

Tentamen Speciale Relativiteitstheorie

8 november 2004

Opgave 1

Een inertiaalstelsel S' beweegt ten opzichte van het stelsel S met de snelheid u . In S' staat een klok A op vaste positie $x'_A = L$, en in S staat een klok B op een vaste positie $x_B = L$. Zoals gewoonlijk zijn in beide stelsels klokken op 0 gezet op het moment dat de oorsprongen O en O' elkaar passeren.

- Laat zien dat de baan van de klok A in S gegeven is door $x_A = ut + L/\gamma$, en dat de baan van B in S' gegeven is door $x'_B = -ut' + L/\gamma$.
- Geef de plaats en de tijd in S van de gebeurtenis dat klok A de tijd 0 aangeeft.
- Geef de plaats en de tijd in S' van de gebeurtenis dat klok B de tijd 0 aangeeft.

Neem nu aan dat de snelheid u gelijk is aan $u = 4c/5$, en dat de afstand L gelijk is aan 1 lichtuur (ofwel $L/c = 1$ uur).

- Bepaal de tijd die elk van beide klokken aangeeft op het moment dat ze elkaar passeren.

Opgave 2.

Een ruimteschip met lengte L reist met snelheid u ten opzichte van de Aarde. Het meebewegende stelsel noemen we S' , het stelsel van de Aarde is S . Voor het gemak kiezen we de oorsprong O' van S' in het midden van het schip. Vanuit dit punt O' worden op een zeker tijdstip $t' = T$ twee kogels afgevuurd, met tegengestelde snelheden w , en $-w$, beide ten opzichte van S' . Het afschieten van de kogels is gebeurtenis 1, de aankomst van de ene kogel achterin het schip (op $x' = -L/2$) is gebeurtenis 2, en de aankomst van de andere kogel aan de voorkant (op $x' = L/2$) is gebeurtenis 3.

- Geef de tijdstippen van de drie gebeurtenissen, alle in het stelsel van het ruimteschip (stelsel S').

- b. Bepaal de posities en de tijdstippen van de drie gebeurtenissen gezien vanuit de Aarde (stelsel S).
- c. Geef de vluchttijd van beide kogels, gezien vanuit de Aarde. Welke van de twee kogels is het langst onderweg geweest?
- d. Bepaal de afgelegde weg van beide kogels, gezien vanuit de Aarde.
- e. Bepaal de snelheid van beide kogels, gezien vanuit de Aarde.

Opgave 3.

Een systeem bestaat uit een stilstaand deeltje met massa M_0 en een lichtflits met energie E_1 die in de positieve x -richting loopt.

- a. Geef de energie E en de impuls P van het systeem.
- b. Geef de snelheid van het ruststelsel van dit systeem.

De lichtflits wordt vervolgens geabsorbeerd door het deeltje.

- c. Bepaal de massa van het deeltje na de absorptie.
- d. Bepaal de snelheid van het deeltje na de absorptie (gezien vanuit het stelsel waarin het deeltje aanvankelijk stilstond).

Vervolgens wordt opnieuw een lichtflits met dezelfde energie E_1 geabsorbeerd.

- e. Geef de massa en snelheid van het deeltje na deze tweede absorptie. Is het resultaat hetzelfde als na absorptie van één flits met de dubbele energie $2E_1$?