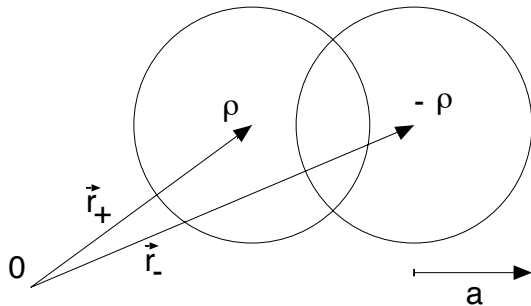


TENTAMEN ELEKTROMAGNETISME II, 7 JUNI 1999, 14-17 UUR.

- (a) Bereken het elektrische veld binnen en buiten een homogeen geladen bol (straal  $a$ , ladingsdichtheid  $\rho$  binnen de bol).

(b) Bereken de elektrostatistische potentiaal binnen en buiten de bol. Kies het referentiepunt zó, dat de potentiaal nul is in het middelpunt van de bol.

(c) Twee homogeen geladen bollen, elk met straal  $a$  en tegengestelde ladingsdichtheden  $+\rho$  en  $-\rho$ , overlappen elkaar gedeeltelijk. Het middelpunt van de positieve bol ligt op  $\vec{r}_+$ , dat van de negatieve bol op  $\vec{r}_-$  (zie figuur).



Bewijs dat het elektrische veld in het gebied waar de bollen elkaar overlappen constant is en bereken die constante.

- Gegeven zijn de elektromagnetische potentialen

$$\Phi(\vec{r}, t) = 0, \quad \vec{A}(\vec{r}, t) = A_0 \sin(ax - bt) \hat{y},$$

waarbij  $A_0$ ,  $a$  en  $b$  willekeurige constanten zijn.

(a) Bereken de bijbehorende elektrische en magnetische velden.

(b) Bereken de bijbehorende lading- en stroomverdelingen  $\rho$  en  $\vec{j}$ .

(c) Stel nu dat  $\rho$  en  $\vec{j}$  beiden overal gelijk zijn aan nul. Welke relatie volgt dan tussen de constanten  $a$  en  $b$ ?

(d) Is het mogelijk om door middel van een ijktransformatie de vectorpotentiaal  $\vec{A}$  gelijk te stellen aan nul? Beargumenteer uw antwoord.

3. Een elektromagnetische golf in vacuum is gegeven door de elektrische en magnetische velden

$$\vec{E} = E_0 \cos(kx - \omega t) \hat{y}, \quad \vec{B} = \frac{1}{c} E_0 \cos(kx - \omega t) \hat{z}.$$

- (a) Bereken de tijdsgemiddelde energiedichtheid en impulsdichtheid.  
(b) De golf wordt geabsorbeerd door een oppervlak van  $1 \text{ m}^2$  loodrecht op de voortplantingsrichting. Hoeveel Joule aan energie wordt door dit oppervlak in 1 seconde opgenomen? (Dit is de *intensiteit* van de golf, in eenheden van  $\text{W}/\text{m}^2$ .)  
(c) Een zekere professor beweert dat op 'n zomerse dag de mensen op het strand languit op de grond liggen omdat ze worden neergedrukt door de stralingsdruk. Toon aan dat dit onzin is, door middel van een schatting van de kracht die het zonlicht op ons uitoefent. *Gegeven:* de intensiteit van het zonlicht op aarde is  $1300 \text{ W}/\text{m}^2$ .
4. Een waarnemer  $W$  ziet de elektromagnetische golf in vacuum uit de vorige opgave. Een waarnemer  $W'$  beweegt ten opzichte van  $W$  met constante snelheid  $v$  in de  $x$ -richting.
- (a) Welke elektrische en magnetische velden neemt  $W'$  waar?  
(b) Welke frequentie  $\omega'$  en welk golfgetal  $k'$  neemt  $W'$  waar?  
(c) Welke golfsnelheid volgt uit  $\omega'$  en  $k'$ ? Verifieer dat het antwoord gelijk is aan de golfsnelheid die volgt uit  $\omega$  en  $k$ .