

Examen Elektrodynamica

22 juni, 11u

Bovenaan het examen stond de mededeling dat voor geen enkele van de vragen zwaar rekenwerk vereist is.

1 Divergentie en curl

Welke van de onderstaande velden zijn divergentieloos en welke zijn irrotationeel? Het volstaat om 6 maal 'ja' of 'nee' te schrijven, en als je 'ja' antwoordt moet je uitleggen waarom. Het gaat hier over tijdsafhankelijke stromen en velden.

1. De stroomdichtheid van een vloeistof waarin geen chemische reacties plaatsvinden
2. $\nabla\rho$, met ρ de ladingsdichtheid
3. $\mathbf{B} \times \mathbf{E}$

2 Behouden grootheden

Welke van onderstaande grootheden zijn behouden, ijkvariant, Lorentzvariant of positief? Zet kruisjes in de tabel.

- $A_\mu A^\mu$, met A de vectorpotentiaal in een bepaald punt
- $\int \rho(\vec{r}) d\tau$, met $\rho(\vec{r})$ de ladingsdichtheid
- $-p_\mu p^\mu$, met p het 4-momentum van een deeltje
- $\int \mathbf{S} d\tau$ met \mathbf{S} de Poynting vector
- F^{13} , een component van de veldtensor
- $j^\mu A_\mu$ in een bepaald punt, met j de stroomdichtheid en A de potentiaal
- $\partial^\mu A_\mu$, met A de potentiaal

grootheid	behouden	ijk invariant	Lorentz invariant	≥ 0
$A_\mu A^\mu$				
$\int \rho(\vec{r}) d\tau$				
$-p_\mu p^\mu$				
$\int \mathbf{S} d\tau$				
F^{13}				
$j^\mu A_\mu$				
$\partial^\mu A_\mu$				

3 Straling

Beschouw een (eindig) gebied \mathcal{V} waarvoor dat geen bronnen heeft op zijn rand (maar dus mogelijk wel elders) en waarvoor geldt dat het elektrisch veld nul is op de rand. Kan er straling uitgestuurd worden door de bronnen in \mathcal{V} ?

4 Elektromagnetische golven

Is het mogelijk om de voortplantingssnelheid van een elektromagnetische vlakke golf te bepalen door op één plaats en tijd \mathbf{E} en \mathbf{B} te meten?

5 Veer met ladingen

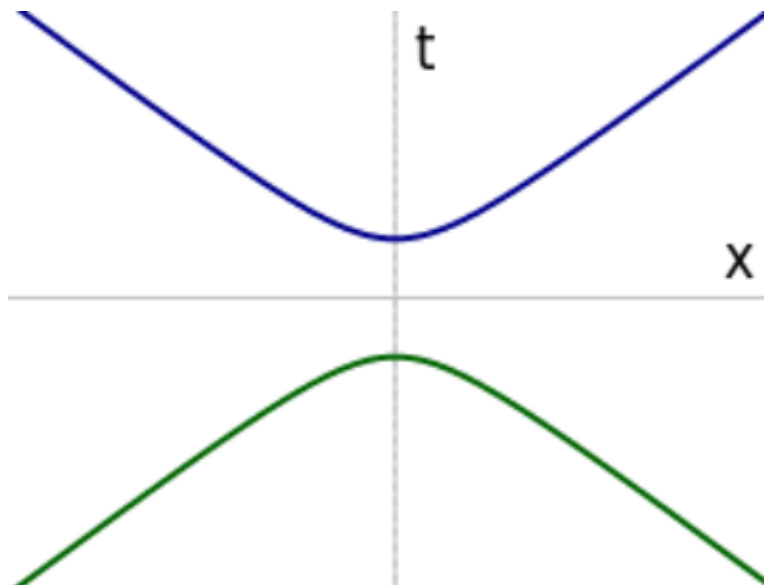
Beschouw een veer met rustlengte l en veerconstante k . Deze veer heeft een natuurlijke frequentie $\omega_0 = \sqrt{k}$ (de massa wordt in de theoretische fysica soms weggelaten).

Stel dat we twee identieke positieve ladingen Q plaatsen op de uiteinden van de veer. Dit systeem zal een nieuwe natuurlijke frequentie ω krijgen. Benader deze ω . Beschouw enkel elektrostatische effecten en neem aan dat de ladingen klein zijn. Je mag uiteraard ook harmonische benaderingen maken.

6 Veld van een puntlading

Beschouw twee puntladingen op een hyperbolische baan in de ruimtetijd: $x_1 = \sqrt{a^2 + (ct)^2}$, $x_2 = -\sqrt{a^2 + (ct)^2}$. (zie Figuur ??)

Bepaal de kracht op deeltje 1 door het elektromagnetisch veld dat deeltje 2 op tijd t opwekt.



Figuur 1: Twee hyperbolische banen

7 Inductantie

Beschouw een lus in een statisch \mathbf{E} - en \mathbf{B} -veld. Onder welke omstandigheden kan de zelf-inductantie van deze lus veranderen?

8 Speciale relativiteit

Beschouw twee ruimteschepen A en B die recht naar elkaar toe bewegen (en dus zullen botsen). Vanuit het standpunt van de aarde vliegt ruimteschip A met een snelheid van $0.8c$, en ruimteschip B met een snelheid van $0.6c$. Op tijdstip $t = 0$ passeert ruimteschip A het punt a en ruimteschip B het punt b (nog steeds vanuit het standpunt van de aarde). De afstand l tussen a en b is $l = 4.2 \cdot 10^8 m$.

1. Wat is het tijdstip t van de botsing? (zoals gezien door een waarnemer op aarde)
2. Wat is de snelheid van ruimteschip B volgens een waarnemer in A ?
3. Wat is de snelheid van ruimteschip A volgens een waarnemer in B ?
4. Wat is de tijd tussen het passeren van punt a en de botsing volgens een waarnemer in A ?
5. Wat is de tijd tussen het passeren van punt b en de botsing volgens een waarnemer in B ?

6. Stel dat de waarnemers geen mensen zijn, maar vleermuizen, die via het geluid communiceren in plaats van licht. Wat is nu je antwoord op de vorige vraag? (de snelheid van het geluid is $v_g = 10^{-3}c$)