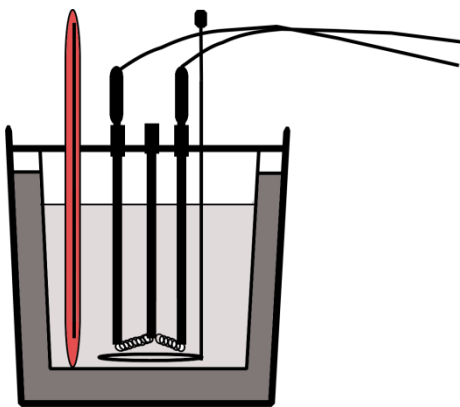


Joulemeter (warmtemeter)

Er zijn verschillende elektrische apparaten waarmee je water kunt verwarmen. Hoeveel warmte nodig is voor het verwarmen van een bepaalde hoeveelheid water, kun je meten met een warmtemeter. Een joulemeter (warmtemeter) is een goed geïsoleerd bakje. In figuur 1 zie je een dwarsdoorsnede van een warmtemeter. Je kunt het water in de warmtemeter verwarmen met een elektrisch verwarmingselement. Door een deksel zijn een roerder en een thermometer gestoken. Door af en toe te roeren, zorg je ervoor dat het water gelijkmatig wordt opgewarmd. Met de thermometer kun je de temperatuur van het water meten. Omdat het bakje goed geïsoleerd is, wordt vrijwel alle warmte die het verwarmingselement produceert door het water opgenomen.



Soortelijke warmte van enkele stoffen zoals deze zijn te vinden in het binas

Stof	Soortelijke warmte (J/g bij 20 °C)
Water	4,20
Melk	3,90
Olijfolie	1,70
Alcohol	2,40
IJs	2,20
Baksteen	0,75
Koper	0,39
Zilver	0,24
(Eiken)hout	2,40
Lucht	1,00

Let op! Maximale toelaatbare bedrijfstemperatuur van deze meter is 70 °C. Bovenstaande stoffen zijn voorbeelden en uiteraard niet per definitie toepasbaar!

Figuur 1
Dwarsdoorsnede van een warmtemeter

Soortelijke warmte

Uit nauwkeurige proeven blijkt dat er 4,2 J warmte nodig is om 1 gram water 1 °C in temperatuur te laten stijgen. Het maakt niet uit of de temperatuur stijgt van 11 naar 12 °C of van 48 naar 49 °C. De hoeveelheid warmte die nodig is om 1 gram van een stof 1 °C in temperatuur te laten stijgen, noem je de soortelijke warmte van die stof. De soortelijke warmte van water is dus 4,2 J/g °C. Als symbool voor soortelijke warmte wordt de letter c gebruikt. Je kunt de vorige zin dus ook als volgt schrijven: $c_{\text{water}} = 4,2 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$. De soortelijke warmte is een stoffeigenschap: elke stof heeft z'n eigen soortelijke warmte. In tabel 1 zie je de soortelijke warmte van water en andere stoffen.

Voorbeeld van meting

Doe 100 gram water in de Joulemeter en verwarm het met het verwarmingselement van 5 Ohm gedurende 5 minuten met een spanning van 10 V en stroomsterkte van 2 A. We hebben gemeten: de begintemperatuur is 20 graden °C, de eindtemperatuur is 33,5 graden °C. Om het vermogen van het verwarmingselement te berekenen hebben we gebruik gemaakt van de volgende formules:

$$\begin{array}{l} \text{Spanning} = \text{Stroomsterkte} \times \text{Weerstand} \\ U = I \times R \\ 10 = 2 \times 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Vermogen} = \text{Spanning} \times \text{Stroomsterkte} \\ P = U \times I \\ 20 = 10 \times 2 \end{array}$$

Het verwarmingselement heeft in 5 minuten (300 seconden) $E = P \times t = 20 \times 300 = 6000$ Joule afgegeven.

De formule voor de soortelijke warmte is:

$$\begin{array}{l} \text{Hoeveelheid warmte} = \text{Soortelijke warmte} \times \text{Massa van stof} \times \text{het temperatuurverschil} \\ Q = c \times M \times \Delta T \\ 6000 = 4,2 \times 100 \times 13,5^* \end{array}$$

* Uit deze proef blijkt er dus 330 Joule door de Joulemeter zelf te zijn opgenomen.

Uit: Nova-3HV van Uitgeverij Malmberg B.V. – 's-Hertogenbosch