

# Practicum Soortelijke warmte (deel 2)

## Eigenschappen van stoffen en materialen

### Algemene beschrijving

#### Omschrijving

Van twee stoffen die niet in thermische evenwicht zijn, zal de stof met de hoge temperatuur warmte overdragen naar de stof met de lage temperatuur. De warmtestroom stopt zodra beide materialen dezelfde temperatuur hebben. In dit experiment gebruiken leerlingen hun kennis over de warmtestroom en de soortelijke warmte om zelf een experiment te ontwerpen met als doel de soortelijke warmte bepalen van een onbekend materiaal.

#### Leerdoelen inhoud

- Toepassen van de verkregen kennis bij experiment P1 Soortelijke warmte (deel 1)
- Begrippenlijst:  $Q_{afgegeven} = Q_{opgenomen}$ ,  $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ .

#### Leerdoelen vaardigheid

- Leerlingen stellen zelf een werkplan op
- Ze identificeren en selecteren daarbij relevante grootheden

#### Voorkennis

- Warmte is energie die wordt uitgewisseld tussen twee systemen die niet in thermisch evenwicht zijn. De energie stroomt van het systeem met een hoge temperatuur naar het systeem met de lage temperatuur.
- Twee systemen zijn in thermisch evenwicht (en hebben dus dezelfde temperatuur) als er geen warmte meer wordt uitgewisseld tussen beide objecten. Dit geldt voor materialen in zowel de gasfase, de vloeistoffase als vaste fase.

#### Benodigdheden

- Joulemeter (verwarmingselement is niet nodig)
- Blokjes aluminium (of blokjes van een ander goed geleidend materiaal) verwarmd tot bijna het kookpunt (advies: zet het lesuur ervoor de pan met heet water met de blokjes aluminium klaar)
- Haakje of klem om het massablokje uit het hete water te halen
- Maatbeker (voor ongeveer 200 mL water)
- Water
- Thermometer
- Eventueel een weegschaal
- Stopwatch (deze kun je er voor de vorm bij leggen, hebben ze niet nodig)

#### Klassikale introductie van het practicum

- Vertel de leerlingen het doel van het experiment: Het bepalen van de soortelijke warmte van het blokje.
- Vertel de leerlingen welke materialen ze mogen gebruiken (zie 'Benodigdheden').
- Leerlingen bedenken zelf het experiment, laten dit goedkeuren door de docent en pakken daarna pas de practicumspullen.

## Docentenhandleiding

- Leerlingen noteren links op hun whiteboard een kort werkplan met een tekening van de opstelling, in het midden een tabel voor de meetwaarden met hun gemeten waarden en rechts een berekening met een waarde voor de soortelijke weerstand.
- Leerlingen die eerder klaar zijn, kunnen in BiNaS opzoeken van welk materiaal het blokje waarschijnlijk is gemaakt. Welke verklaring hebben ze voor eventuele afwijkingen?

## Aanrommelfase leerlingen

- Leerlingen hebben tijd nodig om zelf een experiment te bedenken.

## Ontwerp leerlingen

- Leerlingen moeten het experiment goed laten keuren door hun docent om een betrouwbaar resultaat te krijgen. Het is bijvoorbeeld belangrijk om het hete blokje direct in de met water gevulde Joulemeter te stoppen om warmteoverdracht met de omgeving te beperken.
- Sommige groepjes zullen lang bezig zijn met het bedenken van het experiment. Help die leerlingen na 5 minuten een beetje op weg.

## Klassikale nabespreking

- Leerlingen bekijken elkaars borden. Welke overeenkomsten zijn er? Welke verschillen zijn er?
- Leerlingen hebben allemaal een blokje van hetzelfde materiaal gebruikt: hoe kunnen de verschillen in soortelijke warmte worden verklaard?
- Waar zijn jullie tegenaan gelopen bij het opstellen van het werkplan?
- Welke natuurkundige overeenkomsten en verschillen zijn er als je dit experiment vergelijkt met P2 Soortelijke warmte (deel 1)?
- Tenslotte de vraag 'wat heb je geleerd' over natuurkunde (inhoudelijk) en over experimenteel onderzoek doen (vaardigheden)?

## Organisatie

- Benodigde tijd: 50 minuten
  - Klassikale introductie (2 minuten)
  - Ontwerp experiment en door docent laten controleren (10 minuten)
  - Uitvoeren experiment + opmaken whiteboard (20 minuten)
  - Klassikale nabespreking (15 minuten)
- Leerlingen werken in groepjes van drie personen.
- Een alternatief zou kunnen zijn om blokjes van verschillende materialen over de groepjes te verdelen. Zorg wel dat er voor elk materiaal minimaal twee groepjes zijn.

## Voorbeeld resultaten

### Voorbeeld werkplan

- Verwarm het aluminiumblokje in kokend water. We gaan ervan uit dat de begintemperatuur van het aluminium ook 100°C is.
- Bepaal de begintemperatuur en massa van het water dat zich in een joulemeter bevindt.
- Stop het aluminiumblokje heel snel in de joulemeter.
- Bepaal de temperatuur van het water en wacht tot de temperatuur van het water niet meer toeneemt. Alle warmte is nu afgegeven door het aluminium en opgenomen door het water.
- Bepaal de massa van het aluminium met een weegschaal.

## Docentenhandleiding

### Voorbeeld resultaten

$$T_{Al,b} = 100^{\circ}C$$

$$T_{Water,b} = 18,3^{\circ}C$$

$$m_{Al} = 0,0305 \text{ kg}$$

$$m_{water} = 0,0998 \text{ kg}$$

$$c_{water} = 4,18 \cdot 10^3 \frac{J}{kg \cdot K}$$

$$T_{eind} = 23,1^{\circ}C$$

Deze gegevens vullen we in, in de volgende formule:

$$Q_{opgenomen} = Q_{afgegeven}$$

$$c_{water} \cdot m_{water} \cdot \Delta T_{water} = c_{Al} \cdot m_{Al} \cdot \Delta T_{Al}$$

$$4,18 \cdot 10^3 \cdot 0,0998 \cdot (23,1 - 18,3) = c_{Al} \cdot 0,0305 \cdot (100 - 23,1)$$

We vinden dan een soortelijke warmte van:  $c_{Al} = 8,5 \cdot 10^2 \frac{J}{kg \cdot K}$

Deze waarde is iets lager dan de werkelijke soortelijke warmte van aluminium ( $8,8 \cdot 10^2 \frac{J}{kg \cdot K}$ ). De afwijking kan verklaard worden door het feit dat we warmteafgifte naar de omgeving verwaarlozen (bijvoorbeeld bij het overbrengen van het aluminiumblok naar de joulemeter).