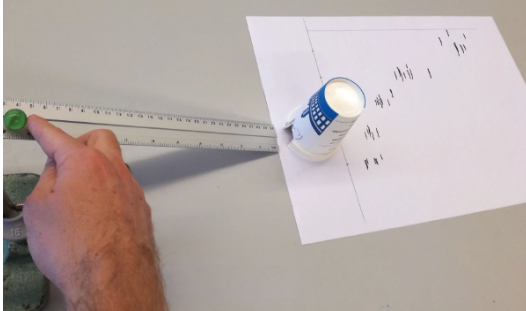


# Practicum Schuivende bekertjes

Onderwerp: meetonzekerheid

## Algemene beschrijving

### Omschrijving



Leerlingen leren dat het resultaat van een meting kan variëren, hoe ze kunnen noteren hoe groot die variatie was en hoe ze de variatie kunnen verkleinen. Dit doen ze door knickers van een helling te laten rollen in een bekertje op zijn kop. In de bekertjes zijn gaten geknipt zodat het knikkertje naar binnen rolt en het bekertje verschuift. Ze onderzoeken ook de relatieve en procentuele fout en hoe die kleiner is bij grotere meetwaarden. Dit practicum is gebaseerd op een artikel

in NVOX van Freek Pols <sup>1</sup>.

### Leerdoelen inhoud

- Inzicht krijgen in de oorzaken van meetonzekerheid
- Inzicht krijgen in de noodzaak van het herhalen en middelen van metingen.
- De  $\pm$  notatie leren gebruiken
- Onderscheid maken tussen absolute en relatieve fout.
- Inzicht krijgen in de noodzaak om grote waarden te meten.

### Leerdoelen vaardigheid

Het constant houden van controle variabelen (steilheid van je helling, plek waar je de knikker neerlegt, etc.).

### Voorkennis

Grafieken kunnen tekenen (zoals bij wiskunde).

### Benodigdheden

- Knickers van dezelfde grootte
- Hellingen (makkelijk te maken met een blokje en een plankje met een gootje er in. Sommige linialen hebben zo'n gootje al op de achterkant zitten)
- Kartonnen bekertjes, met openingen erin geknipt, zodat de knickers naar binnen kunnen rollen.

### Klassikale introductie van het practicum

- Demonstreer de proef met een willekeurig aantal bekertjes. Laat even zien dat je er ook bekertjes af kan halen. Vraag de leerlingen wat ze aan deze proef kunnen meten.

---

<sup>1</sup> Freek Pols; Een foto of grafiek zegt meer dan 1000 woorden; NVOX nr 2, 2016

## Docentenhandleiding

- Vraag welke grootheden bepalend zijn voor hoe ver het bekertje gaat schuiven.
- Geef de opdracht om het verband te onderzoeken tussen het aantal bekertjes en de afstand die de bekertjes gaan schuiven.
- Laat zien dat als je de opstelling op het grafiek papier zet, met het uiteinde van de helling tegen de x-as aan, dat je dan simpel een streepje kan zetten op de plek waar het bekertje is geëindigd. Dit scheelt heel veel tijd.
- Leerlingen maken de grafiek eerst op papier. Daarna schetsen ze de grafiek op een whiteboard. Alle meetpunten moeten hierin goed zichtbaar zijn.
- Praktisch: leerlingen moeten ervoor zorgen dat ze al het materiaal (ook de knikker) terugbrengen. Dus als er een knikker valt, moeten ze zoeken.

## Aanrommelfase leerlingen

Leerlingen gaan snel aan de slag. Ze moeten even uitproberen hoe alles precies neer te zetten en hoe je snel een grafiek op het papier krijgt.

## Meting leerlingen

- De meeste leerlingen zullen een meting uitvoeren en direct verder gaan. Vraag ze, per groepje apart, of het bekertje precies even ver schuift als ze de meting herhalen. Dit zal (bijna) nooit zo zijn. Vraag hen om suggesties om hier mee om te gaan. Benadruk wel, dat alle metingen die ze gedaan hebben zichtbaar moeten blijven in de grafiek op het whiteboard.
- Voor leerlingen die wat sneller zijn kan je de proef uitbreiden, door ze ook te laten onderzoeken wat voor verband er bestaat tussen (bijvoorbeeld) de starthoogte van de knikker en de verschuiving van het bekertje.

## Korte klassikale aanwijzingen

geen

## Verdere uitwerking leerlingen

## Klassikale nabespreking

- Welke overeenkomsten zijn er tussen de grafieken? En welke verschillen?
- Hoe ontstaat de variatie in de afstanden die je vindt als de meting herhaalt? (Variatie in controlevariabelen, beperking van de nauwkeurigheid van je meetinstrument en menselijke fouten).
- Hoeveel wijken je metingen maximaal af van je gemiddelde? (Introduceer de  $\pm$  notatie en het begrip absolute meetonzekerheid).
- Hoeveel procent wijken je metingen maximaal af van je gemiddelde (introduceer het begrip relatieve en procentuele meetonzekerheid. Geef leerlingen even tijd om voor hun metingen absolute meetonzekerheid, relatieve meetonzekerheid en procentuele meetonzekerheid te bepalen).
- Varieert de absolute meetonzekerheid veel per meetpunt? (Nee) Hoe komt dat? (We hebben geprobeerd om de controlevariabelen zoveel mogelijk gelijk te houden).
- Bij welke metingen is de procentuele meetonzekerheid het kleinst? (bij de grootste verschuiving). Hoe komt dat? (De meetonzekerheid is hetzelfde, maar de meetwaarde is groter geworden, dus is het percentage lager).

## Docentenhandleiding

- Als de proef over zou doen, hoe kan je dan zorgen voor een nog kleinere procentuele meetonzekerheid? (Bijvoorbeeld steilere hellingen of lichtere bekertjes, zodat ze verder schuiven).
- De verleiding is groot om potentiële en kinetische energie en arbeid erbij te halen, maar het is beter om het practicum te beperken tot meetonzekerheden en hoe je daarmee om gaat. Later bij het onderwerp energie en arbeid kun je altijd de resultaten weer uit de kast halen.

## Organisatie

- Benodigde tijd: 50 minuten
- De proef wordt klassikaal ingeleid.
- De leerlingen voeren de proef uit in groepjes van (liefst) 3, willekeurig ingedeeld door de docent.
- De proef wordt nabesproken in een kring. De leerlingen houden de whiteboards voor zich.

## Voorbeeld resultaten

