

Speciale Relativiteit in de klas - Docentenhandleiding

Lesmateriaal ontwikkeld tijdens het promotieonderzoek van Floor Kamphorst, in samenwerking met Paul Alstein, Jan Dentener, Stefan van Dijk, Gerhard van Hunnik, Bart avn 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/).

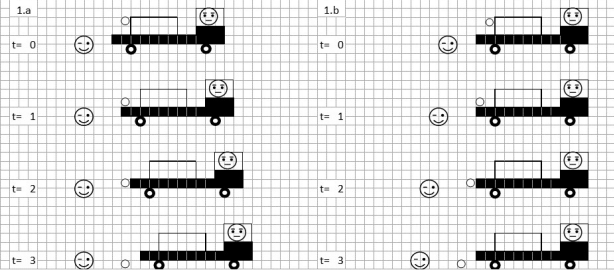


Bron afbeelding: pixabay.com



1. Hoe kan je beweging beschrijven?

Beginsituatie Dit is de start van een nieuw onderwerp. Leerlingen weten nog niet wat er staat te gebeuren.	
Doel In deze les gaan we op zoek naar het antwoord op de lesvraag 'Hoe kan je beweging beschrijven?'. Aan het eind van deze les kan je redeneren met beweging. Ook kan je die redeneervaardigheid toepassen in diagrammen om zo de positie en het tijdstip van een gebeurtenis te bepalen.	
Activiteiten en docenthandelen	Observeerbaar gedrag van leerlingen/klas (verwachtingen)
<p>Fase 1: Lesactiviteit om vraag te beantwoorden</p> <p>De docent vertelt leerlingen dat de aanpak van dit hoofdstuk anders is dan van andere hoofdstukken. Hierbij benoemt de docent dat er veel denkactiviteiten op het programma staan waarbij leerlingen zelf conclusies moeten trekken. Leerlingen moeten erop vertrouwen dat de docent hen hiermee naar begrip van de speciale relativiteitstheorie leidt.</p> <p>De docent start een Myth Busters filmpje waarin een bal wordt afgeschoten vanaf een rijdende truck. https://www.youtube.com/watch?v=ZH7GpYJoptU</p> <p>Nadat het filmpje bekeken is, benoemt de docent twee belangrijke gebeurtenissen in het filmpje: 1) de bal wordt afgeschoten, en 2) de bal raakt de grond. Daarnaast benoemt de docent dat deze gebeurtenissen vanuit twee posities zijn gefilmd: a) camera op de grond, en b) camera op de truck.</p> <p>De docent introduceert de kijkvraag: Beschrijf vanuit beide cameraposities met de positie van de gebeurtenissen, de afstand tussen de gebeurtenissen en het tijdsinterval tussen de twee gebeurtenissen.</p> <p>De docent start het filmpje voor de tweede keer. Nadat het filmpje is bekeken laat de docent leerlingen 3 minuten individueel nadenken en daarna overleggen over de kijkvraag. De uitkomsten van dit overleg worden (nog) niet klassikaal nabesproken.</p> <p>De docent introduceert Gebeurtenisdiagrammen als hulpmiddel om systematisch over dit soort vragen na te kunnen denken.</p>	<p>Mogelijke uitkomsten</p> <p>Leerlingen bekijken het filmpje. Zijn verbaasd.</p> <p>Leerlingen zien geen verschil in positie. In beide gevallen valt de bal op dezelfde plek op de grond en wordt op dezelfde plek afgeschoten.</p>

<p>Met twee vragen aan de klas over gebeurtenisdiagram 1.1 introduceert de docent hokjes per tijdstapjes als (alternatieve) eenheid voor snelheid en aantal hokjes als (alternatieve) eenheid voor afstand.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bepaal de snelheid van de auto. 2. Bepaal de positie van gebeurtenis 1 t.o.v. de onderzoeker op de grond. <p>De docent laat leerlingen Opdracht 1.1 en 1.2 maken.</p> <p>De docent kijkt Opdracht 1.1 en 1.2 met de klas na.</p>	
<p>Fase 2: Reflectie op lesactiviteit (divergent) (Opdracht 1.3)</p> <p>De docent laat leerlingen individueel op de uitkomsten van deze opdrachten reflecteren aan de hand van de volgende vragen (3 min):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Wat is voor beide camera's hetzelfde?</i> 2. <i>Wat is voor beide camera's verschillend?</i> <p>De docent geeft leerlingen kort (2 min) de tijd om uit te wisselen met een klasgenoot.</p>	<p>Mogelijke denkbelden van leerlingen</p>
<p>Fase 3: Vraag beantwoorden en nieuwe vraag oproepen (convergent)</p> <p>De docent haalt verschillende leerlingenantwoorden naar voren.</p> <p>De docent werkt naar de conclusie toe: <i>De gebeurtenissen zijn ten opzichte van beide camera's hetzelfde; algemeen: gebeurtenissen gebeuren voor iedereen. De positie van een gebeurtenis hangt af van de camera-positie; algemeen: camerapositie heeft invloed op de waardes van grootheden. Snelheid is relatief (altijd ten opzichte van).</i></p>	<p>Mogelijke knelpunten bij leerlingen</p>
<p>Fase 4: Consolideren</p> <p>De docent herhaalt de conclusie en introduceert de vraag voor de volgende les: Hoe beweegt licht?</p> <p>Leerlingen maken (thuis) consolidatieopdrachten 1.4 t/m 1.8.</p>	



Leerlingenboekje 1. Hoe kan je beweging beschrijven?

Doel

In deze les gaan we op zoek naar het antwoord op de lesvraag 'Hoe kan je beweging beschrijven?'. Aan het eind van deze les kan je redeneren met beweging. Ook kan je die redeneervaardigheid toepassen in diagrammen om zo de positie en het tijdstip van een gebeurtenis te bepalen.

Opdracht 1.1: Redeneeropdracht

Gebruik bij deze opdracht de diagrammen 1.a en 1.b.

Een bal wordt afgeschoten (gebeurtenis 1) vanaf een rijdende truck. Op de grond kijkt iemand toe. De bal wordt in horizontale richting afgeschoten, maar zal natuurlijk ook naar beneden versnellen en op een gegeven moment op de grond terecht komen (gebeurtenis 2).

De verticale versnelling benaderen we met een eenparige beweging: de bal valt met een snelheid van 1 hokje per tijdstapje naar beneden.

8. Construeer gebeurtenis 2 in de diagrammen door te tekenen. Diagram 1.a is weergegeven vanuit de persoon op de grond, diagram 1.b vanuit de truck.
9. Geef het tijdstip waarop de bal wordt afgeschoten.
10. Geef de positie van gebeurtenis 1.
 - a. Ten opzichte van de persoon op de grond.
 - b. Ten opzichte van de persoon in de truck.
11. Geef de positie van gebeurtenis 2.
 - a. Ten opzichte van de persoon op de grond.
 - b. Ten opzichte van de persoon in de truck.
12. Geef de horizontale snelheid van de bal.
 - a. Ten opzichte van de persoon op de grond.
 - b. Ten opzichte van de persoon in de truck.

Opdracht 1.2: Redeneeropdracht

Beantwoord de volgende reflectievragen:

1. Wat kan je concluderen over de positie van gebeurtenis 2, volgens de verschillende waarnemers in de diagram?
2. Wat kan je concluderen over de horizontale snelheid van de bal, volgens de verschillende waarnemers in de diagram?
3. Wat kan je concluderen over het tijdstip van gebeurtenis 2, volgens de verschillende waarnemers in de diagram?



Opdracht 1.3: Reflectieopdracht

1. Wat is voor beide camera's hetzelfde?
2. Wat is voor beide camera's verschillend?

Opdracht 1.4: Verwerkingsopdracht

1. Teken een diagram van de gebeurtenissen 1 en 2 vanuit het referentiekader van de bal.

Opdracht 1.5: Verwerkingsopdracht

Gebruik bij deze opdracht Diagram 1.c en 1.d

Voer opdracht 1.1 uit in deze nieuwe diagrammen.

Opdracht 1.6: Verwerkingsopdracht

Gebruik bij deze opdracht diagram 1.e en 1.f.

Een lachende passagier op de trein is neergeschoten door een duister kijkende moordenaar. Op het moment dat de passagier geraakt wordt begint deze te huilen. Buiten op het perron staat een verbouwde toeschouwer. De kogel verlaat het geweer met een snelheid van 2 hokjes per tijdstapje.

1. Op welk tijdstip is de kogel afgevuurd?
2. Op welke positie is de kogel afgevuurd?
 - a. volgens de toeschouwer?
 - b. volgens de moordenaar?
 - c. volgens het slachtoffer?
3. Op welke positie wordt het slachtoffer geraakt?
 - a. volgens de toeschouwer?
 - b. volgens de moordenaar?
 - c. volgens het slachtoffer?
4. Wat is de snelheid van de kogel?
 - a. volgens de toeschouwer?
 - b. volgens de moordenaar?
 - c. volgens het slachtoffer?

Opdracht 1.7: Verwerkingsopdracht

1. Wat kan je concluderen over de positie van de misdaad voor de verschillende waarnemers in het diagram?
2. Wat kan je concluderen over de snelheid van de kogel voor de verschillende waarnemers in het diagram?
3. Wat kan je concluderen over het tijdstip van de misdaad voor de verschillende waarnemers in het diagram?



Opdracht 1.8: Beantwoorden lesvraag

1. Geef een antwoord op de lesvraag: Hoe kan je beweging beschrijven?

