

39 Voor elektriciteitskabels moet een goed geleidend materiaal worden gebruikt. Koper geleidt stroom beter dan aluminium en ijzer. Koper is echter te duur voor hoogspanningskabels.

Je vergelijkt twee kabels met dezelfde lengte, één van aluminium en één van ijzer. De massa's van beide kabels zijn gelijk.

- a Leg uit welke kabel de grootste diameter heeft. Maak hierbij gebruik van de dichtheid.

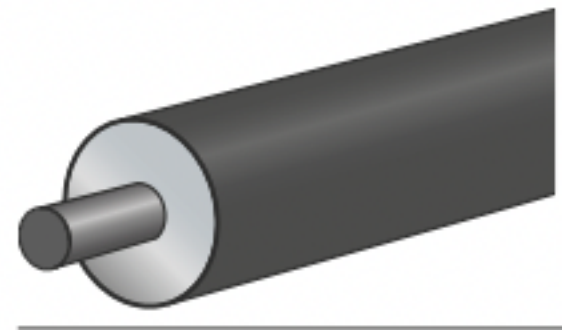
Door zijn eigen massa hangt een kabel in een boog.

- b Leg uit welke kabel de meeste rek zal vertonen.

Aluminium is veel minder duur dan koper. Staal is zelfs nog goedkoper. Maar aluminium is een betere geleider dan ijzer en staal. De elektriciteitskabels tussen hoogspanningsmasten bestaan meestal uit een aluminiumkabel met een ijzeren kern erin.

Zie figuur 4.43.

- c Leg uit wat het doel is van de ijzeren kern in de kabel.



Figuur 4.43

Opgave 39

- a De diameter bepaal je uit de dwarsdoorsnede. De dwarsdoorsnede bereken je met het volume van de draad en de lengte van de draad. Het volume van de draad bereken je met de formule voor de dichtheid.

$$\text{Voor de dichtheid geldt: } \rho = \frac{m}{V}$$

De massa is voor elke kabel gelijk.

Volgens BINAS tabel 8 heeft aluminium de kleinste dichtheid.

Bij een gelijke massa is het volume van de aluminium kabel groter dan dat van de ijzeren kabel.

Voor het volume van een draad geldt:

$$V = A \cdot \ell$$

De lengte is voor elke kabel gelijk.

Dus de oppervlakte van de dwarsdoorsnede van aluminium is groter dan die van ijzer.

Voor de dwarsdoorsnede van een draad geldt:

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

Dus de diameter van de kabel van aluminium is groter dan die van de ijzeren kabel.

- b Je vergelijkt de rek van ijzer met aluminium.

De rek in een kabel bereken je met de formule voor de elasticiteitsmodulus.

De spanning in de kabel bereken je met de formule voor de spanning.

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

Uit vraag a volgt dat de aluminiumkabel de grootste dwarsdoorsnede heeft.

De dichtheid van aluminium is $2,7 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ en die van ijzer $7,87 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. (BINAS tabel 8)

De dichtheid van ijzer is dus 2,9 keer zo groot als die van aluminium.

Dus de dwarsdoorsnede van de ijzeren kabel is 2,9 keer zo klein als die van de aluminium kabel.

De massa van beide kabels is dezelfde. Dus werkt er dezelfde kracht op de kabel.

De spanning in de ijzeren kabel is dan 2,9 keer zo groot als die in de aluminium kabel.

$$\sigma_{\text{ijzer}} = 2,9 \sigma_{\text{Al}}$$

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

De elasticiteitsmodulus E van ijzer is $220 \cdot 10^9 \text{ N m}^{-2}$ en die van aluminium is $71 \cdot 10^9 \text{ N m}^{-2}$.

(BINAS tabel 8)

De elasticiteitsmodulus van ijzer is dus 3,1 keer zo groot als de elasticiteitsmodulus van aluminium.

$$E_{\text{ijzer}} = 3,1 E_{\text{Al}}$$

$$\text{Er geldt dus: } \epsilon_{\text{ijzer}} = \frac{\sigma_{\text{ijzer}}}{E_{\text{ijzer}}} = \frac{\sigma_{\text{ijzer}}}{3,1 E_{\text{Al}}} = \frac{2,9 \sigma_{\text{Al}}}{3,1 E_{\text{Al}}} = \frac{2,9}{3,1} \cdot \frac{\sigma_{\text{Al}}}{E_{\text{Al}}} = 0,94 \cdot \epsilon_{\text{Al}}$$

De rek van de aluminium kabel is dus het grootst.

- c De ijzeren kern zorgt ervoor dat de elektriciteitskabel niet te veel uitrekt door zijn eigen massa. IJzer heeft een grotere elasticiteitsmodulus, waardoor ijzer minder uitrekt bij dezelfde kracht.