# Examen Elektromagnetisme

**Academiejaar 2010-2011**
*1e zittijd, 6 juni 2011*

### THEORIE 1

We beschouwen een vlakke golf in een diëlektricum die zich voorplant langs de richting $\mathbf{n}$, waarbij de golfvector gegeven is door $\mathbf{k} = k\mathbf{n}$. De algemene voorstelling voor de elektromagnetische velden kan in de volgende vorm geschreven worden:

$$\begin{aligned} \mathbf{E} &= \mathbf{a}e^{i\Omega} + \text{c.c.}\,, \\ \mathbf{B} &= \frac{1}{\omega}\mathbf{k} \times \mathbf{E}\,, \end{aligned}$$

met $\mathbf{a}$ een complexe vector. De fase $\Omega$ is gedefinieerd door $\Omega = \mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t$, waarbij $\omega = kc$ met $c$ de lichtsnelheid in dit medium.

Toon eerst aan dat je $\mathbf{E}$ in de volgende vorm kan brengen:

$$\mathbf{E} = \mathbf{X} \cos \Omega + \mathbf{Y} \sin \Omega\,,$$

met $\mathbf{X}$ en $\mathbf{Y}$ reële vectoren, en bespreek hiervan vertrekkend dan uitgebreid het begrip *polarisatie van een vlakke golf.*

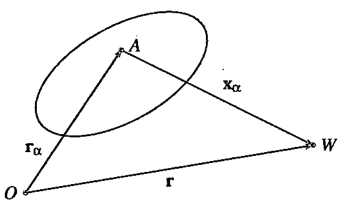
### THEORIE 2

(i) Hoe kan je een uitgemiddelde grootheid $\langle F(\mathbf{r},t) \rangle$ definiëren voor een microscopische grootheid $F(\mathbf{r},t)$? Leg daarbij (kort) uit wat de fysische intuïtie is achter dergelijke uitmiddelingsoperaties.

We bekijken vervolgens een verzameling geladen deeltjes. Deze worden niet als puntdeeltjes opgevat maar nemen een klein gebiedje $\mathcal{V}_\alpha$ in rond een referentiepunt $A$ met vectorcoördinaat $\mathbf{r}_\alpha$ vanuit een oorsprong $O$; hierbinnen leeft een ladingsdichtheid $\rho_\alpha(\mathbf{r},t)$ en stroomdichtheid $\mathbf{j}_\alpha(\mathbf{r},t)$. De waarnemer in $W$ heeft vectorcoördinaat $\mathbf{r}$, en we noteren de relatieve plaatscoördinaat als

$$\mathbf{x}_\alpha = \mathbf{r} - \mathbf{r}_\alpha,$$

zoals aangeduid op




De vectorpotentiaal, teweeggebracht door de stroom in het $\alpha^{\text{de}}$ gebiedje, is in het punt $W$ gegeven door

$$\mathbf{a}_\alpha(\mathbf{r},t) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{\mathcal{V}_\alpha} d^3\mathbf{r}' \left[ \frac{\mathbf{j}_\alpha(\mathbf{r}',t)}{|\mathbf{x}_\alpha - \mathbf{r}'|} \right]_v,$$

waarbij $\mathbf{r}'$ de integratiecoördinaat is in het gebiedje rond $A$, en $[\ldots]_v$ de gepaste inachtname van de tijdsvertraging voorstelt.

We hebben ook een microscopische stroom $\mathbb{J}_g(\mathbf{r},t)$, opgewekt door de vrije ladingsdragers (geleidingselektronen).

(ii) Er ontbreekt nog een stroombijdrage in voorgaande modellering. Dewelke, en hoe stel je deze voor?

(iii) Bespreek vervolgens de overgang van de microscopische vectorpotentiaalbijdragen naar de gemiddelde totale vectorpotentiaal $\langle A(\mathbf{r},t) \rangle$ door gebruik te maken van een dipoolbenadering. Voer daarbij o.a. het begrip polarisatie en magnetisatie van het medium in. Leg alle stappen die je zet (duidelijk) uit!