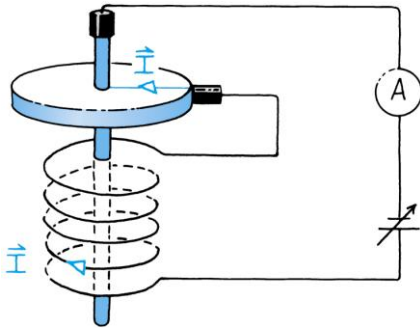


**1 Een draaischijf**

Door een verticaal opgestelde spoel sturen we een stroom.

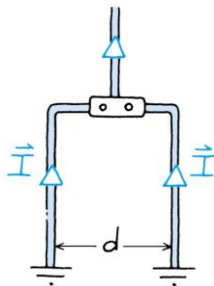


- a<sup>1</sup> Bepaal de richting van  $\vec{B}$  in de spoel.
- a<sup>2</sup> Druk de eenheid van  $B$  en die van  $\mu_0$  uit in de basiseenheden van het SI.
  - In de kring is ook een metalen schijf opgenomen via sleepcontacten.
- b Bereken in welke richting de schijf gaat draaien.
- c Met welke factor neemt de lorentzkracht toe als we de stroomsterkte verdubbelen?

**2 Een bliksemafleider**

Bliksemafleiders mogen niet dubbel uitgevoerd worden. Stel je doet dat toch. De kracht die ze per meter op elkaar uitoefenen bij een inslag, is te berekenen met:

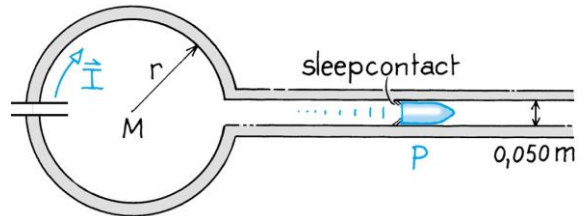
$$F = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I^2}{d}$$



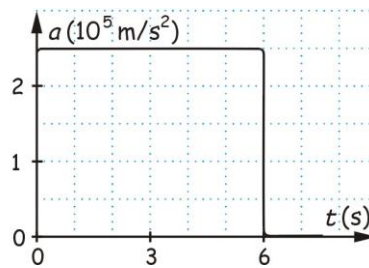
- a Is die kracht afstotend of aantrekkend?
- b<sup>1</sup> Bereken  $F$  als  $I = 5 \cdot 10^4$  A en  $d = 10$  cm.
- b<sup>2</sup> Bereken  $B$  van een draad ter plekke van de andere draad.
  - Je wilt dit veld in een lange spoel opwekken met een stroom van 1 kA.
- c<sup>1</sup> Hoeveel windingen moet die spoel per meter hebben?
- c<sup>2</sup> Noem twee problemen die je zult tegenkomen bij dit experiment.

**3 Een elektromagnetisch kanon**

In een elektromagnetisch geschut (railgun) zorgt de ontlading van een zware condensator voor een hoge stroompuls van 1,3 MA door de ring, de rails en het projectiel P. Daardoor ontstaat een sterk magneetveld. Het projectiel van 700 g kan als enige bewegen en door de lorentzkracht gebeurt dat dan ook – en hoe!



- a<sup>1</sup> Geef aan hoe  $\vec{I}$ ,  $\vec{B}$  en  $\vec{F}_L$  bij P gericht zijn.
- a<sup>2</sup> Leg uit of de rails ook krachten ondervinden.
  - De versnelling tijdens de lancering is vrijwel constant, zoals blijkt uit de  $a(t)$ -grafiek.



- b Bereken de snelheid aan de monding.
- c Toon aan dat in P geldt:  $B_P \geq 2,7$  T.
- d Bereken  $r$  als geldt:

$$B_M = \frac{1}{2} B_P \text{ en } B_M = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{r}$$

De antwoorden staan op de volgende pagina's.

## De antwoorden van de toets

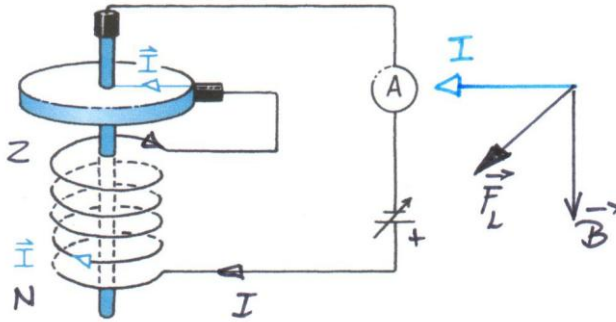
## 1 Een draaischijf

**a<sup>1</sup>** Je kijkt van boven tegen een wijzerstroom aan. Het magnetisch veld wijst dus omlaag.

**a<sup>2</sup>**  $F_L = B \cdot I \cdot \ell \Rightarrow [B] = T = \frac{N}{A \cdot m} = \frac{kg \cdot m \cdot s^{-2}}{A \cdot m} = kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{\ell} \Rightarrow T = [\mu_0] \cdot \frac{A}{m} \Rightarrow [\mu_0] = \frac{T \cdot m}{A} = kg \cdot m \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$$

**b** De schijf gaat van boven gezien met de klok mee draaien.



**c**  $B$  en  $I$  worden dan beide  $2 \times$  zo groot, dus  $F_L$  wordt  $2^2$  keer zo groot

## 2 Een bliksemafleider

**a** Stroomen met dezelfde richting trekken elkaar aan.

**b<sup>1</sup>**  $F = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{(5 \cdot 10^4)^2}{0,10} = 5 \cdot 10^3 \text{ N}$

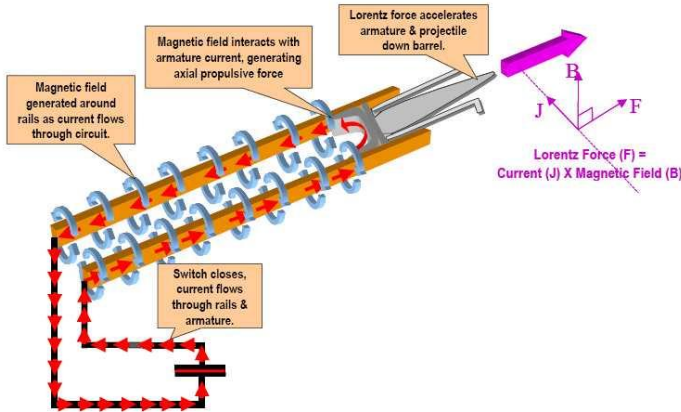
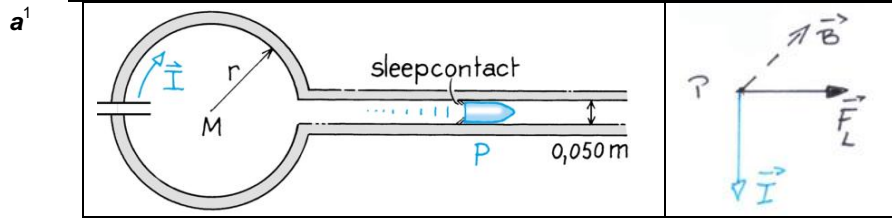
**b<sup>2</sup>**  $F_L = B \cdot I \cdot \ell$  met  $\ell = 1 \text{ m} \Rightarrow 5 \cdot 10^3 = B \cdot 5 \cdot 10^4 \cdot 1 \Rightarrow B = 0,1 \text{ T}$

**c<sup>1</sup>**  $B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{\ell}$  met  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \Rightarrow \frac{N}{\ell} = \frac{0,1}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 10^3} = 80$

**c<sup>2</sup>** De spoel zal erg heet worden.

De windingen trekken elkaar aan, dus er is een kans dat de spoel vervormt.

3 Een elektromagnetisch kanon



De bron bestaat uit een zware condensator die via een korte krachtige puls ontladen wordt. In deze figuur is de stroomrichting andersom, maar daardoor krijgt ook het magnetisch veld een andere richting.

Je kunt de kracht naar rechts op het projectiel ook uitleggen met proef 6 van p. 190: daar wordt uitgelegd dat een stroomkring zich zo groot mogelijk probeert te maken om op die manier zoveel mogelijk van zijn eigen veldlijnen te omvatten. Zie ook het antwoord op vraag **a<sup>2</sup>**.

Zoek op internet onder de trefwoorden railgun en homopolaire generator.

**a<sup>2</sup>** De rails zullen elkaar afstoten doordat de stromen tegengesteld gericht zijn.

**b**  $\Delta v = a \cdot \Delta t$  dat is het oppervlak onder de grafiek  $\Rightarrow v = 2,5 \cdot 10^5 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^3$  m/s

**c**  $\Sigma F = F_L - F_w = m \cdot a \Rightarrow B \cdot I \cdot \ell \geq m \cdot a \Rightarrow B \geq \frac{m \cdot a}{I \cdot \ell} \Rightarrow B \geq \frac{0,700 \cdot 2,5 \cdot 10^5}{1,3 \cdot 10^6 \cdot 0,050} = 2,7$  T

**d**  $B_M = \frac{2\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,3 \cdot 10^6}{r} > \frac{2,7}{2} \Rightarrow r < \frac{2\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,3 \cdot 10^6}{1,35} = 0,61$  m