

De natuurkunde van Spiderman

In filmscenes gebeuren regelmatig dingen waarvan niet meteen duidelijk is of het in het echt ook kan. Op de WND-conferentie van 2014 liet ik een samengestelde korte film zien waarbij steeds de vraag was: komt wat we zien in de filmscene overeen met de gebeurtenis zoals deze in het echt zou plaatsvinden? De vraag 'is dit echt of worden we genept?' is een leuke en uitdagende vraag voor leerlingen waarbij ze natuurkunde moeten gebruiken om de vraag te beantwoorden. De Spidermanfilms bieden tal van scenes waarin deze vraag gesteld kan worden.

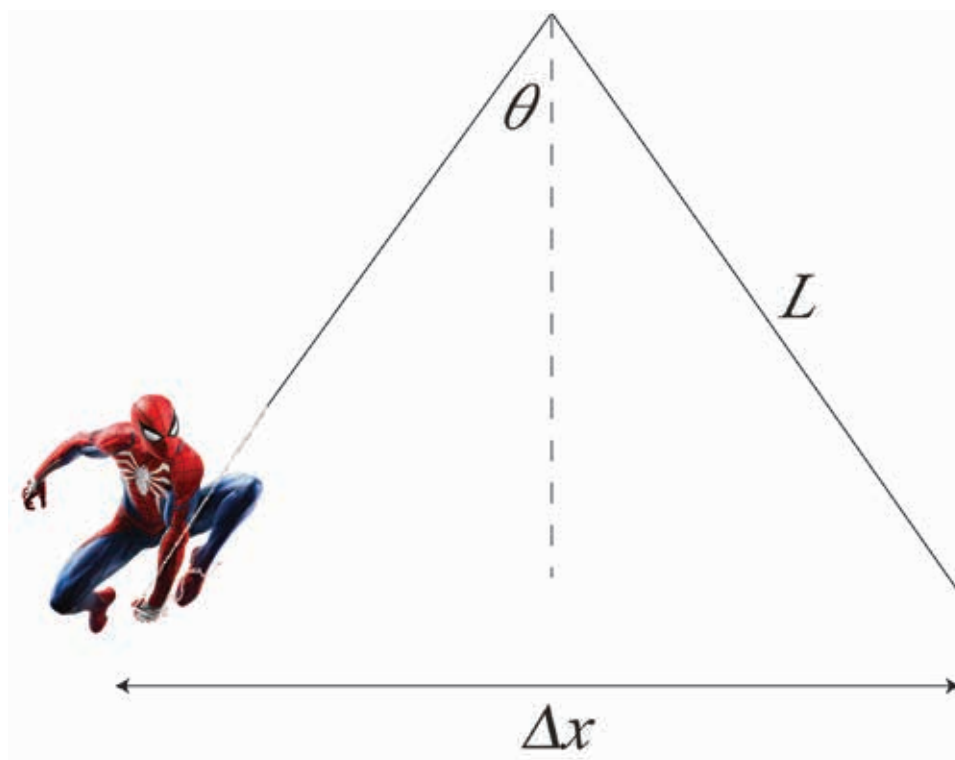
Doordat Peter Parker ooit gebeten is door een spin bezit hij speciale 'krachten' die hem in staat stellen om te doen wat een spin ook kan. Zo vertrouwt hij op zijn *spidersenses* waardoor hij gevaar aanvoelt. Ook is hij in staat spinrag te maken. Dat lijkt heel handig doordat hij nu door de stad kan slingeren, op zoek naar de schurken die hij vangt met zijn web. Maar dat slingeren door de stad, is dat iets wat echt kan of worden we genept? En is dat bewegen op basis van een slinger wel efficiënt of is de snelheid zo laag dat je beter de auto kunt pakken? En hoe sterk is dat web eigenlijk?

Slingeren als spiderman

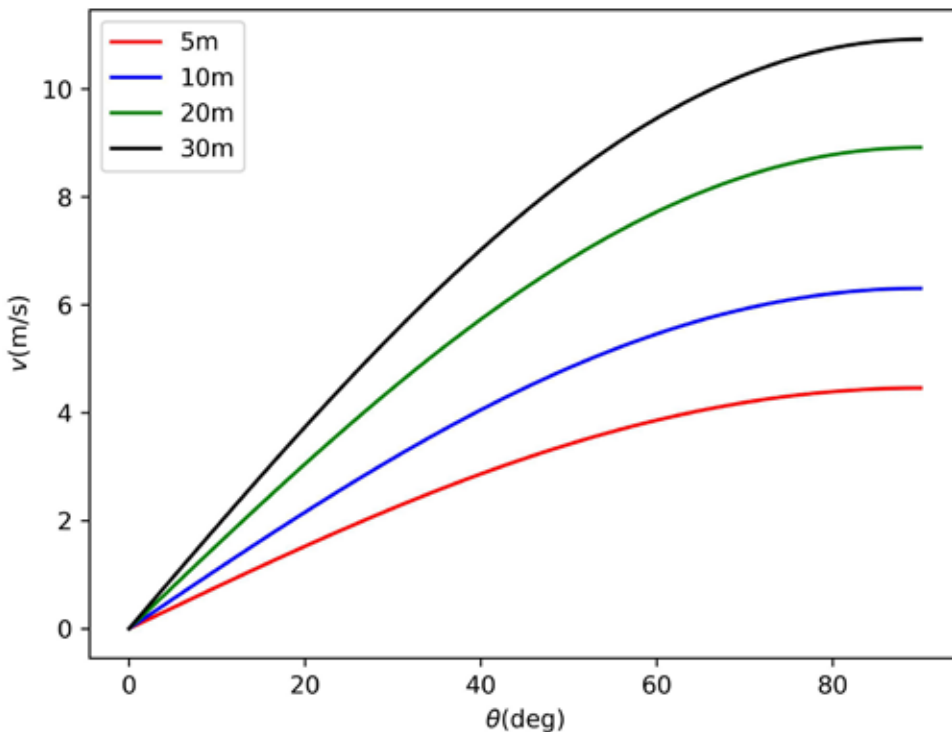
In alle films is Spiderman wel slingerend te zien. Zo'n scene (<https://youtu.be/CoSY8je-Lfw>) kun je eerst laten zien waarna je vraagt: Kan dit in het echt ook? Daartoe kun je de beweging van Spiderman beschouwen als die van een massa aan een slinger. Je schat de lengte in van de slinger en berekent de bijbehorende periode. Komt de tijd in de filmscene overeen met die van een fysische slinger?

Je kunt dezelfde scene ook gebruiken om de fysica van de slinger te behandelen en simultaan leerlingen iets te leren over data-analyse. De leerlingen voeren dan een practicum uit met een slinger met een maximale lengte van 1,0 m. Zij moeten vervolgens op basis van de gevonden relatie een voorspelling doen voor de periode van een slinger met

een lengte van 5,0 m. Dit kan vervolgens (mogelijk) getoetst worden in het trappenhuis. Leerlingen kunnen op basis van hun metingen en de extra meting extrapoleren naar de geschatte lengte van de spiderslinger. Leerlingen komen daarbij allemaal moeilijkheden tegen die belangrijk zijn om aan te pakken (Pols, Dekkers & de Vries, 2021).



Figuur 1. De beweging van spiderman schematisch weergegeven.



Figuur 2. Een simulatie van de gemiddelde snelheid als functie van de lengte van de slinger en de starthoek.

Efficiënt bewegen?

De vergelijking tussen de slingerbeweging getoond in de filmscene en de beweging in werkelijkheid biedt al een mooi praktische toepassing van natuurkunde. Maar de vraag 'is deze manier van bewegen efficiënt of kan Spiderman beter de auto pakken?' is zeker ook de moeite waard om te beantwoorden. Figuur 1 geeft de situatie weer. Als we ervan uit gaan dat de periode niet afhankelijk is van de beginhoek, dan is de gemiddelde snelheid gelijk aan:

$$v_{gem} = \frac{2\sqrt{Lg\sin(\theta)}}{\pi}$$

Deze vergelijking geeft aanleiding tot het bepalen van de snelheid bij verschillende slingerlengtes en hoeken, zie figuur 2. Hieruit volgt dat de gemiddelde snelheid niet heel hoog is, en in werkelijkheid nog langzamer is bij grotere hoeken, zie ook havo-examen 2013-1 opgave 4. In een van de filmscenes moet Spiderman van zijn huis in Queens naar de George Washington Bridge, zo'n 15 mijl verderop. Leerlingen kunnen bijvoorbeeld met Google Maps nagaan of slingeren efficiënt is of dat hij beter de auto kan pakken.

Een verdere analyse van het web

Een andere insteek wordt gegeven door het havo-examen van 2015 (tv2-opg 3). Er wordt

gebruikgemaakt van een scene <https://youtube/yRhRZB-nqOU> waarin Spiderman een op hol geslagen trein stopt met behulp van draden spinrag. De vraag is of het spinrag wel echt zo sterk kan zijn. Uiteindelijk moeten leerlingen de elasticiteitsmodulus

Slingeren door de stad, is dat iets wat echt kan of worden we genept?

van het spinrag van Spiderman vergelijken met die van een echte spin. En alhoewel het onderwerp jammer genoeg niet meer in het eindexamen zit, kan de beschouwing van de sterkte van het spinrag nog wel gebruikt worden in de les, bijvoorbeeld bij vakoverstijgende projecten: Het lijkt hier immers te gaan om een biofysisch fenomeen.

Na een uitgebreide analyse blijkt dat het spinrag voldoende sterk is om de op hol geslagen trein te stoppen: er is spinrag van spinnen waarvan de elasticiteitsmodulus nog groter is. Een mooie toevoeging op de examenvraag is om leerlingen hierop te laten reflecteren. Die analyse kunnen we nog een stukje verder uitvoeren door te combineren met de eerder gegeven filmscene: daarin gebruikt Spiderman de veerenergie opgeslagen in het gespannen spinrag om zichzelf omhoog te schieten. Komen de gevonden waarden overeen? Als we dan de eigenschappen van het spinrag beter weten, kunnen we wellicht ook een volgende relevante vraag beantwoorden: hoeveel massa spinrag moet er eigenlijk gegenereerd worden om slingerend van Queens naar de George Washington Bridge te slingeren?

En verder...

Dat het zinnig is om de natuurkunde aan te laten sluiten bij de belevingswereld van de leerlingen behoeft weinig expliciete uitleg. De natuurkunde in de Spidermanseries is een van de vele mogelijkheden om de middelbare school natuurkunde te onderwijzen. De artikelen van Allain (2017) bieden nog meer mogelijkheden om de natuurkunde van superhelden te analyseren. Wie even verder zoekt, ziet dat er nog heel erg veel meer ideeën zijn om natuurkunde in filmscenes en stunts te analyseren. Mijn ervaring is dat leerlingen dit interessant en leuk vinden, en ook echt op zoek gaan naar het antwoord: is dit echt, of worden we genept? ●

BRONNEN

- Allain, R. (2017). Superhero Physics. <https://rhettallain.com/2017/03/19/superhero-physics/>
- Pols, C.F.J., P.J.J.M. Dekkers, & M.J. de Vries. (2021) What do they know? Investigating students' ability to analyse experimental data in secondary physics education. *International Journal of Science Education*, 43(2)