

## Temperatuurschalen

In Nederland drukken we temperaturen meestal uit in graden Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), maar er bestaan veel meer temperatuurschalen. In deze opgave bekijken we een aantal van deze temperatuurschalen.

In de Verenigde Staten wordt de temperatuur uitgedrukt in graden Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ). De Fahrenheitschaal is in 1724 ontwikkeld door de Duitser Gabriel Fahrenheit. Hij gebruikte bij het bedenken van deze schaal de volgende drie referentiepunten:

- 1 Hij maakte een mengsel van ijs, water en een bepaald soort zout. Dat was in die tijd de manier om een zo laag mogelijke temperatuur te verkrijgen. Die temperatuur noemde hij  $0^{\circ}\text{F}$ .
- 2 Het vriespunt van water. Dat noemde hij  $32^{\circ}\text{F}$ .
- 3 De lichaamstemperatuur van een gezond mens. Die noemde hij  $96^{\circ}\text{F}$ .

In graden Celsius is de lichaamstemperatuur van een gezond mens gelijk aan  $37^{\circ}\text{C}$  en is het vriespunt van water  $0^{\circ}\text{C}$ . Zowel de Celsiusschaal als de Fahrenheitschaal is lineair. En ook het verband tussen de temperatuur in graden Celsius en die in graden Fahrenheit is lineair.

- 4p 1 Bereken met behulp van de bovenstaande referentiepunten de temperatuur in  $^{\circ}\text{C}$  van het ijsmengsel dat Fahrenheit gebruikte.

De metingen van Fahrenheit waren vrij onnauwkeurig en daarmee was zijn temperatuurschaal dat ook. Inmiddels is de Fahrenheitschaal nauwkeuriger vastgesteld en geldt tussen graden Celsius ( $C$ ) en graden Fahrenheit ( $F$ ) het volgende verband:  $C = \frac{5}{9}(F - 32)$ .

- 3p 2 Bereken bij welke temperatuur beide temperatuurschalen dezelfde temperatuur aangeven.

In de wetenschap werkt men meestal met de Kelvinschaal. Deze schaal is afgeleid van de Celsiusschaal, maar heeft een ander nulpunt, namelijk het zogenoemde absolute nulpunt. Dat is de laagst mogelijke temperatuur. In graden Celsius is dat  $-273,15^{\circ}\text{C}$ .

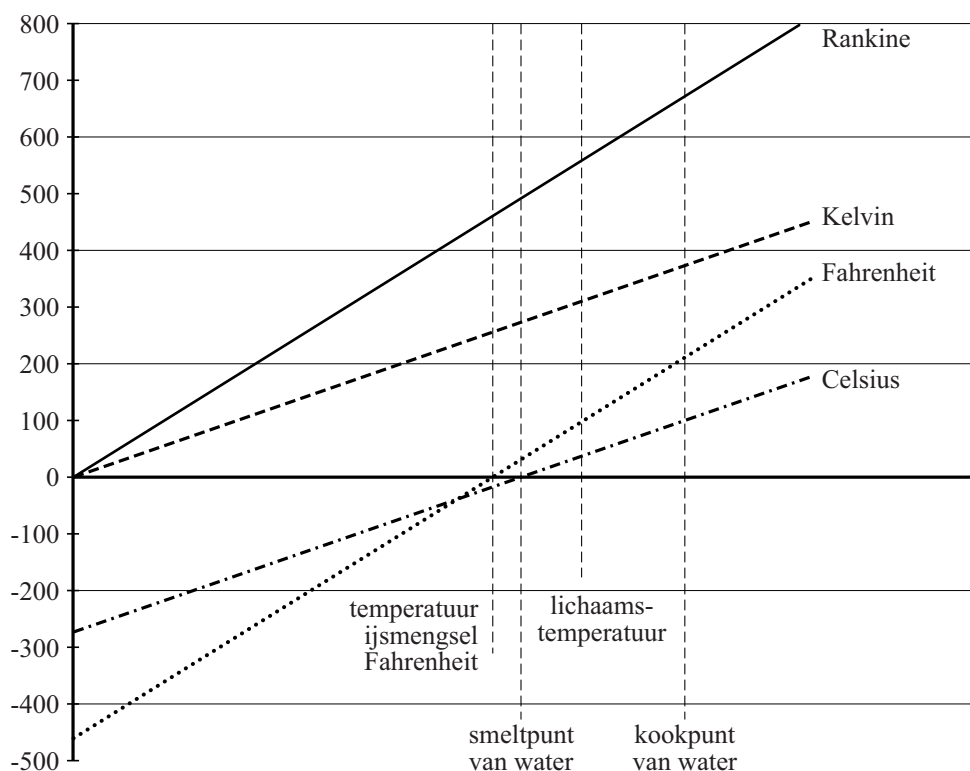
Er geldt:  $K = C + 273,15$  met  $K$  in Kelvin.

Door de twee bovenstaande formules te gebruiken, kun je een formule opstellen die de temperatuur in Kelvin uitdrukt in graden Fahrenheit. Deze formule heeft de vorm  $K = aF + b$ .

- 3p 3 Bereken de waarden van  $a$  en  $b$ . Geef je antwoorden in twee decimalen.

In de figuur zijn de grafieken getekend van verschillende temperatuurschalen: Celsius, Fahrenheit en Kelvin. Beide assen hebben een lineaire schaalverdeling. Op de horizontale as is echter geen schaalverdeling weergegeven: daar staan enkele natuurkundige verschijnselen die bij de betreffende temperaturen plaatsvinden. In de figuur is ook de grafiek getekend van de schaal van Rankine. Deze schaal is in de negentiende eeuw afgeleid van die van Fahrenheit, maar heeft, net als de Kelvinschaal, het absolute nulpunt als nulpunt. De grafieken die horen bij Fahrenheit en Rankine zijn evenwijdig.

figuur



Met behulp van deze grafieken en/of de voorgaande formules is het mogelijk om een verband op te stellen tussen de temperatuur in °C en die in graden Rankine (°Ra).

Dat verband heeft de vorm:  $C = pR + q$  met  $C$  de temperatuur in °C en  $R$  de temperatuur in °Ra.

- 4p 4 Stel deze formule op. Licht je antwoord toe en geef de waarden van  $p$  en  $q$  in twee decimalen.