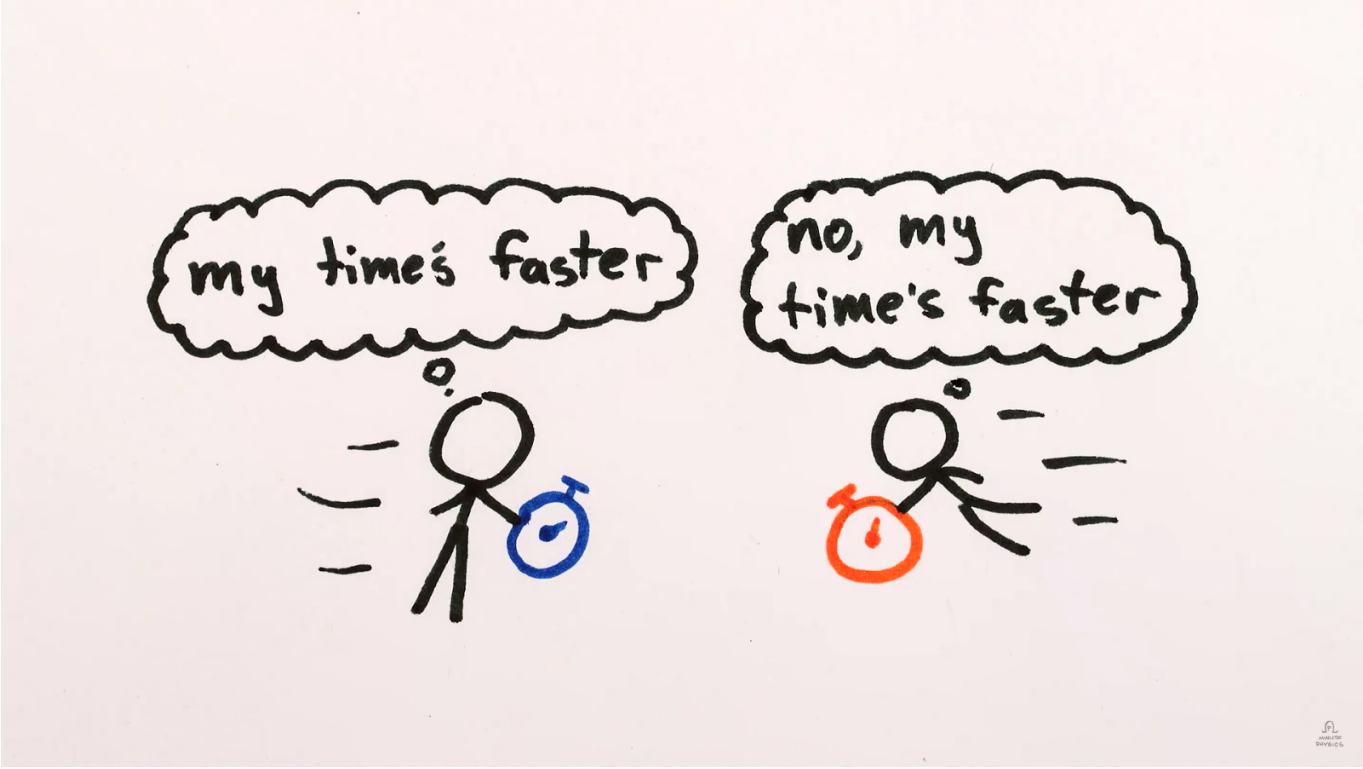
De tweelingparadox in beeld gebracht

De tweelingparadox is misschien wel de beroemdste paradox uit de relativiteitstheorie. Zoals bij elke paradox gaat het om een schijnbare tegenspraak: van een reislustige tweeling lijkt de één ouder dan de ander, maar de ander ook ouder dan de één. Het Youtubekanaal MinutePhysics maakte een tweetal animaties waarin de oplossing van de paradox heel duidelijk geïllustreerd wordt.



We bespraken de tweelingparadox al eens uitgebreid op deze site, in dit artikel uit ons dossier over relativiteitstheorie. Hoe zat het ook alweer? Van een reislustige tweeling reist er één met grote snelheid naar een verre ster, keert daar om, en reist met dezelfde grote snelheid terug. De andere helft van de tweeling blijft op aarde wachten tot het reizende familielid is teruggekeerd. Vervolgens vergelijken de twee broers of zussen hun leeftijden.

Volgens de klassieke natuurkunde zou dit experiment niet heel interessant zijn. De tijd loopt in Newtons mechanica immers voor iedereen even snel – de tweeling zal dus geen enkel leeftijdsverschil meten na de lange reis. Volgens de relativiteitstheorie is de situatie echter veel interessanter! In de relativiteitstheorie kennen we namelijk het verschijnsel van tijdsdilatatie: het feit klokken die met een constante snelheid ten opzichte van ons bewegen, langzamer lopen dan klokken die ten opzichte van ons stilstaan.

De paradox is nu dat die tijdsdilatatie voor beide tweelinghelften lijkt te gelden. De thuisblijver ziet de klok van de reiziger op zowel de heen- als terugreis langzamer lopen, en zou dus verwachten dat de reiziger bij thuiskomst jonger is dan hij- of zijzelf. Maar de reiziger ziet precies het omgekeerde: de klok van de thuisblijver loopt langzaam, en juist díe zou dus na afloop van de reis jonger moeten zijn. Wie van de twee heeft gelijk?

Op het geweldige Youtubekanaal MinutePhysics verscheen het onderstaande filmpje, waarin de paradox nog eens duidelijk wordt uitgelegd:

Zoals bij elke paradox gaat het ook in de tweelingparadox om een *schijnbare* tegenstelling. Uiteindelijk blijkt toch één helft van de tweeling gelijk te hebben: de thuisblijvende helft. De reiziger is bij thuiskomst daadwerkelijk jonger dan de achterblijver – iets wat overigens ook werkelijk met metingen (aan atoomklokken in plaats van tweelingen) is bevestigd.

Waarom is de redenering van de reizende tweelinghelft dan onjuist? De crux blijkt te zitten in het feit dat de reiziger niet continu met constante snelheid reist, maar op een gegeven moment omkeert. Bij dat omkeren gebeurt er iets met het gelijktijdigheidsbegrip van de reizende tweelinghelft waardoor de eenvoudige redenering aan de hand van tijdsdilatatie niet voldoende blijkt te zijn: de reizende tweelinghelft “slaat een stuk van de geschiedenins van de achterblijver over”. Hoe dat precies zit wordt heel mooi uitgelegd in een tweede filmpje van MinutePhysics:

Een mooi voorbeeld van het feit dat de relativiteitstheorie ons dwingt tot heel zorgvuldig redeneren: doordat die theorie ons beeld van ruimte en tijd zo overhoop gooit moeten we altijd voorzichtig zijn met intuïtieve redeneringen zoals die van de tweelingparadox. Voor een ander voorbeeld van zo’n scheefgaande redenering: zie ons eerdere artikel over

Lorentzcontractie en de ladderparadox. Hopelijk maakt MinutePhysics daar ook nog eens een filmpje over – zodra dat gebeurt plaatsen we het zeker!