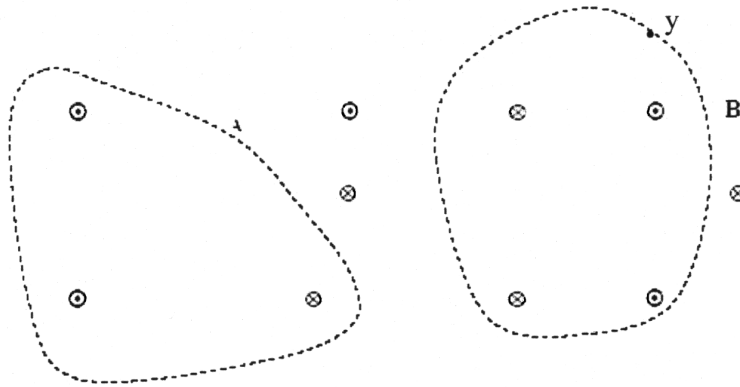


## Elektromagnetisme (NS-103b)

### 20 april 2005

#### Opgave 1

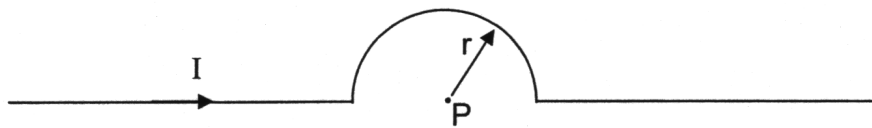
Het diagram hieronder toont tien parallelle stroomdraden die loodrecht op dit papier staan. Ieder van deze stroomdraden voert een stroom van 5 A. Het symbool  $\odot$  geeft een opwaarts gerichte stroom aan,  $\otimes$  staat voor een stroom de bladzijde in. De twee gestippelde lijnen ( $A$  en  $B$ ) stellen ieder een gesloten pad voor.



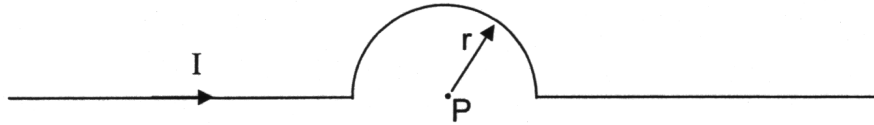
- Wat is de uitkomst van de lijnintegraal  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$  voor ieder van deze paden?
- Wat kun je op basis van de bij a) gevonden uitkomst zeggen over het veld in punt  $y$ ?
- Een lange rechte draad voert een stroom  $I$ . Toon met behulp van de wet van Ampère aan dat de grootte van het magnetisch veld  $B$ , op een afstand  $r$  van de draad gegeven wordt door

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

- Nu is de draad gebogen in de onderstaande vorm. De stroom door de draad bedraagt  $I$  en we zijn geïnteresseerd in het veld in punt  $P$ . Is de wet van Ampère in dit geval nuttig te gebruiken? Waarom wel of niet?



- Bereken het  $B$ -veld in punt  $P$ . Geef daarbij expliciet aan welke bijdragen de beide rechte draadeinden leveren, en welke bijdrage de halve draadcirkel levert.



f) Nu is de draad gebogen in onderstaande vorm. De stroom door de draad bedraagt  $I$ . Bereken opnieuw het  $B$ -veld in punt  $P$ .

Gebruik indien nodig de volgende integraal:

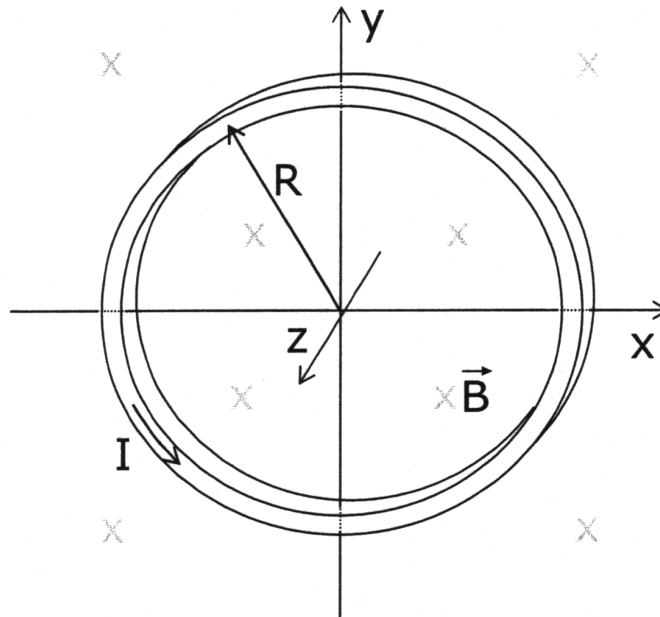
$$\int \frac{dx}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{1}{a^2} \frac{x}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

## Opgave 2

Door een metalen ring ( $R = 0.5$  m) met een vierkant profiel (dwarsdoorsnede  $10 \text{ cm}^2$ ) loopt een uniforme rondgaande stroom  $I = 1.92$  A. De dichtheid van de mobiele elektronen ( $q_e = -1.60 \times 10^{-19}$  C) die aan de stroom bijdragen is  $n = 1.2 \times 10^{23} \text{ m}^{-3}$ . De ring bevindt zich in een extern uniform  $B$ -veld, gericht langs de  $z$ -as met  $B_z = -0.5$  T. Effecten t.g.v. aansluitdraden worden verwaarloosd. Verder is gegeven:

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 0.9 \times 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}; \quad \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \frac{\text{T}\cdot\text{m}}{\text{A}}.$$

Aanwijzing: vul de getalwaarden pas in aan het eind van uw berekening.



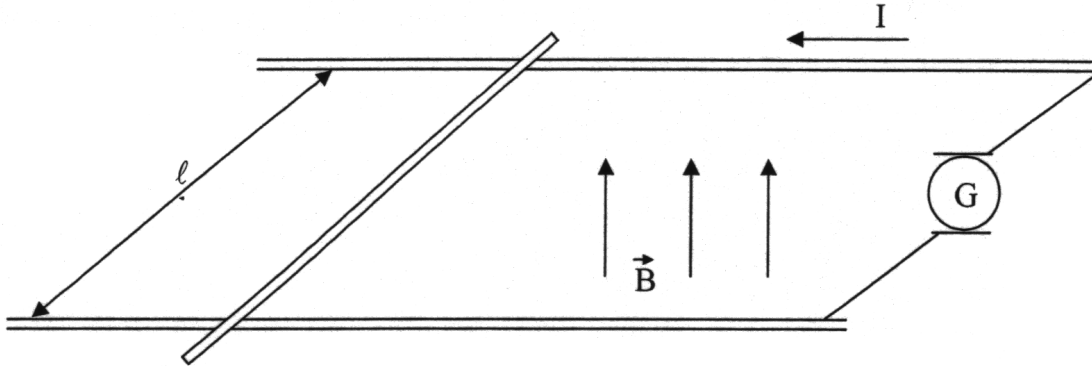
- Bereken grootte en richting van de driftsnelheid  $v_d$  van de elektronen.
- Bereken grootte en richting van het Hall-veld in de ring.
- Met welke hoeksnelheid (grootte en richting) moet de ring worden rondgedraaid om het Hall-effect tot nul te reduceren?

We zetten de ring weer stil. We brengen langs de  $z$ -as een zeer lange statische positieve lijnlading aan, waarvoor geldt  $\lambda = 1.4 \times 10^{-12} \text{ C/m}$ .

- d) Bereken en teken het  $E$ -veld in het  $xy$ -vlak als functie van  $r$ . Laat duidelijk zien hoe het  $E$ -veld in de buurt van  $R$  verloopt. Schets de potentiaal als functie van  $r$ .
- e) Bereken het  $B$ -veld in de oorsprong. Hierbij mag de dwarsdoorsnede van de ring als verwaarloosbaar klein worden beschouwd.

### Opgave 3

Een metalen staaf met massa  $m$  glijdt wrijvingsloos over twee zeer lange parallelle horizontale rails met een onderlinge afstand  $\ell$ . Tussen de rails heerst een uniform magnetisch veld  $\vec{B}$ , verticaal gericht zoals aangegeven in de figuur, de weerstand van de staaf bedraagt  $R$ , de weerstand van de aansluitdraden en de rails is verwaarloosbaar.



- a) Stroombron  $G$  levert een constante stroom  $I$  in de richting zoals aangegeven in de figuur. Op  $t = 0$  is de staaf in rust. Bereken de snelheid  $v$  als functie van de tijd (geef grootte en richting).

De stroombron wordt nu vervangen door een batterij die een constante emk  $\varepsilon_{\text{batt}}$  levert. De staaaf bereikt in dat geval een constante eindsnelheid  $v_e$ .

- b) Schets het verloop van de snelheid als functie van de tijd en geef een fysische verklaring voor het verloop van de grafiek (neem aan dat het door de stroom  $I$  geïnduceerde magneetveld verwaarloosbaar is t.o.v. het gegeven magneetveld  $\vec{B}$ ).
- c) Bereken de stroom  $I$  als de eindsnelheid eenmaal bereikt is.
- d) Bereken de eindsnelheid  $v_e$ .