

Practicum Slingerende massa

Trillingen

Algemene beschrijving

Omschrijving

Een massa aan een touw voert een slingerbeweging uit als deze onder een bepaalde hoek wordt losgelaten. Leerlingen onderzoeken eerst het verband tussen de trillingstijd T en de lengte l van de slinger. Daarna voeren ze een coördinatentransformatie uit en bepalen ze met behulp van deze nieuwe grafiek én de formule voor T de valversnelling g . Een alternatief experiment, met andere leerdoelen, zou zijn om leerlingen zelf na te laten denken over de grootheden waar de trillingstijd van af zou kunnen hangen. Ze ontwerpen zelf een experiment om het verband (of de verbanden) tussen die grootheden systematisch te onderzoeken. In dat geval ligt de nadruk op controlling variables.

Leerdoelen inhoud

De trillingstijd van een slingerende massa is niet afhankelijk van de massa en (kleine) beginuitwijking maar wel van de lengte van de slinger.

Leerdoelen vaardigheid

- Lijst met praktische vaardigheden
 - De leerling bepaalt nauwkeurig de trillingstijd van een heen en weer bewegende massa
- Lijst met natuurkundige vaardigheden
 - De leerling: stelt relaties vast tussen twee afhankelijke grootheden
 - transformeert resultaten in tabellen en grafieken
 - doet een coördinatentransformatie bij een wortelverband
 - stelt een wiskundige vergelijking op van een rechte lijn
 - kan deze wiskundige vergelijking koppelen aan een formule om vervolgens met behulp van de helling de valversnelling g te bepalen.

Voorkennis

- Coördinatentransformatie bij een wortelverband

Benodigdheden

- Statief
- Touw met massa
- Meetlint
- Stopwatch

Klassikale introductie van het practicum

- De trillingstijd is een nuttige grootheid om te onderzoeken. De trillingstijd is namelijk constant. Laat leerlingen zelf bedenken hoe ze dit kunnen controleren (de eerste 10 trillingen duren net zo lang als de tweede 10 trillingen) en laat het ze controleren.

Docentenhandleiding

- Leerlingen onderzoeken de relatie tussen T en l . Welke andere grootheden moeten constant gehouden worden? Hoe zorg je daar voor?
- Hoe wordt de trillingstijd zo nauwkeurig mogelijk bepaald? Is het beter om 10x 1 trillingstijd te meten of 1x 10 trillingstijden? Waarom? Is het beter om 1 leerling te laten meten of meerdere leerlingen? Waarom?
- De beginhoek mag niet groter zijn dan ongeveer 10 graden.
- Onderzoek nu de relatie tussen T en l . Presenteer een tabel links op het bord en een grafiek midden op het bord.

Aanrommelfase leerlingen

- Het nauwkeurig bepalen van de trillingstijd: wanneer druk je op ‘start’ en wanneer op ‘stop’?
- Stoeien met de werking van een stopwatch
- Hoe bepaal je de juiste waarde voor l ? Van ophangpunt tot zwaartepunt massa.

Korte klassikale interventie

Na 20 minuten wordt het verband tussen T en l geïnventariseerd. Docent geeft de formule die het verband weergeeft tussen T en l : $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. Leerlingen doen een coördinatentransformatie (ze mogen hun tabel uitbreiden en hun eerste grafiek vervangen), stellen een formule op voor de trendlijn en bepalen de waarde voor de valversnelling g (dit noteren ze rechts op het bord).

Klassikale nabespreking

- Geef leerlingen eerst de opdracht om naar elkaars borden te kijken. Welke verschillen zie je? Welke overeenkomsten zie je?
- Welke grootheden zijn bij dit practicum constant gebleven? Op welke manier hebben jullie hier voor gezorgd?
- Het verband tussen T en l is een wortelverband. Hoe kun je dat zien aan de waarden in de tabel? Hoe kun je dit zien aan de vorm van de (T, l) -grafiek? Hoe kun je dat zien aan de vorm van de (T, \sqrt{l}) -grafiek?
- Waarom komen we niet precies uit op 9,81 m/s²? Welke meetfouten zijn er gemaakt? Welke afleesfouten zijn er gemaakt? Welke onderdelen hadden we nauwkeuriger kunnen uitvoeren?
- Leerlingen gebruiken verschillende eenheden voor de grootte l . De eenheid maakt voor de vorm van de grafiek niet uit maar bij de vervolgoopdracht, het bepalen van g , wel.
- Bij het onderzoeken van een verband is een scheurlijn niet handig.
- Om een zo nauwkeurig mogelijk resultaat te vinden voor de valversnelling moet de grafieklijn die verkregen is ná coördinatentransformatie door het punt 0,0 gaan.
- Tenslotte de vraag ‘wat heb je geleerd’ over natuurkunde (inhoudelijk) en over experimenteel onderzoek doen (vaardigheden).

Organisatie

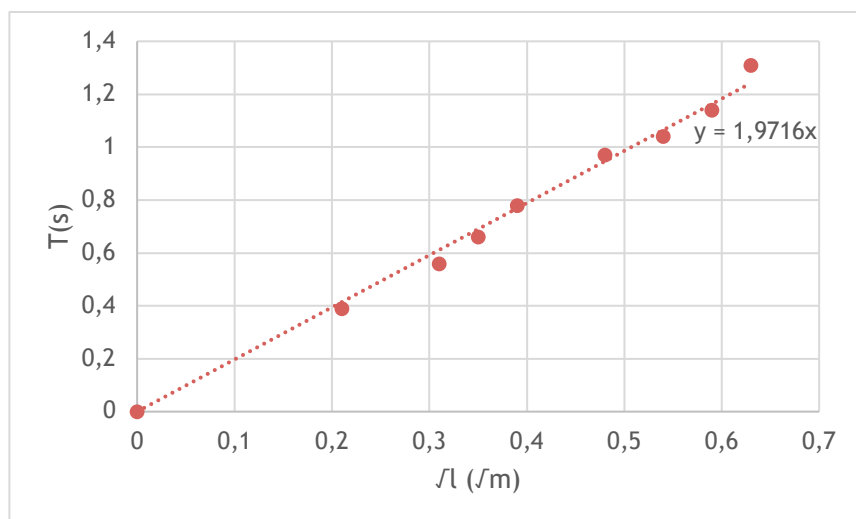
- Benodigde tijd: 80 minuten (uitvoering, verwerking, kringgesprek).
 - Klassikale introductie (10 minuten)
 - Leerlingen bepalen het verband tussen T en l . (15 minuten)
 - Korte klassikale discussie (hoeft niet in kringverband, eerder een inventarisatie). (5 minuten)

Docentenhandleiding

- Docent geeft de formule die het verband weergeeft tussen T en l : $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.
- Leerlingen doen een coördinatentransformatie, stellen een formule op voor de trendlijn en bepalen de waarde voor de valversnelling g . (30 minuten)
- Klassikale discussie. (15 minuten)
- Alternatief 1 bij een lestijd van 50 minuten:
 - Klassikale introductie (10 minuten)
 - Leerlingen bepalen het verband tussen T en l . (5-10 minuten)
 - Korte klassikale discussie (hoeft niet in kringverband, eerder een inventarisatie). (5 minuten)
 - Docent geeft de formule die het verband weergeeft tussen T en l : $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.
 - Leerlingen doen een coördinatentransformatie (15 minuten)
 - Klassikale discussie. (10 minuten)
 - Leerlingen maken een foto van hun bord (of noteren aan het eind van de les de gegevens in hun schrift) en de volgende les mogen ze een formule bij de trendlijn opstellen en de waarde voor de valversnelling g bepalen. (5 minuten)
- Alternatief 2 bij een lestijd van 50 minuten:
 - Klassikale introductie (10 minuten)
 - Leerlingen bepalen de trillingstijd T bij verschillende lengtes l en zetten dit uit in een (T, \sqrt{l}) -grafiek (15 minuten)
 - Docent geeft de formule die het verband weergeeft tussen T en l : $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.
 - Leerlingen stellen een formule op voor de trendlijn en bepalen de waarde voor de valversnelling g . (10 minuten)
 - Klassikale discussie. (15 minuten)

Voorbeeld resultaten

$l(\text{m})$	$\sqrt{l} (\sqrt{\text{m}})$	$T(\text{s})$
0	0	0
0,05	0,21	0,39
0,1	0,31	0,56
0,15	0,35	0,66
0,2	0,39	0,78
0,25	0,48	0,97
0,3	0,54	1,04
0,35	0,59	1,14
0,4	0,63	1,31



$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = c \cdot \sqrt{l} \rightarrow c = 1,9716 = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \rightarrow g = 10,2 \text{ m/s}^2$$