

Practicum 1

Trillingen: Relatie trillingstijd, massa en veerconstante

Algemene beschrijving

Omschrijving

In dit practicum gaan leerlingen kennismaken met het massa-veersysteem. De leerlingen krijgen 5 veren met verschillende veerconstante. De leerlingen onderzoeken:

- Veerconstante
- Relatie trillingstijd en massa
- Relatie trillingstijd en veerconstante
- Relatie trillingstijd en amplitude
- Het doel is een kwalitatieve kennismaking met trillingen.

Dit practicum omvat veel verschillende opdrachten en kan daardoor te lang duren voor 1 lesuur van 50 minuten. Onder het kopje organisatie worden een aantal varianten besproken.

Leerdoelen

De leerdoelen in dit practicum zijn:

Begrippen en formules:

- Trillingstijd
- Veerconstante
- Uitrekking vs. uitwijking
- Massa
- Amplitude
- De verbanden $F = C \cdot u$ en $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{c}}$
- $F_z = F_v$ in de evenwichtstand

Vaardigheden:

- Toepassen coördinatentransformatie
- Meten van trillingstijd, massa, uitwijking, uitrekking, grafieken maken

Voorkennis

Leerlingen moeten een coördinatentransformatie kunnen uitvoeren om het verband tussen de trillingstijd en de massa en veerconstante te bepalen.

Benodigdheden

- 5 veren met duidelijk verschillende veerconstanten*
- Statief
- Veerunsters en een set met gewichten
- Stopwatch
- Meetlat en/of liniaal van 30 cm



*Hoe kun je de veren zelf maken

Er is een eenvoudige en goedkope manier om sets veren met variabele veerconstanten voor dit experiment te maken. Diverse wetenschappelijke leveranciers verkopen langwerpige, strak opgerolde veren voor het bestuderen van de golfbeweging. Deze hebben doorgaans een onuitgerekte lengte van ongeveer 2 meter en een diameter van ongeveer 2,0 cm. Het knippen van zo'n veer in lengtes zoals 7,0, 14,0, 21,0, 28,0 en 35,0 cm levert een set veren met merkbaar verschillende veerconstanten. Uit elke 2,0 m opgerolde veer kunnen ongeveer 2 sets van 5 veren gemaakt worden. Wanneer de veren worden geknipt, moeten twee windingen van de veer 90° worden omgebogen ten opzichte van de andere windingen aan het einde van elke veer om bevestigingspunten te maken. Het is raadzaam om de geknipte veren te vervormen totdat de windingen iets van elkaar gescheiden blijven wanneer er geen kracht op de veer wordt uitgeoefend. Dit zal een veer opleveren die goed werkt voor alle experimenten. Ideaal zou elke groep één set van vijf veren moeten hebben, maar met zorgvuldige organisatie kunnen een paar sets worden gedeeld met de hele klas, waarbij veren worden uitgewisseld indien nodig voor verschillende onderdelen van het experiment.



Uit elke 2,0 m opgerolde veer kunnen ongeveer 2 sets van 5 veren gemaakt worden. Wanneer de veren worden geknipt, moeten twee windingen van de veer 90° worden omgebogen ten opzichte van de andere windingen aan het einde van elke veer om bevestigingspunten te maken. Het is raadzaam om de geknipte veren te vervormen totdat de windingen iets van elkaar gescheiden blijven wanneer er geen kracht op de veer wordt uitgeoefend. Dit zal een veer opleveren die goed werkt voor alle experimenten. Ideaal zou elke groep één set van vijf veren moeten hebben, maar met zorgvuldige organisatie kunnen een paar sets worden gedeeld met de hele klas, waarbij veren worden uitgewisseld indien nodig voor verschillende onderdelen van het experiment.

Klassikale introductie van het practicum

- Introduceer het begrip van een periodieke beweging.
- Zet een aantal statieven neer met verschillende veren/massa's en laat ze trillen
- Vraag leerlingen om observaties. Let op observaties zoals herhaalde beweging en observaties over snelheidsveranderingen tijdens de beweging en verschillen in trillingstijd.
- Laat leerlingen verschillende variabelen noemen (trillingstijd, massa, veerconstante, amplitude ...) en bespreek welke afhankelijk en onafhankelijk zijn. Welke variabelen kun zij veranderen, wat verandert dan mee? Wat zou je dus kunnen onderzoeken?
- Laat leerlingen nadenken over de krachten die op het systeem werken als het blokje beweegt en stil hangt. Dit zouden ze als vooropdracht kunnen noteren op het whiteboard.

Uitvoering

Elk groepje voert twee onderzoeken uit: onderzoek naar de veerconstante en trillingstijd.

Veerconstanten bepalen

- Laat de leerlingen de veer steeds een vooraf bepaalde afstand (geef vooraf de maximaal toegestane uitrekking) uitrekken en met een veerunster meten welke kracht daarvoor nodig is. Op deze manier komt de uitrekking op de x-as en de kracht op de y-as en is de richtingscoëfficiënt gelijk aan de veerconstante.
- Indien er geen veerunsters zijn, kunnen er ook massa's gebruikt worden en om daarmee de uitrekking te bepalen. Leg dan uit dat ze de kracht op y-as moeten zetten en de uitrekking op de x-as (ook al is dit niet conform de afspraken over onafhankelijke en afhankelijke variabelen weergeven in een diagram).
- Teken alle kracht-uitrekking grafieken in één assenstelsel en bepaal de veerconstante voor elke veer.
- Groepjes die snel klaar zijn kunnen het verband tussen veerconstante en de lengte onderzoeken ($C \propto \frac{1}{L}$, voor veren geknipt uit één moederveer)

Onderzoek naar trillingstijd

- Leg uit hoe de trillingstijd nauwkeurig kan worden bepaald.
- Onderzoek het verband tussen amplitude en trillingstijd voor één veer.
- Onderzoek het verband tussen massa en trillingstijd voor één veer.
- Onderzoek het verband tussen veerconstante en trillingstijd voor één veer.
- Benadruk het belang van het controleren en constant houden van (de andere) variabelen
- Verwerk de gegevens op het whiteboard
- Laat leerlingen taken verdelen en efficiënt werken.
- Groepjes die snel klaar zijn, kunnen een poging doen om de evenredigheidsconstante te bepalen ($2 \cdot \pi \cdot \sqrt{m}$ of $\frac{2 \cdot \pi}{\sqrt{c}}$)

Organisatie

Deze practicum les is veel omvattend en kan mogelijk in twee lessen gesplitst worden. De tijdsindicatie voor de verschillende onderdelen:

- | | |
|--------------------------|------------|
| • Klassikale introductie | 20 minuten |
| • Start experimenteren | 5 minuten |
| • Experiment | 20 minuten |
| • Verwerking gegevens | 15 minuten |
| • Kring vormen | 5 minuten |
| • Kringgesprek | 15 minuten |
| • Logboek | 10 minuten |
- Om tijd te besparen kan elke groep van een (andere) veer de veerconstante bepalen. De groepen geven deze gegevens dan aan 1 groep die het verder uitwerkt. Zodra deze groep alle veerconstanten heeft bepaald, deelt zij deze weer met de andere groepen.
 - De groep die het onderzoek doet naar de relatie tussen veerconstante en trillingstijd noteert in eerste instantie het nummer van de veer. Zodra de waarden van de veerconstanten beschikbaar komen, kunnen deze in de tabel worden vermeld.
 - Elke groep krijgt zijn eigen vervolgonderzoek. Bij veel groepen kun je een aantal onderzoeken dubbel laten uitvoeren.
 - Dit practicum kan ook in twee lessen uitgevoerd worden waarbij eerst wordt gekeken naar de veerconstanten en in de tweede les de relaties tussen T , m en C worden onderzocht. Tijdens de eerste les kan dan de nadruk worden gelegd op meten en grafieken maken. In de tweede les dan meer op onderzoeken, controle van variabelen.

Inhoud kringgesprek

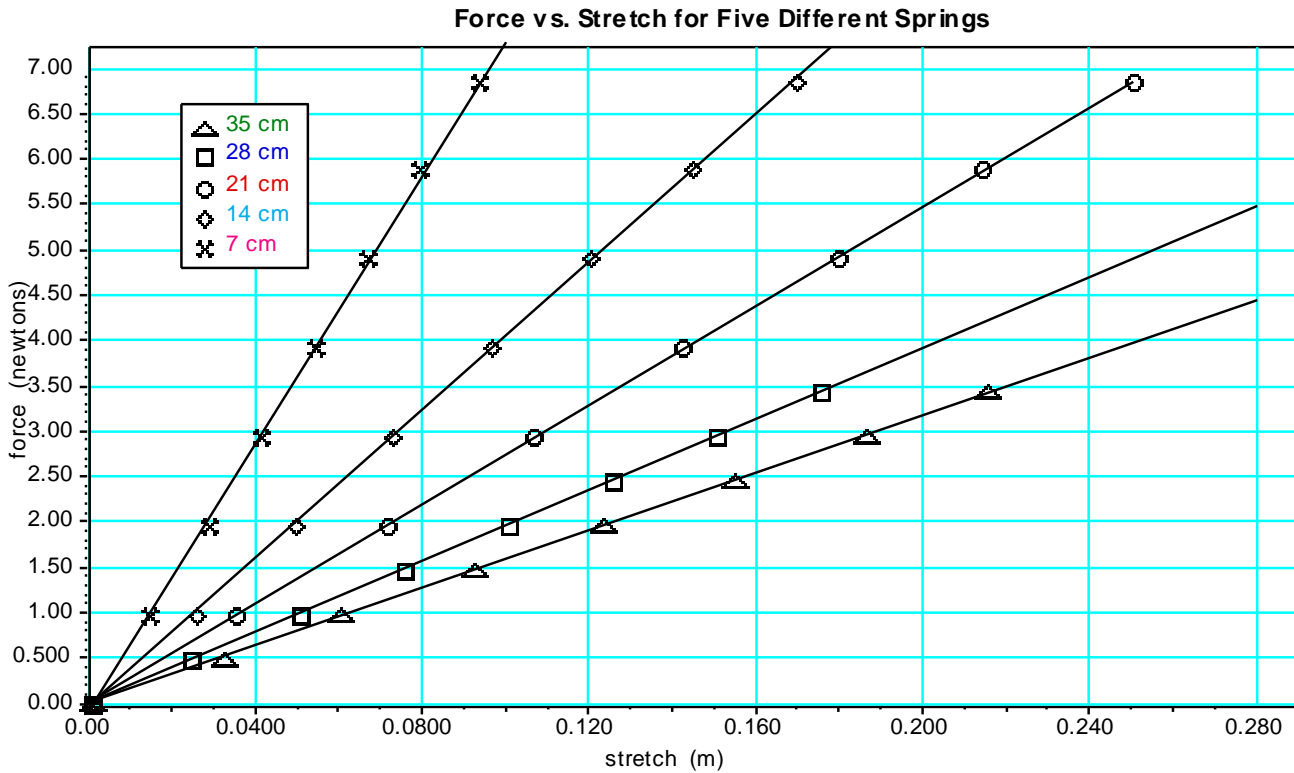
- Bespreek de krachten in de evenwichtstand als het blokje stil hangt. Er geldt: $F_z = F_v$ als je massa's gebruikt en als je veerunsters gebruikt geldt: $F_{veer} = F_{veerunter}$
- Bespreek de verbanden tussen periode, amplitude, massa en veerconstante.
 - De trillingstijd is niet gerelateerd aan de amplitude
 - De trillingstijd is recht evenredig met de wortel van de massa $T \propto \sqrt{m}$ en
 - De trillingstijd is omgekeerd evenredig met de wortel van de veerconstante $T \propto \frac{1}{\sqrt{c}}$.
- Bespreek hoe je van bovenstaande verbanden het verband $T \propto \sqrt{\frac{m}{c}}$ kunt krijgen
- Bespreek de betekenis en de waarde van de helling in de grafieken (lastig door $2 \cdot \pi$)

Inhoud logboek

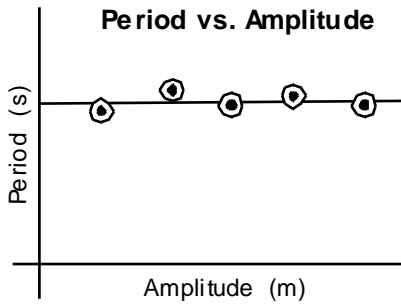
- Krachten in de evenwichtstand
- Trillingstijd onafhankelijk van amplitude
- Trillingstijd afhankelijk van massa en veerconstante
- Formule: $T = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{m}{c}}$

Voorbeeld resultaten

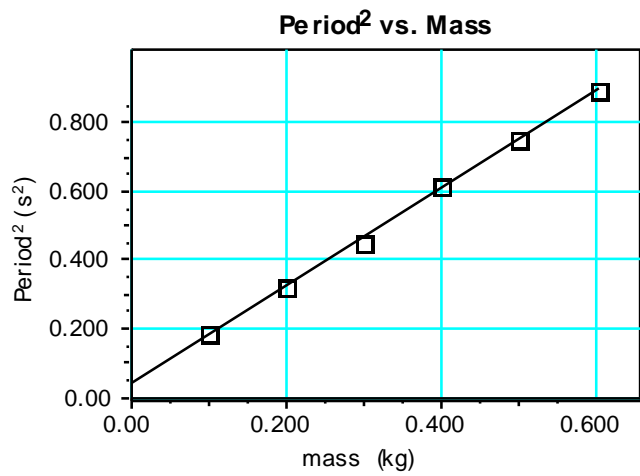
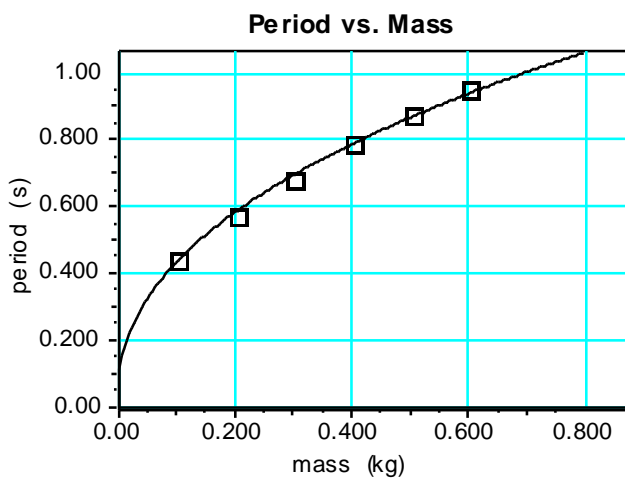
Kracht vs uitrekking:



Trillingstijd vs amplitude



Trillingstijd vs massa en Trillingstijd vs massa²



Trillingstijd vs veerconstante

