

Warmte inhoud

1. Inleiding (deze les dus)
2. Warmtecapaciteit
3. Soortelijke warmte
4. Joulemeter (practicum)
5. Vermogen
6. Energie
7. Rendement

Warmte inleiding

Warmte \neq Temperatuur: **Warmte = Energie**

Maar als je warmte aan een voorwerp toevoegt, stijgt de temperatuur

Warmte verplaatst zich van hoge naar lage temperatuur

Energie kan van de ene in de andere vorm **veranderen**

In een afgesloten systeem geldt:

- De **Wet van behoud van energie** =
- De totale **hoeveelheid energie blijft constant**, in formule: $\sum Q = 0$



Griekse hoofdletter **Sigma**

S van som: alle Q's opgeteld

Voorbeelden van vragen



Je doet 80 liter **heet** water in een bad
En dan 40 liter **koud** water
Verbrand je jezelf dan?



Je doet 2 ijsklontjes in een glas lauwe limonade
Wordt de limonade koud genoeg?



Je zet 's winters de thermostaat twee graden hoger
Hoe lang doet de verwarming daar over?

Formules, grootheden en eenheden

2 ^e klas:	$T = T_{\text{celcius}} + 273,15$ 0 °C = 273,15 K	$\rho = \frac{m}{V}$	
3 ^e klas:	$Q = P \cdot t$ Q = warmte = energie (J)	$\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}$	$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}}$
Nieuw:	$Q = C \cdot \Delta T$	$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$	

Grootheid	Symbool	Eenheid	Symbool	Andere eenheid	Symbool
soortelijke warmte	c	joule per kilogram kelvin	J/kg•K	joule per kilogram graad celcius	J/kg•°C
warmtecapaciteit	C	joule per kelvin	J/K	joule per graad celcius	J/°C
warmte	Q	joule	J	wattseconde, kilowattuur	Ws/kWh

Warmtecapaciteit

Warmtecapaciteit (C) = hoeveelheid warmte om voorwerp 1 °C te verwarmen

$$Q = C \cdot \Delta T$$

Let op: GROTE C



1.

$$Q = C \cdot \Delta T$$

2.

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

3.

$$\Delta T = \frac{Q}{C}$$

Onthoud: $\Delta T = T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}}$

(Het maakt voor ΔT niet uit of je in kelvin of graden celcius werkt)

Joulemeter

In dit hoofdstuk hebben we het vaak over een:

Afgesloten systeem

Dit betekent:

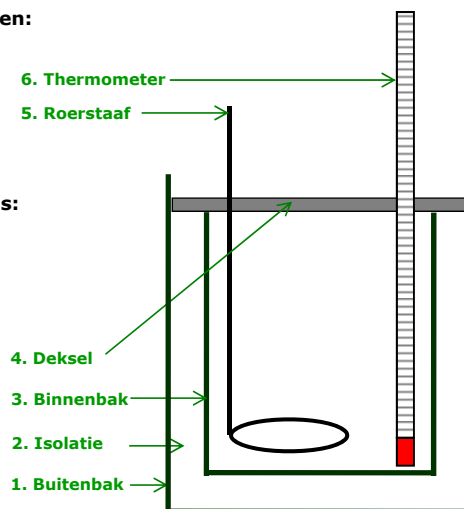
- Er komt geen warmte **in**
- Er gaat geen warmte **uit**

Een voorbeeld van een afgesloten systeem is:

Een joulemeter

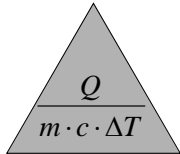
Warmtecapaciteit $C =$

Hoeveel warmte is nodig om de temperatuur van de joulemeter met 1 °C te laten stijgen?



Soortelijke warmte

Soortelijke warmte (c) = hoeveelheid warmte om 1 kg stof 1 °C te verwarmen


$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Grootheid	Symbool	Eenheid
Warmte	Q	J
Massa	m	Kg
Temperatuurverschil	ΔT	°C
Soortelijke warmte	c	J/kg.°C

Let op de punt

1. $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ 2. $m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T}$ 3. $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$ 4. $\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c}$

Onthoud: $\Delta T = T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}}$

Practicum Joulemeter

1. Doel: bepalen van **soortelijke warmte** van **messing**
2. Verslag: Aan het **eind** van de **les** inleveren!!!

Proef

1. Water afmeten: **225 – 250 g**
2. Water in joulemeter
Temperatuur meten
3. Messing ophalen
4. Messing in joulemeter
Temperatuur meten

Energie

Tot nu toe deden we (meestal) opgaven met **afgesloten systemen**
 Hierbij gold de **wet van behoud van energie**:

$\sum Q = 0$

(In woorden: **er komt geen warmte bij en er gaat geen warmte uit**)

↑

Griekse hoofdletter **Sigma**
S van som: alle Q's opgeteld

Vanaf nu doen we (meestal) opgaven met **niet-gesloten** systemen:

$\sum Q > 0$

er komt warmte bij

$\sum Q < 0$

er gaat warmte uit

Vermogen

Bij elektriciteit: $E = P \cdot t$ (zie elektriciteit als je het vergeten bent)

Bij kracht en energie: $W = P \cdot t$

Nu: $Q = P \cdot t$

(In woorden: **vermogen = warmte per seconde**)

Voorbeeld (zie opgave 2 van energie):

$$P = ? \text{ W}$$

$$t = 10 \text{ s}$$

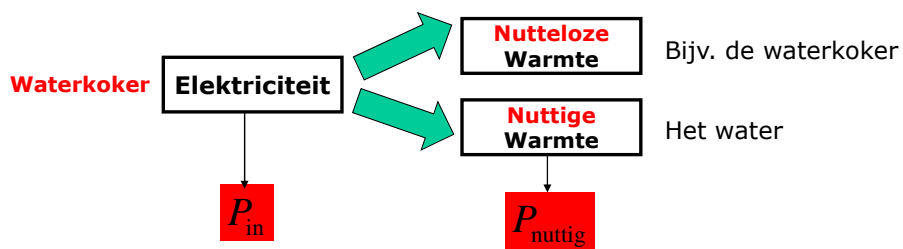
$$Q = 34 \dots \text{ kJ}$$

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{34 \dots \text{ kJ}}{10 \text{ s}} = 3,4 \dots \text{ kJ/s} = 3,4 \text{ kW}$$

Rendement

(Kijk eventueel ook voor rendement bij elektriciteit)

Bij warmte **opletten met** nuttig(e) vermogen/energie



$$\text{Rendement (geen eenheid)} \longleftarrow \eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \longrightarrow \begin{array}{l} \text{Nuttig vermogen (W)} \\ \text{Ingaand vermogen (W)} \end{array}$$

$$3 = \frac{6}{2}$$

$$6 = 3 \cdot 2$$

Tip voor driehoek: $P_{\text{nuttig}} = \eta \cdot P_{\text{in}}$