

## Opgave 3 Magneettrein

In Lathen in Duitsland bevindt zich de testbaan van de zo genoemde Transrapid. Dat is een magneettrein die zich over een speciale baan voortbeweegt. Zie figuur 4.

figuur 4

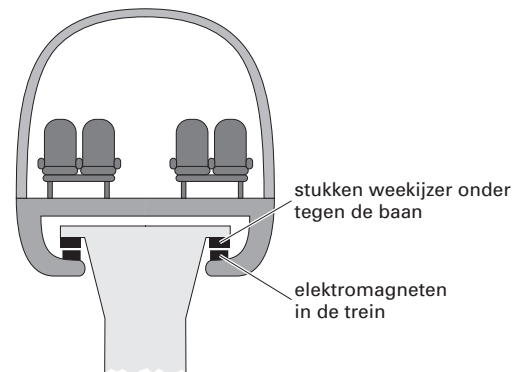


Onder tegen de baan bevinden zich stukken weekijzer. In het deel van de trein dat zich onder de baan bevindt, zorgen elektromagneten ervoor dat de trein gaat zweven. Zie figuur 5.

De Transrapid heeft inclusief passagiers een massa van  $1,8 \cdot 10^5$  kg. In het onderstel van de trein bevinden zich 46 elektromagneten.

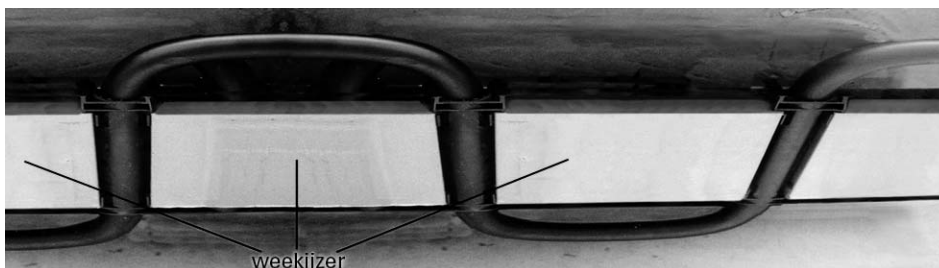
- 3p 9  Bereken de grootte van de kracht van één elektromagneet op het weekijzer, als de trein zweeft.

figuur 5



Het magnetisch veld van de elektromagneten zorgt tevens voor de voortstuwing van de trein. Daarvoor is onder tegen de baan een kabel aangebracht die zich tussen de stukken weekijzer door slingert. Zie de foto van figuur 6.

figuur 6

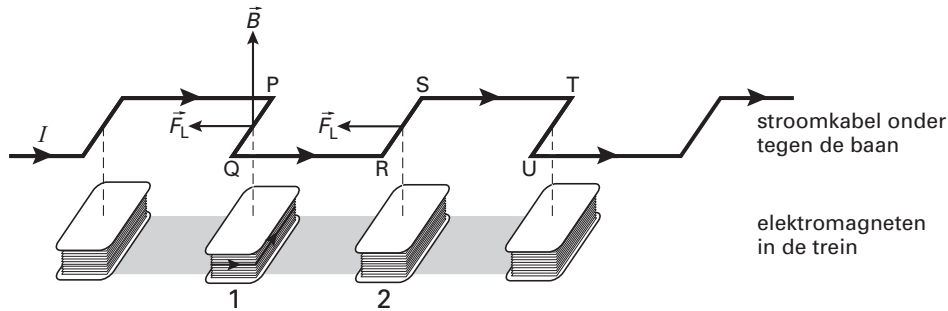


# Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2005-I

havovwo.nl

In figuur 7 is zo'n stuk kabel en een aantal elektromagneten schematisch weergegeven. In deze figuur zijn de stukken weekijzer weggelaten.

figuur 7



In de situatie die door figuur 7 wordt weergegeven, bevindt elektromagneet 1 zich recht onder het stuk kabel tussen de punten P en Q. Het stuk PQ heeft een lengte van 0,26 m en bevindt zich geheel in het magnetische veld van de elektromagneet eronder.

De magnetische inductie  $\vec{B}$  ter hoogte van PQ bedraagt gemiddeld 7,3 T.

Door de kabel loopt een stroom van  $1,2 \cdot 10^3$  A.

- 2p 10  Bereken de grootte van de lorentzkracht op dit stuk kabel.

In figuur 7 is ook te zien dat elektromagneet 2 zich recht onder het stuk kabel tussen de punten R en S bevindt. Zoals is aangegeven, heeft de lorentzkracht op stuk RS dezelfde richting als de lorentzkracht op stuk PQ.

In figuur 7 is de richting van de stroom in elektromagneet 1 aangegeven.

- 3p 11  Leg uit of de stroom in elektromagneet 2 in dezelfde richting loopt als in elektromagneet 1 of in tegengestelde richting.

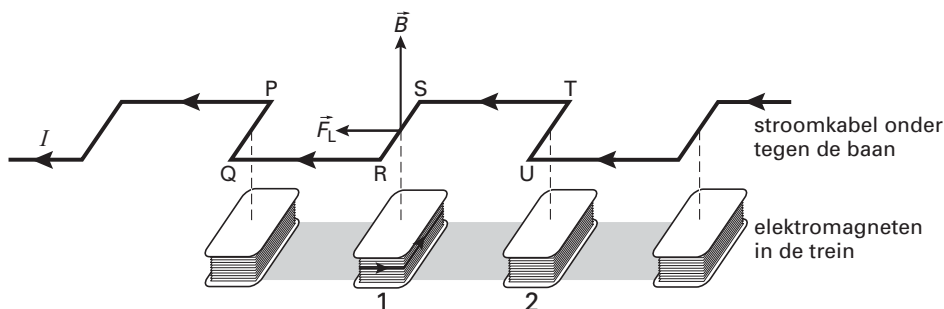
De elektromagneten in de trein veroorzaken een lorentzkracht op de kabel in de baan.

In figuur 7 is met  $\vec{F}_L$  de richting van de lorentzkracht aangegeven.

- 2p 12  Leg uit waarom de trein naar rechts beweegt. Gebruik bij je uitleg een natuurkundige wet.

Als de trein beweegt, moet de stroom door de kabel in de baan steeds op het goede moment van richting worden veranderd. Vergelijk de figuren 7 en 8. De stroom in de kabel verandert van richting als een elektromagneet een afstand gelijk aan QR heeft afgelegd.

figuur 8



De afstand QR is 0,26 m.

Op een bepaald moment heeft de trein een snelheid van 400 km/h.

- 4p 13  Bereken de frequentie van de wisselstroom in de kabel in deze situatie.