

- 5 Het menselijk lichaam zendt warmtestraling uit. Dit is straling in het infrarode deel van het elektromagnetisch spectrum. De stralingskromme van het lichaam voldoet bijna perfect aan een planckkromme. Voor het absorberen van straling geldt voor het lichaam bij benadering dezelfde planckkromme als voor het uitzenden. Voor het netto uitgezonden vermogen geldt:

$$P_{\text{netto}} = \sigma \cdot A \cdot (T^4 - T_{\text{omgeving}}^4)$$

- P_{netto} is het uitgezonden vermogen in W.
 - σ is de constante van Stefan-Boltzmann in $\text{W m}^{-2} \text{K}^{-4}$.
 - A is het huidoppervlak in m^2 .
 - T is de temperatuur in K.
- a Leid bovenstaande formule af met behulp van de wet van Stefan-Boltzmann.

Douwe heeft een huidoppervlak van $1,8 \text{ m}^2$ en zijn huidtemperatuur is $32 \text{ }^\circ\text{C}$. Binnen in huis is de temperatuur constant $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

- b Bereken hoeveel energie Douwe in een dag aan warmtestraling uitzendt. Douwe gaat kamperen met Lisa en hij wil graag ’s nachts naar de sterren kijken. Douwe wil in de open lucht onder de sterrenhemel slapen, omdat het volgens hem buiten toch niet kouder is dan in een tent. Lisa vindt dit een slecht idee en zegt dat daklozen niet voor niets onder bruggen of viaducten overnachten.

- c Leg uit wie er gelijk heeft.

Opgave 5

- a De netto uitgezonden straling is gelijk aan het uitgezonden vermogen min het opgenomen vermogen. Voor beide geldt de wet van Stefan-Boltzmann. Het oppervlak is gelijk voor het uitzenden en opnemen van straling.
- $$P_{\text{netto}} = P_{\text{uit}} - P_{\text{opgenomen}} = \sigma \cdot A \cdot T^4 - \sigma \cdot A \cdot T_{\text{omgeving}}^4 = \sigma \cdot A \cdot (T^4 - T_{\text{omgeving}}^4)$$
- b De hoeveelheid energie die Douwe uitzendt, bereken je met de formule voor energie. Het netto uitgezonden vermogen bereken je met de gegeven formule.

$$P_{\text{netto}} = \sigma \cdot A \cdot (T^4 - T_{\text{omgeving}}^4)$$

$\sigma = 5,670373 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{K}^{-4}$ (zie BINAS tabel 7)

$A = 1,8 \text{ m}^2$

$T = 32 \text{ }^\circ\text{C} = 32 + 273 = 305 \text{ K}$

$T_{\text{omgeving}} = 20 \text{ }^\circ\text{C} = 20 + 273 = 293 \text{ K}$

Invullen levert: $P_{\text{netto}} = 5,670373 \cdot 10^{-8} \times 1,8 \times (305^4 - 293^4) = 1,3101 \cdot 10^2 \text{ W}$

$$E = P \cdot t$$

$t = 1 \text{ dag} = 86400 \text{ s}$ (zie BINAS tabel 5)

Invullen levert: $E = 1,3101 \cdot 10^2 \times 86400 = 1,1319 \cdot 10^7 \text{ J}$

Afgerond: $E = 1,1 \cdot 10^7 \text{ J}$.

- c Het uitgezonden vermogen zorgt ervoor dat het tentdoek (uiteindelijk) een hogere temperatuur heeft dan de buitenlucht. Dus T_{omgeving} is in een tent groter dan in de buitenlucht. Alle andere factoren zijn hetzelfde. Lisa heeft dus gelijk.