

Over de v en c in de Lorentz transformatie en afwezigheid van beweging

Hans Lugtigheid
Amsterdam

hanslugtigheid.nl
hans@hanslugtigheid.nl

22 Juli 2019

Samenvatting

De v in de Lorentz transformatie is de snelheid van de oorsprong van het 2e referentiestelsel. Een punt zonder dimensies. Uit deze v kunnen we geen maximumsnelheid (of iets anders) concluderen voor fysieke objecten. De c is de snelheid van informatie. Voor c kunnen we iedere waarde > 0 kiezen en we zien dat die gekozen waarde c identiek wordt gemeten in beide referentiestelsels. Dus de lichtsnelheid is geen speciaal geval. De Lorentz transformatie is een benadering van de De Galileo transformatie waarbij de snelheid van informatie $c = \infty$. De Galileo transformatie is 'real time'. Daarbij gaan we uit van een (absoluut) referentiestelsel met als oorsprong een willekeurig punt in de ruimte. We kunnen geen afwezigheid van beweging vaststellen en we kennen geen informatie die oneindige snelheid heeft. Daarom is de Lorentz transformatie onze beste benadering van de Galileo transformatie en dus van de realiteit.

Inleiding

De gemeten invariantie van de lichtsnelheid leidde tot de Lorentz transformatie. Maar wat zegt de Lorentz transformatie over de constante lichtsnelheid? En wat vertelt de Lorentz transformatie over de maximum snelheid in het heelal?

In dit artikel kijken we naar wat we exact wel en niet kunnen concluderen uit de parameters v en c in de Lorentz transformatie.

De v in de Lorentz transformatie is de snelheid van de oorsprong van het tweede referentiestelsel. Die oorsprong is een punt/locatie zonder dimensie. Uit deze v kunnen we niet concluderen dat er een maximum snelheid (of wat dan ook) is voor fysieke objecten.

De variabele c in de Lorentz transformatie is de snelheid van informatie in de meting. We kunnen voor c elke waarde kiezen en we zien dat voor elke gekozen waarde de snelheid van die waarde in beide referentiestelsels hetzelfde wordt gemeten. Dus de lichtsnelheid gedraagt zich als iedere snelheid en is geen speciaal geval.

Als we $c = \infty$ in de Lorentz transformatie nemen krijgen we de Galileo transformatie. Hieruit volgt dat de Lorentz transformatie een benadering is van de Galileo transformatie, die werkt met informatie die met oneindige snelheid gaat en ‘real time’ is.

Daarbij gaan we uit van een absoluut referentiestelsel met als oorsprong een willekeurig punt in de ruimte en de Galileo transformatie. We kunnen geen afwezigheid van beweging vaststellen en we kennen geen informatie die oneindige snelheid heeft. Daarom moeten we de Lorentz transformatie gebruiken als benadering van ‘real time’ afstand en tijd zoals beschreven door de Galileo transformatie.

1. Over the v in de γ in de Lorentz transformatie

Laten we twee referentiestelsels nemen met oorsprong O respectievelijk O' . Voor de Lorentz transformatie krijgen we:

$$\begin{aligned}x' &= \gamma \cdot (x - vt) \\t' &= \gamma \cdot \left(-\frac{v}{c^2} \cdot x + t\right) \\ \gamma &= \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\end{aligned}$$

Uit het bovenstaande volgt dat de oorsprong O' beweegt met snelheid v ten opzichte van oorsprong O . In de Lorentz transformatie is O' een punt zonder dimensie. Hierbij rekenen we alleen met de snelheid van de locatie van het punt O' . Hoewel we een fysieke object (met positieve dimensie(s)) kunnen laten ‘meereizen’ met O' met dezelfde snelheid v , toch is de snelheid v in de Lorentz transformatie niet de snelheid van dat fysieke object.

Daaruit volgt dat we uit de v in de γ in de Lorentz vergelijkingen niets kunnen concluderen over een fysiek object. In het bijzonder kunnen we niet concluderen dat een fysiek object niet sneller kan dan de lichtsnelheid.

En dus moeten berekeningen en metingen met de v in de Lorentz vergelijkingen als snelheid van een fysiek object en, vooral, conclusies gebaseerd op die berekeningen en metingen opnieuw bekeken worden.

Heeft een fysiek object een snelheid s , dus $x = st$, dan krijgen we:

$$\begin{aligned}x' &= \gamma \cdot (st - vt) \\t' &= \gamma \cdot \left(-\frac{v}{c^2} \cdot st + t\right)\end{aligned}$$

Begin met s gelijk aan v . Nu laten we de de snelheid van het fysieke object toenemen, dus s wordt groter maar v in de vergelijking blijft gelijk. Tot s toeneemt tot een waarde $> c$ en dan zien we dat de Lorentz vergelijking geen probleem geeft.

2. Over de c in de γ in de Lorentz transformatie

In de afleiding van de Lorentz transformatie wordt de de snelheid van het licht gebruikt om afstanden en tijd te meten van O' naar x en terug (Einstein, 1905: 'From the origin of system k let a ray be emitted...'). Dus de lichtsnelheid of c is de snelheid van informatie (Cf. Ruan, 2018).

Deze snelheid van informatie c is hetzelfde *gemeten* in beide referentiestelsels. Dus als $x = ct$ dan geldt $x' = ct'$.

In de Lorentz vergelijkingen kunnen we voor voor de snelheid van informatie c elke waarde nemen.

We nemen nu de snelheid van informatie c klein, zeg $c = 10km/u$. Dan kunnen we $v = 20km/u$ nemen. (Bedenk: De oorsprong O' een locatie is waarvandaan we meten. Deze locatie O' heeft geen dimensie en bestaat alleen in onze gedachte en kan met iedere snelheid bewegen.)

Als $v > c$ dan betekent dat een negatieve waarde in de wortel in γ . Dit betekent niet dat niets sneller kan dan $10 km/u$. Het betekent dat als een punt O' beweegt met een snelheid v sneller beweegt dan de snelheid van informatie c dan is het niet mogelijk om informatie te sturen met snelheid c naar het bewegende punt O' .

Merk op dat bij $c = 10km/u$ deze snelheid in beide referentiestelsels hetzelfde wordt gemeten: als $x = 10km/u * t$ dan geldt $x' = 10km/u * t'$.

Merk ook op dat in dat geval de lichtsnelheid *niet* hetzelfde wordt gemeten in beide referentiestelsels. Dus de snelheid van informatie die we kiezen is de (enige) snelheid die hetzelfde wordt gemeten in beide referentiestelsels.

Daarom is de observatie in het het Postulaat: 'De lichtsnelheid is gelijk in beide referentiestelsels' (Einstein, 1905) niet correct. Accuraat is: 'Als informatie met snelheid c gaat dan wordt die snelheid c in beide referentiestelsels hetzelfde gemeten'.

Neem nu c gelijk aan de lichtsnelheid. We kunnen uit de Lorentz vergelijkingen niet concluderen dat niets sneller kan dan het licht. Want als we dat wel zouden kunnen concluderen dan zouden we op gelijke wijze kunnen concluderen dat niets sneller kan dan $10km/u$ als $c = 10km/u$. We kunnen enkel concluderen dat we geen informatie kunnen sturen met snelheid c naar een locatie O' die met een snelheid $v > c$ beweegt.

Dus de snelheid van het licht in de Lorentz transformatie gedraagt zich niet anders dan andere snelheden. En we kunnen niets unieks voor de snelheid van het licht concluderen uit de Lorentz transformatie.

Veel metingen en berekeningen zijn in overeenstemming met de Lorentz transformatie. Echter, het feit dat deze metingen en berekeningen in overeenstemming zijn met de Lorentz transformatie bewijzen niet dat de lichtsnelheid de maximale snelheid is in de ruimte of dat alleen voor de lichtsnelheid geldt dat deze in beide referentiestelsels gelijk gemeten wordt.

3. Lorentz- and Galileo transformatie

Als $c \rightarrow \infty$ dan gaat de Lorentz transformatie over in de Galileo transformatie:

$$\begin{aligned}x' &= \lim_{c \rightarrow \infty} \gamma \cdot (x - vt) = x - vt \\t' &= \lim_{c \rightarrow \infty} \gamma \cdot \left(-\frac{v}{c^2} \cdot x + t\right) = t\end{aligned}$$

Neem nu de snelheid van informatie c gelijk aan ∞ . Dan meten we met de Galileo transformatie alles, inclusief het bewegende referentiestelsel en locaties en afstanden, op één en hetzelfde moment. Als informatie met oneindige snelheid reist dan kunnen we ook gelijktijdigheid meten.

We kunnen echter niet meten met informatie met oneindige snelheid. Niets dat wij kennen gaat zo snel. Maar alles op één en hetzelfde moment is de realiteit en de Galileo transformatie beschrijft de absolute coördinaten met betrekking tot beide referentiestelsels.

De Lorentz transformatie is een benadering van de Galileo transformatie. Als c groter wordt en uiteindelijk nadert tot ∞ en $v \ll c$ dan wordt de benadering beter.

Als v nadert tot c dan duurt het erg lang om informatie met snelheid c naar een locatie O' die beweegt met snelheid v te sturen. In dat geval wordt de benadering slecht. Toch is de voorspelling uit de Lorentz vergelijking van de waarden gelijk aan de meting. Dit betekent niet dat deze waarden 'real time' zijn. Ze zijn (slechte) benaderingen van de waarden volgens de Galileo transformatie.

Als $v = c$ dan is de benadering zinloos omdat we geen informatie kunnen sturen met snelheid c naar een locatie O' die met snelheid $v = c$ beweegt. En dus kunnen we geen afstand meten tot O' . We krijgen $t' = \infty$ en dat betekent dat het voor informatie een eeuwigheid duurt om van O naar O' te reizen.

Merk op dat de benadering ook klopt voor de optelling van snelheden:

$$\lim_{c \rightarrow \infty} \frac{v + w}{1 + \frac{vw}{c^2}} = v + w$$

Als v en w volgens deze optelling van snelheden beide altijd $< c$ zijn en $c \rightarrow \infty$ dan kunnen de snelheden v en w elke waarde $< \infty$ aannemen.

De snelheden v en w zijn de snelheden van de respectieve oorsprongen van de referentie frames. Punten zonder dimensie(s). Wanneer we te maken hebben met snelheden van fysieke objecten, zeg r en s , dan krijgen we voor de optelling van de snelheden volgens de Lorentz transformatie:

$$\begin{aligned}x' &= \gamma \cdot ((r + s)t - vt) \\ t' &= \gamma \cdot \left(-\frac{v}{c^2} \cdot (r + s)t + t\right)\end{aligned}$$

En, als $c \rightarrow \infty$, dan krijgen we voor de optelling van de snelheden volgens de Galileo transformatie:

$$\begin{aligned}x' &= (r + s)t - vt \\ t' &= t\end{aligned}$$

Merk op dat in de Lorentz transformatie in het eerste referentiestelsel met oorsprong O afstand (x) en tijd (t) gemeten worden met oneindige snelheid, terwijl in het tweede referentiestelsel met oorsprong O' afstand (x') en tijd (t') gemeten worden met de snelheid van licht/informatie (c).

4. Afwezigheid van beweging en absolute referentiestelsels

Het heelal is oneindig. Dus kunnen we elk punt nemen als de oorsprong O^o van een referentiestelsel. Punten in het heelal bewegen niet. Daarom is het referentiestelsel met oorsprong O^o een absoluut referentiestelsel. De oorsprongen O en O' van de referentiestelsels in de Lorentz transformatie hebben absolute afstanden tot O^o . Deze afstanden en relatieve bewegingen worden vanuit O^o beschreven door de Galileo transformatie.

Wij kunnen afwezigheid van beweging niet vaststellen. Dus we kunnen de locatie van de oorsprong O^o niet fixeren/meten. De Lorentz transformatie geeft een benadering van de realiteit om afstand en tijd te meten. We moeten ons altijd realiseren dat de Lorentz transformatie een benadering is van de absolute tijd en afstand volgens de Galileo transformatie. Als informatie met de snelheid van het licht beweegt dan is dat de beste benadering die we kunnen maken.

Als we het punt O^o als oorsprong van het 1e referentiestelsel nemen en onze locatie ('aarde') als oorsprong van het 2e referentiestelsel dan bewegen wij dus met een snelheid v af van O^o . Ook hier geldt dat we niet in staat zijn de absolute snelheid v te bepalen. Dus elke meting die we doen is altijd een benadering van de realiteit. En we kunnen niet bepalen hoe goed die benadering is omdat we de waarde van v niet kennen.

Conclusie

We kunnen uit de parameters v en c in de Lorentz transformatie niet concluderen dat de lichtsnelheid de maximumsnelheid is in het heelal.

We moeten berekeningen en metingen met de v in de Lorentz vergelijkingen als snelheid van een fysiek object en, vooral, conclusies gebaseerd op deze berekeningen en metingen, opnieuw bekijken.

Als informatie snelheid c heeft dan wordt die snelheid c in beide referentiestelsels gelijk gemeten. Dit is niet uniek voor de lichtsnelheid.

De Lorentz transformatie is een benadering voor de Galileo transformatie. De benadering wordt beter als c groter wordt (met $v \ll c$) en uiteindelijk $c \rightarrow \infty$.

Als $v \rightarrow c$ dan word de benadering slechter. Voorspelling en meting volgens de Lorentz transformatie van de waarden zijn gelijk. Deze gelijkheid kan exactheid en dus validiteit suggereren. Maar voorspelling en meting blijven benaderingen van de waarden volgens de Galileo transformatie en worden, als $v \rightarrow c$, zinloos.

Dus de relevante limiet in de Lorentz transformatie is $c \rightarrow \infty$.

Ieder punt in de ruimte kan fungeren als oorsprong O^o van een absoluut referentiestelsel. De Galileo transformatie geeft de absolute plaats- en tijdcoördinaten. We kunnen geen afwezigheid van beweging en/of rust vaststellen. Dus zijn metingen altijd een onzekere benadering van absolute waarden. Dit is een fundamentele onzekerheid.

Als we werken met de Lorentz transformatie dan moeten we zeer zorgvuldig kijken naar wat beweegt met welke snelheid en welke variabele (v, c , of geen) waar voor staat.

Einstein kon niet de invariantie van de lichtsnelheid niet verklaren. Daarom nam hij dit als een gegeven (Postulaat). Hieruit leidde hij de Lorentz transformaties af. Als we naar de Lorentz transformatie kijken dan zien we dat de invariantie van de lichtsnelheid te verklaren is doordat de lichtsnelheid de snelheid van informatie in de meting is. Als we een andere snelheid voor de informatie nemen dan krijgen we die andere snelheid als invariante snelheid. Dit verklaart de invariantie van de lichtsnelheid volgens de wetten van Newton en verklaart ook het veronderstelde mysterie.

Met deze resultaten kunnen we oude en nieuwe vragen stellen en nieuwe antwoorden en ideeën krijgen over hoe we ruimte, tijd en het universum beschouwen. Ook komt de vraag op of we nog steeds twee verschillende theorieën hebben die geünificeerd moeten worden.

Ik laat het aan de lezer om dit verder te onderzoeken.

Referenties:

- A. Einstein, On the electrodynamics of moving bodies, *Ann. Phys. (Berlin)* 1905, vol. 322, p. 891-921
 X. Ruan, The Role of Light in Observation: Why is the Speed of Light Invariant?, www.vixra.org/abs/1807.0267 2018