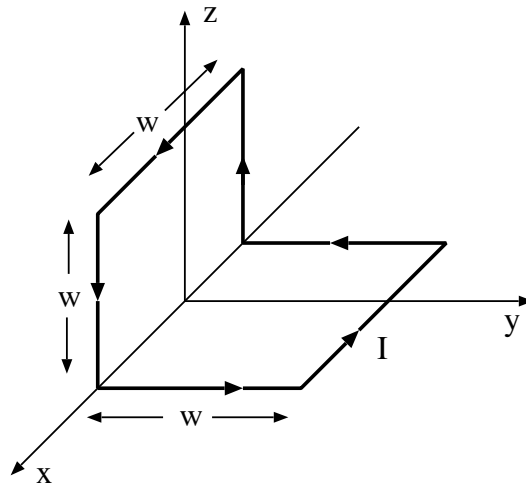


TENTAMEN ELEKTROMAGNETISME II, 16 JANUARI 2002, 14-17 UUR.

1. Het magnetisch dipoolmoment $\vec{\mu}$ van een stroomverdeling $\vec{j}(\vec{r})$ is gegeven door

$$\vec{\mu} = \frac{1}{2} \int \vec{r} \times \vec{j} dV.$$

(a) Leid af dat voor een vlakke stroomkring (oppervlak S , stroom I) geldt dat $|\vec{\mu}| = SI$. In welke richting wijst $\vec{\mu}$?



figuur 1

(b) Bereken de grootte van $\vec{\mu}$ voor de stroomkring in figuur 1. Geef de richting aan in een schets.

2. De stroomverdeling $\vec{j}(\vec{r}, t)$ in een stroomkring hangt lineair van de tijd af, volgens $\vec{j} = \vec{f}(\vec{r})t$. Er vindt geen ladingshoping plaats.

(a) Leid af dat $\int \vec{f}(\vec{r}) dV = 0$.

(b) Druk de vectorpotentiaal $\vec{A}(\vec{r}, t)$ uit in termen van een integraal van \vec{f} .

(c) Toon aan dat, in dit speciale geval, retardatie geen effect heeft op \vec{A} .

(d) Toon aan dat het elektrische veld dat door de stroomkring wordt opgewekt onafhankelijk is van de tijd.

3. In vacuüm luidt de stelling van Poynting

$$\frac{\partial}{\partial t}(u_{\text{elektrisch}} + u_{\text{magnetisch}}) = -\text{div } \vec{S}.$$

- (a) Druk $u_{\text{elektrisch}}$, $u_{\text{magnetisch}}$ en \vec{S} uit in termen van \vec{E} en \vec{B} .
- (b) Voor tijdsonafhankelijke velden \vec{E} en \vec{B} is het linkerlid nul, dus $\text{div } \vec{S} = 0$. Leid dit direct af uit de Maxwell vergelijkingen in vacuüm.
- (c) Bereken $\text{div } \vec{S}$ voor tijdsonafhankelijke \vec{E} en \vec{B} in aanwezigheid van lading en stroom. Leg een verband tussen het resultaat en de wet van behoud van energie.
4. In inertiaalstelsel S geldt in een bepaald punt P dat $\vec{B} = 0$, $\vec{E} \neq 0$. Stelsel S' beweegt ten opzichte van S met een snelheid v in de x -richting.
- (a) Bereken \vec{E}' in termen van \vec{E} (in punt P).
- (b) Laat zien dat \vec{B}' en \vec{E}' loodrecht op elkaar staan in punt P . Dit is een bijzonder geval van een meer algemene stelling, dat het inproduct $\vec{E} \cdot \vec{B}$ in elk punt invariant is onder Lorentztransformaties.
- (c) Bewijs deze stelling.