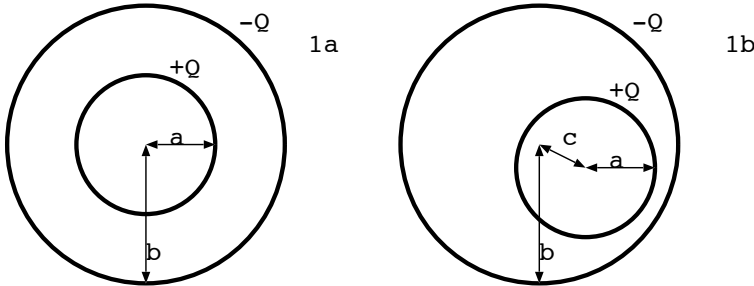


TENTAMEN ELEKTROMAGNETISME II, 19 AUGUSTUS 1996, 9-12 UUR.

1. Beschouw twee concentrische bolvormige metalen schillen (straal  $a$  en  $b$ , zie figuur 1a). Vanuit het oneindige breng ik een lading  $+Q$  op de binnenste schil en een lading  $-Q$  op de buitenste.
- (a) Bereken het potentiaalverschil tussen de schillen.  
 (b) Hoeveel arbeid heb ik verricht?



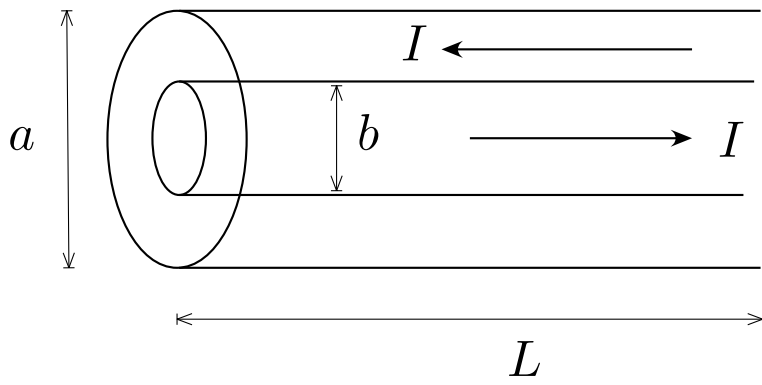
Stel nu dat de schillen niet concentrisch zijn, maar een afstand  $c$  tussen de middelpunten hebben (zie figuur 1b).

(c) Beargumenteer dat de arbeid  $W$  die ik nu moet verrichten om een lading  $\pm Q$  op de twee schillen te brengen, gegeven wordt door een uitdrukking van de vorm

$$W = f(a, b, c)Q^2.$$

Het is niet nodig de functie  $f$  te berekenen.

2. (a) Beschouw een gesloten kromme  $C$ , die een magnetische flux  $\phi$  omvat. Laat zien, dat uit de definitie van de vectorpotentiaal  $\vec{A}(\vec{r})$  volgt dat  $\oint \vec{A} \cdot d\vec{l} = \phi$ .
- (b) Een oneindig lange, cilindrische spoel (straal  $R_0$ ) omvat een magnetische flux  $\phi_0$ . Bereken de vectorpotentiaal  $\vec{A}_0(\vec{r})$  binnen en buiten de spoel. [U mag veronderstellen dat het magneetveld buiten de spoel nul is, en binnen de spoel uniform en axiaal gericht.]
- (c) Stel  $\phi_0 \neq 0$ . Is het mogelijk om door middel van een ijktransformatie van  $\vec{A}_0(\vec{r})$  een nieuwe vectorpotentiaal te construeren die gelijk is aan nul buiten de spoel? Beargumenteer Uw antwoord.
3. Een coaxiaalkabel bestaat uit twee concentrische perfect geleidende cylinders (diameter  $a$  en  $b$ , lengte  $L$ , zie figuur 2) waartussen een potentiaalverschil  $V$  is aangebracht. (De binnenste cylinder heeft de hoogste potentiaal.) Een stroom  $I$  door de binnenste cylinder stroomt terug via de buitenste cylinder.
- (a) Bereken de lading op beide cylinders.  
 (b) Bereken de grootte en richting van de Poyntingvector in de ruimte tussen de cylinders.  
 (c) Bereken de energie die in een tijd  $\Delta t$  van het ene uiteinde van de coaxiaalkabel naar het andere uiteinde wordt vervoerd.
4. (a) Laat zien dat  $|\vec{E}|^2 - c^2|\vec{B}|^2$  relativistisch invariant is.  
 (b) Stel dat het magnetische veld nul is in een bepaald punt in stelsel  $S$ . Bestaat er een stelsel  $S'$  waarin het elektrische veld nul is in dat punt? Beargumenteer Uw antwoord.  
 (c) Stel dat het elektrische en magnetische veld loodrecht op elkaar staan in een



bepaald punt in stelsel  $S$ . Bewijs dat ze dan ook loodrecht op elkaar staan in dat punt in elk ander stelsel  $S'$ .