

Speciale Relativiteit in de klas - Leerlingboekje

Lesmateriaal ontwikkeld tijdens het promotieonderzoek van Floor Kamphorst, in samenwerking met Paul Alstein, Jan Dentener, Stefan van Dijk, Gerhard van Hunnik, Bart van de Laar, Sjaak Meertens, Johanna Phaf-Novozamsky, Marianne Verhaart, Bastiaan Vinke, Tienke de Vries en Nathalie van der Weide.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Bron afbeelding: pixabay.com



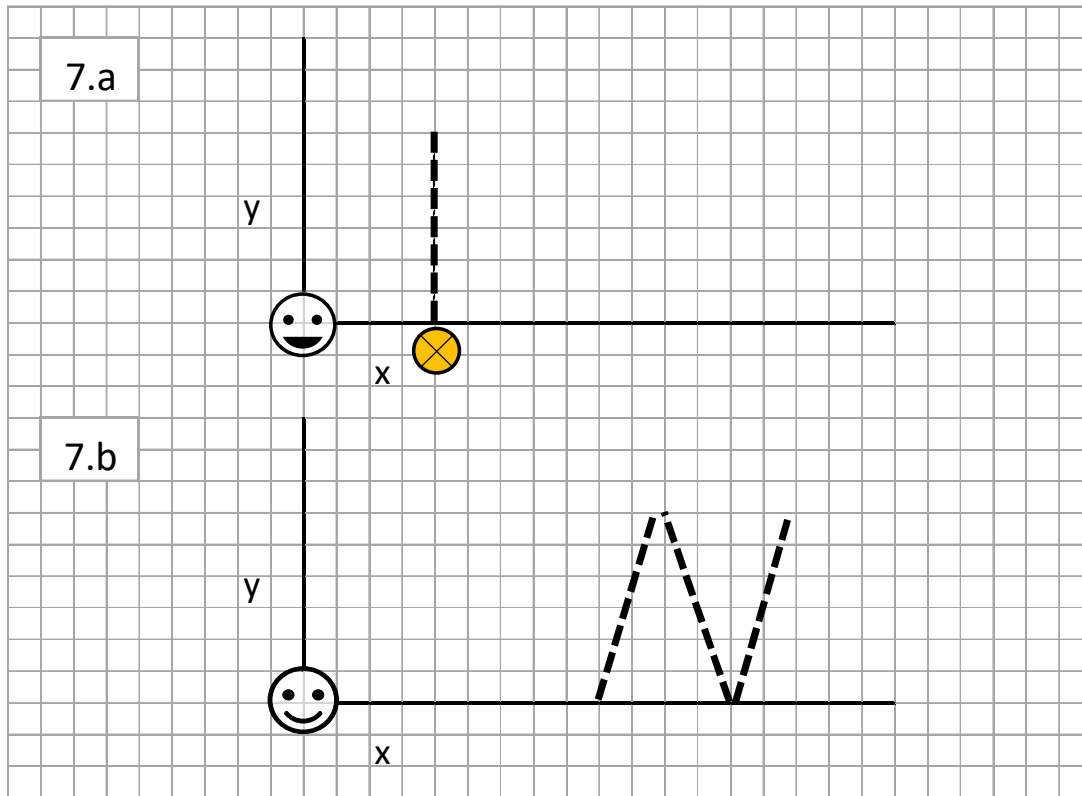
8. Met welke formule kunnen we de tijdsduur ten opzichte van onderzoeker 1 uitdrukken in de tijdsduur ten opzichte van onderzoeker 2?

Doel

In deze les gaan we op zoek naar het antwoord op de lesvraag 'Kunnen we het tijdsinterval tussen twee gebeurtenissen voor een onderzoeker die naar een bewegend proces kijkt, uitdrukken in het tijdsinterval tussen dezelfde twee gebeurtenissen voor een onderzoeker die naar dit proces kijkt terwijl het stilstaat?'. Aan het eind van deze les kan je de formule afleiden waarmee tijdsintervallen tussen twee gebeurtenissen ten opzichte van verschillende onderzoekers in elkaar omgerekend worden. Daarnaast weet je hoe je deze formule moet toepassen en kan je daar berekeningen mee doen.

Opdracht 8.1: Redeneeropdracht

In onderstaande figuur is het traject weergegeven dat het licht aflegt tussen de twee spiegels volgens onderzoeker A (7.a) en onderzoeker B (7.b).



Het licht heeft in deze diagrammen opnieuw een snelheid van 3 hokjes per tijdstapje.

1. Bereken de tijd die het licht volgens onderzoeker A nodig heeft om 1 keer op en neer te kaatsen.
2. Bereken de tijd die het licht volgens onderzoeker B nodig heeft om 1 keer op en neer te kaatsen.



Opdracht 8.2: Redeneeropdracht

Δt_e is het tijdsinterval tussen twee gebeurtenissen (G1 en G2) die ten opzichte van de onderzoeker dezelfde positie hebben.

Δt_b is het tijdsinterval tussen (dezelfde) twee gebeurtenissen die ten opzichte van de onderzoeker niet dezelfde positie hebben.

1. Vind een formule waarin je Δt_b uitdrukt in Δt_e , van de volgende vorm: $\Delta t_b = \text{iets} \cdot \Delta t_e$

Opdracht 8.3: Reflectieopdracht

1. Voldoet de gevonden formule aan deze voorwaarden?
2. Wat betekent dit voor de tijdsduur van een proces?

Opdracht 8.4: Verwerkingsopdracht

Geef bij onderstaande beschrijvingen steeds aan welke onderzoeker een tijdsinterval in het eigen stelsel van het proces bepaalt en welke onderzoeker naar een bewegend proces kijkt.

1. Hilde bestuurt in een ruimteschip. Charles houdt de wacht in een ruimtestation. Charles stuurt Hilde een lichtflits en een tijdje later nog een. Wat is de tijdsduur tussen het verzenden van de twee lichtflitsen?
2. In een supersnel ($0,3 \cdot c$) rijdende trein gooit Lisa een balletje op dat ze vervolgens weer opvangt. Klaas ziet dit vanaf het perron met lede ogen aan. Wat is het tijdsinterval tussen het opgooien en weer vangen van het balletje?
3. Een kosmisch muon wordt gevormd in de bovenste regionen van onze dampkring. Op het aardoppervlak wordt het muon vervolgens gedetecteerd. Wat is de tijdsduur tussen het ontstaan en het detecteren van het muon?

Opdracht 8.5: Verwerkingsopdracht

Deze opdracht gaat verder op de situaties beschreven in opdracht 8.2. In onderstaande opdrachten is steeds voor één onderzoeker gegeven welk tijdsinterval wordt gemeten. Bereken het tijdsinterval voor de andere onderzoeker.

1. Hilde ziet Charles met een snelheid van $0,59 \cdot c$ aan zich voorbij trekken. Hilde compenseert voor de tijd dat de lichtflitsen naar haar onderweg zijn en concludeert dat Charles de flitsen met een tussenpoos van 4,00 seconde moet hebben verzonden. Welke tijdsduur zal Charles meten?
2. Lisa zegt dat het balletje 1,3 seconde onderweg is. Wat zegt Klaas?
3. Kosmische muonen bewegen met een snelheid van $0,997 \cdot c$ door de dampkring. Normaal gesproken vervalt een muon na $2,10 \mu\text{s}$. Hoe lang zit er volgens een onderzoeker op aarde maximaal tussen het ontstaan van een muon en het detecteren daarvan?
4. Hoeveel meter dampkring kan het muon passeren in zijn eigen stelsel?
5. Hoe groot is de afstand die een muon volgens een onderzoeker op aarde aflegt?



Opdracht 8.6: Beantwoorden lesvraag

1. Geef een antwoord op de lesvraag: Met welke formule kunnen we de tijdsduur ten opzichte van onderzoeker 1 uitdrukken in de tijdsduur ten opzichte van onderzoeker 2?



9. Wat betekent dit allemaal voor metingen in de natuurkunde?

Doel

In deze les gaan we op zoek naar het antwoord op de lesvraag 'Kan je nog bepalen of je beweegt?'. Aan het eind van deze les kan je de vaardigheden die je in de afgelopen lessen hebt geleerd toepassen om na te denken over de lesvraag.

Opdracht 9.1: Beantwoorden lesvraag

1. Geef een antwoord op de lesvraag: Wat betekent dit allemaal voor metingen in de natuurkunde?