

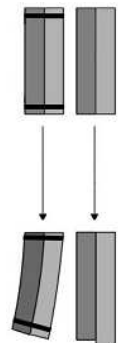
Theorie: Temperatuur meten

Objectief meten

Bij het meten van een grootte mag je meting niet afhangen van toevallige omstandigheden. De temperatuur die je ervaart als je een ruimte binnenkomt, zal afhangen van de temperatuur in de ruimte waar je daarvoor was. Zelf ben je dus geen geschikt instrument om de temperatuur te meten. Een thermometer zal onder alle omstandigheden dezelfde temperatuur aangeven. Een thermometer is een objectief meetinstrument.

Soorten thermometers

Fokke Tuinstra, een professor van de Technische Universiteit van Delft, zei ooit: "Alles is een thermometer". Hij bedoelde daarmee dat aan bijna alle voorwerpen wel iets verandert als de temperatuur verandert. Er zijn dan ook veel verschillende soorten thermometers:



- Vloeistof thermometers: dit zijn de bekendste thermometers. Ze bestaan uit een reservoir en een capillair. Wanneer de temperatuur stijgt zal de vloeistof uitzetten en stijgt het vloeistofniveau in de capillair. De thermometer zal dan een hogere waarde aangeven. Vroeger werd als vloeistof meestal kwik gebruikt. Omdat kwikdamp giftig is, wordt er tegenwoordig gebruik gemaakt van gekleurde alcohol.
- Thermokoppels: deze thermometers bestaan uit twee draden van een verschillend metaal. Op het contactpunt ontstaat een spanning die afhankelijk is van de temperatuur. Thermokoppels zijn bijzonder geschikt voor hele hoge temperaturen.
- Infrarood thermometers: deze thermometers meten de infrarode straling die een voorwerp uitzendt. Oorthermometers meten bijvoorbeeld de straling van het trommelvlies.
- Bimetaalthermometers: een bimetaal bestaat uit twee verschillende stripjes metaal die op elkaar zijn gelast. Wanneer de temperatuur verandert zullen beide stripjes een beetje uitzetten. Omdat verschillende metalen niet evenveel uitzetten, zal het bimetaal kromtrekken (zie het plaatje hiernaast). Bimetalen worden bijvoorbeeld gebruikt in kamerthermostaten.
- Elektrische thermometers: deze thermometers bevatten een weerstand gemaakt van een halfgeleidermateriaal. De waarde van deze weerstand verandert als de temperatuur verandert. De thermometer zal daardoor een andere spanning afgeven. Deze thermometers worden veel gebruikt in elektrische apparaten, zoals bijvoorbeeld de voeding van je computer.



Soorten schalen

Aan een meetinstrument waar alleen maar iets aan verandert heb je niets. Een thermometer zal daarom ook altijd een schaalverdeling hebben. Deze schaalverdeling krijg je door de thermometer te *ijken*. Tijdens het practicum heb je zelf een thermometer geïjkt op de manier die Celsius ook gebruikt heeft: smeltend ijs noemde hij 0 °C en kokend water noemde hij 100 °C. Tussen deze twee streepjes zette hij nog 99 streepjes, één streepje voor iedere graad temperatuurstijging. Naast Celsius zijn er ook anderen geweest die een thermometer ontworpen hebben:

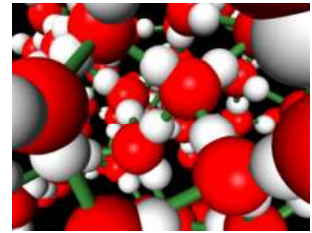
- Gabriel Fahrenheit noemde het smeltpunt van zout zeewater 0 °F en de gemiddelde menselijke temperatuur 100 °F. Deze schaalverdeling wordt in de Verenigde Staten nog steeds gebruikt.
- Lord Kelvin introduceerde in de negentiende eeuw een absolute temperatuurschaal. 0 K is het absolute nulpunt, ofwel de laagst mogelijke temperatuur. 0 K is gelijk aan -273 °C. Sinds 1967 is de kelvin (let op: het is niet *graden* kelvin, zoals bij Celsius en Fahrenheit) de officiële eenheid van temperatuur.

$$\begin{array}{l} T_{\text{Celsius}} = (T_{\text{Fahrenheit}} - 32) \cdot \frac{5}{9} \\ T_{\text{Celsius}} = T_{\text{Kelvin}} - 273 \end{array} \quad \begin{array}{l} T_{\text{Fahrenheit}} = T_{\text{Celsius}} \cdot \frac{9}{5} + 32 \\ T_{\text{Kelvin}} = T_{\text{Celsius}} + 273 \end{array}$$

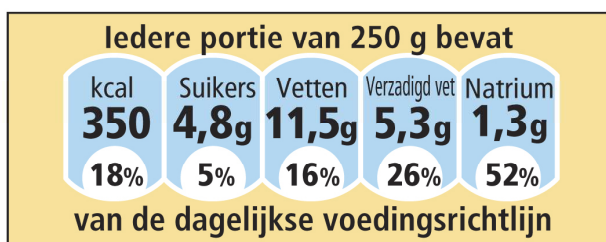
Temperatuur en warmte

Temperatuur en warmte zijn twee begrippen die vaak door elkaar gehaald worden. Dat is ook niet verwonderlijk, want ze hebben veel met elkaar te maken. Om het verschil tussen en temperatuur en warmte te kunnen begrijpen moeten we eerst iets meer weten van stoffen.

Stoffen bestaan uit zeer kleine deeltjes. Bij vaste stoffen (ijzer, hout, glas) hebben deze deeltjes een vaste plaats. Op hun eigen plaats kunnen deze deeltjes een beetje heen en weer bewegen. Bij vloeistoffen (water, kwik) en gassen (lucht, aardgas) bewegen deze deeltjes kriskras door elkaar. De gemiddelde snelheid waarmee de deeltjes in een stof bewegen, is een maat voor de temperatuur van de stof: hoe sneller de deeltjes, hoe hoger de temperatuur.



Om deeltjes in een stof sneller te laten bewegen moet je extra energie in de stof stoppen. Dat kan je doen in de vorm van warmte. Warmte is het stromen van energie van een stof met een hoge temperatuur naar een stof met een lage temperatuur. Omdat warmte bewegende energie is, heeft het dezelfde eenheid als elektrische energie, namelijk joule (J).



Vroeger werd als eenheid voor energie de calorie (cal) gebruikt. Op voedingsmiddelen kom je deze eenheid nog steeds tegen.

1 kcal (kilocalorie) komt overeen met 4184 J.