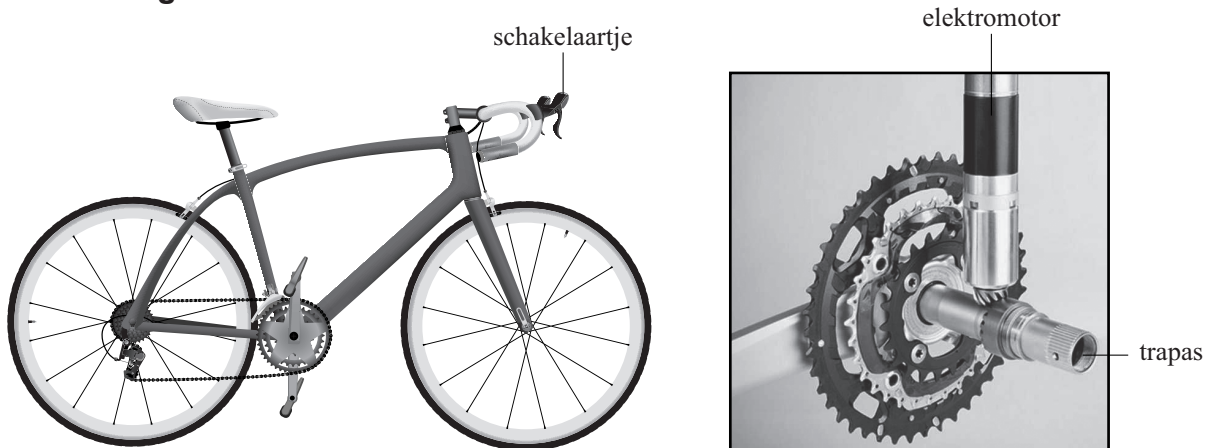


## Mechanische doping

Begin 2016 werd in de wielrennerij 'mechanische doping' ontdekt: in het frame van een racefiets zaten een elektromotortje en een accu verborgen. Zie figuur 1.

figuur 1



Het motortje is via tandwielen met de trapas verbonden. Het kan aangezet worden met een schakelaartje aan het stuur.

Het elektromotortje moet minstens **figuur 2**

een half uur lang een vermogen van 250 W leveren.

Stel dat het rendement van het elektromotortje 80% is.

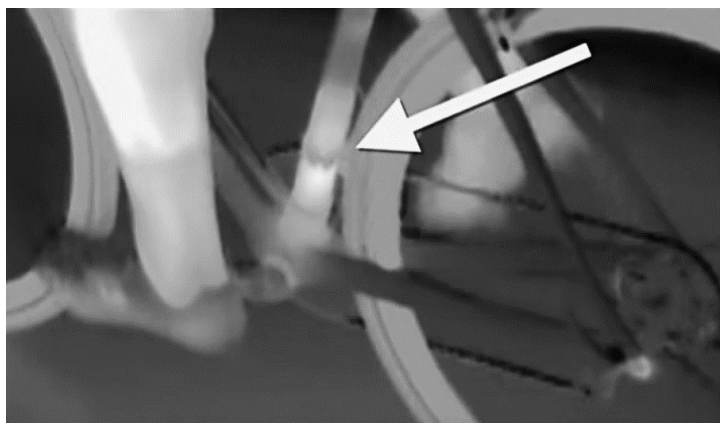
In figuur 2 staat een tabel met gegevens van de accu.

Accu	
Spanning per cel (V)	3,6-3,7
Energiedichtheid ( $\text{Wh kg}^{-1}$ )	190
Dichtheid ( $10^3 \text{ kg m}^{-3}$ )	3,0

- 5p 1 Bereken met behulp van gegevens in de tabel het minimale volume van de accu.

Om erachter te komen wie gebruikmaakt van deze mechanische doping maakt men tijdens de race met een thermografische camera een opname. Zie figuur 3. Daarin is bij de pijl te zien dat in het frame iets zit dat net zo warm is als de kuiten van de wielrenner.

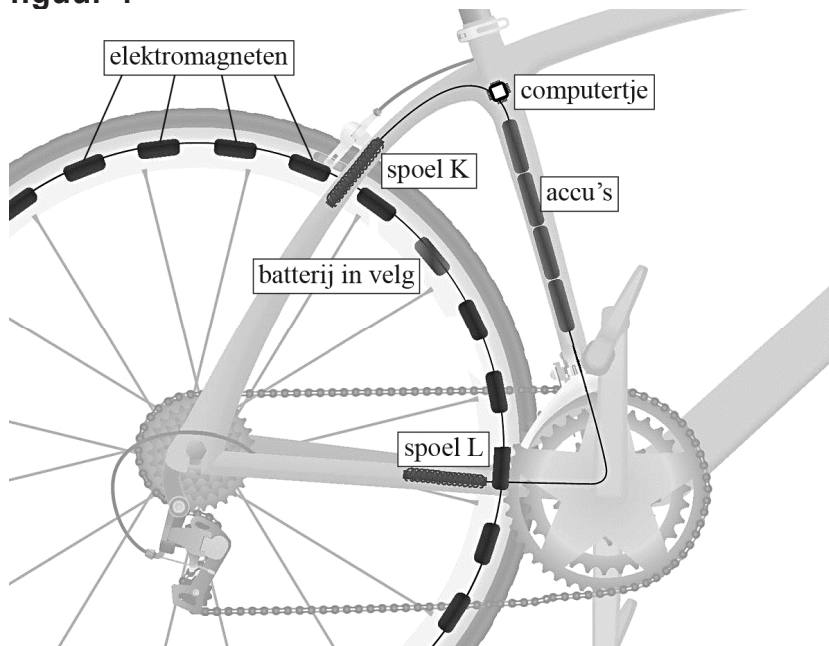
figuur 3



- 3p 2 Leg met behulp van een berekening en met Tabel 19B van Binas of Tabel 5.1.c van Sciencedata uit voor welke soort straling deze camera gevoelig is.

Een andere manier om sneller vooruit te komen is met behulp van elektromagneten. In de velg van een kunststof achterwiel zijn 24 elektromagneten weggewerkt. Zie figuur 4.

**figuur 4**



De elektromagneten staan in serie en zijn aangesloten op de batterij in de velg, die een spanning van 1,5 V levert. De batterij heeft een capaciteit van 2,3 Ah. (Dit houdt in dat de volledig opgeladen batterij gedurende 1,0 uur een stroom van 2,3 A kan leveren, of gedurende 2,0 uur een stroom van 1,15 A, enzovoort.)

De elektromagneten bestaan uit koperdraad met een diameter van 0,50 mm. In elke elektromagneet is 3,0 m koperdraad gebruikt.

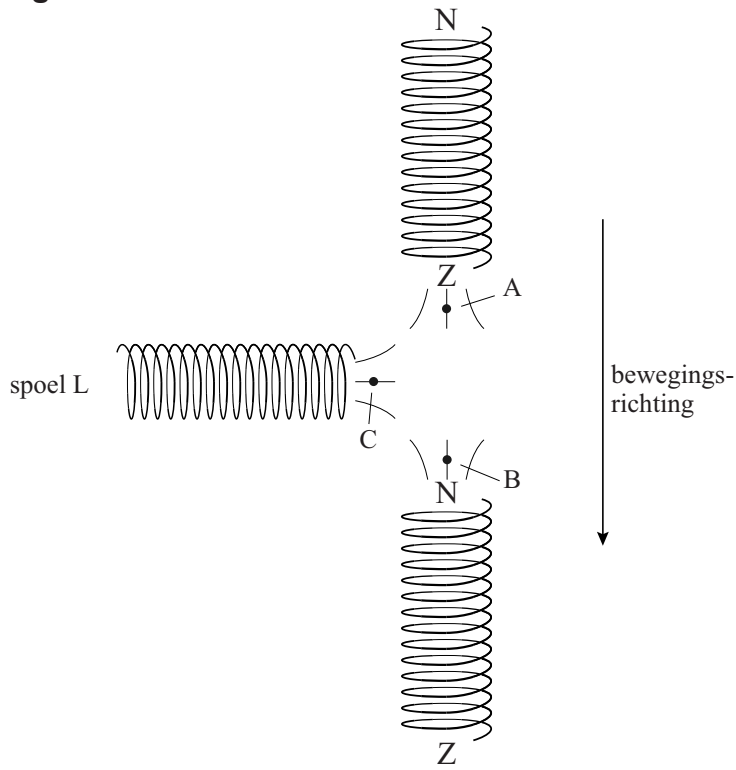
- 5p 3 Bereken hoe lang de elektromagneten werken op de batterij als die in het begin volledig opgeladen is. (Verwaarloos de lengte van de draden tussen de elektromagneten.)

In de buizen van het frame (zie figuur 4) zijn de spoelen K en L verborgen. Spoel K vangt het magneetveld op van de elektromagneten. Op grond van het signaal van spoel K zorgt het computertje ervoor dat spoel L iedere keer op het juiste moment een stroomstoot krijgt, zodat de elektromagneet in de velg bij spoel L een zetje krijgt.

- 1p 4 Hoe heet het verschijnsel waardoor in spoel K een signaal opgewekt wordt?

In figuur 5 staan twee elektromagneten uit de velg samen met spoel L afgebeeld met de veldlijnen van de elektromagneten. De pijl rechts geeft de bewegingsrichting van de spoelen in het wiel aan. Figuur 5 staat ook op de uitwerkbijlage.

**figuur 5**



- 4p **5** Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef in de figuur op de uitwerkbijlage in de punten A, B en C met een pijl de richting van de magnetische veldlijnen aan.
  - Geef in de figuur op de uitwerkbijlage met een pijl de stroomrichting in spoel L aan.
- 2p **6** Leg uit waarom de frequentie waarmee spoel L stroomstoten krijgt aangepast moet kunnen worden.

# uitwerkbijlage

5

