

- 40 Om een karrewiel moet je een ring van roestvrij staal leggen. De uitwendige diameter van het wiel is 1,500 m bij 20 °C. De inwendige diameter van de stalen ring is 1,499 m bij 20 °C. De massa van de ring is 2,4 kg.

Wil je de stalen ring net om het karrewiel kunnen leggen, dan moet je de ring verwarmen totdat de inwendige diameter van de ring 1,501 m is.

- Toon aan dat je de stalen ring tot boven 153 °C moet verwarmen om deze om het karrewiel te kunnen leggen.
- Bereken de hoeveelheid warmte die de ring dan heeft opgenomen.

Na het afkoelen ontstaat in het metaal een spanning.

- Bereken de spanning in het materiaal van de ring als hij weer is afgekoeld tot 20 °C.

7.0 Afsluiting

Opgave 40

- De temperatuurstijging bereken je met de formule voor de lineaire uitzetting.
De lengte bereken je met de omtrek.
De omtrek bereken je telkens met de diameter.

$$O = 2\pi r = \pi d$$

$$d_{n,20} = 1,499 \text{ m}$$

$$O_{n,20} = \pi \times 1,499 = 4,7092 \text{ m}$$

$$d_{n,T} = 1,501 \text{ m}$$

$$O_{n,20} = \pi \times 1,501 = 4,7155 \text{ m}$$

$$\ell = \ell_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \quad (\text{zie BINAS tabel 9})$$

$$4,7155 = 4,7092 \cdot (1 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta T)$$

$$\frac{0,00628}{4,7092} = 10 \cdot 10^{-6} \times \Delta T$$

$$\Delta T = 133,3 \text{ K}$$

$$\text{Dus } \Delta t = 133,3 \text{ °C}$$

$$\text{De begintemperatuur is } 20 \text{ °C.}$$

$$t_{\text{eind}} = 133,3 + 20 = 153,3 \text{ °C}$$

- Dus de temperatuur moet hoger dan 153 °C zijn.
De hoeveelheid warmte die de ring heeft opgenomen, bereken je met de formule voor de soortelijke warmte.

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

$$c = 0,46 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad (\text{zie BINAS tabel 9})$$

$$m = 2,4 \text{ kg}$$

$$\Delta T_{\text{Celsius}} = 153 - 20 = 133 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{\text{kelvin}} = 133 \text{ K}$$

$$Q = 0,46 \cdot 10^3 \times 2,4 \times 133$$

$$Q = 1,46 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$\text{Afgerond: } Q = 1,5 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

- De spanning bereken je met de formule voor de elasticiteitsmodulus.
De rek bereken je met de formule voor de rek.

$$\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

$$\Delta \ell = 0,00628 \text{ m} \quad (\text{zie vraag a})$$

$$\ell = 4,709 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \frac{0,00628}{4,709}$$

$$\varepsilon = 1,33429 \cdot 10^{-3}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = 0,20 \cdot 10^{12} \text{ Pa} \quad (\text{zie BINAS tabel 9})$$

$$0,20 \cdot 10^{12} = \frac{\sigma}{1,33429 \cdot 10^{-3}}$$

$$\sigma = 2,666 \cdot 10^8 \text{ Pa}$$

$$\text{Afgerond: } \sigma = 3 \cdot 10^8 \text{ Pa.}$$