

- 37 Boris en Dirk (beiden 50 kg) willen een touwladder maken voor hun boomhut. In de schuur vinden ze echter geen geschikt touw, maar wel twee elektriciteitsdraden. Deze zijn gemaakt van koper en hebben een doorsnede van 2,5 mm². Ze maken een ladder van twee draden van 3,00 meter. Tussen de draden bevestigen zij houten latjes met een totale massa van 10 kg. Daarna hangen ze hun touwladder op. De koperen kabels rekken dan niet merkbaar uit.
- a Bereken hoeveel mm de draden van de touwladder uitrekken.
- De touwladder is stevig genoeg als Boris naar boven klimt. De jongens vragen zich af of de touwladder breekt als ze tegelijkertijd naar boven klimmen.
- b Laat met een berekening zien of de touwladder in dat geval breekt.

Opgave 37

- a De uitrekking bereken je met de formule voor de rek.
De rek bereken je met de formule voor de elasticiteitsmodulus.
De spanning bereken je met de formule voor de spanning.
De kracht bereken je met de formule voor de zwaartekracht.

$$F_{zw} = m \cdot g$$

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$$

$$F_{zw} = 10 \times 9,81 = 98,1 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = 2 \times 2,5 \text{ mm}^2 = 5,0 \text{ mm}^2 = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{98,1}{5,0 \cdot 10^{-6}}$$

$$\sigma = 1,96 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

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

$$E = 124 \cdot 10^9 \text{ Pa} \quad (\text{zie BINAS tabel 8})$$

$$124 \cdot 10^9 = \frac{1,96 \cdot 10^7}{\varepsilon}$$

$$\varepsilon = 1,58 \cdot 10^{-4}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell_0}$$

$$\ell_0 = 3,0 \text{ m}$$

$$1,58 \cdot 10^{-4} = \frac{\Delta \ell}{3,0}$$

$$\Delta \ell = 4,74 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{Afgerond: } 4,74 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 0,47 \text{ mm.}$$

- b Of de touwladder breekt, leid je af door de massa van Boris en Dirk te vergelijken met de maximale massa die aan de touwladder kan hangen voordat hij breekt.
De massa bereken je met de formule voor de zwaartekracht.
De zwaartekracht bereken je met de formule voor spanning.
De spanning is de treksterkte van koper.

De treksterkte is de maximale spanning die een materiaal kan hebben voordat het breekt.
 $\sigma = 0,21 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ (zie BINAS tabel 8)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = 2 \times 2,5 = 5,0 \text{ mm}^2 = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$0,21 \cdot 10^9 = \frac{F}{5,0 \cdot 10^{-6}}$$

$$F = 1,05 \cdot 10^3 \text{ N}$$

De kracht is de zwaartekracht.

$$F_{zw} = m \cdot g$$

$$g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$$

$$1,05 \cdot 10^3 = m \times 9,81$$

$$m = 107 \text{ kg}$$

De twee jongens en de ladder hebben samen een massa van $50 + 50 + 10 = 110 \text{ kg}$.
De touwladder breekt dus waarschijnlijk.