

## BritNed

### 7 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Oneens: in een stroomkring gaat geen stroomsterkte verloren, (ook geen deel) / de stroomsterkte in een gesloten circuit is constant.

*Opmerking*

*Een antwoord zonder toelichting levert geen scorepunt op.*

### 8 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Er wordt 1000 MW aan vermogen getransporteerd bij een spanning van

450,0 kV. De stroomsterkte is dan  $I = \frac{P}{U} = \frac{1000 \cdot 10^6}{450,0 \cdot 10^3} = 2,22 \cdot 10^3$  A.

De geleidbaarheid van de kabel is

$$G = \frac{I}{U} = \frac{2,22 \cdot 10^3}{(450,0 \cdot 10^3 - 446,6 \cdot 10^3)} = 0,65 \text{ S.}$$

- gebruik van  $P = UI$  1
- gebruik van  $I = GU$  met  $U = (450,0 - 446,6) \cdot 10^3$  V 1
- completeren van de berekening 1

### 9 maximumscore 4

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $\rho = \frac{RA}{\ell} = \frac{A}{G\ell}$  zodat  $A = \rho G\ell$ .

De soortelijke weerstand van koper is  $\rho = 17 \cdot 10^{-9} \Omega\text{m}$ , de lengte  $\ell$  van de kabel is  $260 \cdot 10^3$  m en de geleidbaarheid  $G = 0,65$  S.

Invullen geeft:  $A = \rho G\ell = 17 \cdot 10^{-9} \cdot 0,65 \cdot 260 \cdot 10^3 = 2,87 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ .

De diameter van de kabel is dan

$$d = 2r = 2\sqrt{\frac{A}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{2,87 \cdot 10^{-3}}{\pi}} = 0,060 \text{ m} = 6,0 \text{ cm.}$$

- gebruik van  $\rho = \frac{RA}{\ell}$  1
- opzoeken van soortelijke weerstand van koper 1
- gebruik van  $A = \pi r^2$  1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**10 maximumscore 3**

voorbeeld van een berekening:

Het volume van de koperen kabel is

$$V = \ell A = 260 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 6,0 \cdot 10^{-2}\right)^2 = 7,35 \cdot 10^2 \text{ m}^3.$$

De dichtheid van koper is  $8,96 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ .

De massa van de koperen kabel is dus

$$m = \rho V = 8,96 \cdot 10^3 \cdot 7,35 \cdot 10^2 = 6,6 \cdot 10^6 \text{ kg} = 6,6 \cdot 10^3 \text{ ton}.$$

- gebruik van  $V = \ell A$  1
- opzoeken van de dichtheid van koper 1
- completeren van de berekening 1

**11 maximumscore 4**

uitkomst:  $\Delta T = 0,18 \text{ }^\circ\text{C}$

voorbeeld van een berekening:

In de eerste minuut na het inschakelen wordt er

$$E = Pt = 7,6 \cdot 10^6 \cdot 60 = 4,56 \cdot 10^8 \text{ J} \text{ aan warmte ontwikkeld in de kabel.}$$

De soortelijke warmte van koper is  $0,387 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ , dus de draad stijgt

$$\text{in temperatuur } \Delta T = \frac{Q}{cm} = \frac{E}{cm} = \frac{4,56 \cdot 10^8}{0,387 \cdot 10^3 \cdot 6,6 \cdot 10^6} = 0,18 \text{ }^\circ\text{C}.$$

- gebruik van  $P = \frac{E}{t}$  1
- gebruik van  $Q = (E) = cm\Delta T$  1
- opzoeken van de soortelijke warmte van koper 1
- completeren van de berekening 1

**12 maximumscore 3**

uitkomst:  $c = 1,9 \text{ (W m}^{-1} \text{ K}^{-1})$

voorbeeld van een berekening:

Voor de koperen kabel geldt:  $P = c \cdot \ell \cdot \Delta T$ . Hierin is

$P = 7,6 \cdot 10^6 \text{ W}$ ,  $\ell = 260 \cdot 10^3 \text{ m}$ , en  $\Delta T = (25 - 10) = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Invullen geeft

$$c = \frac{P}{\ell \cdot \Delta T} = \frac{7,6 \cdot 10^6}{260 \cdot 10^3 \cdot 15} = 1,9 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}.$$

- gebruik van  $P = c \cdot \ell \cdot \Delta T$  1
- inzicht dat  $P = 7,6 \cdot 10^6 \text{ W}$  1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**13 maximumscore 2**

antwoord:

stofeigenschap	bij voorkeur groot	bij voorkeur klein	niet van belang
warmtegeleidingscoëfficiënt	x		
dichtheid			x
soortelijke weerstand	x		

indien drie antwoorden juist 2  
indien twee antwoorden juist 1  
indien één of geen antwoord juist 0

**14 maximumscore 2**

antwoord:

bewering	juist	onjuist
Bij het gebruik van twee kabels in plaats van één kabel wordt er minder energie in warmte omgezet tussen Nederland en Engeland.		x
Bij het gebruik van twee kabels in plaats van één kabel is de stroomsterkte van Nederland naar Engeland groter.		x
Bij het gebruik van twee kabels in plaats van één kabel is er meer koper nodig.		x

indien drie antwoorden juist 2  
indien twee antwoorden juist 1  
indien één of geen antwoord juist 0