

**1 Licht en warmte**

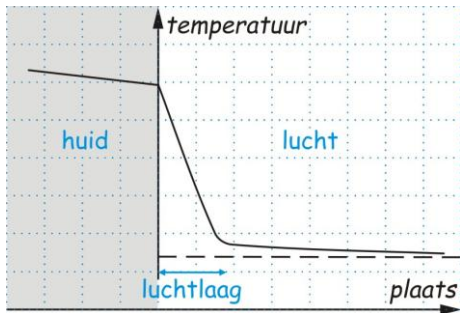
We vergelijken een flinke gloeilamp, een kaars en een straalkachel. Alle drie zenden ze straling uit, maar niet evenveel.

- a Zet ze in de volgorde van weinig naar veel.
  - Je vraagt je af wat het vermogen van een kaars is in vergelijking met dat van een gloeilamp van 60 W. De brandende kaars op een gevoelige weegschaal verbruikt 0,10 gram per minuut. De stookwaarde van kaarsvet is 40 MJ/kg.
- b Conclusie?
  - Zet de gloeilamp, de kaars en de straalkachel in de volgorde van efficiëntie als het gaat om:
- c<sup>1</sup> licht;
- c<sup>2</sup> warmte.
  - Een lamp zet elektrische energie voor 96% om in IR. Als je een autolamp (12 V–45 W) omgekeerd in 200 g gedestilleerd water van 19 °C plaatst en daarna de spanning aansluit, dan begint vanaf dat moment de temperatuur van het water te stijgen. Neem aan dat het water alle IR absorbeert.
- d Bereken de temperatuur van het water na een halve minuut.

**2 De huid**

In de huiskamer is 's winters de temperatuur overal ongeveer dezelfde.

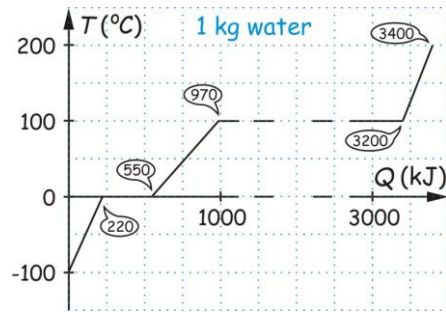
- a Door welke vorm van warmtetransport wordt dit automatisch geregeld? Licht dit kort toe.
  - Binnen en vlak buiten je huid verandert de temperatuur wel.



- b<sup>1</sup> Waarom geldt hier:
 
$$\frac{\Delta T_{\text{huid}}}{\Delta T_{\text{lucht}}} = \frac{\lambda_{\text{lucht}}}{\lambda_{\text{huid}}}$$
- b<sup>2</sup> Maak deze zin kloppend: de huid is een goede/slechte warmtegeleider en de lucht een goede/slechte.
- b<sup>3</sup> Leg uit dat  $\Delta T_{\text{lucht}}$  groter is dan  $\Delta T_{\text{huid}}$ .
  - Als het waait wordt de luchtlaag smaller.
- c Leg uit dat je het nu koud krijgt.
- d Hoe kunnen we het luchtlaagje dikker maken?

**3 Water**

- a Bepaal met deze grafiek de soortelijke warmte van water en waterdamp. Vergelijk je antwoorden met *Binas*.



- b Noem alle fasen en faseovergangen van -100 °C tot en met +200 °C.
- c Leg uit waarom Nederland een zeeklimaat heeft.

De antwoorden staan op de volgende pagina's.

## De antwoorden van de toets

## 1 Licht en warmte

- 
- a** kaars, gloeilamp, straalkachel
- 
- b**  $E = 0,10 \cdot 10^{-3} \cdot 40 \cdot 10^6 = 4,0 \cdot 10^3 \text{ J}$   
 $P = E/t = 4,0 \cdot 10^3 / 60 = 67 \text{ W}$ , dus vermogen kaars  $\approx$  vermogen gloeilamp.
- 
- c**<sup>1</sup> kaars, gloeilamp, straalkachel
- 
- c**<sup>2</sup> straalkachel, gloeilamp, kaars
- 
- d**  $P = 0,96 \cdot 45 = 43,2 \text{ W}$   
 Na 30 s is  $E = P \cdot t = 43,2 \cdot 30 = 1296 \text{ J}$   
 $Q (= E) = 1296 = c_w \cdot m \cdot \Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 0,200 \cdot \Delta T \Rightarrow$   
 $\Delta T = 1296 / (4,18 \cdot 10^3 \cdot 0,200) = 1,55 \dots \text{ } ^\circ\text{C}$   
 $T_{\text{eind}} = 19 + 1,55 \dots = 21 \text{ } ^\circ\text{C}$
- 

## 2 De huid

- 
- a** Stroming, want daardoor circuleert de (opgewarmde) lucht door de hele kamer.
- 
- b**<sup>1</sup>  $P = \lambda \cdot A \cdot \Delta T / d \Rightarrow \lambda \cdot \Delta T = \text{constant}$ , want  $P$ ,  $A$  en  $d$  veranderen bij de overgang van huid naar lucht niet.  
 Dus  $(\lambda \cdot \Delta T)_{\text{huid}} = (\lambda \cdot \Delta T)_{\text{lucht}} \Rightarrow \Delta T_{\text{huid}} / \Delta T_{\text{lucht}} = \lambda_{\text{lucht}} / \lambda_{\text{huid}}$
- 
- b**<sup>2</sup> Huid is een *goede/slechte* warmtegeleider en lucht een *goede/slechte*.
- 
- b**<sup>3</sup>  $\lambda_{\text{lucht}} < \lambda_{\text{huid}} \Rightarrow \Delta T_{\text{huid}} / \Delta T_{\text{lucht}} < 1 \Rightarrow \Delta T_{\text{huid}} < \Delta T_{\text{lucht}}$
- 
- c**  $P = \lambda \cdot A \cdot \Delta T / d \Rightarrow$  als  $d$  kleiner, dan wordt  $P$  groter. Er lekt dus per seconde meer warmte weg door je huid  $\Rightarrow$  je koelt af.
- 
- d** Een paar laagjes stof om je heen, want dan maak je de luchtlaag  $d$  weer groter en wordt  $P$  kleiner. Vroeger stopten schaatsers kranten onder hun trui.
- 

## 3 Water

- 
- a**  $Q = c \cdot m \cdot \Delta T \Rightarrow c = Q / (m \cdot \Delta T)$   
 $c_{\text{water}} = (970 - 550) \cdot 10^3 / (1 \cdot 100) = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ;  
 Binas tabel 12:  $4,18 \cdot 10^3 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$   
 $c_{\text{waterdamp}} = (3400 - 3200) \cdot 10^3 / (1 \cdot 100) = 2,0 \cdot 10^3 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ;  
 Binas tabel 12:  $2,0 \cdot 10^3 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$
- 
- b** De faseovergangen spelen zich af bij de horizontale delen van de grafiek.  
 IJs (vast) smelt tot water (vloeibaar) en water verdampt tot waterdamp (gas).
- 
- c** Water (de Noordzee) heeft een grote soortelijke warmte.
-