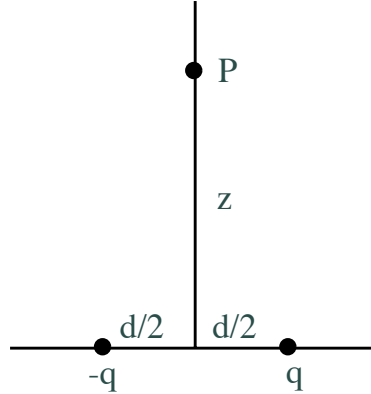


TENTAMEN ELEKTROMAGNETISME II, 24 JANUARI 2000, 9-12 UUR.

1. (a) Geef de formule voor de elektrostatistische potentiaal in dipoolbenadering en bereken het bijbehorende elektrische veld.  
 (b) Een lading  $q$  bevindt zich op het punt  $(d/2, 0, 0)$  en een lading  $-q$  op het punt  $(-d/2, 0, 0)$ . Bereken exact het elektrische veld in het punt  $P = (0, 0, z)$  (zie figuur).



- (c) Laat zien dat het exacte elektrische veld uit opgave *b* voor  $z \gg d$  overgaat in de dipoolbenadering van opgave *a*.
2. Door een oneindig lange spoel (straal  $a$ ,  $n$  windingen per meter) loopt een stroom  $I$ .
- (a) Bereken het magnetische veld binnen en buiten de spoel. Wat is de door de spoel omvatte flux?  
 (b) We zoeken de bijbehorende vectorpotentiaal, in de Lorentzijk. Laat zien dat

$$\vec{A} = \frac{1}{2} \mu_0 n I R \hat{\phi}$$

- het juiste antwoord is binnen de spoel (voor  $R < a$ ).
- (c) Wat is  $\vec{A}$  buiten de spoel?  
 (d) In een andere ijk zal de vectorpotentiaal anders zijn. Kun je de ijk zodanig kiezen dat  $\vec{A} = 0$  buiten de spoel? Zo nee, waarom niet; zo ja, wat is dan die ijk?
3. Beschouw de voortplanting van een transversaal magnetische golf (TM golf) door een golfpijp met een rechthoekige doorsnede (zie figuur). Zoek een magnetisch veld van de vorm

$$\vec{B}(\vec{r}, t) = \text{Re} \left\{ \hat{x} B(y) e^{i(kz - \omega t)} \right\}$$

- (a) Geef de differentiaalvergelijking plus randvoorwaarden waar de functie  $B(y)$  aan moet voldoen. Waarom kan  $B(y)$  niet ook van  $x$  afhangen?  
 (b) Bepaal de functie  $B(y)$ . Wat is de dispersierelatie tussen  $k$  en  $\omega$ ? Beneden welke frequentie is er geen lopende TM golf mogelijk?
4. (a) Beargumenteer dat de eigensnelheid  $d\vec{r}/d\tau$  uit te breiden is tot een viervector. Wat is de bijbehorende nulde component?  
 (b) Zelfde vraag voor de stroomdichtheid  $\vec{j}$ .