**Botsing**

[subtitel]Derde wet van Newton

[onderwerpsymbool MS]

[B]

Tijd

15-20 minuten

Bereik

bovenbouw, H/V4

[inleidend kader]

Leerlinden vinden de derde wet van Newton lastig. Hij is tegen-intuïtief. Deze demonstratie richt zich dan ook specifiek op dat aspect: bij botsingen zijn er krachtenparen, die krachten zijn even groot (onafhankelijk van de massa’s) maar tegengestelde gericht. We gebruiken bij deze demonstratie twee didactische principes: think-pair-share en dan P(E)OE.

[eind kader]

[FP05\_figuur1]

*Figuur 1. Je gebruikt twee IOlabs waarbij je er eentje verzwaart.*

[FP5\_figuur2] *Figuur 2. De krachten op de IOlabs zijn even groot maar tegengesteld van richting. Ook werken die krachten even lang.*

**Nodig**

2x IOlab; massa; dubbelzijdig tape; computer.

[kader]

De IOLabs zijn te leen. Stuur daartoe een mailtje naar [c.f.j.pols@tudelft.nl](mailto:c.f.j.pols@tudelft.nl) Voor het retourneren van de IOLabs zijn de verzendkosten voor de school. Informatie over het gebruik van de IOLab vind je hier: <https://www.iolab.science/getting_started.html> en een introductiefilmpje hier: <https://youtu.be/PwPCHZAv_gs>

[eind kader]

**Voorbereiding**

Zorg er voor dat je vertrouwd bent met de IOlab, dat je sensoren uit kunt uitlezen en een meting kunt starten en stoppen. Schroef de veer op de ene IOlab en bevestig de ring op de andere. Verzwaar één van de twee IOlabs. Bevestig de verzwaring met dubbelzijdig tape Maak een baan waarmee de beweging van de IOlabs voor en na de botsing rechtlijnig is en blijft . Bij botsing wil de IOlab wel eens de bocht om gaan.

**Uitvoering**

1. Leg uit wat er bij deze demo gebeurt: één van de karretjes botst al rijdend op het andere karretje. Je meet de krachten die de karretjes op elkaar uitoefenen als functie van de tijd en geeft die weer in een grafiek. Demonstreer de werking van de krachtsensor door de veer in te drukken terwijl de meting loopt.
2. *Voorspel hoe de twee (F,t)-grafieken er uitzien. Geef specifieke punten in de grafiek aan Z*onder in de uitleg te veel weg te geven over wat mogelijk belangrijke punten zijn. Een alternatief is een aantal (*F*,*t*)-grafieken te tonen en de leerlingen te laten kiezen en hun keuze te laten beargumenteren (think).
3. *Vergelijk je grafiek met die van de buren* (pair).
4. Vraag enkele leerlingen om hun grafiek toe te lichten. (share)
5. Voer de demo uit.
6. *Geef een verklaring voor de overeenkomsten en verschillen tussen je eigen grafiek en de metingen.*
7. *Zou het uitmaken als het andere wagentje al bewoog voor de botsing. Zo ja, waarom?* Demonstreer het.
8. Haak in op de reacties van leerlingen, met een aantal richtvragen kun je de leerlingen wel helpen in het opbouwen van een redenering. Vat de derde wet van Newton met hen samen.
9. Controlevraag: Een vrachtwagen heeft pech. Gelukkig is er een automobilist zo aardig om de vrachtwagen naar de dichtstbijzijnde garage te duwen. Beschouw de volgende twee situaties:
10. De auto trekt op naar een snelheid van 50 km/h
11. De auto rijdt met een constante snelheid van 50 km/h.

*F­auto* is de kracht die de auto uitoefent op de vrachtwagen. *Fv,w* is de kracht die de vrachtwagen uitoefent op de auto.

*Wat geldt er voor de krachtwerking tussen auto en vrachtwagen?:*

*Fauto > Fv,w in beide situaties*

*Fauto = Fv,w in beide situaties*

*Fauto < Fv,w in beide situaties*

*Fauto > Fv,w in situatie 1 maar niet in situatie 2*

[FP5\_figuur3]

*Figuur 3. De auto duwt de vrachtwagen naar de dichtstbijzijnde garage.*

**Natuurkundige achtergrond**

Krachten komen altijd in paren. De derde wet van Newton geeft zelfs nog een preciezere beschrijving van die paren: de grootte van de krachten zijn gelijk en de richting is tegengesteld. Samengevat in een formule: .