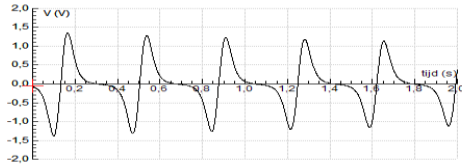
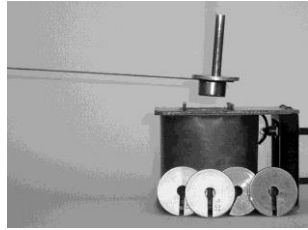
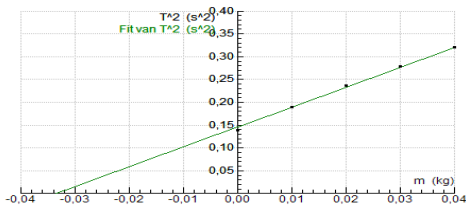


1 Een trillend zaagblad

Een ingeklemd zaagblad is verzwaaard met een magneetje en trilt boven een spoel. Dit is de $U(t)$ -grafiek van de spanning in de spoel:



- a Bepaal de frequentie van de trilling.
▶ Het magneetje trilt harmonisch, maar dat is aan deze grafiek niet te zien.
- b Welke grafiek zou je moeten meten om te controleren of de trilling harmonisch is?
▶ Als we het uiteinde extra verzwaren met $m = 10\text{ g}, 20\text{ g}, 30\text{ g}$ of 40 g , vinden we deze $T^2(m)$ -grafiek:



Uit deze grafiek volgt dat we bij een slimme keuze van m deze formule mogen gebruiken:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$$

- c Wat is is die ‘slimme’ m als we 40 gram extra gebruiken?
- d Bereken C .

2 In het golfslagbad

In een golfslagbad hoor je zowel onder als boven water de toeter loeien als ‘het golven’ gaat beginnen. De toeter hangt aan het plafond van het zwembad.

- a¹ Wat voor toon hoor je onder water, een hogere, een lagere of dezelfde?
- a² Is de golflengte van het geluid onder water groter, kleiner of gelijk aan de golflengte van het geluid boven water? Licht je antwoord toe.
▶ De watergolven hebben een golflengte van 15 m en een snelheid van 4,8 m/s.
- b Met welke frequentie gaan de zwemmers op en neer?
▶ De golven zijn zeker twee meter hoog. Je vriendje beweegt 22,5 m voor je ook op de golven mee.
- c¹ Druk de afstand tussen jullie uit in λ .
- c² Kun je elkaar zien? Licht je antwoord toe.

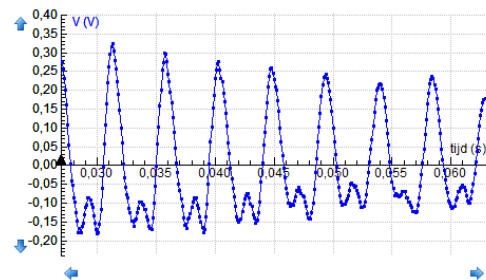
3 Boomwhackers

Dit meisje speelt vader Jacob op een simpel slaginstrument. Ze slaat op plastic buizen (boomwhackers) van verschillende lengte.



Als ze op de paarse buis (de 3^e van links) slaat, hoort ze een hogere toon in vergelijking met de oranje buis (de 2^e van rechts).

- a Leg met behulp van een formule uit waarom dit zo is.
▶ Op de paarse buis staat dat de toon een **a** is.
- b¹ Zoek in *Binas* tabel 15C in het klein octaaf de frequentie van de **a** op.
- b² Bereken hiermee de lengte van de buis.
▶ Ter controle is deze computermeting met *Coach* gedaan:



- c Komt de meting overeen met *Binas*?
- d Hoe zie je dat het geluid uitdempt?
▶ Ze slaat nog een keer op de paarse buis, maar ze houdt nu haar hand stevig bovenop de buis.
- e Hoort ze nu een hogere of lagere toon? Licht je antwoord toe.

De antwoorden staan op de volgende pagina's.

De antwoorden van de toets

1 Een trillend zaagblad

$$a \quad 5T = 2,00 - 0,14 = 1,86 \text{ s} \Rightarrow T = 0,37 \text{ s} \quad f = 1/T \Rightarrow f = 2,7 \text{ Hz}$$

b Je zou een $u(t)$ -grafiek moeten bepalen en nagaan of die sinusvormig is.

$$c \quad m_{\text{slim}} = 40 + 33 = 73 \text{ g} = 73 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$d \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 m}{C}$$

$$0,32 = \frac{4\pi^2 \cdot 73 \cdot 10^{-3}}{C} \Rightarrow C = \frac{4\pi^2 \cdot 73 \cdot 10^{-3}}{0,32} = 9,00 \dots = 9,0 \text{ N/m}$$

2 In het golfslagbad

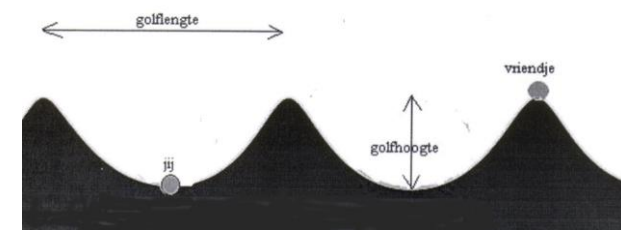
a¹ Je hoort dezelfde toon. Anders zou communicatie niet mogelijk zijn. Het water gaat in hetzelfde ritme trillen als de lucht erboven.

a² $v_{\text{water}} > v_{\text{lucht}}$ en $\lambda = v \cdot T$ dus is de golflengte onder water groter dan erboven.

$$b \quad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{4,8}{15} = 0,32 \text{ m}$$

$$c^1 \quad \frac{22,5 \text{ m}}{15 \text{ m}} = 1,5$$

c² Jullie kunnen elkaar niet zien, want er zit altijd een muur van 2 m water tussen.



3 Boomwhackers

a $\ell = \frac{1}{2}\lambda$ en $f = v/\lambda$ Kleinere ℓ van paars \Rightarrow kleinere λ dus hogere toon.

b¹ 220 Hz

$$b^2 \quad \text{Ga uit van } 20 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow v = 343 \text{ m/s} \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{220} = 1,56 \text{ m} \Rightarrow \ell = 0,78 \text{ m}$$

c piek₀ zit bij 0,0315 s en piek₆ bij 0,0585 s $\Rightarrow 6T = 0,0270 \text{ s} \Rightarrow T = 0,0045 \text{ s} \Rightarrow f = 222 \text{ Hz}$
Dat wijkt dus maar 1% af.

d De maximale uitwijkingen worden steeds kleiner.

e Nu geldt $\ell = \frac{1}{4}\lambda$ dus λ is 2× zo groot. De toon is dus 2× zo laag.

Dit is de frequentie-analyse van de meting in Coach:

