

## Opgave 1 Sopraansaxofoon

Op de foto van figuur 1 zie je Mauro met een sopraansaxofoon. Het instrument rust op zijn lippen en op de duim van zijn rechterhand. Met deze rechterduim oefent Mauro een kracht uit loodrecht op de saxofoon. De werklijn van deze kracht is in de figuur aangegeven met een stippellijn. Het zwaartepunt van de sopraansaxofoon is aangegeven met de letter Z. De massa van de saxofoon is 1,44 kg. Figuur 1 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

figuur 1



- 4p 1 Bepaal de grootte van de kracht die Mauro met zijn rechterduim moet uitoefenen om de saxofoon in evenwicht te houden. Geef daartoe in de figuur op de uitwerkbijlage de armen van de krachten aan.

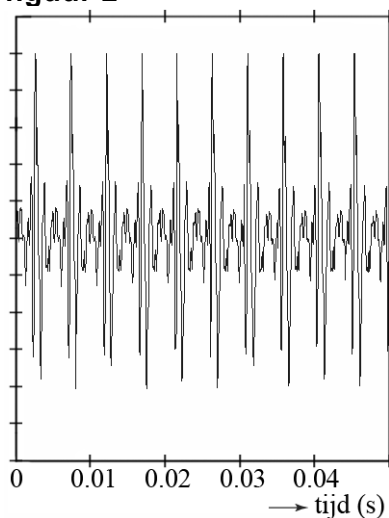
Mauro en zijn vriend Stef bespreken de toonvorming van de sopraansaxofoon. Ze formuleren twee hypothesen:

- De buis heeft één gesloten en één open uiteinde.
- De buis heeft twee open uiteinden.

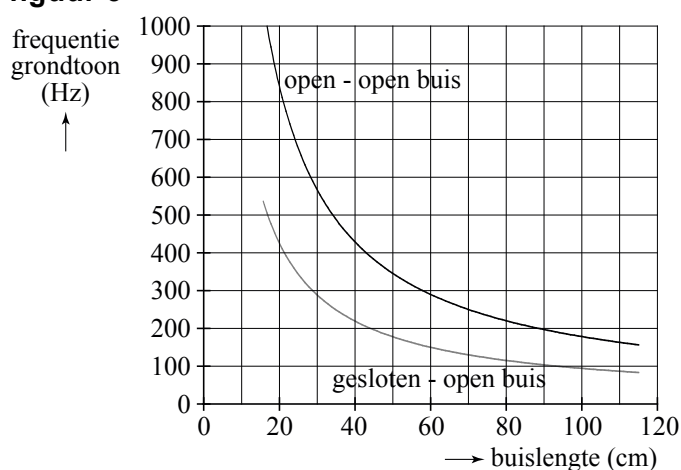
Deze hypothesen willen ze eerst controleren aan de hand van de grondtoon. Mauro blaast op de saxofoon met alle kleppen dicht. Stef registreert het geluid met een computer. Zie figuur 2.

Op internet vinden ze informatie over de frequentie van de grondtoon van beide types buis. Zie figuur 3. De sopraansaxofoon is 66 cm lang.

figuur 2



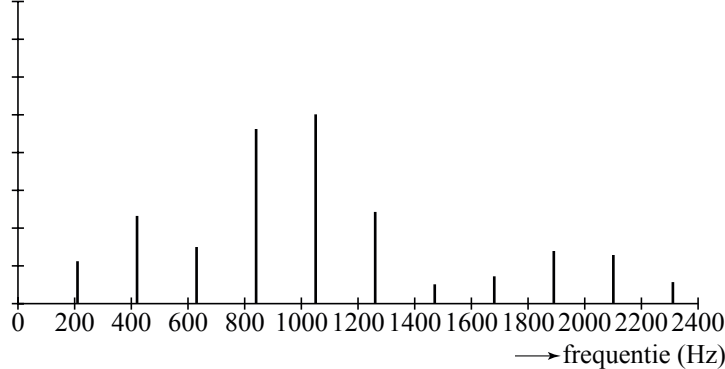
figuur 3



- 3p 2 Toon aan dat geen van beide hypothesen bevestigd wordt door de gegevens van figuur 2 in combinatie met figuur 3.

Om nog op een andere manier de hypothesen te testen, kijken Stef en Mauro naar de boventonen. In figuur 4 zijn de frequenties van de toon van de saxofoon weergegeven.

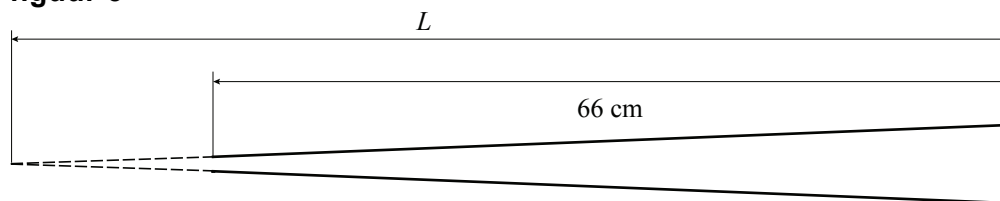
**figuur 4**



- 3p **3** Leg aan de hand van figuur 4 uit dat hypothese b het meest gesteund wordt.

Het lijkt er op dat hypothese b klopt, maar de grondfrequentie klopt niet. Daarom gaan Mauro en Stef in de literatuur zoeken hoe het precies zit met de toonvorming van een sopraansaxofoon. Zij vinden een theorie, die zegt dat een saxofoon een conische buis heeft. Dat wil zeggen dat de buis een deel van een kegel is. Zie figuur 5. Deze figuur is op schaal.

**figuur 5**



Door de conische buis is de toonvorming anders dan bij een klarinet of een orgelpijp. Voor de grondtoon van een conische buis zoals een saxofoon geldt:

$$\lambda = 2L$$

Hierin is:

- $\lambda$  de golflengte van de grondtoon;
- $L$  de akoestische lengte van de conische buis. Deze kan verkregen worden door de lengte van de buis te bepalen tot het denkbeeldig punt waar de dikte gelijk wordt aan nul.

- 3p **4** Laat zien of de metingen van figuur 2 overeenkomen met bovenstaande theorie.

# uitwerkbijlage

1



berekening: .....

.....

.....

.....

.....