

Demo: Hoverball

Onderwerp: Krachten

Algemene beschrijving

Omschrijving

Met deze demo onderzoeken leerlingen het verband tussen verschillende soorten beweging (eenparig en eenparig versneld) en de krachten die op voorwerpen werken.

Leerdoelen

Leerlingen kunnen uitleggen dat

- krachten in evenwicht of niet in evenwicht kunnen zijn.
- voorwerpen waarop de krachten in evenwicht zijn eenparig bewegen of stil staan.
- voorwerpen waarop de krachten niet in evenwicht zijn versneld of vertraagd bewegen en/of van richting veranderen.

Voorkennis

- Leerlingen kunnen eenparige en eenparig versnelde beweging representeren als x,t-grafieken, v,t-grafieken, a,t-grafieken en bewegingskaarten (stroboscoopfoto).
- Leerlingen kennen van de volgende krachten de namen en weten wanneer ze optreden:
 - zwaartekracht
 - normaalkracht
 - spankracht
 - spierkracht
 - luchtwrijvingskracht
 - schuifwrijvingskracht

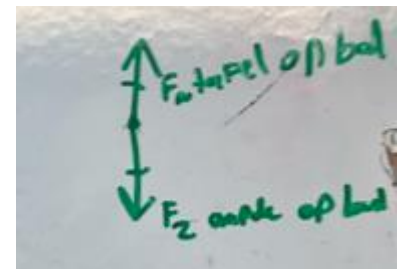
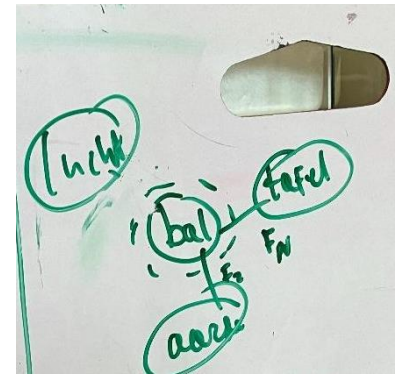
Benodigdheden

- [Hoverball](#)
- Paperclip met een touwtje (hiermee maak je touwtje vast aan de bal om hem vooruit te trekken)

Klassikale introductie

- Zet de blazer aan en laat twee leerlingen de bal steeds opvangen en een zet geven.
- Vraag leerlingen de beweging te beschrijven in termen van eenparig en eenparig versneld als:
 - de leerlingen de bal niet aanraken
 - de leerlingen de bal wel aanraken
 - de blazer uit wordt uitgezet en de bal een duw krijgt
 - de blazer weer aan wordt gezet en de docent de hoverball aan een touwtje voorttrekt
- Eventueel kun je filmpjes beeldje voor beeldje laten zien als de leerlingen twijfelen over wat voor beweging het precies is.

- Introduceer twee representaties voor het bepalen van de krachten op het voorwerp:
 - Het systeem schema: in dit schema noteren leerlingen de namen van alle voorwerpen in de buurt van de hoverball in cirkels. Tussen voorwerpen die een interactie hebben met elkaar (oftewel: kracht op elkaar uitoefenen) worden lijnen getrokken. Bij de lijnen wordt genoteerd welke kracht er werkt (bijvoorbeeld F_z , F_n , etc.). Een stippelijntje geeft aan in welk systeem we nu geïnteresseerd zijn. Ieder lijntje dat de stippelijntje kruist is dus een kracht die in het krachtendiagram moet komen (zie hieronder).
 - Het krachtendiagram: hierin worden krachten voorgesteld als vectoren. Belangrijk is dat de leerlingen labels gebruiken van deze vorm: $F_{\text{soort, door object, op object}}$ (bijvoorbeeld: $F_{z, \text{Aarde op hoverball}}$). Dit is een uitstekend startpunt om het te hebben over krachten in voorwaartse richting bij constante snelheid. Resultante krachten kunnen in het diagram worden weergegeven als een dikke pijl NAAST het diagram. Zo is duidelijk dat het geen kracht op zichzelf is. Andere vectoren (zoals snelheden en versnellingen) moeten NIET in dit diagram worden getekend.
- Werk als voorbeeld het systeemschema en het krachtendiagram uit op een hoverball waarbij de blazer uit staat en de hoverball stil ligt.



Uitvoering

- Geef de opdracht om, in kleine groepjes op whiteboards, drie kolommen te maken. In de eerste kolom schetsen de leerlingen de v,t-grafieken voor:
 - een hoverball die stil ligt (blazer staat uit)
 - een hoverball die niet wordt aangeraakt en beweegt in de positieve richting (blazer staat **aan**)
 - een hoverball die niet wordt aangeraakt en beweegt in de positieve richting (blazer staat **uit**)
 - een hoverball die wordt voortgetrokken met een touwtje in de positieve richting (blazer staat **aan**)
- Laat de leerlingen in kolom 2 en 3 respectievelijk de systeemschema's en de krachtendiagrammen tekenen.

Organisatie (optioneel)

Tijdsplanning:

- 50 minuten
- Klassenorganisatie
- Je kan er voor kiezen het practicum in stapjes te delen, waarbij de leerlingen steeds voor één beweging het systeemschema en het krachtendiagram tekenen en deze vervolgens bespreken. In dat geval zetten ze hun borden aan de rand van het lokaal. Je hoeft dan dus geen kring van stoelen te maken. Voordeel is dat leerlingen tussendoor feedback krijgen en vergissingen bij de eerste beweging niet (of minder) voorkomen bij de latere bewegingen.

Inhoud kringgesprek

- Leerlingen zullen moeite hebben te benoemen welke kracht de zwaartekracht compenseert als de blazer aan is. Bespreek met ze wat de blazer precies doet en hoe dit kan leiden tot een kracht op de bal. Maak dit niet te uitgebreid: de 3^e wet van Newton is geen leerdoel hier.
- Veel leerlingen zullen krachten tekenen in voorwaartse richting. Vraag naar wat op dat moment die kracht uitoefent. Verwijs naar de systeemschema's (waar als het goed is geen handen in voorkomen).
- Veel leerlingen zullen, omdat ze ook een grote voorwaartse kracht tekenen, een zeer grote luchtwrijvingskracht tekenen. Laat de hoverball even doorgeven, zodat ze het gewicht (en dus de zwaartekracht) erop voelen. Vraag ze om heen en weer te wapperen met hun hand, met een snelheid vergelijkbaar met de hoverball. Is de kracht die je op je hand voelt groter, kleiner of gelijk aan de zwaartekracht op de hoverball (kleiner). Hoeveel kleiner? (Veel kleiner!). Kunnen we hem misschien helemaal verwaarlozen?
- Vraag de leerlingen om te kijken of ze een patroon zien als ze de v,t-grafieken en krachtendiagrammen vergelijken. Leidt ze naar de conclusie dat als de krachten in evenwicht zijn de snelheid niet verandert en dat als de krachten niet in evenwicht zijn de snelheid wel verandert.

Inhoud logboek (optioneel)

- Laat de leerlingen de grafieken, systeemschema's en krachtendiagrammen overnemen.
- Vraag ze om in hun eigen woorden het verband tussen de v,t-grafieken en de krachtendiagrammen te omschrijven.
- Als verwerkingsopdracht kunnen de leerlingen het werkblad 'karretje' maken, waarin ze gevraagd wordt heen en weer te denken tussen verschillende bewegingsrepresentaties en krachtendiagrammen.

Voorbeeld resultaten (optioneel)

