

# Practicum Horizontale worp

## Beweging

### Algemene beschrijving

#### Omschrijving

Leerlingen hebben tot nu toe bewegingen in één dimensie beschreven. In dit experiment, dat voorafgegaan wordt door een PreLab, worden twee bewegingen gecombineerd: een horizontale beweging met constante snelheid en een verticale beweging met versnelling  $g$ . Leerlingen voorspellen waar een kogel, nadat deze door een PVC-buis is gerold en een horizontale baan heeft beschreven, op de grond terecht komt.

#### Leerdoelen inhoud

Combineren van twee bewegingen: beweging van een voorwerp dat naar beneden valt onder invloed van een constante kracht (het voorwerp versnelt met de valversnelling) en een horizontaal bewegend voorwerp waar geen krachten op werken (het voorwerp beweegt met een constante snelheid).

#### Leerdoelen vaardigheid

- Lijst met praktische vaardigheden
  - Nauwkeurig meten van afstanden
- Lijst met natuurkundige vaardigheden
  - Onderbouwde voorspellingen doen
  - Schatten van afwijkingen in het eindantwoord door te schatten wat de invloed is van het verwaarlozen van bepaalde grootheden (zoals de wrijvingskracht).

#### Voorkennis

- Bewegingsvergelijkingen voor bewegingen met een constante snelheid
- Bewegingsvergelijkingen voor een vrije val

#### Benodigheden

- Gekromde PVC-buizen (zie afbeelding) of een gekromde gordijnrail
- Statief en klemmen om PVC-buis/gordijnrail vast te zetten
- Kogel of balletje
- Meetlint
- Afgedrukt spinnenweb (zie bijlage, liefst op A3 papier)
- Carbonpapier (zodat duidelijk te zien is waar de kogel het spinnenweb treft).
- 
- 
- 



### Klassikale introductie van het practicum

- Voorafgaand aan dit experiment maken leerlingen de opdrachten uit de PreLab.
- Laat leerlingen zien dat een voorwerp in vrije val net zo lang over de val doet als een voorwerp dat tegelijkertijd in horizontale richting wordt afgevuurd. Dit kan bijvoorbeeld met een ‘val en worp toestel’ gedemonstreerd worden.
- Laat leerlingen de opstelling zien: PVC-buis wordt op een bepaalde hoogte vastgeklemd. Het laatste deel van de PVC-buis staat horizontaal dus de kogel verlaat de buis met alleen een horizontale snelheid. Als de kogel de buis verlaat, gaat het zowel in horizontale als verticale richting een beweging beschrijven. Laat leerlingen de uitvoering niet zien!
- Geef leerlingen een PVC-buis en een statief met klemmen (dus nog geen kogeltje). Ze stellen de PVC-buis zelf op de door hun gewenste hoogte in. Ze voorspellen met de informatie uit de PreLab wáár de kogel op de grond terecht gaat komen. Hier leggen ze het spinnenweb neer met daarbovenop het carbonpapier. De kogel moet zo dicht mogelijk bij het hart van het spinnenweb terechtkomen.
- Leerlingen noteren op hun whiteboard: meetwaarden (links), tekening van de kogelbaan (met op drie punten tijdens de beweging de snelheidsvectoren op het kogeltje getekend) met bijbehorende formules (midden), voorspelling met onderbouwing (rechts).
- De snelheid waarmee de kogel de PVC-buis/gordijnrail verlaat moet vooraf bepaald worden. De kogel ondervindt, met name bij de PVC-buis veel wrijving, waardoor de horizontaal afgelegde afstand soms wel 70% is van de theoretische waarde. Bij de gordijnrail kan deze snelheid bepaald worden door gebruik te maken van een lichtpoortje of door middel van videometen.

### Korte klassikale aanwijzingen

- Laat leerlingen nadenken over de natuurkundige grootheden die ze verwaarlozen en in welke mate deze verwaarlozing effect heeft op de plaats waar de kogel de grond treft.
- Herhaal dat de tijden in  $x = v_{\text{horizontaal}} \cdot t$  en  $y = \frac{1}{2}gt^2$  hetzelfde zijn.

### Klassikale nabespreking

- Welke verschillende oplossingsmethodes waren er? Is één manier beter dan de andere?
- Welke groepje had de beste voorspelling? Bij welk groepje week de plaats het meeste af? Welke redenen kunnen we hier voor bedenken?
- Welke grootheden zijn verwaarloosd die we in de bepaling wel mee hadden moeten nemen (rolwrijving, rotatie-energie, luchtwrijving)? In welke mate heeft deze verwaarlozing effect op de plaats waar de kogel de grond treft?
- Besteed aandacht aan de vectortekening op het midden van het whiteboard.
- Wat heb je geleerd over natuurkunde? Wat heb je geleerd over onderzoek doen?

### Organisatie

- Benodigde tijd: 50 minuten (introductie, meten, verwerken, voorspellen, uitvoeren experiment, klassikale nabespreking)
- Leerlingen werken in groepjes van drie
- Klassikale introductie (10 minuten)
- Meten, verwerken, voorspellen, uitvoeren experiment (25 minuten)

## Docentenhandleiding

- Klassikale nabespreking (in een kring, 15 minuten)
- De PreLab kan tijdens een eerder lesuur gedaan worden (benodigde tijd: 20-30 min). Het is aan te raden om bij het bespreken van de PreLab aandacht te besteden aan het feit dat de tijden in  $x = v_{\text{horizontaal}} \cdot t$  en  $y = \frac{1}{2}gt^2$  hetzelfde zijn.
- Na het experiment zou eventueel een horizontale worp gemodelleerd kunnen worden.

## Voorbeeld resultaten

- De afstand  $\Delta h$  (de verticale afstand tussen het begin en einde van de buis) is gemeten op 0,225 m.
- De horizontale snelheid waarmee de kogel de buis verlaat is vooraf bepaald op  $v_{\text{horizontaal}} = 1,47 \text{ m/s}$ .
- De afstand  $y$  tussen het einde van de buis en de grond is ingesteld op 1,18 m.
- Dit resulteert in een valtijd van:  $t = \sqrt{2 \cdot 1,18/9,81} = 0,49 \text{ s}$ .
- De horizontale afstand die wordt afgelegd is dan  $x = v_{\text{horizontaal}} \cdot t = 1,47 \cdot 0,49 = 0,72 \text{ m}$ .

