

THEORIE

Vraag 1 (/6)

Een lichtstraal valt vanuit een medium met brekingsindex n_1 onder een invalshoek θ_i , in op het vlakke scheidingsoppervlak met een medium met brekingsindex n_2 . $n_2 > n_1$. Aan het scheidingsoppervlak ontstaat er een teruggekaatste (terugkaatsingshoek θ_t) en een gebroken straal (brekingshoek θ_b).

- Maak een duidelijke figuur van de situatie.
- Formuleer de wet van Snel(ius).
- Formuleer het principe van Fermat.
- Leid de wet van Snel af uit het principe van Fermat.

Vraag 2 (/10)

- Geef een uitdrukking voor het elektrische veld opgewekt door een puntlading Q (gelokaliseerd bij $\vec{0}$) in een punt P op vector \vec{r} ten opzichte van de lading Q . De ruimte tussen de twee punten mag ledig beschouwd worden (vacuüm). Geef de betekenis van alle symbolen in deze uitdrukking en ook hun eenheden.
- Bereken het elektrische veld voor een oneindig lange lijnlading met lading per lengte-eenheid λ . Maak een duidelijke figuur. Definieer in deze figuur alle grootheden die in de berekening worden gebruikt.

Gegeven: De Lorentztransformatieformules voor elektrische en magnetische (inductie) velden. Het assenkruis met accenten beweegt mee met de ladingen.

$$\begin{aligned}
 E'_{x'} &= E_x & E'_{y'} &= \frac{E_y - vB_z}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} & E'_{z'} &= \frac{E_z + vB_y}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\
 B'_{x'} &= B_x & B'_{y'} &= \frac{B_y + \frac{vE_z}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} & B'_{z'} &= \frac{B_z - \frac{vE_y}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}
 \end{aligned}$$

- Bereken op basis van relativiteit de magnetische inductie (B-veld) voor een oneindig lange lijn van eenparig rechtlijnig bewegende ladingen met snelheid v (langs de x-as). De lijnladingsdichtheid λ is dezelfde als in b) voor een stilstaande waarnemer. Leg duidelijk uit welke principes u gebruikt en motiveer de tussenstappen.
- Formuleer de wet van Ampère voor statische magnetische (inductie)velden (B-velden) in vacuüm.
- Verifieer dat het veld berekend onder c) voldoet aan de wet van Ampère.

Vraag 3 – Zie ommezijde van dit blad

Vraag 3 (/4)

De bron van een geluidsgolf beweegt met een snelheid $v_b > 0$ ten opzichte van de stilstaande lucht naar een waarnemer toe, die eveneens stil staat (snelheid 0 ten opzichte van lucht). Bron en waarnemer bevinden zich steeds op één en dezelfde as (maar botsen uiteraard niet). Veronderstel dat de geluidsgolf in het assenstelsel van de bron kan worden voorgesteld door volgende vergelijking

$$A \sin(kx - \omega t)$$

- Geef een uitdrukking voor de (geluids)golfsnelheid v_g , de golflengte λ , de periode T en de gewone frequentie ν (niet de cirkelfrequentie) van deze golf als functie van symbolen uit de vergelijking hierboven.
- Ten gevolge van het Dopplereffect hoort de waarnemer deze geluidsgolf met een andere frequentie ν' . Bereken die frequentie ν' .
- Interpreteer het Dopplereffect in deze situatie fysisch, op basis van een andere golfeigenschap dan frequentie of periode. Maak hierbij een duidelijke figuur.
- Leg kort uit hoe de situatie en berekende formules veranderen, als de bron zich van de waarnemer verwijdert.

Delen b) en c) van deze vraag mogen samen (als een vraag) beantwoord worden.