



Uitgave: Minowc, november 2022

Voorwoord

De kracht van Natuurkunde/Scheikunde (NaSk) ligt in de drang om te verklaren hoe de wereld, vanaf het universum tot de kleinste deeltjes, werkt en in elkaar steekt.

Voor u ligt de reader leerjaar 10 voor het vak of vakkencombinatie “Natuurkunde Scheikunde (NaSk)”. Deze reader is een leidraad/handleiding voor de (vak)leerkracht en leerling om op basis van een stukje uniformiteit het vak te kunnen overdragen en aanleren.

Het doel is om met de reader gemeenschappelijke vak inhoud en aan te bieden op alle VO (voortgezet onderwijs) scholen zodat elk kind dezelfde leerstof krijgt voor het vak. De reader is samengesteld op basis van verwijzingen naar het leerprogramma leerjaar 10 en de bestaande leermiddelen vanuit MULO en LBO maar ook vanuit andere bronnen:

- De leeruitkomsten/ leerdoelen van het vak (uit het leerprogramma);
- Een thematische opbouw van het vak (uit het leerprogramma);
- Een theoretische verwijzing naar leermiddelen (boeken/ online links);
- Geïntegreerde opdrachten vanuit de discipline (iSTREAMS);
- Mogelijke verwijzingen naar aanschouwelijk materiaal;
- Mogelijke toetsvormen (leerprogramma).

Een woord van dank gaat uit naar de samenstellers bestaande uit MULO- en LBO vakdocenten.

Paramaribo, november 2022

Inhoudsopgave

1. Programma NaSk uit het iSTREAMS programma voor leerjaar 10.....	4
1.1 Programma NaSk leerjaar 10, periode 1	4
1.2 Programma NaSk leerjaar 10, periode 2	4
2. Warmte en Energie	5
2.1 Energie en Energiebronnen	5
2.2 Warmtebronnen	5
2.3 Warmtetransport.....	6
3. Temperatuur en thermometers.....	7
3.1 Uitzetten	7
3.2 Temperatuur en thermometers	9
3.3 Thermometers.....	10
4. Vast, vloeibaar en gasvormig	13
4.1 Aggregatietoestanden	13
4.2 Molecuultheorie	13
5. Faseveranderingen	16
5.1 Verdampen en condenseren	16
5.2 Koken	17
5.3 Smelten en stollen	17
5.4 Oplossingen.....	18
6. Vloeistofleer.....	20
6.1 Vloeistofdruk.....	20
6.2 Hydraulische werktuigen.....	20
6.3 Communicerende vaten.....	21
7. Opwaartse kracht (F_o)	25
7.1 De wet van Archimedes	25
7.2 Zinken, zweven en drijven	26
Literatuurlijst.....	27

1. Programma NaSk uit het iSTREAMS programma voor leerjaar 10

Science: Natuurkunde/Scheikunde (NaSk), Biologie, Agrarische productie en Aardrijkskunde.

Doel Science: De discipline Science (NaSk, Biologie, Agrarische productie, Aardrijkskunde) draagt bij aan de vorming van jonge Surinamers tot zelfstandige en kritische burgers, door hen kennis, inzicht en vaardigheden aan te leren met betrekking tot natuurkundige, scheikundige, biologische/agrarische en geografische begrippen/verschijnselen door onderzoek te doen. Vervolgens moeten zij de opgedane kennis kunnen toelichten en toepassen.

Algemene leeruitkomst: In leerjaar 10 ontwikkelen de leerlingen de basiscompetenties van de natuurkunde, biologie scheikunde, fysische geografie en agrarische productie om alledaagse natuurverschijnselen te onderzoeken en te verklaren. Dit doen zij aan de hand van praktische of hands on opdrachten en activiteiten uit hun eigen omgeving en cultuur.

Totaal aantal lesuren: 4

- NaSk: 2 lesuren (het heel jaar door)
- Aardrijkskunde (Ak)/ Biologie (Bi)/ Agrarische productie (AGP): 2 lesuren (het heel jaar door) => rondom de thema's: klimaat & milieu, bodemgesteldheid, mijnbouw, plantkunde, mens & milieu, voeding en voedingsproductie, landbouw, veeteelt en visserij.

Belangrijk is dat er samen met de collega's binnen de discipline wordt samengewerkt aan de (project) opdrachten van gemeenschappelijke thema's.

1.1 Programma NaSk leerjaar 10, periode 1

- Hoofdstuk 2. Warmte en Energie.
- Nogmaals warmte en warmtetransport.
- Hoofdstuk 3. Temperatuur en thermometers

1.2 Programma NaSk leerjaar 10, periode 2

- Hoofdstuk 4. Vast, vloeibaar en gasvormig.
- Hoofdstuk 5. Faseveranderingen.
- Hoofdstuk 6. Vloeistofleer.
- Hoofdstuk 7. Opwaartse kracht (F_o)

2. Warmte en Energie

We horen vaker: “We moeten zuinig zijn met energie”. Maar wat is energie eigenlijk? Laten we samen eens kijken of we antwoord op deze vraag kunnen vinden.

2.1 Energie en Energiebronnen

Enkele energiebronnen zijn: voedsel, wind, stromend water, brandstoffen, de zon.
De brandstoffen zijn bijvoorbeeld: hout, aardolie, benzine.

Enkele soorten energie: spieren energie, windenergie, bewegingsenergie, zonne-energie, warmte en elektriciteit.

Energieomzettingen

De ene vorm van energie wordt omgezet in de andere vorm.

Bv: dynamo: bewegingsenergie wordt omgezet in elektriciteit.

Strijkijzer: elektriciteit wordt omgezet in warmte.

Gloeilamp: elektriciteit wordt omgezet in licht en warmte.

Windmolen: windenergie wordt omgezet in elektriciteit.

Het symbool van warmte is Q. De eenheden die bij warmte horen zijn: kilojoule (kJ) en Joule (J). $1\text{kJ}=1000\text{J}$

Elektriciteit is een vorm van energie die we dagelijks tegenkomen.

Bij elektriciteit stromen de elektronen door de draden. Enkele begrippen die bij elektriciteit voorkomen zijn: spanning, stroom en weerstand.

Grootheid	Symbool	Eenheden
Spanning	U	Volt
Stroom	I	Ampère(A), milliampère(mA)
Weerstand	R	Ohm (Ω)

2.2 Warmtebronnen

De 3 dingen die nodig zijn voor een verbranding: brandstof, zuurstof en voldoende hoge temperatuur.

De warmtebronnen kunnen we indelen in:

- De warmtebronnen waarbij er iets verbrandt wordt bv: brandend stuk hout, kaars, olielamp, gaslamp.
- De warmtebronnen die op elektriciteit werken bv: strijkijzer, waterkoker, rijstkoker, enz.

2.3 Warmtetransport

Warmte kan van de ene plaats naar de andere gebracht worden. Je zegt dan, dat de warmte **getransporteerd** is.

Dit merk je bijvoorbeeld bij een kopje thee. Als je een poosje met een stalen lepeltje in een kop hete thee roert, wordt de lepel heet. Er is warmte van de thee naar de lepel getransporteerd. Warmte kan getransporteerd door: geleiding, stroming en straling.

Geleiding

Warmtetransport d.m.v. geleiding vindt plaats bij vaste stoffen.

Niet alle stoffen geleiden de warmte even snel. Stoffen die de warmte goed geleiden noem je goede warmtegeleiders. Stoffen die de warmte slecht geleiden noem je slechte warmtegeleiders of isolatoren.

Stroming

Warmtetransport d.m.v. stroming vindt plaats bij vloeistoffen en gassen.

Bij verwarming van vloeistoffen/gassen wordt de dichtheid kleiner. Hierdoor ontstaat er stroming.

Straling

Bij warmtetransport door straling is er geen tussenstof nodig.

Niet alle voorwerpen nemen evenveel stralingswarmte op.

Witte en glimmende voorwerpen nemen moeilijker stralingswarmte op.

Zwarte en doffe voorwerpen nemen makkelijker stralingswarmte op.

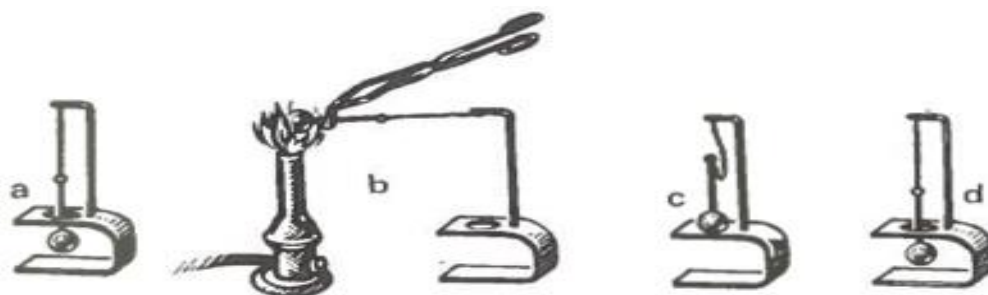
Opgaven

1. Noem 5 energiebronnen op.
2. Noem 5 energievormen op.
3. Welke energieomzetting vindt plaats in een: A dynamo, B waterkoker, C gloeilamp.
4. Een schoepenrad wordt aangedreven door stromend water. Aan het schoepenrad is een dynamo verbonden. Deze levert elektriciteit voor de lampen in huis. Welke energieomzettingen kun je hierbij aangeven?
5. Welke 3 dingen zijn bij elke verbranding nodig?
6. Noem 4 warmtebronnen met de brandstof die hiervoor nodig is.
7. Noem 4 warmtebronnen die op elektriciteit werken.
8. Welke stoffen uit het volgende rijtje zijn goede warmtegeleiders?
Hout, koper, staal, glas, kurk, aluminium, ijzer, rubber, steen.
9. Wat ontstaat er bij vloeistoffen en gassen bij verwarming? Waarom?
10. Welke voorwerpen worden door stralingswarmte het snelst verwarmd?
11. Een holle metalen kubus heeft 4 zijvlakken. Een zijvlak is wit, een vlak is zwart, een glimmend en een dof. De kubus wordt gevuld met kokend water. Op gelijke afstanden van de kubus wordt de stralingswarmte gemeten. Welke vlakken stralen de meeste warmte uit?

3. Temperatuur en thermometers

Temperatuur of **warmtegraad** is een begrip dat aanduidt hoe warm of koud iets is. Natuurkundig gezien is het een maat voor de gemiddelde chaotische bewegingsenergie van de samenstellende deeltjes, dus van de beweging van de moleculen plus de beweging van de atomen in de moleculen. In dit hoofdstuk zullen we het hebben over uitzetting, temperatuur en thermometers.

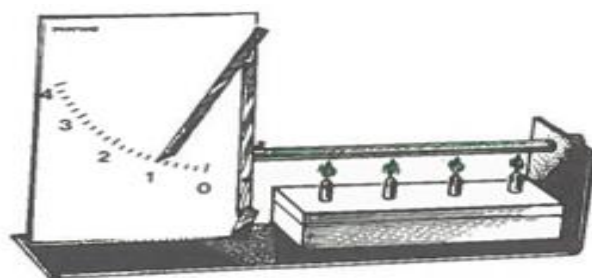
3.1 Uitzetten



afbeelding 3.1

In de tekening hierboven zie je een metalen bolletje. Het bolletje gaat bij kamertemperatuur precies door de opening in de houder (afbeelding 3.1a). Als het bolletje *verwarmd* wordt (afbeelding 3.1b), stijgt de temperatuur. Als je probeert om het bolletje door de opening van de houder te laten zakken, lukt dit niet (afbeelding 3.1c). Het bolletje blijft op de houder liggen. Door de temperatuurstijging is het volume van het bolletje groter geworden. Het is **uitgezet**. Na enige tijd valt het bolletje toch door de opening in de houder (afbeelding 3.1d). Dit komt omdat de temperatuur van het bolletje daalt. Hierdoor wordt het bolletje kleiner, het is **gekrompen**.

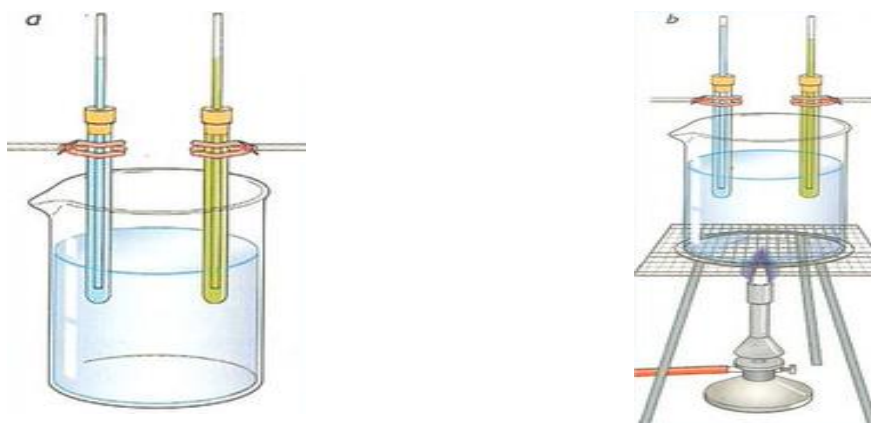
- *Bij verwarming wordt het volume van de meeste vaste stoffen groter, de stof zet dan uit.*
- *Bij afkoeling wordt het volume van de meeste vaste stoffen kleiner, de stof krimpt dan.*



Het toestel van Musschenbroek

Met het hierboven getekende toestel kun je onderzoeken of alle vaste stoffen evenveel uitzetten bij dezelfde temperatuurstijging. In het toestel kunnen metalen staafjes worden aangebracht. Een kant van de staaf zit vast. De andere kant is vrij en brengt een *wijzer* in beweging als de staaf uitzet. Hoe meer de staaf uitzet, hoe verder de wijzer uitslaat. De wijzer gaat terug als je de vlam uit doet. De staaf krimpt dan.

- *Verschillende vaste stoffen zetten bij dezelfde temperatuurstijging verschillend uit.*



afbeelding 3.2

Zetten vloeistoffen ook uit als je ze verwarmt?

Met de proefstelling in de tekening hierboven, kun je dat onderzoeken. In het bekerglas met water bevinden zich twee reageerbuisjes. In de reageerbuisjes zitten verschillende vloeistoffen. Omdat de reageerbuisjes in hetzelfde bekerglas staan, hebben ze dezelfde temperatuur (afbeelding 3.2a). Wanneer je het bekerglas gaat verwarmen, zie je de vloeistofspiegels van het buisje stijgen. In het ene buisje stijgt de vloeistof meer dan in het andere. De ene vloeistof zet meer uit dan de andere (afbeelding 3.2b).

- ***Verschillende vloeistoffen zetten verschillend uit bij dezelfde temperatuurstijging.***

Een thermometer is gemaakt van glas en bevat bovendien vloeistof. Welke van deze stoffen zet het meest uit bij verhoging van temperatuur?

- ***Bij gelijke stijging van temperatuur zetten vloeistoffen meer uit dan vaste stoffen.***

Zetten gassen ook uit als je ze verwarmt?

Op de afbeelding hiernaast zie je een glazen kolf.

In de stop van de kolf wordt een lange glazen buis gestoken. Het uiteinde van de buis wordt in een bekerglas met water gestoken. In de kolf bevindt zich lucht. Als je de kolf verwarmt, ontstaan in het water luchtbellen.

Zet lucht uit bij verwarming, of krimpt het?

- ***Bij verwarming zetten gassen uit.***

Door verwarming van de kolf, zet de kolf ook uit. Wat zet meer uit? De kolf zelf of de lucht in de kolf?

- ***Gassen zetten bij gelijke temperatuur meer uit dan vaste stoffen.***



3.2 Temperatuur en thermometers

Sommige mensen zeggen: “Wat is het warm hier” Anderen zeggen: “Wat is het hier koud”. Je merkt hieraan, dat je met je gevoel moeilijk de juiste temperatuur kunt vaststellen.

Onafhankelijk van elkaar hebben omstreeks 1730 drie natuurkundigen een “meetinstrument” ontwikkeld om de temperatuur te bepalen. Deze instrumenten noemde men **thermometers**. Deze drie natuurkundigen waren:

- Anders Celsius (1701- 1744)
- René Réaumur (1683- 1757)
- Gabriël Fahrenheit (1686- 1736)

Elk van hen had een bepaalde schaalverdeling ingevoerd. Een “deeltje” van de schaal noemde men een “graden”.

Temperatuurschalen

Een temperatuurschaal is een methode om de temperatuur van een voorwerp in een getal uit te drukken, zodat u deze kunt vergelijken met de temperatuur van andere voorwerpen. Er zijn diverse schalen ontwikkeld, die handig zijn voor verschillende toepassingen. In de dagelijkse praktijk gebruikt men in Suriname de schaal van **Celsius (t)** en drukt men de temperatuur uit in **graden Celsius (°C)**. Deze schaal wordt gekenmerkt door twee ijkpunten:

- Temperatuur van bevriezend zuiver water: 0 °C
- Temperatuur van kokend zuiver water: +100 °C

Deze schaal is echter niet de enige die bestaat en bij de bespreking van temperatuursensoren gaat men vaak uit van andere schalen. In het kort een overzicht van de gebruikte temperatuurschalen.

De Kelvin (T) -schaal

Deze schaal werd voorgesteld door William Thomson, de eerste baron van Kelvin. Dit is de enige toegelaten wetenschappelijke temperatuurschaal met als belangrijkste kenmerk dat het nulpunt bij **het absolute nulpunt (-273,15 °C of 0 K)** ligt.

De omrekeningsformules zijn:

- $K = ^\circ C + 273,15$
- $^\circ C = K - 273,15$

De Fahrenheit-schaal

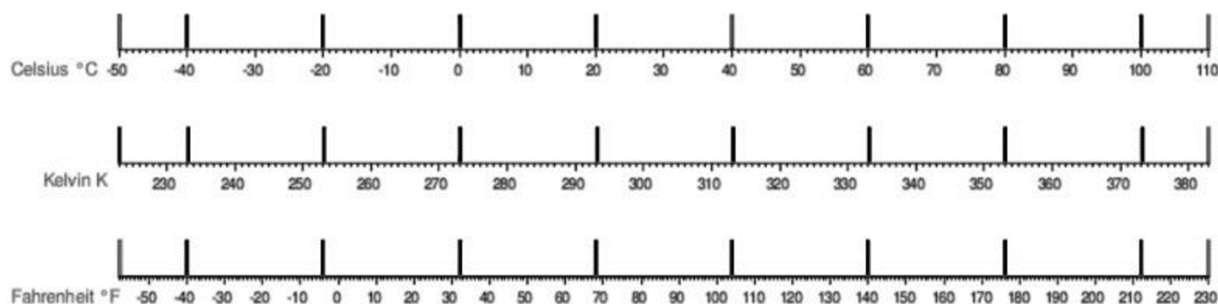
De Fahrenheit schaalverdeling heeft bij het vriespunt van water +32 °F, het kookpunt van water bij +212 °F en het absolute nulpunt bij -459,67 °F. Voorgesteld in 1724 door Gabriel Fahrenheit, een Pools/Duits natuurkundige die in de Verenigde Nederlanden leefde.

De omrekeningsformules zijn:

- $^\circ F = \left(\frac{9}{5} \times ^\circ C\right) + 32$
- $^\circ C = \frac{5}{9} \times (^\circ F - 32)$

Het grafisch verband tussen de verschillende schalen

In de onderstaande afbeelding hebben wij het verband tussen de drie besproken schalen en de u bekende Celsius-schaal overzichtelijk in beeld gebracht.



Het absolute nulpunt

We hebben gezien dat er een direct verband bestaat tussen de temperatuur en de beweging van de molekulen. Deze beweging noemen we **warmtebeweging**. Deze neemt toe of af naar gelang de temperatuur toe of afneemt.

Men heeft vastgesteld dat de temperatuur waarbij geen warmtebeweging meer bestaat, ligt bij $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ of 0 K . Een lagere temperatuur is niet mogelijk.

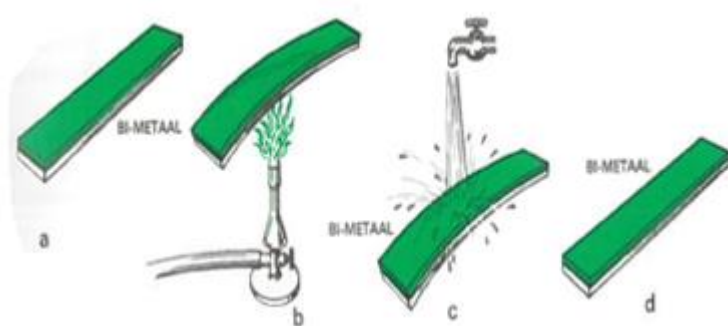
3.3 Thermometers

Er zijn heel veel soorten thermometers die we kunnen verdelen naar de aard van hun werking. Voor nu zullen wij het alleen hebben over thermometers die berusten op de:

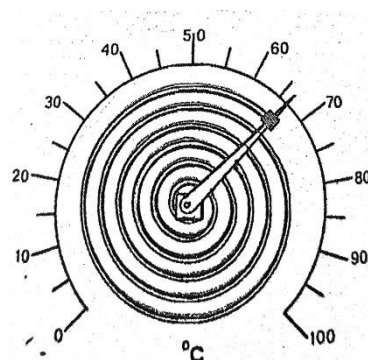
1. Uitzetting van vaste stof.

Onder deze categorie valt de **bimetaal** thermometer (afbeelding 3.4).

De principe werking van een bimetaal thermometer is als volgt. Twee dunne repen van verschillend metaal zijn tegen elkaar geklonken of gelast (afbeelding 3.3a). De twee metalen bezitten een sterk verschillende uitzettingscoëfficiënt, waardoor bij verwarming de metalen niet evenveel uitzetten. De gevormde staaf wordt dan kromgebogen. Het metaal met de grootste uitzettingscoëfficiënt zit aan de bolle kant (afbeelding 3.3b). De buiging van het bimetaal is een maat voor de temperatuur; deze buiging is echter gering, waardoor men de aanwijzing kunstmatig moet vergroten, bv. door het bimetaal in spiraalvorm te wikkelen.



afbeelding 3.3



afbeelding 3.4

2. Uitzetting van vloeistof.

De werking van deze thermometer berust op de uitzetting van een vloeistof bij toevoer van warmte. Ze zijn meestal gevuld met kwik of alcohol. Het meetbereik van:

- Kwikthermometers ligt tussen de $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ en $300\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Alcoholthermometers ligt tussen de $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$ en $75\text{ }^{\circ}\text{C}$.

a. De koortsthermometer



Analoge koortsthermometer

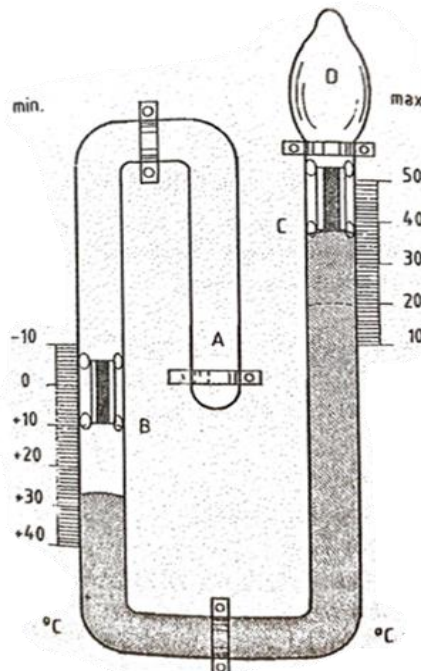


Digitale koortsthermometer

Deze bekende thermometer is een “maximumthermometer”. Het moet tot in de tienden van een graad nauwkeurig de temperatuur kunnen aangeven.

b. De Bellani en Six thermometer

Wil men in een bepaald tijdsverloop de hoogste en de laagste temperatuur weten, dan kan dit op deze thermometer worden afgelezen. Het toestel van *Bellani*, dat verbeterd is door *Six*, zit er als volgt uit.



Opgaven

1. Een stof die je verwarmt zal meestal
2. Een stof die afkoelt zal meestal
3. Met uitzetten bedoelen we dat voorwerpen
4. Met inkrimpen bedoelen we dat voorwerpen
5. Vul in: meer, evenveel of minder.
 - a. Bij gelijk stijging van temperatuur zetten vloeistoffen uit dan vaste stoffen.
 - b. Bij gelijk stijging van temperatuur zetten vloeistoffen uit dan gassen.
 - c. Bij gelijk stijging van temperatuur zetten gassen uit dan vaste stoffen.
6. Wat gebeurt er met de molekulen van een stof als we de temperatuur:
 - a. Verhogen?
 - b. Verlagen?
7. Een thermometer is een Om de te meten.
8. Welke temperatuurmeter werkt volgens het principe van uitzetting van metaal?
9. Waarom is de koortsthermometer een “maximumthermometer”?
10. Waarvoor gebruiken we de Bellani en Six thermometer?
11. Noem drie toepassingen van een thermometer.
12. Wat is het meetbereik van een:
 - a. Kwikthermometer
 - b. Alcoholthermometer.
13.
 - a. Wat is de laagste temperatuur die men ooit heeft bereikt?
 - b. En hoe wordt dit genoemd?
14. Het temperatuurverschil tussen:
 - a. 35°C en 75°C is
 - b. -10°C en 20°C is:
 - c. -25°C en 0°C is
 - d. -10°C en -20°C is
15. Zet om:

a. $0^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots \text{K}$	e. $73 \text{ K} = \dots\dots\dots^{\circ}\text{C}$
b. $-223^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots \text{K}$	f. $543 \text{ K} = \dots\dots\dots^{\circ}\text{C}$
c. $-73^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots \text{K}$	g. $77^{\circ}\text{F} = \dots\dots\dots^{\circ}\text{C}$
d. $0 \text{ K} = \dots\dots\dots^{\circ}\text{C}$	h. $50^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots^{\circ}\text{F}$

4. Vast, vloeibaar en gasvormig

De **drie aggregatietoestanden** van de materie zijn: vaste vorm, vloeibare vorm en dampvorm (gas). In welke van de mogelijke aggregatietoestanden de stof of materie voorkomt is afhankelijk van de *temperatuur* en *druk*.

In dit hoofdstuk zullen we het hebben over de drie aggregatietoestanden en de molecuultheorie.

4.1 Aggregatietoestanden

Vaste stoffen kan je vasthouden, ze zijn moeilijk van vorm te veranderen en zijn moeilijk samen te persen. Voorbeeld van vaste stoffen: metalen en plastic gebruiksvoorwerpen, textiel en aardewerk.

Vloeistoffen kun je niet vasthouden, zijn gemakkelijk van vorm te veranderen, maar zijn moeilijk samen te persen. Voorbeeld van vloeistoffen zijn: water, koolstofdissulfide en zwavelzuur.

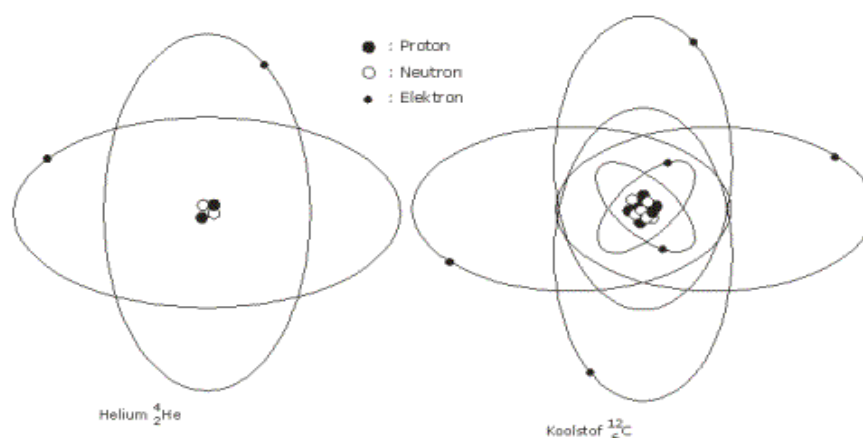
Gassen kun je gemakkelijk van vorm veranderen en gemakkelijk samenpersen. Voorbeeld van gassen zijn: aardgas, chloor, zuurstof en koolstofdioxide.

4.2 Molecuultheorie

Als we om ons heen kijken zien we vele lichamen. Elke hoeveelheid stof of materie noemen we een **lichaam**.

Elke stof is opgebouwd uit zeer kleine deeltjes. We noemen ze molekulen. De molekulen bestaan op hun beurt weer uit zeer kleine deeltjes met een ingewikkelde bouw. Deze kleine deeltjes noemen we **atomen**.

Een atoom bestaat uit een kern van protonen en neutronen, waar elektronen met een grote snelheid omheen draaien. Zie de onderstaande afbeelding:



Elementen

Stoffen waarvan de moleculen uit gelijke atomen bestaan, noemen we enkelvoudige stoffen of **elementen**.

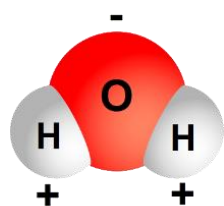
➤ *Een element is een stof waarvan de moleculen uit gelijke atomen bestaan*

Verbinding

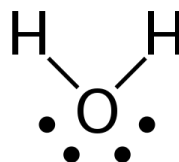
Atomen zijn de bouwstenen van alle stoffen. Ze kunnen zich met elkaar verbinden met één of meerdere armen. Er ontstaan dan moleculen die op hun beurt weer samen kunnen gaan. Dit samengaan, heet een **verbinding**.

➤ *Een verbinding is een stof waarvan de moleculen uit verschillende atomen bestaan.*

In de scheikunde kennen we water als H_2O . Hier zien we een verbinding van 2 atomen, namelijk 2 waterstofatomen en een zuurstofatoom. Deze kunnen we als volgt tekenen:



Ruimtelijke voorstelling



Schematische voorstelling

Ruimte tussen moleculen noemen we **intermoleculaire ruimte**.

Moleculen oefenen krachten op elkaar uit; ze trekken elkaar aan.

We kennen cohesie- en adhesiekrachten.

Cohesie is de onderlinge aantrekkingskracht tussen moleculen van eenzelfde stof in vaste vorm of in vloeibare vorm. Tussen de moleculen zijn vanderwaalskrachten werkzaam, waarbij moleculen elkaar aantrekken

Adhesie (van het Latijnse adhaesio = aanhechting) de aantrekkingskracht tussen ongelijksoortige moleculen: moleculen van verschillende stoffen. Adhesie staat tegenover cohesie, de aantrekkingskracht tussen gelijke moleculen

De bouwstenen van stoffen zijn **moleculen**. We bekijken de moleculen bij elke aggregatietoestand.

Vaste stoffen

In vaste stoffen zitten de moleculen dicht op elkaar geplakt. De moleculen kunnen uitsluitend op hun plaats trillen.

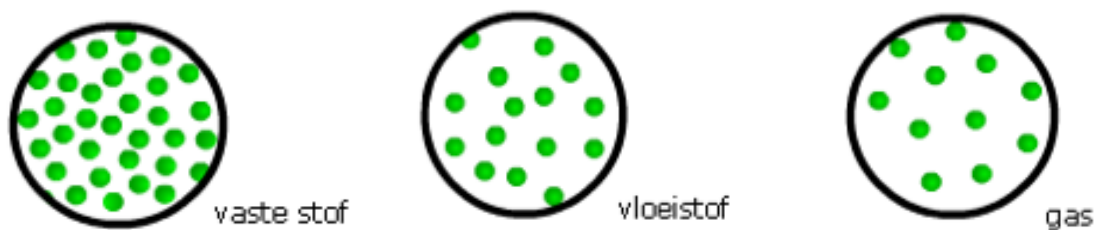
Vloeibare stoffen

In vloeistoffen zitten de moleculen iets minder dicht op elkaar en kunnen ze langs elkaar heen bewegen.

Gassen

In gassen bewegen de moleculen op grote afstand van elkaar.

In de volgende afbeelding zie je dat de afstand tussen de moleculen steeds groter wordt.



Opgaven:

1. Drie vaste stoffen zijn,en
2. Drie vloeistoffen zijn,en
3. Twee gasvormige stoffen zijn en
4. De drie toestanden waarin een stof kan voorkomen zijn,en
5. Hieronder zie je drie afbeeldingen. Geef van elke afbeelding aan of het een vaste-, vloeibare stof of een gas is.



6. Waaruit bestaat elke stof?
7. Lichamen onderscheiden we in 3 soorten. Noem ze op en geef van elk 2 voorbeelden.
8. Wat is het verschil tussen cohesie- en adhesiekracht?
9. Waaruit is een atoom opgebouwd?
10. Wat is een element?
11. Wat is een verbinding?
12. Wat kun je zeggen over de moleculen bij de verschillende aggregatietoestanden?
13. Maak een schets over de ligging van de moleculen bij elke aggregatietoestand.
14. Wat is een intermoleculaire ruimte?

5. Faseveranderingen

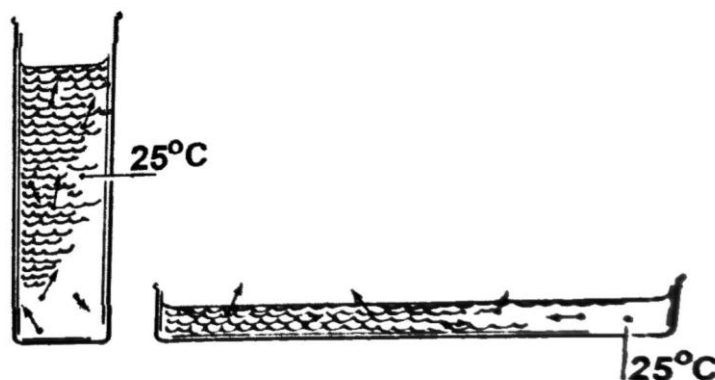
In hoofdstuk 3 hadden wij het over de drie aggregatietoestanden van de materie, in dit hoofdstuk zullen wij een stapje verder gaan en het hebben over de faseveranderingen.

5.1 Verdampen en condenseren

Bij het verdampen ontsnappen er moleculen uit de vloeistof. Bij stijging van de temperatuur zullen de moleculen sneller gaan bewegen. Er komen dan vaker snelle moleculen in de bovenste laag van de vloeistof. Het verdampen gaat sneller. Vloeistoffen verdampen bij elke temperatuur. Als de temperatuur stijgt, gaat het verdampen sneller.

Het proces van het verdampen van spiritus:

In een kleine hoeveelheid spiritus zitten veel moleculen die in allerlei richtingen bewegen. Als de moleculen in de bovenste laag van de vloeistof de juiste richting en voldoende snelheid hebben, kunnen ze uit de vloeistof ontsnappen. Daardoor gaat spiritus verdampen.



Uitleg tekening: In beide vaten zit evenveel spiritus. In welk vat zal de spiritus het snelst verdampen?

Het oppervlak van de bovenste laag vloeistof is bij vat 2 veel groter dan bij vat 1. In vat 2 gaan er dan meer moleculen bewegen. De kans dat er moleculen ontsnappen is in vat 2 groter dan in vat 1. Vat 2 gaat dus sneller verdampen.

Spiritus is een mengsel van alcohol, water en andere stoffen. Het wordt gebruikt als schoonmaakmiddel en als brandstof. Het bevat een blauwe kleurstof.

De snelheid van het verdampen wordt groter door: verhoging van temperatuur, het verwijderen van de damp boven de vloeistof en vergroten van het verdampingsoppervlak. Het omgekeerde van **verdampen** is **condenseren**. Bij condenseren verandert een damp in een vloeistof.

Voorbeelden van condenseren:

In de lucht zit soms veel waterdamp. Als de temperatuur daalt, kan de waterdamp condenseren. Er ontstaan kleine waterdruppels. Er is dan mist gevormd.

Als je een bril draagt en je zit in een gekoelde ruimte. Je gaat naar buiten, dan beslaat je bril. Dit komt, omdat de waterdamp uit de kamer tegen de koude glazen van je bril condenseert.

5.2 Koken

Wanneer kookt een vloeistof?

Een vloeistof kookt, als er overal in de vloeistof dampbellen ontstaan. Tijdens het koken gaat het verdampen het snelst. Het verdampen gebeurt dan door heel de vloeistof.

De temperatuur waarbij een vloeistof kookt, heet het **kookpunt**. Tijdens het koken blijft de temperatuur constant. Niet alle vloeistoffen koken bij dezelfde temperatuur.

Door de druk op een vloeistof te verhogen, wordt het kookpunt hoger.

Door de druk op een vloeistof te verkleinen, wordt het kookpunt lager.

Water kookt bij **100°C**. Ga je water in de bergen koken, dan kookt het water bij een lagere temperatuur, dus i.p.v. 100°C dan bijvoorbeeld 92°C.

Om water bij een temperatuur lager dan 100°C (vb.: 90°C) te laten koken, dan moet je de druk boven de vloeistof verlagen.

Het kookpunt van een vloeistof wordt lager, wanneer de druk op de vloeistof lager wordt. Dit kunnen we aantonen door:

De lucht boven de vloeistof weg te zuigen.

De temperatuur van de vloeistof tijdens het koken te bepalen.

Een damp bel wordt groter bij het opstijgen in kokend water, omdat de moleculen in de damp bel door de omringende moleculen in elkaar worden gedrukt. Hoger in de vloeistof is die druk kleiner en kan de damp bel uitzetten.

Om het verdampen van een vloeistof te bevorderen moet je:

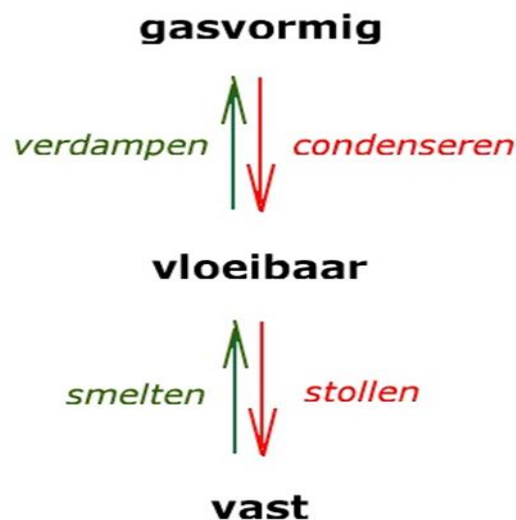
- De temperatuur verhogen
- Druk verlagen
- De verdampingsoppervlakte te vergroten en er droge lucht langs te blazen.

5.3 Smelten en stollen

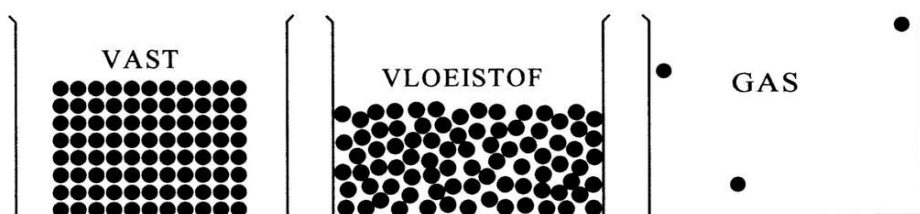
Uitleg tekening:

- Als water een temperatuur heeft die hoger is dan 0°C, dan is water een vloeistof.
- Bij een lagere temperatuur dan 0°C, is water een vaste stof (ijs).
- Als ijs verandert in water, heet dit smelten.
- Als water verandert in ijs, heet dit stollen.

Een zuivere stof smelt altijd bij dezelfde temperatuur. Deze temperatuur heet het **smeltpunt**.



Water (H_2O) is chemische verbinding van twee waterstofatomen en een zuurstofatoom. Water komt in de natuur voor in de drie verschillende hoofdfasen: als vloeistof, als vaste stof en als gas. Bij kamertemperatuur is water een vloeistof zonder specifieke kleur en geur. Al het leven op aarde bestaat grotendeels uit en is afhankelijk van water. Bij het stollen, wordt bij de meeste stoffen het volume kleiner. Bij water is dit niet het geval. Als water bevriest, wordt het volume groter. Door het uitzetten bij bevriezing, heeft water in vaste toestand een kleinere dichtheid dan in vloeibare toestand. Hierdoor drijft ijs in water.



Vraag 1: Wat gebeurt er met de moleculen bij een vaste stof? In een vaste stof hebben alle moleculen een eigen plaats. Ze maken slechts een snelle trillende beweging. De intermoleculaire ruimte is dan klein.

Vraag 2: Wat gebeurt er met de snelheid van de moleculen als je een stof gaat verwarmen of smelten? Door verhoging van de temperatuur gaan de moleculen uit elkaar, de intermoleculaire ruimte wordt groter. Daardoor kunnen ze kriskras door elkaar bewegen en verplaatsen zich door de hele stof. De vaste stof is dan vloeistof geworden.

Vraag 3: Wat gebeurt er met de snelheid van de moleculen bij het stollen? Door verlaging van de temperatuur gaan de moleculen langzamer bewegen. De onderlinge aantrekkingskrachten worden groot, zodat de moleculen niet meer van hun plaats weg kunnen. De vloeistof wordt nu een vaste stof.

5.4 Oplossingen

Een oplossing is een samenvoeging van een vaste stof en een vloeistof. De deeltjes van de vaste stof zijn niet meer afzonderlijk te onderscheiden.

Een onverzadigde oplossing is een oplossing waarin je nog meer vaste stof kunt oplossen. Een verzadigde oplossing is een oplossing waarin je niet nog meer vaste stof kunt oplossen. De vloeistof waarin de vaste stof wordt opgelost heet het oplosmiddel. Bij veel verzadigde oplossingen kunnen er bij afkoeling kristallen van de vaste stof ontstaan.

De concentratie van een oplossing is het aantal grammen vaste stof, dat per 100gr oplosmiddel is opgelost. Als een oplossing een concentratie heeft van 20g/100g, betekent dit dat de oplossing 20g vaste stof per 100g oplosmiddel bevat.

De oplosbaarheid van een vaste stof is het aantal grammen vaste stof dat maximaal in 100gram oplosmiddel opgelost kan worden. De oplosbaarheid van een stof hangt af van de temperatuur.

Indampen gebruik je om een mengsel van een vaste stof en een vloeistof (in een oplossing) te scheiden. De vloeistof verdampt tenslotte en is weg. Vb. het winnen van zout uit zeewater. Dit zout kun je dan scheiden van het water.

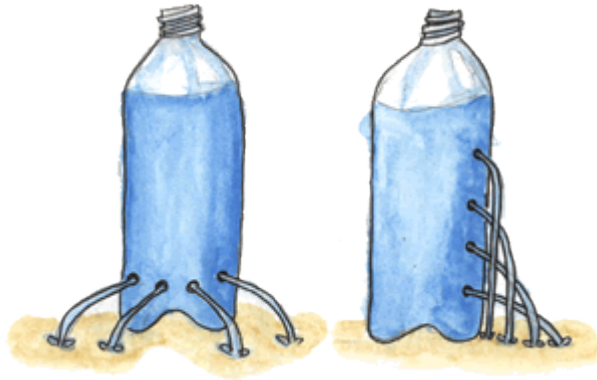
Opgaven

1. Als je ergens spiritus ruikt, weet je dat er spiritus aan het is.
2. Bij een hogere temperatuur wil een vloeistof verdampen. (langzamer, even snel, sneller)
3. Bij een grote 'verdampings-oppervlak' wil een vloeistof verdampen. (langzamer, even snel, sneller)
4. Als het waait, gaat het drogen van het wasgoed
5. Bij het verdampen ...er moleculen uit de vloeistof.
6. Als de temperatuur van een vloeistof stijgt, wordt de snelheid van de moleculen..... (kleiner, even groot, groter)
7. Als waterdamp verandert in water, zeg je dat de damp
8. Mist is gecondenseerde
9. Zet de stoffen: water, olie en alcohol in de juiste 'verdampings-volgorde'. De stof die het snelst verdampt komt als eerst.
10. Waarom gaat het verdampen sneller bij hogere temperatuur?
11. Waarom gaat het verdampen sneller bij een groot oppervlak?
12. Hoe moet je het wasgoed aan de lijn hangen?
13. Waarom bestaat parfum voor een groot gedeelte uit alcohol?
14. Als een vloeistof kookt, gebeurt het verdampen.... (overal in de vloeistof, alleen in de bovenste laag van de vloeistof)
15. Wat weet je van de temperatuur van een vloeistof die aan het koken is?
16. Alle vloeistoffen koken bij dezelfde temperatuur. Is deze bewering juist?
17. Hoe noem je de temperatuur waarbij een vloeistof kookt?
18. Wat gebeurt er met het kookpunt van een vloeistof bij verhoging van druk op die vloeistof?
19. Wat weet je van het kookpunt van water, wanneer je dit boven op een berg zou meten?
20. Verklaar waarom een dampbel bij het opstijgen in kokend water groter wordt.
21. Als een vloeistof een vaste stof wordt, de vloeistof.
22. Als een vaste stof vloeistof wordt, de vaste stof.
23. De temperatuur waarbij een zuivere vaste stof smelt, heet het
24. Het smeltpunt is voor de meeste stoffen (gelijk, verschillend)
25. Bij welke temperatuur smelt ijs?
26. Wat gebeurt er met de intermoleculaire ruimte als een vloeistof stolt?
27. Wat gebeurt er met de onderlinge aantrekkingskracht van de moleculen als een vloeistof stolt.
28. Als je een suikerklontje in een kop hete thee doet, zal het klontje
29. Als je zoveel mogelijk suiker in een kop thee hebt opgelost, heet de oplossing
30. De oplosbaarheid is voor de meeste stoffen (gelijk, verschillend)
31. Als de temperatuur stijgt, neemt de oplosbaarheid van suiker (toe, af)
32. Het aantal gram opgeloste stof per 100 gram oplosmiddel heet de van de oplossing.
33. Hoe heten de vaste deeltjes die kunnen ontstaan, als je een verzadigde oplossing afkoelt?
34. Wat versta je onder de concentratie van een oplossing?
35. Hoe zou je uit zeewater zout kunnen maken?

6. Vloeistofleer

In dit hoofdstuk zullen wij het hebben over vloeistofdruk, de werking van hydraulische werktuigen en communicerende vaten.

6.1 Vloeistofdruk



Vb: Bij de eerste plastic fles met gaatjes naast elkaar, spuit het water even ver uit ieder gaatje.

Bij de tweede plastic fles zijn onder elkaar gaatjes geprikt, waarvan de gaatjes even groot zijn. Het water stroomt uit het bovenste gaatje niet zo snel. Het water uit het onderste gaatje stroomt het snelst.

Conclusie: hoe dieper onder de vloeistof, hoe groter de druk.

De vloeistofdruk is afhankelijk van:

- De vloeistofhoogte.
- Hoe groter de hoogte van de vloeistof, hoe groter de druk.
- De dichtheid.

Hoe groter de dichtheid, hoe groter de druk

6.2 Hydraulische werktuigen

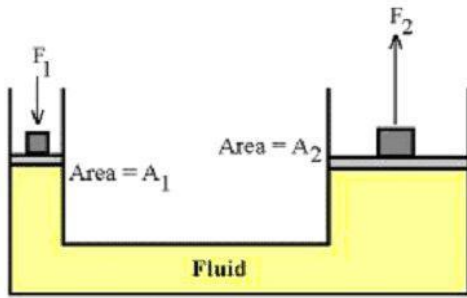
Als je een druk op een vloeistof uitoefent, gaat die druk onveranderd verder. De druk blijft gelijk.

Wet van Pascal

De druk in een vloeistof verspreidt zich in alle richtingen en blijft even groot.

De wet van Pascal geldt alleen:

- Als het vat helemaal gevuld is met vloeistof
- Als de vat helemaal afgesloten is.



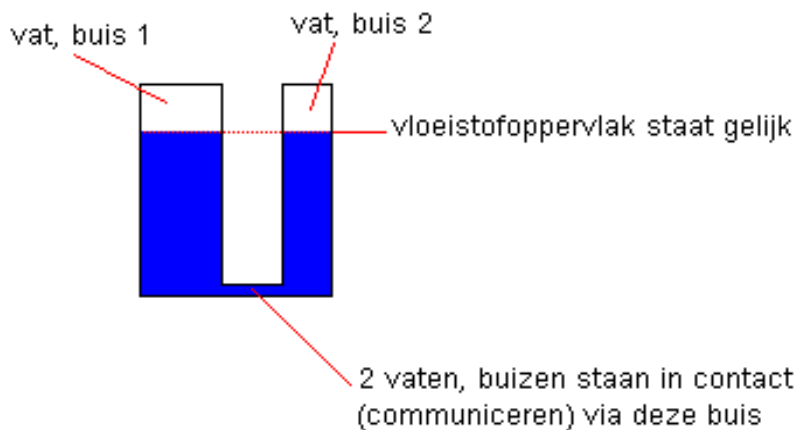
In de krik zitten 2 cilinders die afgesloten zijn door een zuiger. Op de kleine zuiger werkt de kleine kracht F_1 (21N). Op de grote zuiger wordt een grotere kracht F_2 uitgeoefend. De oppervlakte van de kleine zuiger is 7cm^2 en van de grote zuiger 400cm^2 . Bereken F_2 !

$$p = F_1/A_1 = 21\text{N}/7\text{cm}^2 = 3\text{N}/\text{cm}^2$$

De druk onder de grote zuiger is dan ook $3\text{N}/\text{cm}^2$

$$F_2 = p \times A = 3\text{N}/\text{cm}^2 \times 400\text{cm}^2 = 1200\text{N}$$

6.3 Communicerende vaten



In de tekening hebben we 2 buizen die met elkaar in verbinding staan. We noemen zulke buizen communicerende vaten. Als water in rust is, staat de waterspiegel vlak en horizontaal. De vloeistofspiegels in de buizen liggen in hetzelfde horizontale vlak.

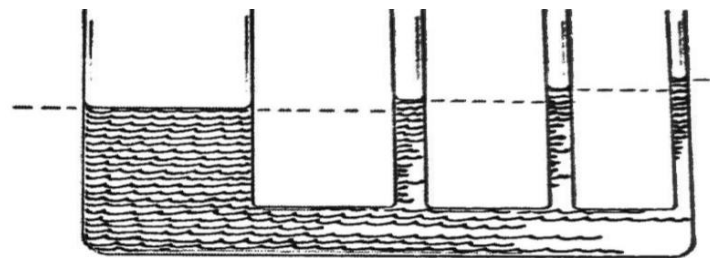
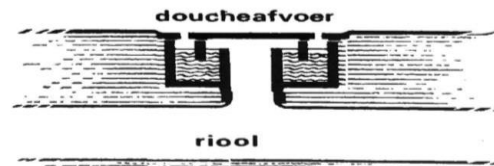
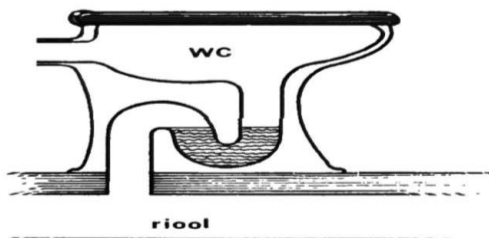
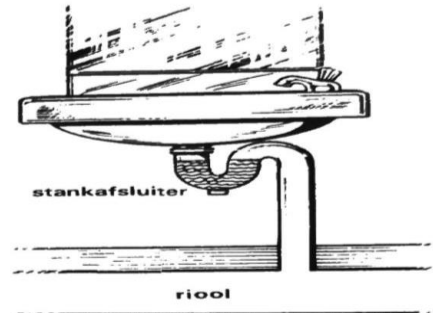
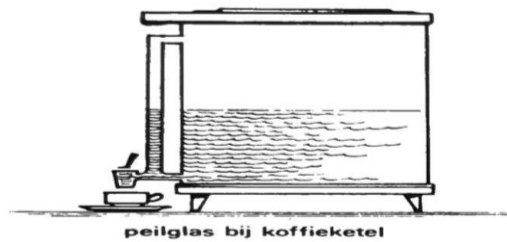
Wet van de communicerende vaten:

Bij communicerende vaten staan de vloeistofspiegels in hetzelfde horizontale vlak.

De wet geldt alleen:

- Als de vaten wijd zijn
- De vaten aan de bovenkant open zijn.
- De vloeistof in rust is.
- De vaten met een en dezelfde vloeistof gevuld zijn.

Communicerende vaten kom je overal tegen.
Kijk maar eens naar de volgende tekeningen.



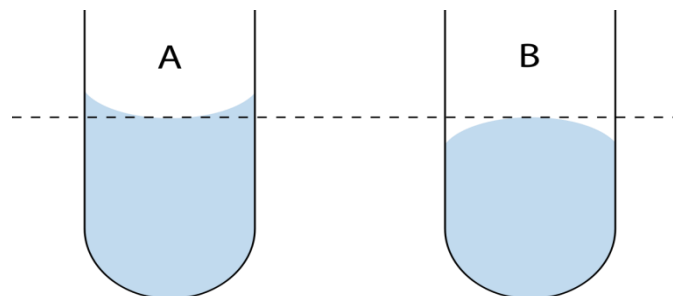
Capillaire werking bij water

In de tekening zie je enkele communicerende vaten: dunne en wijde vaten (buizen). Een heel dun buisje noem je een haarvat of een **capillaire** buis. In de vaten zit er water. Water heeft een holle vloeistofspiegel. We zien dat water in de dunne vaten hoger staat dan in de wijde vaten. Hoe dunner het vat, hoe hoger hij gaat staan. Dat water in dunne buisjes hoger gaat staan, noem je het een capillaire opstijging van water.

In het algemeen geldt:

Als een vloeistof (bv. water) een holle vloeistofspiegel heeft, wil het in een capillaire buis opstijgen.

Als een vloeistof een bolle vloeistofspiegel heeft, wil het in een capillaire buis lager gaan staan, bv kwik. In capillaire buisjes zal kwik in de wijde vat hoger staan.



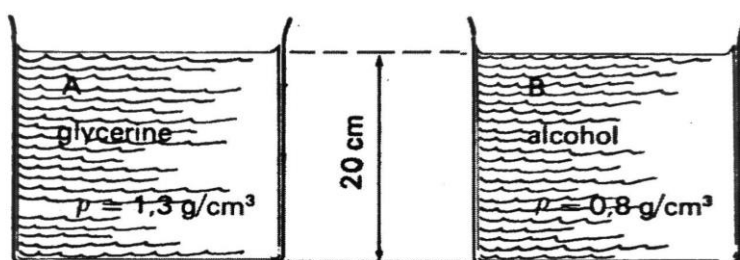
Water: holle vloeistofspiegel

Kwik: bolle vloeistofspiegel

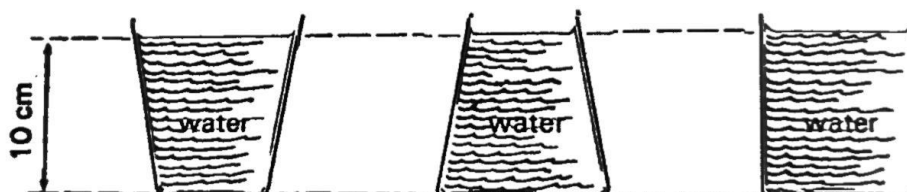
Als er capillaire werking is, liggen de vloeistofspiegels van communicerende vaten in hetzelfde horizontale vlak.

Opgaven

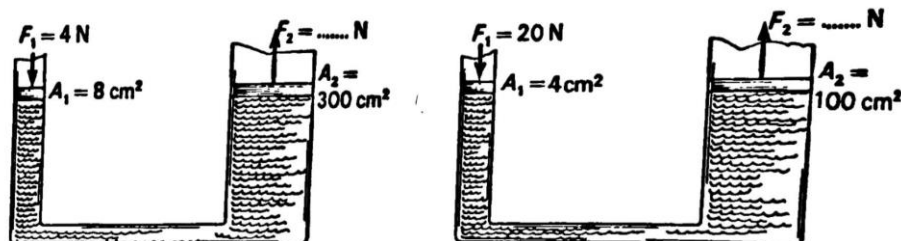
1. Hoe dieper onder vloeistof, hoe de druk
2. De vloeistofdruk is afhankelijk van de en de
3. Waarom moet een diepzeeduiker zo een sterk duikerspak dragen?
4. Waardoor kunnen je oren pijn gaan doen als je een diepe duik in het zwembad maakt?
5. Als een auto in het water raakt, kun je de deuren niet meer openen. Hoe komt dat? Wat kun je dan doen?
6. Op welke bodem is de druk het grootst en waarom?



7. De druk op de bodem van de hieronder getekende glazen is (gelijk, verschillend).



8. Bereken bij de volgende hydraulische persen het ontbrekende gegeven.



9. Vul de volgende tabel van een hydraulische pers in:

	Oppervlakte van kleine zuiger (A_1)	Kracht van de kleine zuiger (F_1)	Oppervlakte grote zuiger (A_2)	Kracht van grote zuiger (F_2)
a.	15 cm ²	300N	50 cm ²	 N
b.	17 cm ²	680N	80 cm ²	 N
c.	34 cm ²	5100N	60 cm ²	 N
d.	14 cm ²	 N	70 cm ²	3500N
e.	30 cm ²	 N	90 cm ²	5400N

10. Een krik heeft een kleine zuiger van 5 cm^2 en een grote zuiger van 150 cm^2 . Welke kracht is op de kleine zuiger nodig om met de grote zuiger een auto met een massa van 1200 kg op te tillen?
11. Bij een hydraulische pers zijn de zuigers $7,5 \text{ cm}^2$ en 2250 cm^2 . Op de kleine zuiger werkt een kracht van $97,5 \text{ N}$.
- Bereken de druk onder de kleine zuiger
 - Hoeveel pascal is de druk onder de grote zuiger?
 - Bereken de kracht, die de grote zuiger uitoefent.

12. Vul de volgende tabel van een hydraulische pers in:

	Oppervlakte van kleine zuiger (A_1)	Kracht van de kleine zuiger (F_1)	Oppervlakte grote zuiger (A_2)	Kracht van grote zuiger (F_2)
a.	 cm^2	272 N	35 cm^2	560 N
b.	 cm^2	700 N	120 cm^2	2400 N
c.	 cm^2	875 N	225 cm^2	7875 N
d.	40 cm^2	840 N	 cm^2	4830 N
e.	26 cm^2	780 N	 cm^2	5400 N
f.	9 cm^2	810 N	 cm^2	15750 N

13. Communicerende vaten zijn met elkaar
14. De vloeistofspiegels bij wijde communicerende vaten staan altijd in
15. Wat geldt bij communicerende vaten?
16. Noem vijf voorbeelden van communicerende vaten.
17. Noem de wet van de communicerende vaten.
18. Water in een glas staat aan de kant dan in het midden.
19. Capillaire buisjes zijn Een ander woord voor capillaire buis is
20. Een vloeistof heeft in een glas een bolle vloeistofspiegel. In twee communicerende vaten gaat deze vloeistof in het dunne vat...staan dan in het wijde vat (lager, hoger).

7. Opwaartse kracht (F_o)

Heb jij je ooit afgevraagd waarom een stukje metaal zinkt en een grotere stuk kurk drijft? In dit hoofdstuk zullen we het antwoord op deze vraag proberen te vinden.

7.1 De wet van Archimedes

We hebben eerder al kennis gemaakt met de zwaartekracht F_z . Nu leren we een nieuwe kracht erbij en dat is de opwaartse kracht. De opwaartse kracht is naar boven gericht en het symbool hiervoor is F_o . De opwaartse kracht zorgt ervoor dat een voorwerp lichter is in een vloeistof.

Wet van Archimedes:

Op een voorwerp in een vloeistof werkt een opwaartse kracht F_o . De opwaartse kracht is gelijk aan het gewicht van de vloeistof, die door het voorwerp verplaatst wordt.



- Tekening 1: We meten eerst de kracht die nodig is om de steen op te tillen. Gewicht in de lucht, hier werkt de F_z . Unster wijst 5 N aan.
- Tekening 2: We meten de kracht terwijl de steen wordt ondergedompeld in vloeistof. Daar lezen we een schijnbaar gewicht af van 2 N. Deze kracht is kleiner dan in de eerste tekening want vloeistof oefent een opwaartse kracht uit genaamd F_o .
- Tekening 3 geeft aan dat de opwaartse kracht gelijk is aan het gewicht van de vloeistof in de emmer, want in de emmer gaat evenveel vloeistof als door de steen is verplaatst. De unster wijst 3 N aan. (F_o).

Je kunt dus zeggen: de opwaartse kracht op de steen is gelijk aan het gewicht van de vloeistof, die de steen verplaatst.

Formule F_o : $V \times \rho \times g$

F_o = opwaartse kracht

V = volume verplaatste vloeistof

ρ = dichtheid vloeistof

$$F_o = V \times \rho \times g$$

$$N = m^3 \times kg/m^3 \times 10N/kg$$

$$N = cm^3 \times g/cm^3 \times 0,01 N/g$$

7.2 Zinken, zweven en drijven



Opgaven

1. Bereken bij de volgende opgaven de opwaartse kracht (F_o):

	Volume	Dichtheid	Opwaarte kracht (F_o)
a.	4 m ³	800kg/m ³	
b.	3 m ³	1030 kg/m ³	
c.	2 m ³	700 kg/m ³	
d.	0,5 m ³	1200 kg/m ³	

2. Op een voorwerp in een vloeistof werken altijd twee krachten. Welke?
3. Welke richting heeft de opwaartse kracht F_o ?
4. Een kano heeft een eigen gewicht van 300 N. Een jongen met een gewicht van 400 N vaart met de kano.
 - a. Hoe groot is het gewicht van de kano en de jongen samen?
 - b. Hoe groot is de opwaartse kracht op de kano?
5. Een duiker zweeft onder water. De man heeft een gewicht van 700 N, zijn uitrusting is 250N.
 - a. Hoe groot is het gewicht van man en uitrusting samen?
 - b. Hoe groot is de opwaartse kracht?

Literatuurlijst

- Delta Serie Natuurkunde deel 1.
- Delta Serie Natuurkunde deel 2.
- Natuurkunde voor nu en straks deel 1.
- Bron afbeelding NaSk:
https://www.google.com/search?q=NaSk+natuurkunde&tbm=isch&ved=2ahUKEw1tuL7e37AhVUPd8KHevvCi4Q2-cCegQIABAA&oq=NaSk+natuurkunde&gs_lcp=CgNpbWcQAzIHCAAQgAQQEzoECCMQJzoFCAAQgAQ6BAgAEEM6BggAEAUQHjoECAAQHjoGCAAQCBAeOgkIABCABBAKEBg6BwgAEIAEEBhQ-HFY5ZcBYL6bAWgBcAB4AIAB9wWIAa8UkgEIMC4xMi42LTGYAQCgAQGqAQ tnd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&scient=img&ei=i9qTY-PkDdT6_Abr36vwAg&bih=904&biw=1920#imgsrc=Incpj2uaZgkHaM
- Bron afbeelding regen:
<https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fmedia.istockphoto.com%2Fid%2F691471626%2Fnl%2Fvector%2Fwolken-en-regen-tekening.jpg%3Fs%3D1024x1024%26w%3Dis%26k%3D20%26c%3D1q87pPMw4rB FpwSYrkO6BA tmeTaRj8CDr8Pa21N3D3A%3D&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.istockphoto.com%2Fnl%2Fvector%2Fwolken-en-regen-tekening-gm691471626-127521117&tbnid=cOeUeUUU6vlKcM&vet=12ahUKEwiPp9O028n7AhXF8VMKHYjcDysQMygFegUIARDRAQ..i&docid=nsEAPnLfUqq iM&w=1024&h=918&q=schet s%20regen&ved=2ahUKEwiPp9O028n7AhXF8VMKHYjcDysQMygFegUIARDRAQ>
- Bron analoge koortsthermometer
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwebshop.w-o-l-f.nl%2Findex.php%2Fproduct%2Fklassieke-koorts-thermometer-analoog%2F&psig=AOvVaw2wWBDe0HronwvnFuZelPWY&ust=1669511538101000&source=images&cd=vfe&ved=0CBAQjRxqFwoTCKDqnqTVyvsCFQAAAAAdAAA AABAD>
- Bron digitale koortsthermometer
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fmydiabetescare.be%2Fprodu cts%2Fdigitale-thermometer&psig=AOvVaw3H0okU7GuE4e6PdK78HV1k&ust=1669511678263000&source=images&cd=vfe&ved=0CBAQjRxqFwoTCKD49-bVyvsCFQAAAAAdAAAAABAE>
- Bron afbeelding tafel:
<https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fthumbs.dreamstime.com%2Fb%2Fschets-van-de-oude-tafel-doedelstijl-alleenstaande-vectorillustratie-204836470.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fnl.dreamstime.com%2Fschets-van-de-oude-tafel-doedelstijl-alleenstaande-vectorillustratie-image204836470&tbnid=KGhR6R47CLVuDM&vet=12ahUKEwi1zJPd28n7AhVC81MKHSPbT8QMygDegUIARDJAQ..i&docid=Mw6rHZJnh2FaM&w=800&h=800&q=schets%20tafel&ved=2ahUKEwi1zJPd28n7AhVC81MKHSPbT8QMygDegUIARDJ AQ>
- Bron auto:
<https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fimages.autoreview.nl%2Fo riginal%2Fimg-1-0c2970.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.autoreview.nl%2Fnieuws%2Fautonieu ws%2Fid%2F29117%2Fporsche-designer-legt-uit-hoe-teken-je-een-911&tbnid=H8x-76 plkJZiM&vet=12ahUKEwjurdGv3Mn7AhViQkIHHWBKADUQMygGegUIARDP>

[AQ..i&docid=YRMrgVVJYm98tM&w=2560&h=1440&q=schets%20auto&ved=2ahUKEwjurdGv3Mn7AhViQkIHHWBKADUQMygGegUIARDPAQ](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fpuc.overheid.nl%2Fmp-bundels%2Fdoc%2FPUC_353100000000_10%2F1%2F&psig=AOvVaw2LlfT4sjcpOV7plpLMM4O8&ust=1669480939324000&source=images&cd=vfe&ved=0CBAQjRxqFwoTCJC9qqXjyfsCFQAAAAAdAAAAABAE)

- Bron afbeelding atoom:
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fpuc.overheid.nl%2Fmp-bundels%2Fdoc%2FPUC_353100000000_10%2F1%2F&psig=AOvVaw2LlfT4sjcpOV7plpLMM4O8&ust=1669480939324000&source=images&cd=vfe&ved=0CBAQjRxqFwoTCJC9qqXjyfsCFQAAAAAdAAAAABAE
- Bron ruimtelijk voorstelling watermolecuul:
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.eoswetenschap.eu%2Fnatuurwetenschappen%2Fwaarom-begrijpen-de-meeste-mensen-niks-van-water&psig=AOvVaw3dKkY5YuRWSFOydt9sFmFY&ust=1669482336149000&source=images&cd=vfe&ved=0CBAQjRxqFwoTCIDRtb_oyfsCFQAAAAAdAAAAABAE
- Bron schematische voorstelling watermolecuul:
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.wikiwand.com%2Fnl%2FMolecuul&psig=AOvVaw0GoI6cpxxYitbdAasGYIyE&ust=1669482525822000&source=images&cd=vfe&ved=0CBAQjRxqFwoTCLiT55npyfsCFQAAAAAdAAAAABAF>
- Bron gas , vast , vloeibaar: <https://leestrainer.nl/nask/stoffen/toestanden/opdracht.htm>
- Bron info water: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Water>
- Bron watermolecuul :
<https://www.alamy.com/water-h2o-molecule-skeletal-formula-image159340251.html>
- Bron moleculen vast, vloeibaar, gas :
<https://docplayer.nl/172119173-Stoffen-en-moleculen-bijlage-moleculen-en-atomen.html>
- Bron flessen met gaatjes:
<https://www.waterwizz.nl/proefjes/de-kracht-van-water.html>
- Bron hydraulische werktuig :
https://science.fandom.com/el/wiki/%CE%9D%CF%8C%CE%BC%CE%BF%CF%82_Pascal
- Bron communicerende vaten:
<https://www.techna.nl/begrippen/communicerende%20vaten/communicerende%20vaten.htm>
- Bron bolle en holle vloeistofspiegel:
https://nl.wikipedia.org/wiki/Meniscus_%28fysica%29
- Bron tekening Fo en Fz :
https://nanopdf.com/download/wet-van-archimedes-pdf-versie_pdf
- Bron zinken, zweven , drijven :
<https://natuurkundevandeduiksport.jouwweb.nl/zinken-zweven-en-drijven>