.

Jan zegt: "Dat denk ik ook want als waterdamp afkoelt, krijg je condens."

- k. Ben je het met Jan eens? Licht je antwoord toe.

Zet de brander uit. Ruim alle spullen op als ze afgekoeld zijn. Je moet vanaf nu weten dat je water, en ook alcohol en ether, in gasvorm níét kunt zien.

3.3 Hieronder zie je een doorsnedetekening van een destillatie-opstelling waarin alcohol gedestilleerd wordt.



- a. Bereken m.b.v. de [dichtheid van alcohol](#) hoeveel gram alcohol er in de kolf zit.

Als de alcohol een tijdje kookt begint er vloeistof uit de koeler te druppelen.

- b. Hoe wordt (in het algemeen) de vloeistof genoemd die bij een destillatie-opstelling uit de koeler druppelt?
- c. Hoe kun je laten zien dat die vloeistof in dit geval uit alcohol bestaat?
- d. Welke temperatuur zal de thermometer aanwijzen als de alcohol kookt?

Jan zegt: “Je kunt niet weten welke temperatuur de thermometer aanwijst want hij steekt niet in de vloeistof.”

Sofie zegt: “Dat kan wel want op de thermometer condenseert alcohol en de condensatietemperatuur is hetzelfde als het kookpunt.”

- e. Met wie ben je het eens?

Na een tijdje zit er nog maar 32 mL alcohol in de kolf.

- f. Voorspel hoeveel mL destillaat er dan uit de koeler gedruppeld is.

Jan en Sofie wegen het destillaat: 14,0 gram.

- g. Bereken het volume van die 14,0 gram m.b.v. de dichtheid van alcohol in [TUE-tabel 1](#).

Overleg met je begeleider als jullie voorspelling van f anders is dan het bij g berekende volume.



3.4 Vraag een blaasfles met alcohol, een rietje en een alcoholindicator.

(Als de volgende experimenten niet door jullie zelf worden uitgevoerd en als ze ook niet gedemonstreerd worden kun je er video-opnames van bekijken. Het antwoord op de vragen a en f is dan: kamertemperatuur.)

Meet de temperatuur van de alcohol.

- a. Wat is de temperatuur van de alcohol?

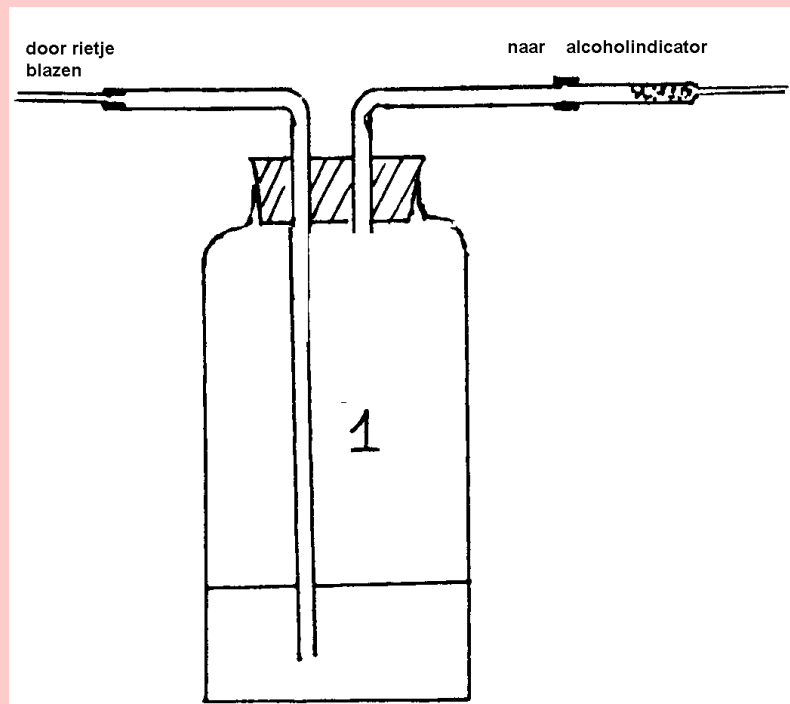
Sluit de blaasfles af en blaas zachtjes.

Video-opname met paarse p(er)m(anganaat)oplossing als (alcohol)indicator:
<http://youtu.be/GaSga4Ibq94>

Video-opname met gele dc-korrels als (alcohol)indicator:
<http://youtu.be/6PgEga88UFA>

b. Waardoor verandert de alcoholindicator van kleur?

c. Denk je dat tijdens het blazen de alcohol kookt/gekookt heeft?



d. Wat zit er nu bij 1 (zie tekening) in de blaasfles?

e. Wat zie je bij 1 in de fles?

Meet de temperatuur van de alcohol weer.

f. Wat is de temperatuur van de alcohol?

g. Leg uit dat je nu weet dat de alcohol tijdens het blazen *niet kookt/gekookt heeft*.

Nat wasgoed wordt droog als het buiten aan de lijn hangt.

h. Welk verband zien jullie tussen de fles met alcohol uit deze opdracht en het drogen van wasgoed aan de lijn?

- i. Leg uit hoe je weet dat er bij het drogen van wasgoed geen sprake is van kokend water.



Lever de blaasfles met toebehoren in.

Van je begeleider krijg je een afgesloten flesje met daarin wat ijs.

3.5 Zet het flesje op tafel en raak het niet meer aan.

- a. Hoe zal de inhoud van het flesje er uit zien als je het een tijdje laat staan?



Let op de buitenkant van het flesje.

Onderzoek het condens op de buitenkant van het flesje met een k.c.-papiertje.

- b. Wat is je conclusie?

- c. Bedenk hoe het condens aan de buitenkant kan verschijnen terwijl het flesje afgesloten blijft.

Bekijk een k.c.-papiertje dat al wat langer in het lokaal ligt.

- d. Hoe ziet het er uit?

Jan zegt: "Dan zit er dus water in de lucht."

- e. Zijn jullie het met Jan eens? Waarom wel of waarom niet?

3.6 Maak het flesje met ijs open en meet de temperatuur van het smeltende ijs.

- a. Wat is de temperatuur van het smeltende ijs?

In het vorige practicum heb je "smelten" leren kennen als een effect van verwarmen.

- b. Vind je dat er in dit geval van verwarmen sprake is? Licht je antwoord toe.

Als *smeltpunt* wordt in tabellen bij ijs 0 °C vermeld.

c. Komt dat ongeveer overeen met jullie antwoord bij a?

Jan zegt tegen Sofie: "Maar ijs smelt toch ook als het warmer is, bijvoorbeeld 20 °C?"

d. Waarom zou bij ijs dan toch 0 °C als smeltpunt vermeld staan?

3.7 In voorgaande practica heb je als effecten van verwarming opgemerkt: temperatuurstijging, uitzetting, smelten en koken.

In dit practicum heb je gemerkt dat soms een stof van vloeibare vorm overgaat in gasvorm bij een temperatuur die lager is dan het kookpunt.

a. Welke vakterm gebruiken natuur- en scheikundigen voor deze overgang?

b. Welke overgang wordt aangeduid met de term *condenseren*?
Noteer je antwoord als volgt: →

c. Wat heb je in dit practicum over warmte **bijgeleerd**?

d. Noteer als huiswerk:

- Practicum 3A

- Samenvatting: condens, verschil tussen verdampen en koken, (on)zichtbaarheid van waterdamp en alcohol damp, smeltpunt, condenseren, warmte.

Ga nu verder met practicum 4.



Practicum 4 Stollen en smelten

4.1 In het vorige practicum heb je gemerkt dat ijs bij kamertemperatuur smelt.

- Vind je dat smelten een effect is van verwarmen? Waarom wel of waarom niet?
- Denk je dat de massa verandert als ijs smelt?
- Beschrijf puntsgewijs een experiment waarmee je zou kunnen nagaan of er bij smelten sprake is van massabehoud.



Overleg met je begeleider of je het door jullie bedachte experiment gaan uitvoeren.



- Ga je het experiment uitvoeren?

4.2 Als je een thermometer in smeltend ijs steekt blijft die $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ aanwijzen totdat al het ijs gesmolten is. Die temperatuur wordt daarom het smeltpunt genoemd.

- Wat vind jij de beste formulering: “het smeltpunt van ijs is $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ” of “het smeltpunt van water is $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”? Licht je antwoord toe.

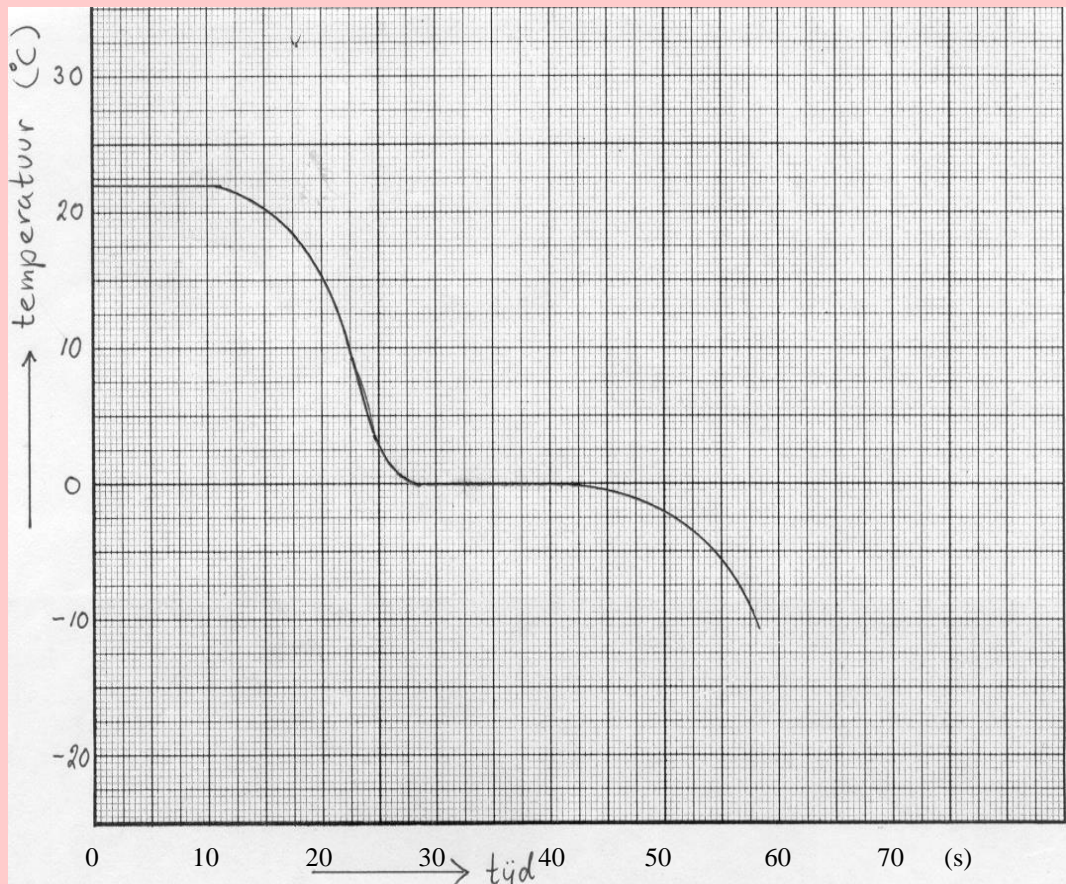
Ijs kun je maken door een bakje met water in een vrieskist of in het vriesvak van een koelkast te zetten.

- Ligt er bij jou thuis ijs(blokjes) in vrieskist of vriesvak?

Sofie en Jan gaan ook ijs maken:

- ze doen water in een bakje
- ze steken een thermometer in het water
- ze lezen de temperatuur van het water af
- daarna zetten ze het geheel in het vriesvak
- ze lezen op gezette tijden de thermometer af
- ze geven hun meetresultaten grafisch weer in een diagram

Op de volgende bladzijde zie je dat diagram.



- c. Welke begintemperatuur hebben Sofie en Jan gemeten (dat tijdstip van meting hebben ze genoteerd als $t = 0$ seconden).
- d. Na hoeveel seconden hebben ze het bakje in het vriesvak gezet?
- e. Na hoeveel seconden vanaf $t = 0$ begint het water te bevriezen (bij andere stoffen dan water spreekt men meestal van stollen)?
- f. Na hoeveel seconden na $t = 0$ is al het water bevroren/gestold?
- g. Welke temperatuur heeft het water tijdens het bevriezen/stollen?

De temperatuur van g wordt het *stolpunt* (ook wel *vriespunt*) van water genoemd.

- h. Klopt het dat het stolpunt van water gelijk is aan smeltpunt?

4.3 In practicum 3 heb je kaarsvet in een flesje eerst laten smelten en daarna laten stollen.

- a. Leg aan de hand van dat experiment uit of het stolpunt van kaarsvet hoger dan, gelijk aan of lager dan het stolpunt van water is.

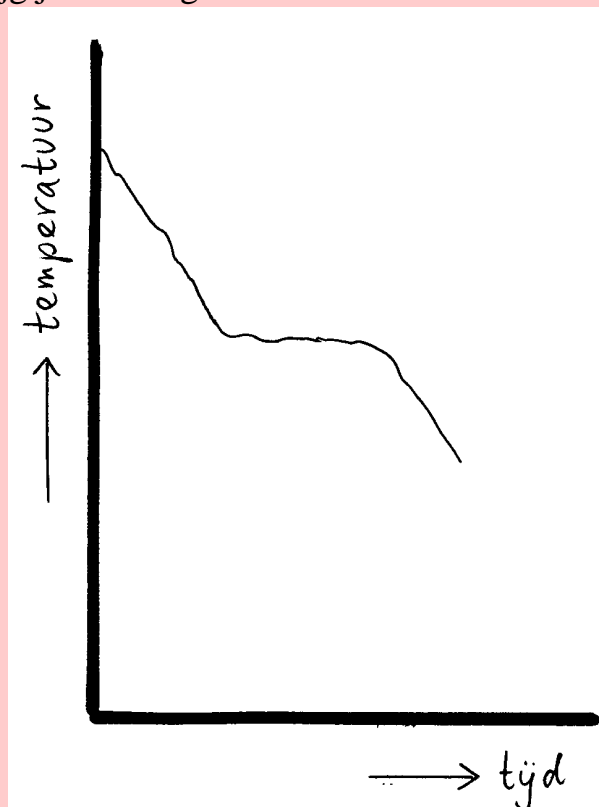
In de vorige opdracht heb je gezien hoe je het stolpunt van water kunt bepalen.

Overleg met je begeleider of je het stolpunt van kaarsvet gaat op dezelfde manier gaat bepalen. Zo ja, doe je dat dan op een manier die je zelf moet bedenken of krijg je een instructie?



- b. Ga je zelf het stolpunt van kaarsvet bepalen? Wel of niet volgens een instructie?

Als je de temperatuur van afkoelend vloeibaar kaarsvet uitgezet tegen de tijd krijg je een diagram zoals hieronder.



Een grafiek in het diagram zoals hierboven wordt een *stolcurve* genoemd.



De volgende twee vragen hoef je alleen te beantwoorden als je zelf het stolpunt van kaarsvet hebt bepaald. Als je dat niet gedaan hebt kun je meteen verder na vraag d.

c. Ziet je eigen grafiek ook ongeveer zo uit?

d. Bij welke temperatuur loopt jouw grafiek een tijdje (ongeveer) horizontaal?

Je kunt een stolcurve zoals in het diagram op de vorige bladzijde tekenen door de temperatuur van het afkoelende kaarsvet bijvoorbeeld om de 15 seconden te meten.

Het maken van een stolcurve kan sneller als je dat doet m.b.v. een computer die vele malen per seconde de temperatuur kan meten en verwerken.



Vraag aan je begeleider of jullie m.b.v. een computer een stolcurve gaan bepalen.

Dat kan in en met een opstelling zoals hiernaast getekend is.

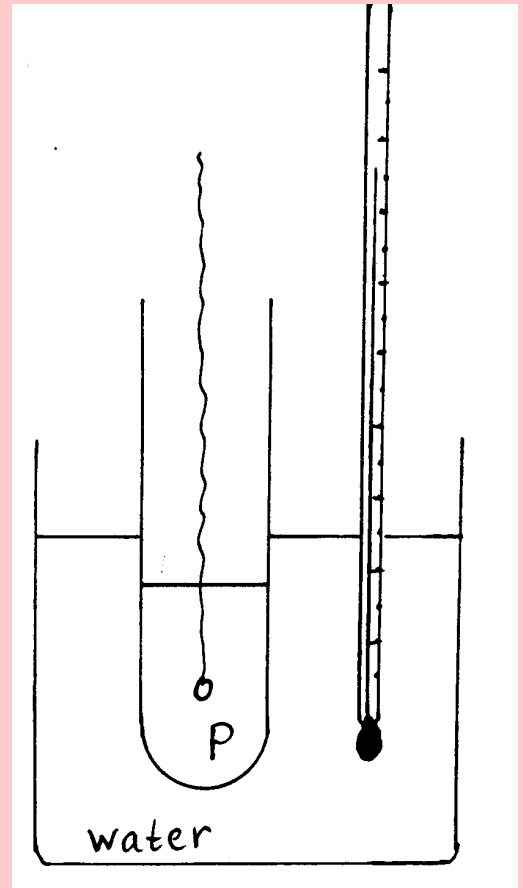
Het spul P waarvan de stolcurve bepaald wordt, zit in een buis die in een beerglass met warm water hangt.

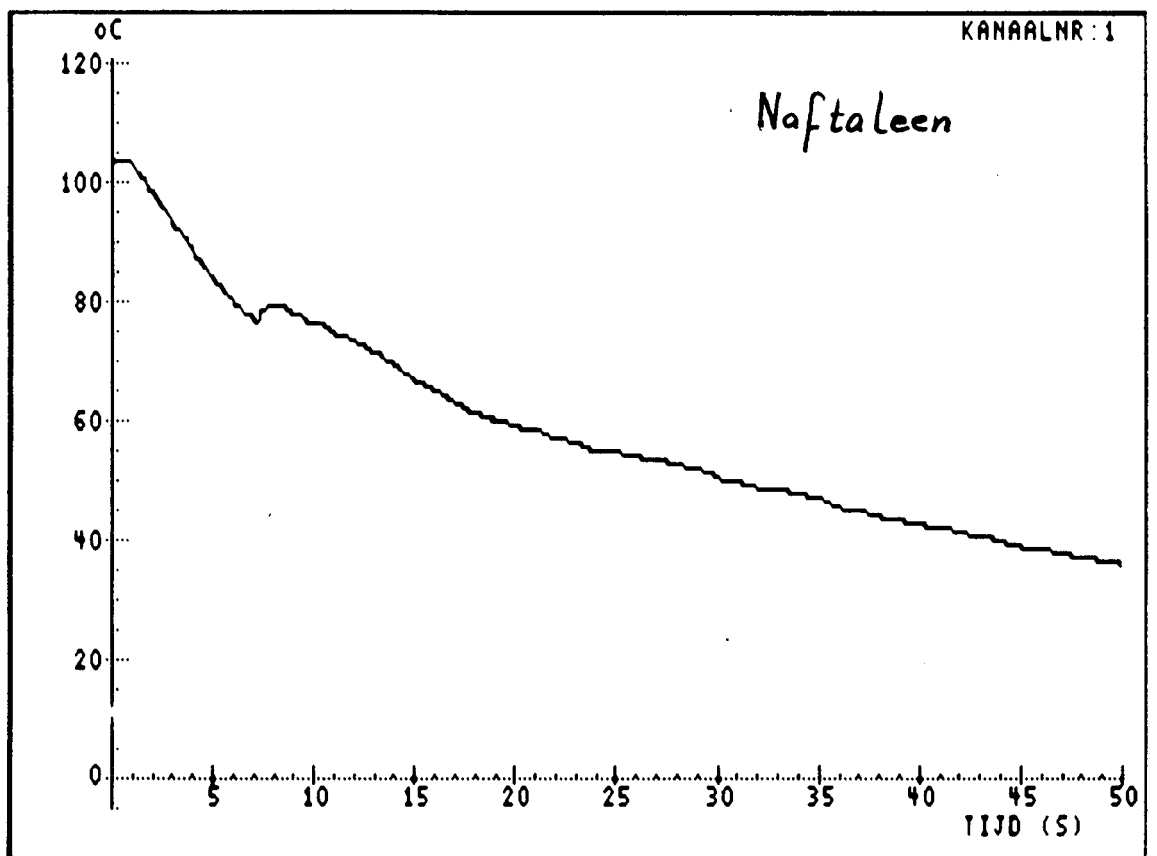
In het spul P in de buis steekt een draad met een oogje dat temperaturen doorgeeft aan de computer.

Als je de draad omhoog trekt blijft er in het oogje een druppeltje gesmolten P hangen. In de koudere buitenlucht gaat dat stollen.

Door het draadje wordt telkens de temperatuur van het afkoelende en stollende druppeltje aan de computer doorgegeven.

Op de volgende bladzijde zie je de stolcurve die is verkregen toen zo'n meting werd uitgevoerd met de stof naftaleen in de buis.





Zie je het dipje in de curve na ongeveer 7 seconden? Zo'n dipje zie je dikwijls bij stolcurve. Het heeft te maken met een verschijnsel dat onderkoeling wordt genoemd: een stof blijft soms nog vloeibaar bij temperaturen l ager dan het stolpunt.

e. Lees aan de hand van het horizontale deel van de curve (net na het dipje) af bij welke temperatuur naftaleen stolt.

Hierboven staat beschreven hoe je m.b.v. de computer temperaturen kunt meten. Dat gebeurt m.b.v. een draadje, waarin twee verschillende metalen verwerkt zitten. Als de temperatuur ervan verandert, wordt een elektrisch stroompje doorgegeven naar de computer. De computer "vertaalt" dat stroompje in een temperatuur. Uit bovenstaande tekst moet je kunnen begrijpen waarom zo'n draadje een thermokoppel wordt genoemd.

f. Begrijp je waar de onderdelen "thermo" en "koppel" van het woord thermokoppel vandaan komen?

4.4 Bij álle stoffen is de smelttemperatuur gelijk aan de stoltemperatuur. Die temperatuur wordt ook wel *smeltpunt* of *stolpunt* genoemd.

a. Zoek in [TUE-tabel 3](#) op wat het smeltpunt is van naftaleen.

Bij temperaturen boven het smeltpunt is een stof in vloeibare vorm.

b. Welke vorm heeft een stof bij temperaturen lager dan het smeltpunt?

c. Wat heb je in dit practicum over warmte **bij**geleerd?

d. Noteer als huiswerk:

- Practicum 4A

- Samenvatting: stolpunt, vriespunt, smeltpunt

Overleg met je begeleider hoe je nu verder gaat:

- met een [practicum waarin deze module wordt samengevat](#)

- met een module met nog meer practica over warmte.

e. Hoe gaan jullie verder?



Practicum 5 Science leren



5.1 In dit practicum kijken we terug op Science-module 9 “Warmte”.

Je hebt zelf al op elk practicum apart teruggekeken door het maken van een samenvatting ervan.



a. Hebben jij en de andere groepsleden je samenvattingen-schrift bij je?

Overleg met je begeleider wat je moet doen als jullie niet allemaal je samenvattingenschrift bij de hand hebben.



5.2 In de samenvatting van elk practicum heb je trefwoorden vermeld én de betekenis die de trefwoorden volgens jou in de context van het practicum hebben.

- Zoek in de index van trefwoorden (achterin het moduleboekje) het nummer op van het practicum waarin het trefwoord “warmte” vermeld staat.
- Schrijf op wat jij in jouw samenvattingenschrift hebt opgeschreven bij het trefwoord “warmte”.

Vergelijk jullie omschrijvingen van warmte.

- Ga je jouw omschrijving van kracht in je samenvattingenschrift aanpassen?

5.3 In opdracht 5.2 heb je in je samenvattingen gekeken naar “warmte”.

Twee mogelijke effecten van warmte zijn: temperatuurstijging en uitzetting = vergroting van volume.

- Heb je deze effecten ook (ergens) in je samenvattingen vermeld?

b. Welke andere effecten van verwarming ken je?

Warmte is een vorm van energie.

c. Welke eenheid gebruiken natuurwetenschappers om een hoeveelheid warmte(energie) in uit te drukken?

d. Welke andere energiesoort(en) ken je?

e. Welke andere eenheid/eenheden ken je om een hoeveelheid energie in uit te drukken?

5.4 Als je een moduleboekje inlevert ben je ook de index van trefwoorden kwijt.

a. Welke afspraken hebben jullie gemaakt over het inleveren van de moduleboekjes?

b. Hoe kun je een trefwoord terugvinden uit een module die je al hebt ingeleverd?

5.5 Aan het eind van voorgaande modules heb je een gereedschapskist “gevuld”. In deze opdracht vul je de kist aan met gereedschap uit deze Science-module 9.

a. Schrijf (niet in dit boekje) in een tabel zoals op de volgende bladzijde 5-3w het nummer van het betreffende practicum op de plaatsen waar dat nog niet is ingevuld.

Aan het eind van module 2 ben je begonnen met een tabel waarin grootheden en bijbehorende eenheden vermeld staan. Aan het eind van voorgaande modules heb je die tabel aangevuld.

b. Heb je die tabel ergens in je samenvattingenschrift gemaakt of geplakt?

	practicum- nummer		practicum- nummer
mortier	1 (2)	zonnecel	13 (5)
stamper	1 (2)	krokodillenklem	14 (5)
bekerglas	2 (2) 2 (9)	injectiespuit	2 (6)
maatcilinder	3 (2)	prikfles	2 (6)
spatel	2 (3)	statief	2 (6)
spuitfles	2 (3) 2 (9)	erlenmeyer	2 (6) 2 (9)
reageerbuis	2 (3)	(zuig)pomp	2(7) 2(6)
druppelpipet	2 (3)	ventiel	4 (6)
wig van Bjerrum	2 (3)	zuiger	4 (6)
scheitrechter	5 (3)	stolp	2(7) 8(6)
ampèremeter	4 4)	manometer	2(7) 6(6)
batterij	2 (4)	toongenerator	3 (7)
elektromagneet	9 (5)	stemvork	4 (7)
fitting	2 (4)	klankkast	4 (7)
gloeilamp	8 (5)	geluidsensor	4 (7)
petrischaal	3 (4)	decibelmeter	5 (7)
schakelaar	2 (4)	gascilinder	3 (8)
snoer(tje)	2 (4)	reduceerventiel	3 (8)
spoel	9 (5)	unster	5 (8)
voltmeter	5 (4)	krachtmeter	6 (8)
elektroscoop	7 (5)	alcoholthermo- meter	
dompelaar	8 (5) 1 (9)	driepoot	
gloeilamp	8 (5)	föhn	
spoel	9 (5)	knijper	
led	12 (5)	koeler	
spanningskastje	9 (5)		

In de tabel op bladzijde 5-4w zie je voor de genoemde grootheden welke eenheid erbij hoort en in welk practicum ze geïntroduceerd zijn.

- b. Klopt dat ongeveer met wat jij in de tabel hebt ingevuld?
- c. Zie je dat de eenheid gram bij de grootheid gewicht in onderstaande tabel is doorgestreept?!
- d. Maak (niet in dit boekje) de tabel af voor de eenheden die we in module 9 zijn tegengekomen.

grootheid	eenheid	symbool	practicum
tijd	uur	h	4A,6A (2)
	minuut	min	
	seconde	s	
gewicht	gram	g	6 (2)
lengte	meter	m	6A (2)
(post)tarief	euro	€	6A (2)
volume	liter	L	7 (2)
	kubieke centimeter	cm ³	
dichtheid	gram per cm ³	g/cm ³	8 (2)
concentratie	gram per liter	g/L	2 (3)
hardheid	Duitse hardheid graad	°DH	3A (3)
oppervlakte	vierkante centimeter	cm ²	3A (4)
stroomsterkte	ampère	A	4 (4)
spanning	volt	V	5 (4)
(elektrische) energie	kilowattuur	kWh	5A (4)
weerstand	ohm	Ω	6A (4)
magneet-sterkte	tesla	T	10A (5)
	gauss	G	
frequentie	hertz	Hz	13 (5)
druk	bar	bar	6 (6)
geluidsterkte	decibel	dB	5 (7)
kracht	newton	N	6 (8)
gewicht	newton	N	6 (8)
massa	gram	g	6 (8)
temperatuur	graden Celsius		1 (9)
(warmte)energie	joule		1A (9)

5.6 In de tabel op deze bladzijde 5-5w staan in de eerste kolom de vaardigheden die je in déze module opgedaan zou moeten hebben. In de tweede kolom staat vermeld in welk practicum de betreffende vaardigheid aan de orde is geweest.

- a. Vul (niet in dit boekje) in de derde kolom in of jij de betreffende vaardigheid geleerd/gedaan hebt.
- b. Vul in de vierde kolom in of de betreffende vaardigheid (vooral) met science of met leren (van science) te maken heeft.
- c. Geef jezelf een cijfer op de schaal van 1 t/m 10 voor het **leren** (van science) tot nu toe.
- d. Geef jezelf een cijfer op de schaal van 1 t/m 10 voor (de vakinhoud van) **science** tot nu toe.
- e. Klopt het cijfer van d ongeveer met de cijfers die je tot nu toe voor science-toetsen behaald hebt?

vaardigheid	practicum	geleerd /gedaan	science/ leren
omgekeerde maatscilinder vullen	1		
temperatuur meten	1		
verwarmen met een föhn	1		
kWh omrekenen naar J en omgekeerd	1A		
verwarmen met een gasbrander	2		
waterindicator k.c.-papier gebruiken	2		
sputfles vullen met aquadest	2		
hardheid van (eigen) leidingwater opzoeken	2A		
TUE-tabellen gebruiken	3A (en volgende)		

TABEL 1 DICHTHEID (bij 25 °C)

	gram per cm ³ = g cm ⁻³
aardgas	0,00076
alcohol	0,8
aluminium	2,7
broom	3,1
butagas	0,0024
eikenhout	0,8
ether	0,71
freon	0,0050
gips	2,3
glas	2,7
glycerol	1,3
goud	19,3
helium	0,00016
koolzuurgas	0,0018
koper	9,0
kurk	0,3
kwik	13,6
lucht	0,0013
messing	8,5
ozon	0,0020
perspex	1,2
pvc	1,3
spiritus	0,85
tetra	1,6
water	1,0
ijs	0,9 (bij 0 °C)
ijzer	7,9
zwavel	2,0
zwaveldioxide	0,0026

[Terug naar opdracht 3.3](#)

TABEL 3 SMELTPUNT

	°C
aceton	– 95
alcohol	– 114
aluminium	+ 660
ammoniak	– 78
brons	+1007
broom	– 7
chloor	– 101
chrom	+1847
ether	– 116
freon	– 150
glas	+ 727
glycerol	+ 19
goud	+1064
keukenzout	+ 808
koper	+1083
kwik	– 39
lood	+ 328
messing	+ 897
methaan	– 182
nikkel	+1453
ozon	– 190
platina	+1772
porselein	+1900
stikstof	– 210
suiker	+ 185
tetra	– 23
water	0
waterstof	– 259
ijs	0
ijzer	+1535
zilver	+ 961
zink	+ 420
zuurstof	– 219
zwavel	+ 119
zwaveldioxide	– 75

[Terug naar opdracht 4.4](#)

TABEL 5 KOOKPUNT (bij een druk van 1,0 bar)

	°C
aardgas	– 161
aceton	+ 56
alcohol	+ 78
aluminium	+2447
ammoniak	– 33
broom	+ 58
butagas	0
chloor	– 34
chloroform	+ 62
chroom	+2642
ether	+ 35
freon	– 30
glycerol	+ 290
goud	+2707
helium	– 269
keukenzout	+1465
koolzuurgas *	– 78
koper	+2582
kwik	+ 357
lood	+1751
methaan	– 161
neon	– 246
nikkel	+2837
ozon	– 110
platina	+3827
propaan	– 42
stikstof	– 196
terpentijn	+ 180
tetra	+ 77
water	+ 100
waterstof	– 253
ijzer	+2887
zilver	+2177
zink	+ 908
zuurstof	– 192
zwavel	+ 445
zwaveldioxide	– 10

* sublimatiepunt

[Terug naar opdracht 2.4](#)

Index van trefwoorden

In deze index staan de trefwoorden die je aantreft aan het eind van elk practicum van module 9.

alcoholthermo-		
meter	1	(9)
aquadest	2	(9)
bekerglas	2	(9)
condens	2,3	(9)
condenseren	2,3	(9)
demiwater	2	(9)
destillaat	2	(9)
destillatie-		
opstelling	2	(9)
diagram	2	(9)
dompelaar	1	(9)
driepoot	2	(9)
effecten van ver-		
warmen	1	(9)
erlenmeyer	2	(9)
extrapoleren	2	(9)
föhn	1	(9)
gaasje	2	(9)
gasbrander	2	(9)
gedestilleerd water	2	(9)
grafiek	2	(9)
indicator		
voor water	2	(9)
kalk	2	(9)
knijper	2	(9)
koeler	2	(9)
koken	2,3	(9)
kookpunt	2	(9)

kwantitatief	2	(9)
leidingwater	2	(9)
onzichtbaarheid	3	(9)
reageerbuisknijper	2	(9)
refluxopstelling	2	(9)
residu	2	(9)
smelten	2	(9)
smeltpunt	3,4	(9)
sputfles	2	(9)
stollen	2	(9)
stolpunt	4	(9)
tabel	2	(9)
temperatuur	1	(9)
verdampen	3	(9)
vriespunt	4	(9)
warmte	1,2,3	(9)
zichtbaarheid	3	(9)

Experimenten met dc-korrels, pm-druppels, custardpoeder, alcohol, water, ether en paraffine (6 foto's)

Foto 1

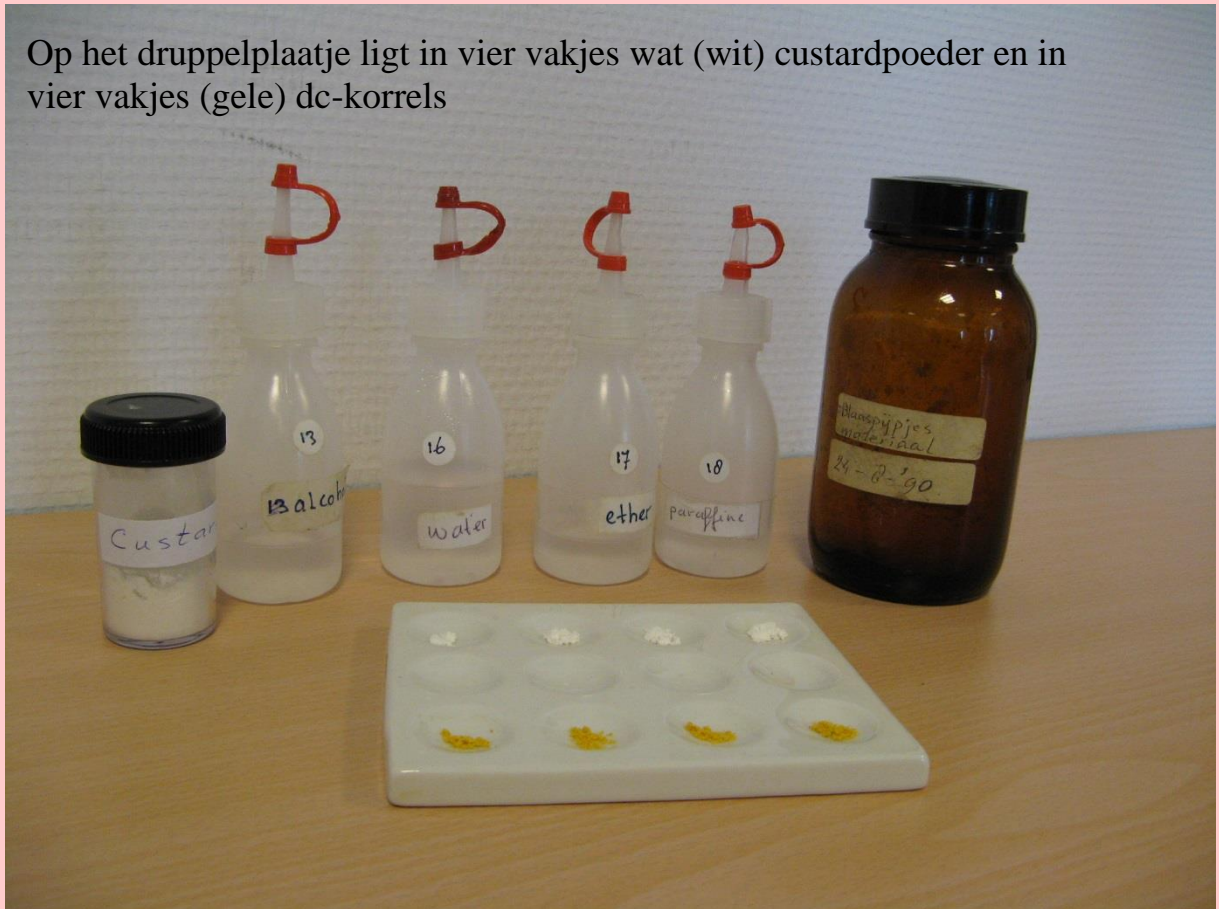


Foto 2

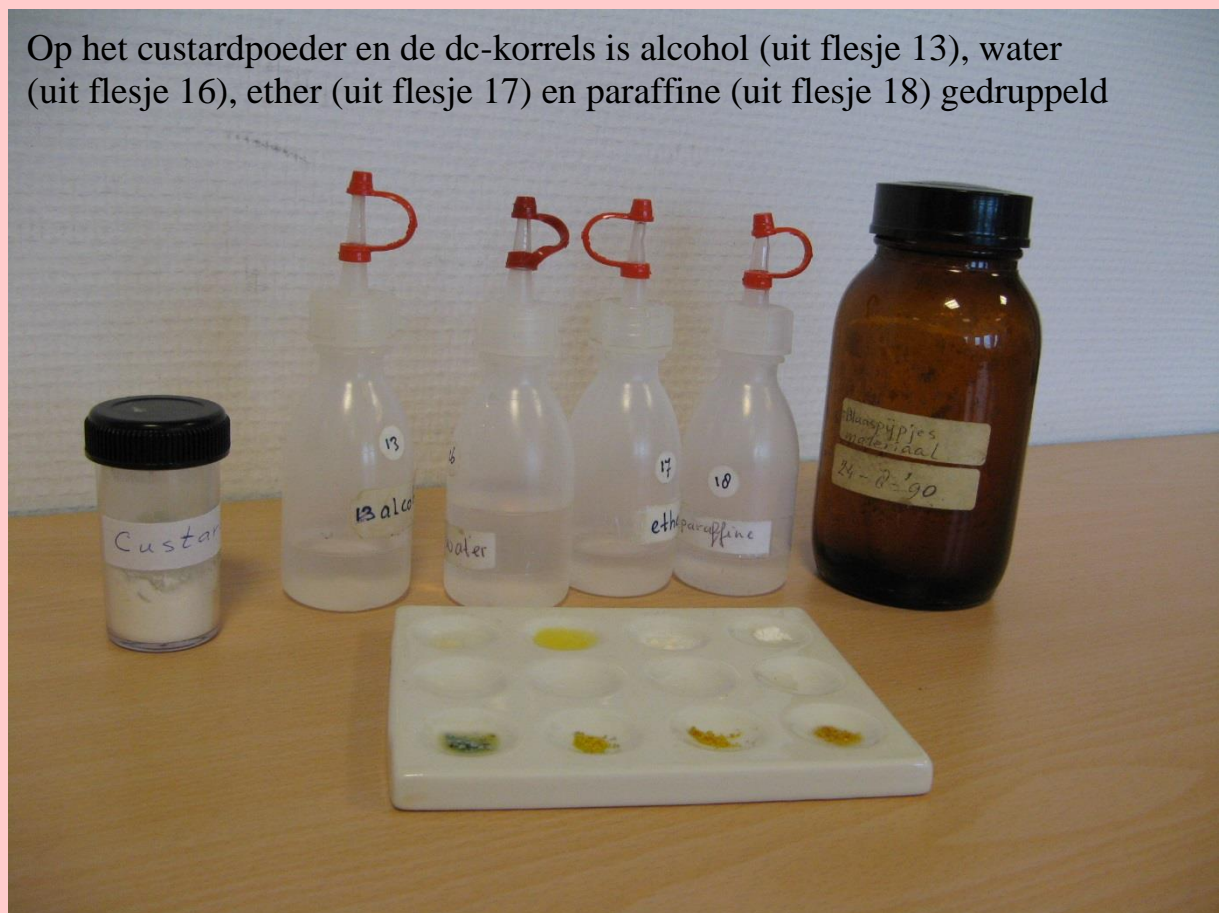


Foto 3

Close-up: het custardpoeder verkleurt (geel) met water en de dc-korrels verkleuren (groenblauw) met alcohol

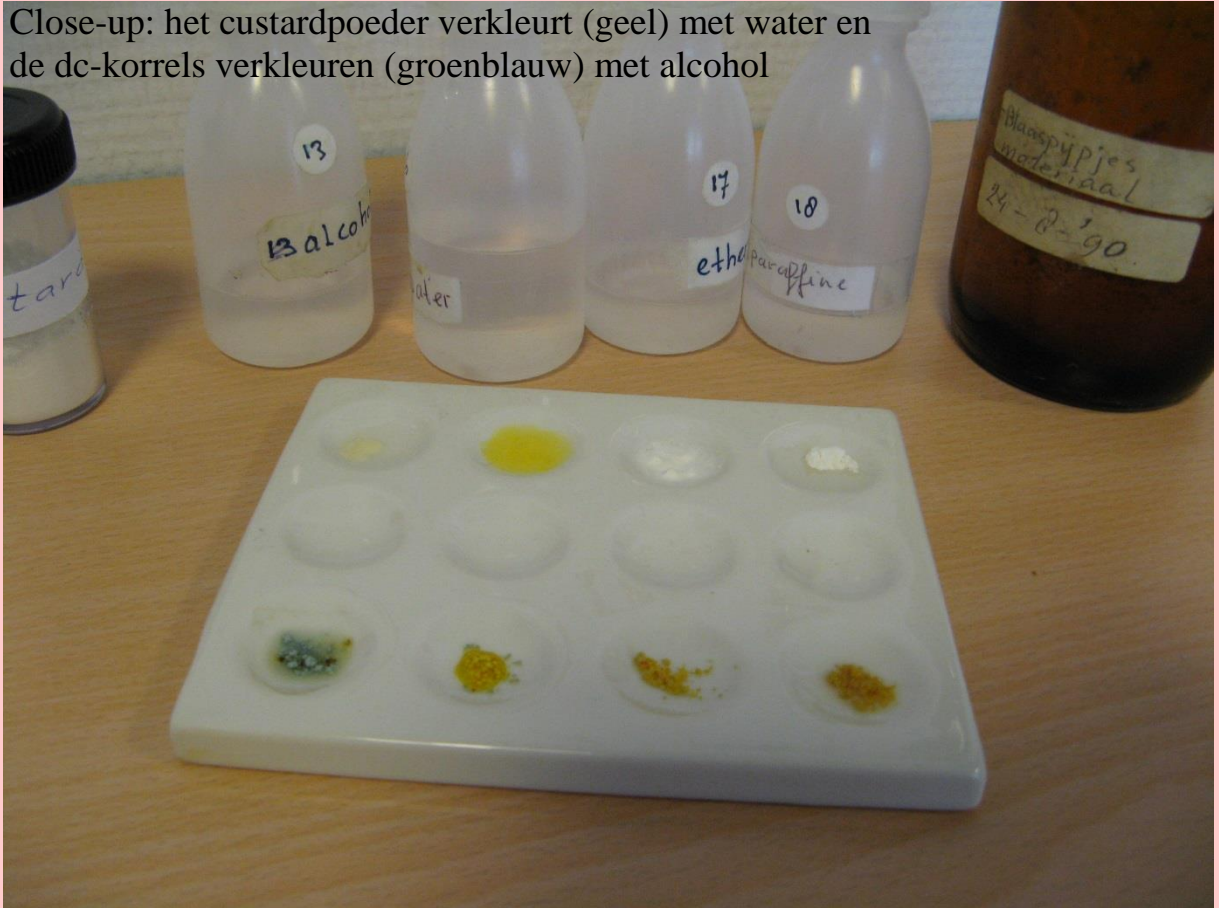


Foto 4

Op het druppelplaatje ligt in vier vakjes wat (wit) custardpoeder en in vier vakjes (paarse) pm-druppels



Foto 5

Op het custardpoeder en de pm-druppels is alcohol (uit flesje 13), water (uit flesje 16), ether (uit flesje 17) en paraffine (uit flesje 18) gedruppeld



Foto 6

Close-up: het custardpoeder verkleurt (geel) met water en de pm-druppels verkleuren (kleurloos) met alcohol

