

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Opgave 3 Ukelele

12 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De lengte van alle snaren is gelijk. De golflengte in de verschillende snaren is dus ook bij elke snaar gelijk. De frequentie van de tonen zijn echter niet gelijk. Uit $v = \lambda f$ volgt dat de golfsnelheid in de snaren dan niet gelijk kan zijn.

- inzicht in een gelijke golflengte bij elke snaar 1
- completeren van de uitleg 1

13 maximumscore 2

uitkomst: $f = 1,32$ kHz

voorbeeld van een bepaling:

Er is sprake van twee vaste uiteinden en dus verhouden de frequenties van de grondtoon en de boventonen zich tot elkaar als 1 : 2 : 3 : enz.

In onderstaande tabel staan de grondtoon en boventonen weergegeven:

	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$
3	330 Hz	660 Hz	990 Hz	1320 Hz
4	440 Hz	880 Hz	1320 Hz	1760 Hz

De derde boventoon van snaar 3 heeft dus dezelfde frequentie als de tweede boventoon van snaar 4.

Voor die frequentie geldt: $f = 4 \cdot 330 = 3 \cdot 440 = 1320$ Hz = 1,32 kHz.

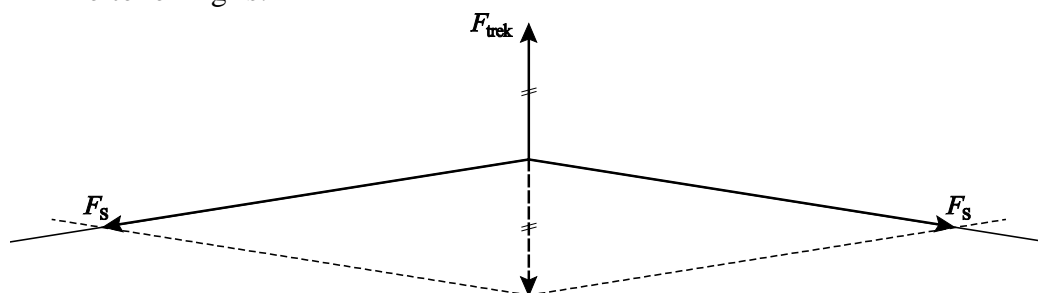
- inzicht dat de frequenties zich verhouden als 1 : 2 : 3 : enz. 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

14 **maximumscore 5**
uitkomst: $F = 33 \text{ N}$

voorbeeld van een antwoord:

– De tekening is:



– Voor de hoek van de snaar met de horizontaal geldt:

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{1,0}{17,5}\right) = 3,27^\circ.$$

De spankracht is te berekenen met: $\sin \alpha = \frac{\frac{1}{2} F_{\text{trek}}}{F_{\text{span}}}$.

$$\text{Dus geldt: } F_{\text{span}} = \frac{\frac{1}{2} F_{\text{trek}}}{\sin \alpha} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 3,8}{\sin(3,27^\circ)} = 33 \text{ N}.$$

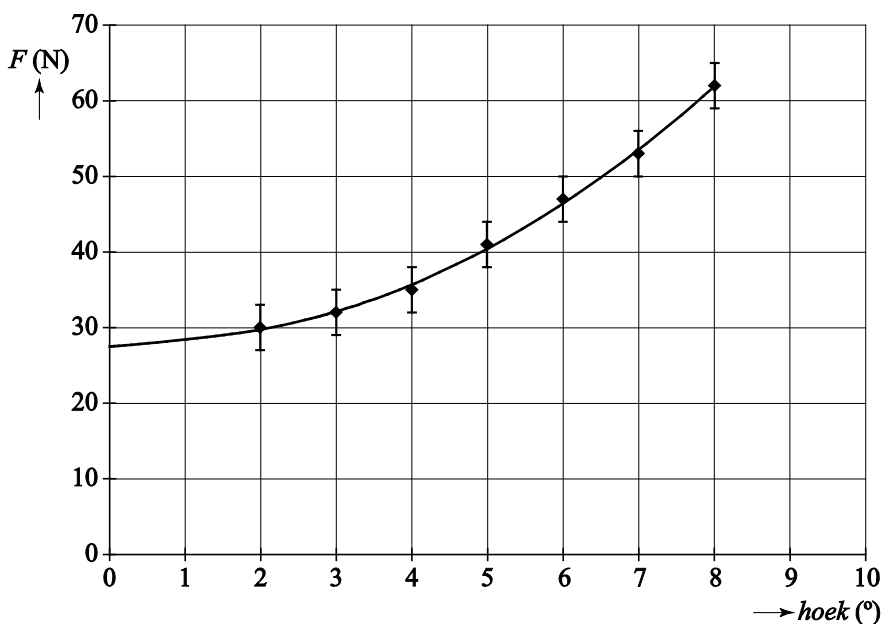
- tekenen van de spankracht aan minstens één zijde van de snaar 1
- inzicht dat de resulterende kracht op de snaar gelijk is aan 0 N 1
- berekenen van de hoek van de snaar en de horizontaal 1
- inzicht dat geldt $F_{\text{span}} = \frac{\frac{1}{2} F_{\text{trek}}}{\sin \alpha}$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

- De snaar is voorgespannen. Om die reden zal de grafiek niet door de oorsprong gaan.
- Door de meetpunten kan een vloeiende kromme getrokken worden. Het resultaat daarvan is:



Het snijpunt met de verticale as geeft de spankracht van de snaar als er niet aan getrokken wordt: $F_{\text{span}} = 27 \text{ N}$.

- inzicht dat de snaar is voorgespannen 1
- tekenen van een vloeiende (niet rechte) kromme door de meetpunten 1
- aflezen van de spankracht (met een marge van 2 N) 1

Opmerking

Als de kandidaat een rechte lijn trekt door de punten: maximaal 1 scorepunt toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores
16	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Er geldt: $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$. Invullen levert: $\lambda f = \sqrt{\frac{F\ell}{m}} \rightarrow F = \frac{\lambda^2 f^2 m}{\ell}$.</p> <p>Ook geldt: $m = \rho V$. Voor het volume van de snaar geldt: $V = \frac{1}{4}\pi d^2 \ell$.</p> <p>Dit geeft: $m = \rho \frac{1}{4}\pi d^2 \ell$. Invullen geeft de gevraagde formule:</p> $F = \frac{\lambda^2 f^2 \rho \frac{1}{4}\pi d^2 \ell}{\ell} = \frac{\lambda^2 f^2 \pi d^2 \rho}{4}.$ <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $v = \lambda f$ 1 • gebruik van $m = \rho V$ met $V = \frac{1}{4}\pi d^2 \ell$ 1 • completeren van de afleiding 1 	
17	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: $F = 28 \text{ N}$</p> <p>voorbeeld van een bepaling:</p> <p>Er geldt: $\lambda = 2\ell = 2 \cdot 0,350 = 0,700 \text{ m}$.</p> <p>Invullen levert:</p> $F = \frac{\lambda^2 f^2 \pi d^2 \rho}{4} = \frac{(0,700)^2 \cdot 392^2 \cdot \pi \cdot (0,65 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1,14 \cdot 10^3}{4} = 28 \text{ N}.$ <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $\lambda = 2\ell$ 1 • gebruik van $F = \frac{\lambda^2 f^2 \pi d^2 \rho}{4}$ met $\rho = 1,14 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ 1 • completeren van de bepaling 1 	
18	<p>maximumscore 2</p> <p>uitkomst: $\frac{F_{\text{gitaar}}}{F_{\text{ukelele}}} = 3,40$</p> <p>voorbeeld van een bepaling:</p> <p>De enige factor in formule (2) die verandert is de golflengte.</p> <p>De verhouding tussen de golflengten is: $\frac{\lambda_{\text{gitaar}}}{\lambda_{\text{ukelele}}} = \frac{64,5}{35,0} = 1,843$.</p> <p>Voor de verhouding tussen de spankrachten geldt dan:</p> $\frac{F_{\text{gitaar}}}{F_{\text{ukelele}}} = (1,843)^2 = 3,40.$ <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat alleen de verhouding tussen λ^2 een rol speelt 1 • completeren van de bepaling 1 	