

Tentamen Relativiteitstheorie

vrijdag 18 augustus 2000, 9-12 uur zaal 5113.0202

Gebruik voor elke opgave een apart vel. Schrijf op elk vel je naam en studentnummer.

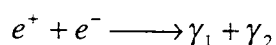
Opgave 1. (20 punten)

Een raket passeert met snelheid $v = 0,8c$ op afstand a een waarnemer A. Tijdens zijn vlucht zendt de raket radiosignalen uit via een zender die staat afgesteld op een frequentie van $\nu_0 = 100$ MHz.

- Wat is de frequentie waarmee waarnemer A het signaal registreert zeer lang voordat de raket haar passeert? (voor afstand b tussen waarnemer en raket geldt $b \gg a$)
 - Wat is de frequentie waarmee waarnemer A het signaal registreert op het moment dat de raket haar passeert? (het signaal bereikt de waarnemer dus langs de verbindinglijn \vec{a})
 - Wat is de frequentie waarmee waarnemer A het signaal registreert zeer lang nadat de raket haar is gepasseerd?
-

Opgave 2 (25 punten)

Een positron botst met een in het laboratoriumstelsel stilstaand electron, waarbij de reactie

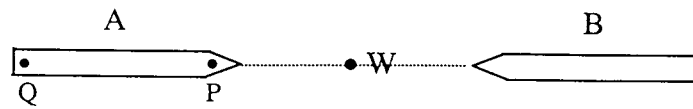


optreedt.

De rustmassa m_e van het positron en het electron zijn gelijk. Foton γ_1 wordt parallel en foton γ_2 antiparallel uitgezonden ten opzichte van de invalrichting van het positron. In het laboratorium wordt gemeten dat de energie van γ_1 twee keer zo groot is als die van γ_2 .

- Beredeneer dat de twee fotonen dezelfde energie hebben in het CM-stelsel (waarin $\vec{P}_{tot} = 0$).
 - Laat zien dat het CM-stelsel ten opzichte van het laboratorium beweegt met een snelheid $v_{CM} = \frac{1}{3}c$.
 - Wat is de totale energie van het invallende positron in het laboratoriumstelsel, uitgedrukt in m_e en c ?
 - Wat zijn de energieën van de twee fotonen in het laboratoriumstelsel, uitgedrukt in m_e en c ?
-

Opgave 3. (20 punten)



Twee raketten A en B bewegen in tegenovergestelde richting langs de zelfde lijn. Voor een waarnemer W op aarde (stelsel S) zijn de snelheden respectievelijk

$$\vec{v}_A = +\frac{3}{5}c.\hat{x} \quad \text{en} \quad \vec{v}_B = -\frac{2}{5}c.\hat{x}$$

De lengte van raket A, gemeten tussen de punten P en Q in de neus en de staart van de raket, bedraagt 100 m, gemeten in het ruststelsel S' van raket A.

- Wat is volgens waarnemer W de lengte van raket A?
- Wat is volgens een waarnemer in raket B (ruststelsel S'') de lengte van raket A?

In raket A wordt op zeker tijdstip vanuit P een lichtflits uitgezonden. Een tijdje τ later (gemeten in S') wordt vanuit Q een tweede lichtflits uitgezonden.

- Geef een uitdrukking voor het tijdverschil $\Delta t''$ tussen de ontvangst van beide lichtflitsen door een waarnemer in raket B, in termen van τ en c .

Opgave 4 (25 punten)

Een neutron met kinetische energie K en rustmassa m botst in het laboratorium tegen een stilstaande kern met massa M . Het neutron wordt ingevangen.

Bepaal van het samengestelde deeltje:

- De impuls
- De energie
- De snelheid
- De rustmassa

uitgedrukt in m , M , K en c .