

# Practicum 4

## Golven: staande golven

### Algemene beschrijving

#### Omschrijving

In dit practicum gaan leerlingen staande golven maken in lange veren of met de PhET simulatie. Ze gaan het verband onderzoeken tussen de golflengte en de frequentie om uiteindelijk de formule  $v = \lambda \cdot f$  af te leiden. Vervolgens vergelijken ze deze  $v$  met de voortplantingsnelheid van de puls door de veer.

Dit practicum kan ook op de computer worden uitgevoerd met behulp van de Phet-simulatie [golven](#)<sup>1</sup>. Het practicum kan ook worden geïllustreerd met de proef van Melde.

#### Leerdoelen

Staande golven en resonantie

$$v = \lambda \cdot f \text{ en } v = \frac{\lambda}{T}$$

Begrippen: buiken en knopen, toppen en dalen, golflengte

#### Voorkennis

Voortplantingsnelheid kunnen bepalen

Begrippen toppen, dalen, golflengte (deze kunnen ook in de klassikale introductie worden uitgelegd)

Terugkaatsing van golven tegen uiteinde (ook te illustreren in klassikale introductie in de PhET simulatie)

superpositie

#### Benodigheden

Lange veren (pas op, die kunnen gemakkelijk verstrengeld raken, bij het opbergen is het handig een stuk PVC-pijp door de veer te steken om verstrengeling te voorkomen)

Stopwatch of mobiel

Meetlinten

PhET-simulatie (alternatief voor “echt” practicum)

#### Klassikale introductie van het practicum

Gebruik het schommelvoorbeeld om te laten zien hoe je de amplitude van een trilling kunt vergroten door precies op tijd duwtjes te geven.

Demonstreer klassikaal met een lange veer een staande golf (een halve golflengte). Dit kan op de grond of in de lucht.

Laat leerlingen uitleggen hoe deze staande golf heeft kunnen ontstaan in termen van heengaande en teruggaande golf.

Maak een staande golf met veel knopen en buiken en benoem de knopen en buiken (dit kan ook met de Phet-simulatie op het bord, daarmee kun je het in fase duwtjes geven ook goed laten zien).

---

<sup>1</sup> [https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string\\_all.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_all.html)

Benoem relatie tussen buiken of knopen of knoop-buik en de golflengte (de simulatie kun je stil zetten en bespreken)

Besprek/bediscussieer de beweging in de tijd van enkele punten van de golf.

Besprek/bediscussieer hoe de trillingstijd van de hand/golf bepaald zou kunnen worden

Herhaal waarvan de voortplantingssnelheid van de golf afhankelijk is

### Uitvoering

- Geef als onderzoeksvraag: “Onderzoek het verband tussen golflengte en trillingstijd”
  - Besprek klassikaal hoe je dit zou kunnen onderzoeken.
  - Wat voor een tabel is hiervoor nodig (welke gegevens)?
  - Hoe gaan de gegevens in de tabel je helpen om de onderzoeksvraag te beantwoorden?
- Laat leerlingen hiervoor zo veel mogelijk verschillende staande golven produceren
- Laat ze bij elke staande golf de trillingstijd van de hand en de afstand tussen twee knopen bepalen
- Aan de hand van de afstand tussen de knopen kunnen de leerlingen de golflengte berekenen
- Laat ze een  $(\lambda, T)$  diagram maken (T op de x-as)
- Stimuleer snelle leerlingen om grafieken te maken van de frequentie tegen het aantal buiken
- Stimuleer snelle leerlingen om grafieken te maken van de golflengte tegen het aantal buiken

Gebruik simulatie:

Laat de leerlingen in de simulatie de wrijving uitzetten

Laat het uiteinde in de simulatie oscilleren

Het kan handig zijn om eerst de voortplantingssnelheid te bepalen door een eenmalige puls enkele keren heen-en-weer te laten gaan.

De grondfrequentie is 0,42 Hz voor het vaste uiteinde en voor het losse uiteinde 0,21 Hz. De staande golven krijg je bij (oneven) veelvoud van deze frequentie

Bij gebruik van de simulatie kun je variëren in vast en losuiteinde.

Het is dan handig om de leerlingen een tabel te laten maken van frequentie en golflengte en de onderlinge verhoudingen

### Instructies voor leerlingen

Dit is een vrij lastig practicum, daarom kan het handig zijn om een aantal instructies voor de leerling op het bord te zetten zodat ze houvast hebben bij de uitvoering.

- Twee leerlingen die de veer gaan bewegen, gaan op een vaste afstand zitten. Dit verandert niet meer! Blijf zitten!
- Bepaal de voortplantingssnelheid (dit hebben we eerder gedaan)
- Maak een tabel met de volgende kolommen: aantal buiken, afstand tussen twee knopen, Trillingstijd en golflengte
- Maak staande golven in de veer met resp. 1, 2, 3, 4, 5 ... buiken
- Bij elke staande golf:
  - Meet de afstand tussen 2 knopen
  - Bepaal de trillingstijd van de hand (meet 10 trillingen voor de nauwkeurigheid)
- Bereken de golflengte
- Teken een  $(\lambda, T)$  diagram (T op de x-as)
- Bepaal de richtingscoëfficiënt (wat is dit?)

## Organisatie

### Planning:

Introductie	10 minuten
Meten	15 minuten
Verwerken	10 minuten
Kringgesprek	10 minuten
Logboek	5 minuten
Organisatie	

- Na de klassikale introductie kun je leerlingen in groepen laten werken om het verband te laten bepalen.
- Als een deel van de klas de simulatie gebruikt dan kan een deel van de klas de vaste uiteinde gebruiken een ander deel het losse uiteinde in de simulatie

### Inhoud kringgesprek

- Recht evenredig verband tussen golflengte  $\lambda$  en trillingstijd  $T$
- Wat betekent de richtingscoëfficiënt?
- Welke eenheid heeft de richtingscoëfficiënt?
- Vergelijk deze met de voortplantingssnelheid?
- $v = \frac{\lambda}{T}$  en  $v = \lambda \cdot f$
- Bespreek de verhoudingen van de frequenties en golflengtes onderling (reeksen: 1,2,3 of 1,3,5)

### Inhoud logboek (optioneel)

- Begrippen: knopen en buiken
- Golflengte
- Staande golven alleen bij resonantie
- Tekeningen van de verschillende staande golven
- $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$
- $f_1 : f_2 : f_3 : f_n = 1 : 2 : 3 : n$  en  $\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 : \lambda_n = \frac{1}{1} : \frac{1}{2} : \frac{1}{3} : \frac{1}{n}$
- Bij gebruik simulatie met losuiteinde:
  - $f_1 : f_2 : f_3 : f_n = 1 : 3 : 5 : (2 \cdot n - 1)$  en  $\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 : \lambda_n = \frac{1}{1} : \frac{1}{3} : \frac{1}{5} : \frac{1}{2 \cdot n - 1}$

### Voorbeeld resultaten

Bij gebruik van de simulatie komen daar de volgende gegevens uit bij het vaste uiteinde:

Harmonische Of Aantal buiken	Frequentie (Hz)	Trillingstijd (s)	Afstand K-K (cm)	Golflengte (cm)	Verhouding f	Verhouding $\lambda$
1	0,42	2,4	7,6	13	1	$\frac{1}{1}$
2	0,84	1,2	3,8	7,6	2	$\frac{1}{2}$
3	1,28	0,78	2,5	5,0	3	$\frac{1}{3}$
4	1,68	0,60	1,9	3,8	4	$\frac{1}{4}$
5	2,10	0,48	1,5	3,0	5	$\frac{1}{5}$

Bij het losse uiteinde:

Harmonische Of Aantal buiken	Frequentie (Hz)	Trillingstijd (s)	Afstand K-B (cm)	Golflengte (cm)	Verhouding f	Verhouding $\lambda$
1	0,21	4,8	7,6	30	1	$\frac{1}{1}$
2	0,63	1,6	2,5	10	3	$\frac{1}{3}$
3	1,05	0,95	1,5	6,1	5	$\frac{1}{5}$
4	1,47	0,68	1,1	4,3	7	$\frac{1}{7}$
5	1,89	0,53	0,8	3,4	9	$\frac{1}{9}$

De voortplantingsnelheid in het koord is gelijk aan 0,064 m/s.