

OEFENINGEN

O1. Een kwadrupool bestaat uit twee positieve en twee negatieve ladingen ($\pm q$), gelegen op de hoeken van een vierkant met zijde a , zodanig dat twee naburige ladingen een tegengesteld teken hebben. Kies de oorsprong van een assenstelsel in een lading $+q$, zodanig dat de x - en y -assen evenwijdig met de zijden van het vierkant liggen.

- Bereken de potentiaal.
- Benader nu deze potentiaal voor een waarnemer P met bolcoördinaten (r, θ, ϕ) die zich op een grote afstand van de vier ladingen bevindt (tot op orde r^2/a^2). [Hint: voor kleine x geldt $\frac{1}{\sqrt{1+x}} = 1 - \frac{1}{2}x + \frac{3}{8}x^2 - \dots$].
- De benaderde potentiaal van een dipool is de dipoolterm van zijn multipoolontwikkeling. Toon een analoge uitspraak aan voor een kwadrupool.

$\frac{1}{\sqrt{1+x}} = 1 - \frac{1}{2}x + \frac{3}{8}x^2 - \dots$

O2. Veronderstel dat $\{\mathbf{l}, \mathbf{m}, \mathbf{n}\}$ een rechtshandig stel eenheidsvectoren voorstelt.

in vlak $\gamma = 0$
scheidingsvlak

- Toon aan dat de velden

$$\mathbf{E} = \frac{A}{\sqrt{\epsilon}} \exp \left\{ i\omega \left(t - \frac{\mathbf{n} \cdot \mathbf{r}}{c} \right) \right\} \mathbf{l} \quad \text{en} \quad \mathbf{B} = A\sqrt{\mu} \exp \left\{ i\omega \left(t - \frac{\mathbf{n} \cdot \mathbf{r}}{c} \right) \right\} \mathbf{m}$$

met $c = (\sqrt{\epsilon\mu})^{-1}$, voldoen aan de vergelijkingen van Maxwell voor een diëlektricum en dat ze een vlakke golf voorstellen die met een snelheid c in de richting \mathbf{n} beweegt.

- Een vacuüm (ϵ_0, μ_0) wordt door het vlak $z = 0$ van een medium met diëlektriciteitsconstante ϵ en magnetische permeabiliteit μ_0 gescheiden. De bovenstaande golf beweegt in een vlak dat loodrecht staat op het scheidingsvlak $z = 0$. Het elektrische veld van de invallende golf ligt in het invalsvlak en de hoek tussen de voortplantingsrichting en de z -as is $\theta_1 = \arctan(\sqrt{\frac{\epsilon}{\epsilon_0}})$. Toon aan dat de randvoorwaarden op het vlak vervuld zijn indien er geen gereflecteerde golf is, indien de doorgelaten golf in hetzelfde invalsvlak ligt en indien de voortplantingsrichting van de doorgelaten golf een hoek $\theta_2 = \frac{\pi}{2} - \theta_1$ maakt met de normaal.

- (1) In het voorgaande volstaat het niet om alleen maar wat formules te schrijven, uitleg is vereist over wat gedaan wordt, en waarom.
- (2) Vergeet niet op ELK los blad uw naam, nummer en jaar te vermelden.