TIJDDILATATIE

Michelson en Morley hadden al vanaf 1881 experimenten uitgevoerd om de lichtsnelheid op te meten en ze hadden reeds vlug het vermoeden dat zowel een stilstaande als een (zeer snel) bewegende waarnemer dezelfde waarde zouden opmeten voor deze snelheid.

Dit is helemaal niet evident. Als een fietser immers rechtlijnig beweegt met een snelheid van 15 km/u in de richting van een trein die met een snelheid rijdt van 60 km/u, dan meet de fietser in feite dat de snelheid van de trein 45 km/u bedraagt.

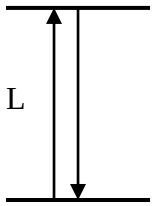
Een persoon die in een heel snelle raket door de ruimte beweegt en een persoon die op aarde blijft staan, zullen echter voor de lichtsnelheid dezelfde waarde opmeten.

In één van zijn beroemde gedachte-experimenten concludeerde Einstein hieruit dat de tijd trager verloopt in een snel bewegende raket dan voor een waarnemer op aarde. Dit is de zogenaamde **tijddilatatie** of tijdrek.

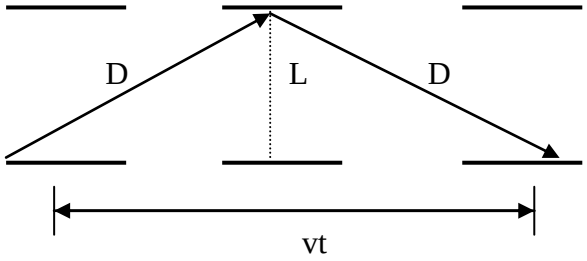
Hoe verklaar je dit?

Op de onderstaande figuur zie je links een afbeelding, die de situatie in een raket voorstelt. Een waarnemer in de raket zendt een lichtflits uit die tegen een spiegel wordt weerkaatst. Het licht legt een afstand 2L af in een tijd t'.

De figuur rechts stelt dezelfde situatie voor, maar dan gezien vanuit het standpunt van een waarnemer op aarde. Volgens deze waarnemer legt het licht een afstand 2D af in een tijd t. Hij ziet de raket bewegen met een snelheid v, maar voor beide waarnemers is de opgemeten waarde van de lichtsnelheid gelijk aan c.



$$t' = \frac{2L}{c} \quad (1)$$



$$t = \frac{2D}{c} \quad (2)$$

Aangezien 2D > 2L volgt hieruit dat t > t', m.a.w. de tijd verloopt trager in de raket dan voor een waarnemer op aarde.
Het juiste verband tussen t en t' volgt uit de stelling van Pythagoras:

$$D^2 = \frac{v^2t^2}{4} + L^2 \overset{(1)\,(2)}{\Rightarrow} \frac{c^2t^2}{4} = \frac{v^2t^2}{4} + \frac{c^2t'^2}{4}$$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{t = \frac{t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}}$$