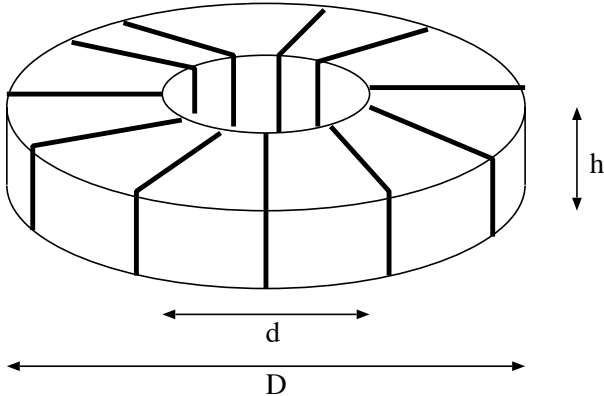


TENTAMEN ELEKTROMAGNETISME II, 11 MAART 1996, 9-12 UUR.

1. (a) In de magnetostatica geldt  $\Delta \vec{B} = -\mu_0 \nabla \times \vec{j}$ . Leid deze relatie tussen magnetisch veld en stroomdichtheid af uit de Maxwellvergelijkingen.

(b) Een stroomverdeling heeft *toroidale symmetrie* als geldt dat  $j_R$  en  $j_z$  onafhankelijk zijn van  $\phi$  en bovendien  $j_\phi = 0$ . (De coördinaten  $R, z, \phi$  zijn cylindercoördinaten.)

Laat zien dat voor het magnetisch veld dat door zo'n stroomverdeling wordt opgewekt geldt dat  $B_R = 0$  en  $B_z = 0$ . (U mag veronderstellen dat  $B \rightarrow 0$  in het oneindige.)



(c) Een spoel bestaat uit een schijf met een gat waarom een stroomdraad gewonden is. (Zie figuur.) Het aantal windingen van de draad is  $N$ , de stroom door de draad is  $I$ , de buitendiameter van de schijf is  $D$ , de binnendiameter  $d$ , de hoogte  $h$ . De stroomverdeling heeft in goede benadering de toroidale symmetrie. Bereken op elk punt het magnetisch veld. Waar is het 't grootst?

2. (a) Leid uit de Maxwellvergelijkingen af dat ladings- en stroomdichtheid voldoen aan

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\nabla \cdot \vec{j}.$$

Leid uit deze vergelijking de wet van behoud van lading af.

(b) De stelling van Poynting is een formule voor de arbeid  $W$  die door elektrische en magnetische velden op een volume  $V$  wordt uitgeoefend. Schrijf die stelling op en leg uit wat de gebruikte symbolen betekenen. Leid uit de stelling van Poynting de wet van behoud van energie af.

(c) Het uitproduct  $\vec{E} \times \vec{B}$  van elektrisch en magnetisch veld speelt een rol in de wet van behoud van impuls. Welke rol?

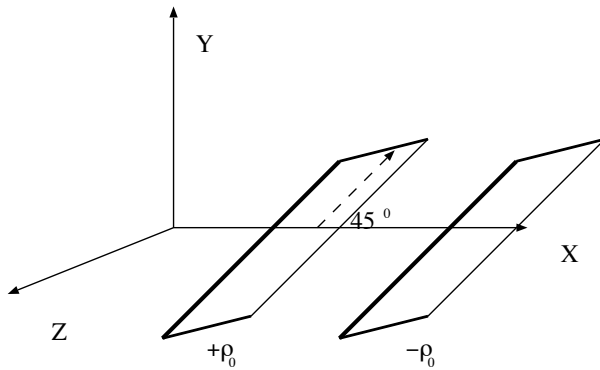
3. Beschouw in vacuum een lineair gepolariseerde, monochromatische, vlakke elektromagnetische golf, gegeven door

$$\begin{aligned} \vec{E}(\vec{r}, t) &= \hat{y} E_0 \cos(kx - \omega t), \\ \vec{B}(\vec{r}, t) &= \hat{z} B_0 \cos(kx - \omega t). \end{aligned}$$

(a) Welke relatie leggen de Maxwellvergelijkingen op tussen  $E_0$  en  $B_0$ ? Welke relatie tussen  $k$  en  $\omega$ ?

(b) Bereken de tijdsgemiddelde energiedichtheid opgeslagen in het elektromagnetische veld. Bereken ook de tijdsgemiddelde impulsdichtheid.

(c) De golf valt loodrecht op een absorberend scherm, met oppervlak  $A$ . Bereken de tijdsgemiddelde kracht die de golf op het scherm uitoefent.



4. Een condensator bestaat uit twee oneindige, vlakke, evenwijdige platen die in het ruststelsel  $S$  een hoek van  $45^\circ$  met de  $x$ -as maken. (Zie figuur.) In stelsel  $S$  hebben de platen een dikte  $d_0$  en een ladingsdichtheid  $\pm\rho_0$ . Het inertiaalstelsel  $S'$  beweegt ten opzichte van  $S$  met snelheid  $v_R$  in de positieve  $x$ -richting.
- (a) Bereken het elektrische veld  $\vec{E}$  en het magnetische veld  $\vec{B}$  in het stelsel  $S$ . Bereken vervolgens de velden  $\vec{E}'$  en  $\vec{B}'$  in het stelsel  $S'$ .
- (b) Bereken de ladingsdichtheid op de platen in stelsel  $S'$ .
- (c) Welke hoek maken de platen met de  $x'$ -as in stelsel  $S'$ ? Hoe staat  $\vec{E}'$  gericht ten opzichte van de platen in stelsel  $S'$  als  $v_R$  de lichtsnelheid nadert?