

Warmte inleiding



Opdracht 1. Wat weet je nog uit de tweede klas?

Kruis bij iedere bewering aan of deze juist of onjuist is.

Bewering	Juist	Onjuist
Temperatuur en warmte hebben dezelfde eenheid		
De eenheid van warmte is de graad celcius		
Als eenheid van temperatuur gebruikt natuurkunde vaak de kelvin		
Als je aan een stof warmte toevoegt, stijgt de temperatuur		
Op een 'warmtemeter' kunt je direct warmte aflezen		
Door temperatuurverschillen krijg je warmtetransport		
Er zijn twee manieren van warmtetransport		
Warmte kan door het luchtledige getransporteerd worden		
Je hebt bij vaste stoffen warmtestroming		
Vaste stoffen geleiden warmte allemaal even goed		

Opdracht 2. Warmte is energie

Beantwoord de vragen.

Vraag	Antwoord
Wat zorgt op aarde voor de meeste energie?	
Is de aarde een afgesloten systeem?	
Geef 2 energiesoorten (anders dan warmte-energie)	
Welke energieomzetting is er bij een straalkachel?	
Waarom 's winters de CV aanblijven als de kamer warm is?	
Een zonneboiler zet zonnestraling om in warmte 1. Waarvoor kun je deze zonnewarmte gebruiken? 2. Noem 2 voordelen 3. Noem 2 nadelen	
Het absolute nulpunt is bij 0 K. Hoeveel graden celcius is dat?	
Hoeveel kelvin is 20 °C	
Hoeveel graden celcius is 250 K.	

Warmtecapaciteit 3hv



Je mag bij alle vragen aannemen dat er geen warmte verloren gaat.

Opgave 1. Wat betekent warmtecapaciteit?

Beschrijf wat het betekent dat een joulemeter een warmtecapaciteit van $70 \text{ J/}^\circ\text{C}$ heeft.

Opgave 2. Warmtecapaciteit van een joulemeter.

Een joulemeter met een warmtecapaciteit van $70 \text{ J/}^\circ\text{C}$ wordt van $20 \text{ }^\circ\text{C}$ naar $80 \text{ }^\circ\text{C}$ verwarmd.

- Bereken ΔT .
- Bereken de benodigde hoeveelheid warmte.

Opgave 3. Warmtecapaciteit van een ligbad.

De temperatuur in een badkamer is $21,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Uit de warmwaterkraan komt water met een temperatuur van $72,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Tina doet warm water met een warmtecapaciteit van $2,5 \cdot 10^5 \text{ J/}^\circ\text{C}$ in een ligbad. De temperatuur van het bad en van het water wordt dan $68,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Bereken ΔT van het ligbad en ΔT van het warme water.
- Bereken de hoeveelheid warmte die het warme water verliest.
- Hoeveel warmte wint het koude water?
- Bereken de warmtecapaciteit van het ligbad

Warmtecapaciteit 3hv



Opgave 4. Vervolg van opgave 3.

Tina voegt net zoveel koud water van $18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ aan het bad (met het warme water die allebei een temperatuur hebben van $68,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) toe, dat de eindtemperatuur $45,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ wordt.

- a) Bereken ΔT van het ligbad, ΔT van het warme water en ΔT van het koude water.

- b) Bereken hoeveel warmte het ligbad en het warme water samen verliezen

- c) Dus, hoeveel warmte wint het ligbad?

- d) Bereken de warmtecapaciteit van het koude water

In opgave 3 deed Tina 60 liter warm water in het ligbad.

- e) Bereken hoeveel koud water Tina in deze opgave heeft toegevoegd.

Als je de warmtecapaciteit en de massa van een stof weet, kun je de soortelijke warmte van een stof berekenen met de formule: $C = c \cdot m$, waarbij

- (grote) C de warmtecapaciteit,
- (kleine) c de soortelijke warmte en
- m de massa is

- f) Bereken de soortelijke warmte van water

Soortelijke warmte 3hv



Opgave 1. Wat is soortelijke warmte?

Wat betekent: ijzer heeft een soortelijke warmte van $0,46 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$.

Opgave 2. Celcius en kelvin

Leg uit, waarom de soortelijke warmte van ijzer ook is $0,46 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$

Opgave 3. Kilogram en gram

Leg uit, waarom de soortelijke warmte van ijzer ook is $0,46 \text{ J/g} \cdot \text{K}$

Opgave 4. IJzer verwarmen.

Hoeveel warmte is nodig om 300 g ijzer van 20°C naar 80°C te verwarmen?

Opgave 5. Water verwarmen.

Een dompelaar geeft 700 J warmte af aan 300 g water van 18°C .
Welke temperatuur krijgt het water hierdoor?



Opgave 6. IJs verwarmen

Om 30 g ijs te verwarmen van -10°C tot -2°C is 528 J nodig.
Bereken de soortelijke warmte van ijs.

Soortelijke warmte 3hv



Opgave 7. Eindtemperatuur

Bij een scheikundeproef mengt Marjolein in een maatbeker 400 g water van 80 °C met 100 g alcohol ($c_{\text{alcohol}} = 2,43 \text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C}$) van 20 °C . De warmtecapaciteit van de maatbeker en warmte-uitwisseling worden verwaarloosd.

Bereken de eindtemperatuur?

Tip: Vul zowel voor het water als voor de alcohol de gegevens in de formule $Q = m \cdot c \cdot (T_e - T_b)$ in. Omdat je T_e natuurlijk niet kent moet je die als onbekende beschouwen.

Opgave 8. Smeltwarmte

Het kost energie om ijs van 0 °C te veranderen in water van 0 °C . Deze energie wordt smeltwarmte genoemd. Ilja mengt 20 g ijs ($c_{\text{ijs}} = 2,2 \text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C}$) van -10 °C in 200 g limonade ($c_{\text{limonade}} = 4,3 \text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C}$) van 18 °C . De eindtemperatuur van de limonade + het (gesmolten) ijs is 9 °C . De warmtecapaciteit van het glas en warmte-uitwisseling worden verwaarloosd.

- Hoeveel warmte is nodig voor de opwarming van 20 g ijs van -10 °C tot 0 °C?
- Hoeveel warmte is nodig voor de opwarming van 20 g water van 0 °C tot 9 °C?
- Hoeveel warmte komt bij de afkoeling van 200 g limonade van 18 °C tot 9 °C vrij?
- Hoeveel warmte is dus nodig voor het smelten van 20 g ijs?

Smeltwarmte is de benodigde warmte per g.

- Bereken de smeltwarmte

Soortelijke warmte 3hv



Opgave 9. Oefenopgave voor het practicum

Nb. HET PRACTICUM LIJKT SPREKEND OP DEZE OPGAVE. JE MAG DE UITWERKING VAN DEZE OPGAVE BIJ HET PRACTICUM HOUDEN.

In een joulemeter ($C = 90 \text{ J/}^\circ\text{C}$) zit 120 g water. De temperatuur van de joulemeter met inhoud is 20°C . Een stuk koper van 60 g wordt enige tijd in kokend water gehouden en daarna in de joulemeter gedaan. Charlotte roert goed en na enige tijd is de (maximum) temperatuur 23°C . Warmteverlies uit de joulemeter mag verwaarloosd worden.

a) Bereken de soortelijke warmte van koper met behulp van $\sum Q = 0$.

In het echt gaat er natuurlijk wel warmte verloren.

b) Leg uit of de maximum temperatuur daardoor hoger of lager wordt.

De joulemeter



Benodigdheden

- Joulemeter
- Roerstaaf
- Thermometer
- Maatbeker
- 225 – 250 g water
- Blokje messing van 500 g en 100 °C (**LET OP: GLOEIEND HEET!!!**)

Proefinstructie

1. Meet 225 – 250 g water af en noteer de massa van het water m _____
2. Laat de docent je meting controleren paraaf _____
3. Doe het water in de joulemeter en meet de temperatuur T_b _____
4. Doe het messing in de joulemeter + het deksel er meteen op!
5. Roer en noteer de temperatuur als die niet meer stijgt T_e _____
6. Maak het verslag

Verslag

Het verslag bevat:

1. Inleiding:
 - Doel: **waarom** heb je de proef gedaan (soortelijke warmte bepalen)?
2. Meetopstelling:
 - Benodigdheden: **waarmee** heb je de proef gedaan?
 - Tekening: **hoe** heb je de proef gedaan
 - Uitleg: **waarmee en hoe** heb je de proef hebt uitgevoerd
3. Uitwerking:
 - De theorie: wat zit er achter de proef?
 - Overzicht van de meetgegevens
 - Verwerking van de meetgegevens (soortelijke warmte bepalen en vergelijken met de BINAS-waarde)
4. Samenvatting
 - Leg in het kort uit wat de bedoeling was en wat het resultaat was.

Let op:

1. Let op de significantie en de eenheid van de berekende soortelijke warmte
2. Hoeveel % wijkt de berekende waarde van de BINAS waarde af ($c_{\text{messing}} = 0,38 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$)
3. Leg het eventuele verschil uit: (niet: ik heb onnauwkeurig gemeten)



Opgave 1. Een campingkoelkast

Als Joost op de camping aankomt koopt hij 24 blikjes ($C = 12 \text{ J/}^\circ\text{C}$) sinas van 330 ml in de campingwinkel waar het 20°C is. Het is buiten 33°C als hij een campingkoelkast ($C = 250 \text{ J/}^\circ\text{C}$) aanzet en de blikjes sinas erin doet. Je mag aannemen dat zowel de dichtheid als de soortelijke warmte van sinas hetzelfde is als van water.

- a) Hoeveel energie moet de koelkast afstaan om tot 10°C af te koelen?

- b) Hoeveel energie moeten de 24 blikjes (zonder inhoud) afstaan om tot 10°C af te koelen?

- c) Hoeveel energie moet de inhoud van de 24 blikjes afstaan om tot 10°C af te koelen?

- d) Hoeveel energie moet de koelkast met inhoud in totaal in kWh afstaan?

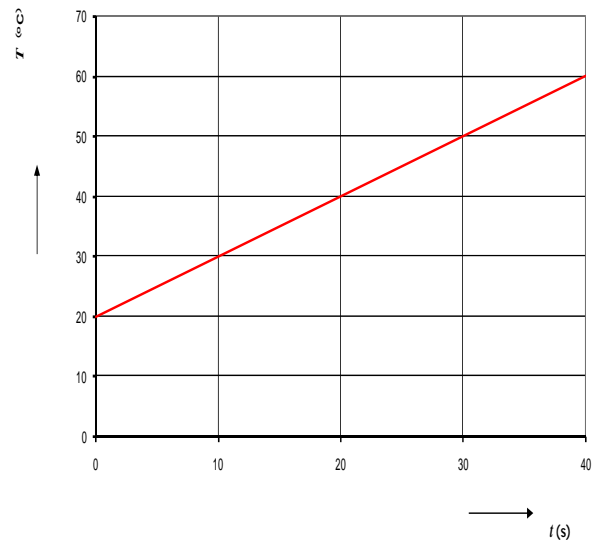
Energie 3hv



Opgave 2. Een waterkoker.

Een waterkoker ($C = 0,30 \text{ kJ}/^\circ\text{C}$) bevat 0,75 liter water. Mathieu maakt een grafiek van de opwarming van de waterkoker met inhoud.

a) Hoeveel energie is er na 10 s toegevoegd.



b) Leg uit hoeveel energie er na 30 s is toegevoegd.

c) Na hoeveel seconden is er 80 kJ toegevoegd?

Als de waterkoker na 40 s wordt uitgezet, staat hij per seconde 500 J energie af aan de omgeving.

d) Na hoeveel minuten is de waterkoker tot de begintemperatuur is afgekoeld.

Vermogen 3hv



Opgave 1. De boiler

In een boiler ($C = 6,0 \text{ kJ/}^\circ\text{C}$) zit 125 dm^3 water van $20 \text{ }^\circ\text{C}$. De boiler heeft een verwarmingselement met een vermogen van $1,2 \text{ kW}$. De boiler wordt ingesteld op een watertemperatuur van $65 \text{ }^\circ\text{C}$ en aangezet.

- Hoeveel warmte is nodig voor de verwarming van de boiler?
- Hoeveel warmte is nodig voor de verwarming van het water?

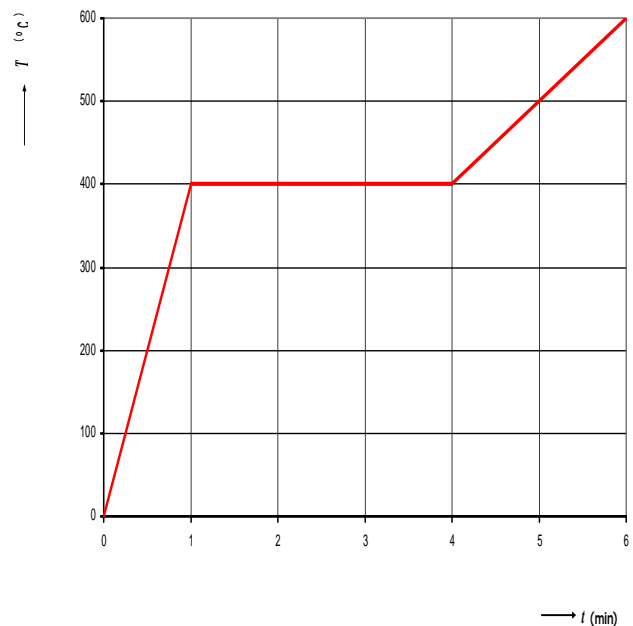
Neem aan dat het vermogen van het verwarmingselement volledig benut wordt voor de verwarming en dat er geen warmte verloren gaat.

- Bereken hoeveel tijd er nodig is voor de opwarming van de boiler met inhoud

Opgave 2. Fasen

Een kookplaatje met een vermogen van $1,0 \text{ kW}$ verwarmt $1,0 \text{ kg}$ van een vaste stof op een regelmatige manier en zonder warmteverlies.

- Leg met behulp van het diagram uit wat er met de stof gebeurt.
- Bereken de soortelijke warmte van de vaste stof.
- Bereken de smeltwarmte.



- Leg uit of de soortelijke warmte van de vloeistof hoger of lager is dan van de vaste stof.

Rendement 3hv



Opgave 1. De dompelaar

In een theeglas met 100 ml water van 19 °C wordt gedurende 30 s een dompelaar gehouden. De temperatuur stijgt naar 33 °C.

Je mag aannemen dat warmtecapaciteit van het theeglas te verwaarlozen is en dat de verwarming regelmatig is.

a) Hoeveel warmte neemt het water op?



De verwarming heeft een rendement van 65 %.

b) Hoeveel elektrische energie heeft de dompelaar afgegeven?

c) Hoe groot is het elektrisch vermogen van de dompelaar?

Opgave 2. Vervolg van Vermogen opgave 1 (De boiler)

In werkelijkheid doet de boiler 7,0 uur over het verwarmen.

a) Hoeveel elektrische energie heeft de boiler in die tijd opgenomen?

b) Bereken het rendement van de boiler



Opgave 1. Startopgaven

- Bereken hoeveel warmte er nodig is om 125 g water ($c = 4,18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$) van $21,0 \text{ }^\circ\text{C}$ tot $65,0 \text{ }^\circ\text{C}$ te verwarmen.
- Een blokje messing met een massa van 500 g koelt af van $100 \text{ }^\circ\text{C}$ tot $35 \text{ }^\circ\text{C}$. Bij het afkoelen komt 12,5 kJ warmte vrij. Bereken de soortelijke warmte van messing.
- Het smelten van ijs kost warmte. Er is 334 J warmte nodig om een gram ijs van $0,0 \text{ }^\circ\text{C}$ te laten smelten tot een gram water van $0,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Bereken hoeveel ijs van $0,0 \text{ }^\circ\text{C}$ je maximaal met 300 g water ($c = 4,18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$) van $20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ kunt laten smelten.

Opgave 2. De badkuip

Noura komt thuis van volleybaltraining en gaat een bad nemen. De temperatuur van het bad is $21,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Nadat Noura 60 liter heet water ($c = 4,18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$) van $72,5 \text{ }^\circ\text{C}$ in het bad heeft laten lopen blijkt de temperatuur van het bad en het badwater nog maar $68,0 \text{ }^\circ\text{C}$ te zijn. Je mag aannemen dat het bad en het badwater geen warmte aan de omgeving afgeven.

- Bereken de warmtecapaciteit van het bad. Laat zien dat er $24 \text{ kJ}^\circ\text{C}$ uit het antwoord komt.

Het bad is volledig van roestvrij staal ($c = 0,46 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$).

- Toon met behulp van de wet $C = m \cdot c$ dat de badkuip een massa van 52 kg heeft.

De temperatuur van het koude water is $15,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Hoeveel dm^3 koud water moet Noura in het bad laten lopen zodat de eindtemperatuur (van het bad en al het water) $40,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Laat zien dat er 75 dm^3 uit het antwoord komt.

In werkelijkheid gaat er wel warmte verloren.

- Leg nauwkeurig uit of daardoor meer of minder koud water nodig is.

Opgave 3. De waterkoker

Een elektrische waterkoker heeft een warmtecapaciteit van $225 \text{ J}^\circ\text{C}$. De waterkoker bevat 0,50 liter water. De temperatuur van de waterkoker en het water is $19 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Bereken hoeveel warmte er nodig is om de waterkoker en het water aan de kook te brengen.

De waterkoker heeft een rendement van 75%. Het water in de waterkoker is in 3,0 minuten aan de kook.

- Bereken het elektrische vermogen van de waterketel. (Gebruik een warmte van 200 KJ als je het antwoord op opgave 3a niet hebt.)

E I N D E