

Onderzoek naar luchtweerstand – deel 2

Je onderzoekt met videometen hoe de luchtweerstand op een hoedje afhangt van de snelheid. De methode bedenkt je zelf. Je levert een verslag in voor een cijfer.

DE OPDRACHT

Wat is het verband tussen snelheid en luchtweerstand?

In [deel 1](#) zag je dat een grotere kegel niet sneller valt. Nu houd je het hoedje even groot en maak je het alleen zwaarder, bijvoorbeeld met paperclips. Volgens het lesboek is de luchtweerstand kwadratisch evenredig met de snelheid: twee keer zo snel geeft vier keer zoveel luchtweerstand. Dat ga je controleren.

Onderzoeksvraag

Wat is het verband tussen de snelheid van het hoedje en de luchtweerstand?

Inleveren

Een verslag per groepje. Voor feedback t/m vrijdag 27 november, definitief uiterlijk vrijdag 4 december.

Beoordeling

Volgens het [beoordelingsmodel verslagen](#).

THEORIE

Twée krachten en de eindsnelheid

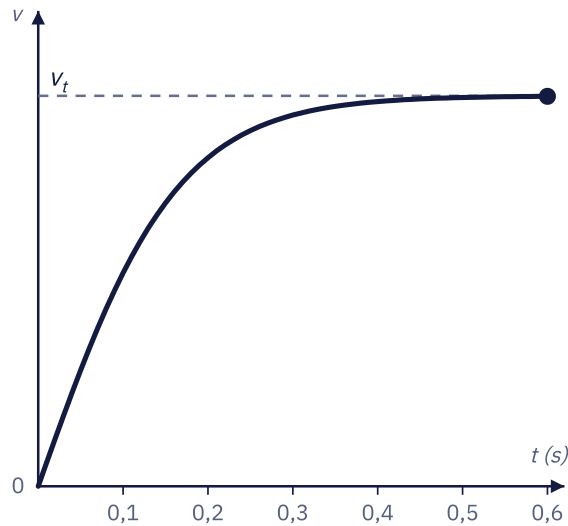
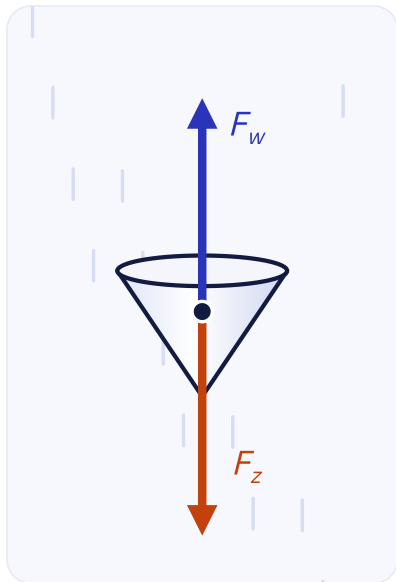
$$F_w = k \cdot v^2$$

F_w	luchtweerstandskracht	N
k	constante; hangt af van de vorm en het oppervlak van het hoedje (zie lesboek)	kg/m
v	snelheid	m/s

$$F_z = m \cdot g$$

F_z	zwaartekracht	N
m	massa van het hoedje	kg
g	valversnelling (9,81 m/s ²)	m/s ²

Bij het loslaten is de snelheid nul, dus is er nog geen luchtweerstand. De zwaartekracht blijft de hele val even groot, maar de luchtweerstand groeit met v^2 . Zodra de luchtweerstand even groot is als de zwaartekracht, valt het hoedje met een constante snelheid: de **eindsnelheid** v_t .



Luchtweerstand = zwaartekracht: de snelheid blijft gelijk

Alleen bij de eindsnelheid geldt $F_w = F_z = m \cdot g$. Door de massa te kiezen, bepaal je dus hoe groot de luchtweerstand is als het hoedje zijn eindsnelheid heeft bereikt.

ONDERZOEKSOPZET

Je bedenkt de methode zelf

Er is geen stappenplan: je ontwerpt de meting zelf. Schrijf je opzet op en bespreek die met je docent voordat je gaat meten. Beantwoord in je opzet in ieder geval deze vragen:

- 1 Welke grootte verander je, welke meet je en wat houd je constant?
- 2 Hoeveel verschillende massa's gebruik je, en hoe vaak meet je elke massa?
- 3 Hoe zorg je ervoor dat je de eindsnelheid meet en niet een stuk van de val waarin het hoedje nog versnelt?
- 4 Hoe film je de val zo dat je hem in Tracker goed kunt meten? Wat moet er in beeld zijn?

Videometen met Tracker

Op een Chromebook gebruik je de online versie van [Tracker](#). Op Windows of Mac installeer je het programma; dat werkt stabiel. In de uitlegvideo zie je hoe je de valsnelheid van het hoedje meet.

VERWERKING

Van metingen naar verband

- 1 Bepaal voor elke massa de luchtweerstand F_w en de eindsnelheid v_t .
- 2 Zet de luchtweerstand uit tegen de snelheid. Is de grafiek een parabool, dan is het verband mogelijk kwadratisch.

- 3 Zet daarna de luchtweerstand uit tegen de snelheid in het kwadraat. Is dat een rechte lijn door de oorsprong, dan is het verband kwadratisch. Dit heet *coördinatentransformatie*.

VERSLAG

Wat er in je verslag moet staan

Gebruik de vaste indeling van een verslag (zie [verslagen bovenbouw](#)). Per onderdeel verwacht ik:

1 Inleiding

Beschrijf de aanleiding en het doel van je onderzoek en sluit af met de onderzoeksvraag.

2 Theorie

Leg uit wat de eindsnelheid is en waarom dan $F_w = F_z$ geldt.

3 Hypothese

Gebruik de formule uit het lesboek: als het hoedje twee keer zo snel valt, is de luchtweerstand vier keer zo groot. Licht toe waarom je dat verwacht.

4 Methode

Beschrijf je opzet zo dat een klasgenoot hem kan herhalen, met een tekening van de opstelling. Leg je keuzes uit.

5 Resultaten en verwerking

Een tabel met massa, luchtweerstand en eindsnelheid, en beide diagrammen: F_w tegen v en F_w tegen v^2 .

6 Conclusie

Beantwoord de onderzoeksvraag met verwijzing naar je diagrammen en zeg of je hypothese klopt.

7 Discussie

Noem concrete meetonzekerheden en wat ze met je uitkomst doen, verklaar afwijkende metingen en doe een concreet verbetervoorstel. Een terugblik op de samenwerking is geen discussie.