

# Uitwerkingen § 1

## Opgave 1

Geleiding, stroming en straling.

## Opgave 2

Metalen

Koper, zilver, lood, ijzer, goud, nikkel, platina.

Hout, rubber, kurk, glas en zand.

## Opgave 3

Geleiding

Stroming

Geleiding

## Opgave 4

Hout is een isolator. Aan een isolator kan je je niet branden. Wel aan een geleider!

## Opgave 5

Door de vezels van de trui wordt stroming van de lucht voorkomen. En stilstaande lucht is een isolator.

## Opgave 6

a.

Figuur a is juist. In verhouding tot (stilstaande) lucht geleidt glas de warmte goed en kan er nooit een groot temperatuurverschil in het glas zijn.

b.

Bij dubbel glas heb je vier luchtlaagjes in plaats van twee bij enkel glas.

## Opgave 7

a.

Tussen de wanden zit stilstaande lucht.

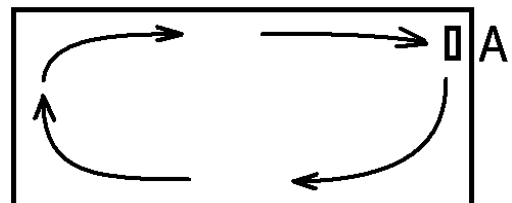
Dat werkt isolerend.

b.

De lucht in de flessenhouder is koud. En dus zwaarder dan de andere lucht. Het blijft daarom in de houder.

## Opgave 8

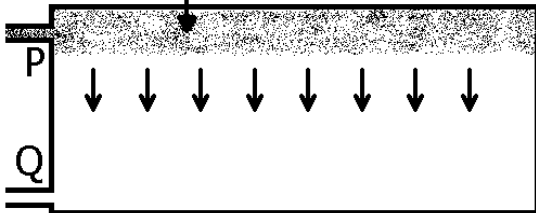
Het koelelement moet bij A zitten. Dan krijg je rondstroming. Zie de figuur hiernaast.



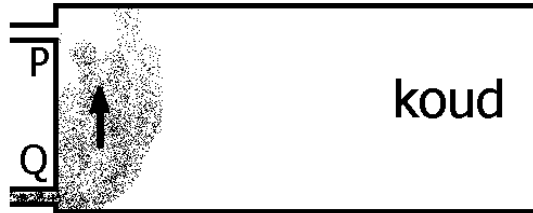
Opgave 9

De radiator werkt het beste als het hete water bij P de radiator binnen komt.  
Zie de onderstaande figuren.

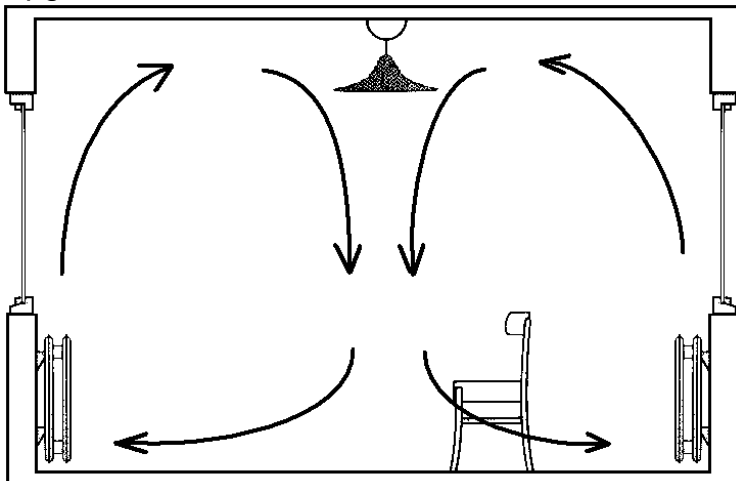
Warm water van P naar Q:  
De radiator wordt overal warm.  
Het hete water verspreidt zich  
over hele breedte van de radiator.



Warm water van Q naar P:  
De radiator wordt aan een kant  
warm. In de radiator stijgt het  
hete water meteen op.



Opgave 10



# Uitwerkingen § 2

## Opgave 1

Warmtestraling

Bij voorwerpen om ons heen (kamertemperatuur) is dat ver infrarode straling.

## Opgave 2

Meer

## Opgave 3

De auto heeft een warme voorkant (van de motor). Er is waarschijnlijk net nog mee gereden.

## Opgave 4

Een metaaloppervlak zendt veel minder warmtestraling uit dan een geverfd oppervlak.

## Opgave 5

Meer uitzenden

Meer absorberen

## Opgave 6

Het vacuüm verhindert warmtetransport door geleiding en stroming.

De spiegellende laag gaat warmtetransport door straling tegen.

## Opgave 7

1: straling

2: straling

3: stroming

## Opgave 8

Om het absorberen van warmtestraling tegen te gaan.

Om het uitzenden van warmtestraling tegen te gaan.

## Opgave 9

a.

Warmtetransport door geleiding speelt een onbelangrijke rol omdat lucht een isolator is.

b.

Warmtetransport door stroming is ongewenst want er mag geen rook in de kamer komen.

c.

Straling blijft als enige over.

## Opgave 10

De muren, plafond, vloer, meubulair enzovoort zijn nog koud.

Deze zenden minder warmtestraling uit dan bij 20 °C.

Co koelt dus af omdat er te weinig warmtestraling op hem valt.

### Opgave 11

Geval a: I meer uitzendt

Geval b: I meer absorbeert

### Opgave 12

Stroming (de warme lucht blijft vlak onder het plafond hangen)

Straling

Geleiding (lucht is een isolator)

### Opgave 13

Het koude voorwerp zendt minder warmtestraling uit.

Er valt dus minder warmtestraling op de thermometer.

De thermometer koelt af omdat hij meer warmtestraling uitzendt dan absorbeert.

# Uitwerkingen § 3

## Opgave 1

nabij  
wel  
ver  
niet

## Opgave 2

Zonlicht bevat zichtbaar licht en het nabij infrarood (en een klein beetje UV). Beide soorten straling worden door de glasplaat goed doorgelaten.

De glasplaat wordt niet warm want het ZL en het nabij IR worden niet geabsorbeerd door glas.

## Opgave 3

De deur houdt het ver IR tegen.

Het glas wordt warm want glas absorbeert het ver IR.

## Opgave 4

Uitstroom  
Warmtestraling (ver IR)

## Opgave 5

Koolstofdioxide en methaan

## Opgave 6

- a.  
Zwart papier absorbeert de zonnestrallen veel sterker.
- b.  
Alleen reden I is juist.

## Opgave 7

- a.  
Meer absorptie van zonlicht
- b.  
De glasplaat houdt de warmtestraling van de grondplaat tegen.  
Bovendien voorkomt de glasplaat warmteverlies door stroming van de lucht.
- c.  
Anders zou de warmte wegvloeien via de onderkant.

## Opgave 8

Linksom (tegen de richting van de klok in)

### Opgave 9

a.

Op Venus heerst een broeikaseffect (koolstofdioxide is een broeikasgas).

b.

Overdag valt er zeer veel zonlicht op het Mercuriusoppervlak. Door absorptie is de temperatuur erg hoog. 's Nachts koelt het oppervlak sterk af door het uitzenden van warmtestraling. Hierbij is er geen dampkring die deze straling (voor een deel) tegenhoudt.

### Opgave 10

Een zeer kort antwoord is het volgende.

Zonder markiezen gaat de warmte van de zon door het glas heen en is dan dus al in je huiskamer. Met markiezen is dit niet het geval.

Een uitgebreider antwoord is het volgende.

Zonder markiezen gaat de straling van de zon (zichtbaar licht en het nabij infrarood) probleemloos door de ruiten heen en valt op de gordijnen. De gordijnen worden warm en verwarmen de huiskamer.

Met markiezen kan de straling van de zon niet rechtstreeks op de ruiten vallen (zolang de markiezen voldoende groot zijn). De markiezen worden wel warm en zenden warmtestraling uit. Dit ver infrarood wordt echter tegengehouden door de ruiten.

# Uitwerkingen § 4

## Opgave 1

Joule (afgekort J)

Calorie

## Opgave 2

De soortelijke warmte is de hoeveelheid warmte die de stof opneemt per massa-eenheid en per graad temperatuurstijging.

De eenheid is: joule per gram en per graad celsius. Afgekort J/g°C.

## Opgave 3

2,43 J/g°C

## Opgave 4

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

## Opgave 5

1 calorie = 4,18 joule

Want 1 calorie is de warmte die nodig is om 1 gram water 1 graad celsius in temperatuur te laten stijgen. Je hoeft dus alleen maar de soortelijke warmte van water op te zoeken.

Deze is:  $c = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ .

## Opgave 6

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \cdot 8 \text{ g} \cdot 20^\circ\text{C} = 668,8 \text{ J}$$

## Opgave 7

$$\Delta T = \frac{Q}{c \cdot m} = \frac{40 \text{ J}}{0,39 \text{ J/g}^\circ\text{C} \cdot 16 \text{ g}} = 6,4^\circ\text{C}$$

## Opgave 8

$$\Delta T = \frac{Q}{c \cdot m} = \frac{5566 \text{ J}}{0,46 \text{ J/g}^\circ\text{C} \cdot 220 \text{ g}} = 55^\circ\text{C}$$

$$T_E = 190^\circ\text{C} - 55^\circ\text{C} = 135^\circ\text{C}$$

## Opgave 9

$$\Delta T = 35^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 15^\circ\text{C}$$

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{42 \text{ J}}{22 \text{ g} \cdot 15^\circ\text{C}} = 0,127 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

### Opgave 10

$$\Delta T = 40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 15^{\circ}\text{C}$$

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T} = \frac{4000 \text{ J}}{4,18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} \cdot 15^{\circ}\text{C}} = 63,8 \text{ g}$$

### Opgave 11

$$\Delta T = 22^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C} = 7^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{glas}} = c \cdot m \cdot \Delta T = 0,80 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} \cdot 4,5 \text{ g} \cdot 7^{\circ}\text{C} = 25,2 \text{ J}$$

$$Q_{\text{alcohol}} = c \cdot m \cdot \Delta T = 2,43 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} \cdot 2,5 \text{ g} \cdot 7^{\circ}\text{C} = 42,5 \text{ J}$$

$$Q_{\text{totaal}} = 25,2 \text{ J} + 42,5 \text{ J} = 67,7 \text{ J}$$



# Uitwerkingen § 5

## Opgave 1

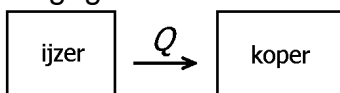
Als twee voorwerpen warmte met elkaar uitwisselen geldt dat de afgestane warmte door het ene voorwerp gelijk is aan de opgenomen warmte door het andere voorwerp.

## Opgave 2

De eindtemperatuur is  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  want deze temperatuur zit precies tussen  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  en  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## Opgave 3

De gegevens staan in het onderstaande schema.



$$\begin{array}{ll} c = 0,46 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} & c = 0,39 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} \\ m = 300 \text{ g} & m = 400 \text{ g} \\ T_B = \text{hoog} & T_B = 10\text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_E = 50\text{ }^{\circ}\text{C} & T_E = 50\text{ }^{\circ}\text{C} \end{array}$$

a.

We berekenen hoeveel warmte het koperblokje opgenomen heeft.

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 0,39 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} \cdot 400 \text{ g} \cdot (50\text{ }^{\circ}\text{C} - 10\text{ }^{\circ}\text{C}) = 6240 \text{ J}$$

b.

Nu berekenen we de temperatuurdaling van het ijzer.

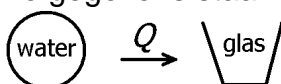
$$\Delta T = \frac{Q}{c \cdot m} = \frac{6240 \text{ J}}{0,46 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} \cdot 300 \text{ g}} = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Tot slot berekenen we de begintemperatuur van het ijzer.

$$T_B = 50\text{ }^{\circ}\text{C} + 45\text{ }^{\circ}\text{C} = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$$

## Opgave 4

De gegevens staan in het onderstaande schema.



$$\begin{array}{ll} c = 4,18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} & c = 0,80 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} \\ m = 300 \text{ g} & m = ? \\ T_B = 100\text{ }^{\circ}\text{C} & T_B = 20\text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_E = 89\text{ }^{\circ}\text{C} & T_E = 89\text{ }^{\circ}\text{C} \end{array}$$

Eerst berekenen we hoeveel warmte het water heeft afgegeven.

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} \cdot 300 \text{ g} \cdot (100\text{ }^{\circ}\text{C} - 89\text{ }^{\circ}\text{C}) = 13794 \text{ J}$$

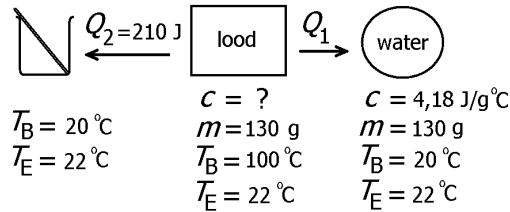
Nu berekenen we de massa van het glas.

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T} = \frac{13794 \text{ J}}{0,80 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} \cdot (89\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C})} = 250 \text{ g}$$

Van die 13794 J die het water afstaat gaat in werkelijkheid maar een deel naar het glas. Het glas neemt dus eigenlijk minder warmte op. De massa van het glas is dan ook minder dan 250 g.

### Opgave 5

De gegevens staan in het onderstaande schema.



Eerst berekenen we hoeveel warmte het water heeft opgenomen.

$$Q_1 = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \cdot 130 \text{ g} \cdot (22^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 1087 \text{ J}$$

Nu berekenen we hoeveel warmte het lood totaal heeft afgegeven.

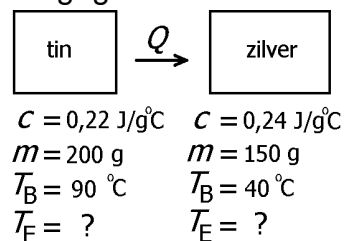
$$Q_{lood} = Q_1 + Q_2 = 1087 \text{ J} + 210 \text{ J} = 1297 \text{ J}$$

Nu berekenen we de soortelijke warmte van lood.

$$c = \frac{Q_{lood}}{m \cdot \Delta T} = \frac{1297 \text{ J}}{130 \text{ g} \cdot (100^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C})} = 0,128 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

### Opgave 6

De gegevens staan in het onderstaande schema.



afgestane warmte door tin = opgenomen warmte door zilver

$$(c \cdot m \cdot \Delta T)_{tin} = (c \cdot m \cdot \Delta T)_{zilver}$$

$$0,22 \text{ J/g}^\circ\text{C} \cdot 200 \text{ g} \cdot (90^\circ\text{C} - T_E) = 0,24 \text{ J/g}^\circ\text{C} \cdot 150 \text{ g} \cdot (T_E - 40^\circ\text{C})$$

$$44 \cdot (90 - T_E) = 36 \cdot (T_E - 40)$$

$$3960 - 44 \cdot T_E = 36 \cdot T_E - 1440$$

$$T_E = 67,5^\circ\text{C}$$

# Uitwerkingen § 6

## Opgave 1

$$P = \frac{Q}{t}$$

## Opgave 2

Watt (afgekort W)

## Opgave 3

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{80000 \text{ J}}{20 \text{ s}} = 4000 \text{ J/s} = 4000 \text{ W}$$

## Opgave 4

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{1000 \text{ J}}{1000 \text{ W}} = 1 \text{ s}$$

## Opgave 5

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{16000 \text{ J}}{2000 \text{ W}} = 8 \text{ s}$$

## Opgave 6

$$Q = P \cdot t = 3000 \text{ W} \cdot 180 \text{ s} = 540000 \text{ J} = 540 \text{ kJ}$$

## Opgave 7

$$\text{Bron A: } P = \frac{Q}{t} = \frac{67000 \text{ J}}{15 \times 60 \text{ s}} = 74,4 \text{ W}$$

$$\text{Bron B: } P = 0,6 \text{ W}$$

Dus A levert een groter vermogen.

## Opgave 8

Eerste twee minuten:

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{4000 \text{ J}}{2 \times 60 \text{ s}} = 33,3 \text{ W}$$

Laatste vier minuten:

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{3000 \text{ J}}{4 \times 60 \text{ s}} = 12,5 \text{ W}$$

## Opgave 9

$$Q = P \cdot t = 400 \text{ W} \cdot 4 \cdot 60 \text{ s} = 96000 \text{ J}$$

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T} = \frac{96000 \text{ J}}{4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \cdot (70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})} = 459 \text{ g}$$

Opgave 10

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \cdot 2500 \text{ g} \cdot (50^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) = 365750 \text{ J} = 365,8 \text{ kJ}$$

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{365,8 \text{ kJ}}{60 \text{ s}} = 6,1 \text{ kW}$$