

## Wisselverwarming

Een trein kan met een wissel van het ene spoor naar het andere spoor geleid worden. Een wissel bestaat uit een beweegbaar deel en een vast deel. Zie figuur 1. In de winter kan er sneeuw en ijs tussen deze delen komen, waardoor de wissel niet meer werkt.

figuur 1



figuur 2



Om problemen met sneeuw en ijs te voorkomen zijn sommige wissels voorzien van een elektrisch verwarmingselement. Dit element bestaat uit twee verwarmingslinten die boven elkaar op een spoorstaaf gemonteerd zijn en parallel aangesloten zijn op een spanning van 230 V. Zie figuur 2.

Eén verwarmingslint heeft een weerstand van  $44,1 \Omega$ .

3p 22 Bereken het vermogen van het verwarmingselement.

In een verwarmingslint zit een magnesiumdraad. De lengte en de doorsnede van deze draad bepalen het vermogen van het verwarmingslint.

1p 23 Welke combinatie van lengte en doorsnede van de magnesiumdraad geeft het grootste vermogen?

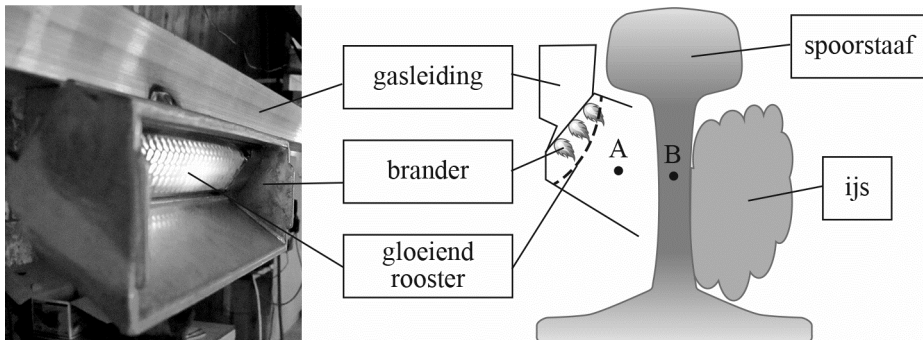
- A een kleine lengte en een kleine doorsnede
- B een kleine lengte en een grote doorsnede
- C een grote lengte en een kleine doorsnede
- D een grote lengte en een grote doorsnede

De magnesiumdraad heeft een lengte van 20 m.

4p 24 Bereken de diameter van de magnesiumdraad.

De meeste wisselverwarmingen in Nederland werken niet op elektriciteit maar op aardgas. Dit type verwarming bestaat uit een gasleiding van enkele meters lang, waarop een aantal branders is gemonteerd. Deze branders verwarmen de spoorstaven. Zie figuur 3.

**figuur 3**



Door het verbranden van het gas wordt het rooster in de brander roodgloeiend. De warmte passeert dan de punten A en B die in figuur 3 zijn aangegeven.

- 2p **25** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage voor de punten A en B met kruisjes alle vormen van warmtetransport aan die er optreden.

De gasverwarming voert per meter spoorstaaf 1,0 kW aan warmte toe. De spoorstaven hebben een massa van 60 kg per meter en zijn gemaakt van koolstofstaal.

- 4p **26** Bereken hoe lang het minstens duurt om met deze gasverwarming een meter spoorstaaf op te warmen van 0 °C tot 10 °C. Neem aan dat de spoorstaaf homogeen verwarmd wordt.

Tijdens het weeralarm van 17 december 2010 lag bijna heel Nederland onder een dik pak sneeuw. Alle 5200 gasgestookte wissels werden die dag (gemiddeld) 10 uur verwarmd.

Het totale vermogen van alle branders op één wissel is 11,2 kW. Een gemiddeld Nederlands huishouden gebruikt  $1,85 \cdot 10^3 \text{ m}^3$  gas per jaar.

- 4p **27** Bereken hoeveel jaar een gemiddeld Nederlands huishouden zou kunnen doen met de hoeveelheid (Gronings) aardgas die op 17 december 2010 voor de wisselverwarming werd gebruikt.

## uitwerkbijlage

25 Geef met kruisjes alle vormen van warmtetransport aan die optreden.

	A	B
geleiding		
straling		
stroming		