



Trillende snaren

Keuzeopdracht voor natuurkunde 5vwo

Een herhalende opdracht over staande golven in een snaar
Voorkennis: staande golf, frequentie, golflengte

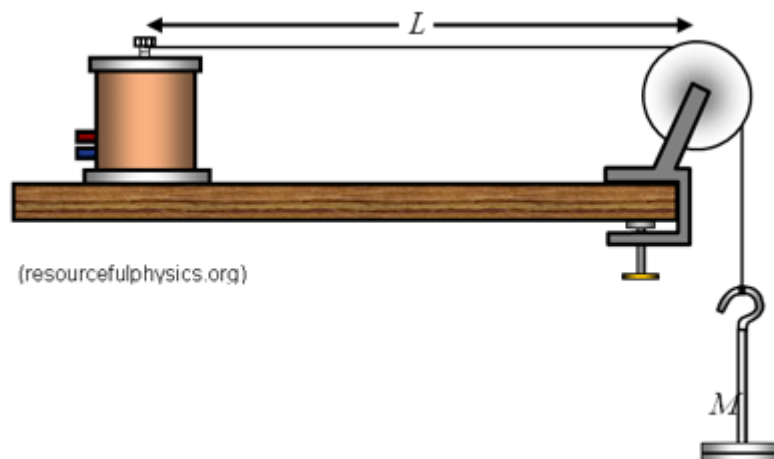
Oriëntatie

Zoals alle bespeler van een snaarinstrument (piano, viool, gitaar, harp) weten, hangen de resonantiefrequenties van een snaar af van diverse variabelen, zoals de lengte en dikte van de snaar.

Vraag 1. Variabelen

Welke variabelen zijn er nog meer van belang?

Staaende golven treden op in snaren als de golflengte past bij de lengte van de snaar. De golflengte wordt bepaald door de frequentie van de trilling en de voortplantingssnelheid van de snaar.



Met de proef van Melde kun je het effect van elk van deze factoren onafhankelijk onderzoeken. In deze opdracht ga je dit experiment uitbreiden. De opdracht is zeer geschikt als herhaling indien je het fenomeen staande golven verder wilt onderzoeken. Natuurlijk hoeft het niet beperkt te blijven tot snaren, misschien kan je zelfs bruggen laten golven...

Maak, om je kennis van trillende snaren wat op te frissen, allereerst de volgende opgave over staande golven in een gitaarsnaar.

Vraag 2. Gitaarsnaar

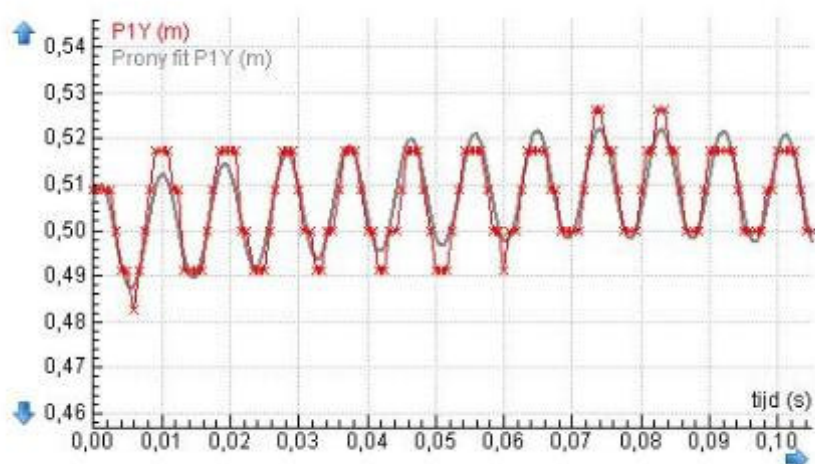
(Bron: <http://www.natuurkunde.nl/artikelen/view.do?supportId=939480>)

Een gitaarsnaar voert een eenvoudige trilling uit, nadat deze is aangeslagen. In deze opgave analyseren we de beweging die de snaar maakt en bepalen we de golfsnelheid in de snaar.

De dikste snaar van een gitaar wordt ingekort door een vinger op de hals te zetten. Daarna wordt de snaar in trilling gebracht. In onderstaande opname is de trillende snaar te zien. De hals van de gitaar is afgeschermd met papier, dit om de snaren beter in beeld te brengen.

Van de positie van de snaar is met behulp van videometen in het programma Coach 6 een plaats/tijdgrafiek gemaakt. De meetpunten zijn met rood weergegeven, met grijs zien we een functiefit die hiervan gemaakt is.

Door het afklemmen van de vinger is de trillende snaar ingekort tot een lengte van $l_1 = 48,5$ cm, als de snaar niet wordt ingekort is de lengte $l_2 = 64,5$ cm.



- Bepaal met behulp van de plaats-tijdgrafiek van de snaar de frequentie waarmee de snaar trilt.
- Bereken de golfsnelheid in de snaar.
- Bereken de frequentie waarmee de snaar gaat trillen, als deze op de maximale lengte is.
- Ga in BINAS na, met welke tonen deze frequenties overeen komen

Behalve het trillen van de dikste snaar, zien we nog een ander verschijnsel op het filmpje als we kijken naar de snaar die daar naast zit.

- Verklaar wat je ziet gebeuren met de naastgelegen snaar.

Op www.natuurkunde.nl/servlet/supportBinaryFiles?referenceId=6&supportId=939480 kun je het Coachbestand downloaden om de opgave zelf na te rekenen. Dit bestand is met behulp van het programma Coach 6 te openen. De film is gemaakt met een hogesnelheidscamera die in dit geval 1200 beeldjes per seconde maakt. Het Coachproject is uitgewerkt door André Heck.

Open opdracht

In het experiment van Melde (zie figuur op de eerste pagina) span je een snaar m.b.v. een gewichtje en onderzoek je de trillingsfrequenties waarbij er staande golven ontstaan.

Voer dit experiment uit en onderzoek het effect van verschillende variabelen die je van belang lijken.

Vraag 3. De snaarformule

Met de snaarformule kun je de frequentie van staande golven bepalen:

$$f^2 = \frac{F}{4\rho AL^2}$$

- a. Wat stellen de symbolen in deze formule voor?
- Leidt de snaarformule af met behulp van de volgende formule voor de voortplantingssnelheid van golven volgens Melde:

$$v = \sqrt{\frac{F}{m/L}}$$

- Ga na of je experimentele bevindingen kloppen met de snaarformule
-

Breid je onderzoek naar de trillende snaren uit door bijvoorbeeld een van onderstaande vragen te behandelen.

Vraag 4. Nader onderzoek

- Is de snaarformule ook goed voor snaren waar A , L en/of ρ veel groter of kleiner zijn dan bij de koperdraden?
 - Heeft de omgeving van de snaar (temperatuur, luchtvochtigheid) invloed op de trilling?
 - Kun je de snaren ook laten trillen zonder ze direct aan te raken?
 - Valt je iets anders op tijdens het experiment dat je nader wilt onderzoeken?
-

Afronding

Maak een *product* waarmee je aan je docent en medeleerlingen kunt laten zien wat je hebt geleerd van jullie werk aan de proef van Melde. Gebruik bij voorkeur ook de opstelling waaraan je gemeten hebt, en bijvoorbeeld een poster met de theorie erachter of belangrijke meetresultaten.