

15
1

+ 0,8

9,6

~~8,8~~ 9,4

a) Je gaat bij klok p staan en leest de tijd af van klok Q.

b) bij de tijd die je leest van klok Q tel je de afstand tussen klok p en Q op in SR eenheid (dus lichtseconden) ~~en~~ en die som ~~waarmee~~ stel je in op klok p. nu lopen de klokken gelijk.

b)

| | Coördinat- | eigen- | Ruimtetijd |
|--------|------------|--------|------------|
| Hank | Ja | nee | nee |
| ingrid | nee | Ja | nee |

10,0


c) waarnemer 3

d) waarnemers 1 en 4

e) tijdschijf went $> 5^2 > 0$

f

g)

$$U'_z = \frac{U_z \sqrt{1-\beta^2}}{-\beta U_x + 1}$$


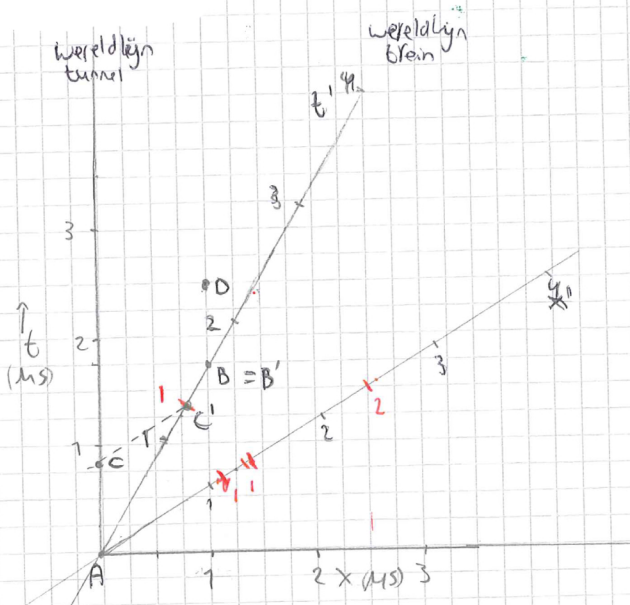
$$U'_z = \frac{0,6 \sqrt{1-0,8^2}}{-0,8 \cdot 0 + 1} = 0,36$$

g)

$$U'_x = \frac{-\beta + U_x}{-\beta U_v + 1} = \frac{-0,8 + 0}{-0,8 \cdot 0 + 1} = -0,8$$

totale snelheid = $\sqrt{(0,36)^2 + (-0,8)^2} \approx 0,88$ in SR eenheden
(in other frame)

2 a)



9 $L = L_A \sqrt{1 - U^2} = 0,6 \cdot \sqrt{1 - (\frac{3}{5})^2} = 0,48 \text{ ms} = \text{lengte trein t.o.v. home frame}$
 als hij met $U = \frac{3}{5}$ reist, $t_c = \frac{L}{U} = 0,48 / \frac{3}{5} = 0,8$ $t_B = \frac{L}{U} = \frac{2}{3} \approx 1,67$
 $t_D = 0,8 + \frac{1}{3} = 2,47$

b $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{3}{5})^2}} = 1,25$

0 X op de x en t as is 2 cm één μsec . en op de x'ent' is $(2 \cdot 1,25) = 2,5 \text{ cm}$ één μsec .

c tussen c en D was de achterkant in de tunnel en tussen A en B was de voorkant in de tunnel dus de tijd dat de trein in de tunnel was (voor een observer in het home frame) is het tijdsverschil tussen c en B en dat is $1,67 - 0,8 \approx 0,87 \text{ ms}$

d dan gaat het om het tijdsverschil tussen C' en B' en dat is $\frac{0,9}{2,5} = 0,36 \text{ ms}$.

e Coördinaten gebeurtenis D: $t_D \approx 2,47 \text{ ms}$ (zie 2a) en $x_D \approx 1 \text{ ms}$.
 $x'_D = \gamma (-\beta t_D + x_D) = 1,25 (-\frac{3}{5} \cdot 2,47 + 1) \approx -0,60 \text{ ms}$
 $t'_D = \gamma (-\beta x_D + t_D) = 1,25 (-\frac{3}{5} \cdot 1 + 2,47) \approx 2,34 \text{ ms}$

3 a
$$\begin{pmatrix} \gamma m \\ \gamma m u \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cancel{m} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma_1 M \\ \gamma_1 M u_1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} E_x \\ +E_x \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

3

b
$$\gamma m = E = \frac{m}{\sqrt{1-u^2}} = \frac{m}{\sqrt{1-0,6^2}} = 1,25 m$$

3

$$E = m + h \rightarrow h = E - m = 1,25 m - m = \underline{0,25 m}$$

c

$\gamma_1 M$ is dan M want het deelje staat stil

en $\gamma_1 M u_1 = 0$ = impuls nieuwe deelje

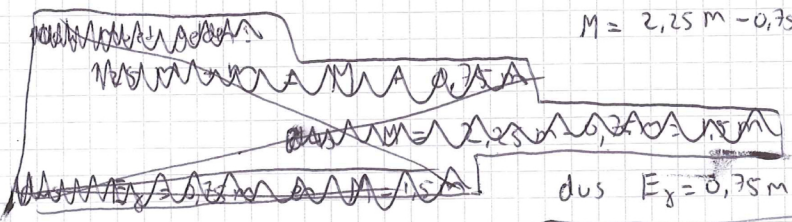
en $\gamma m u = 1,25 \cdot 0,6 = 0,75$

er moet gelden: ~~...~~ $2,25 m = M + E_x$
en $0,75 m = E_x$

3



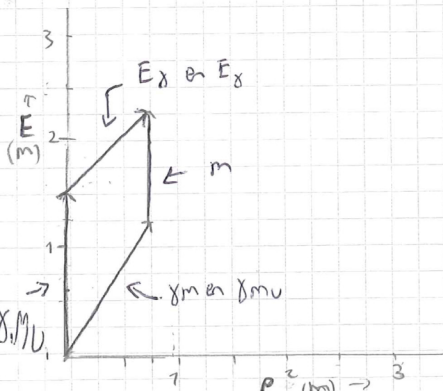
$$M = 2,25 m - 0,75 m = 1,50 m$$



dus $E_x = 0,75 m$ en $M = 1,50 m$

d

3



e $E_{\text{nieuw}} = 2,25 m$ dan heeft het join geen energie: de impuls van het nieuwe deelje moet dan $\gamma m u = 0,75 m$ zijn.

$$M = \sqrt{E^2 - p^2} = \sqrt{2,25^2 - 0,75^2} \approx 2,12 m$$

3