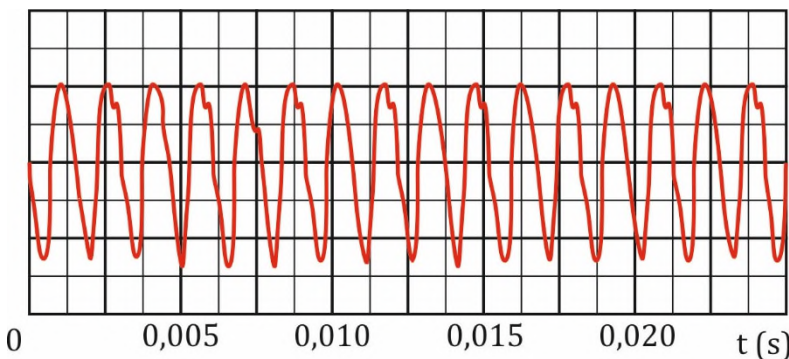


Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

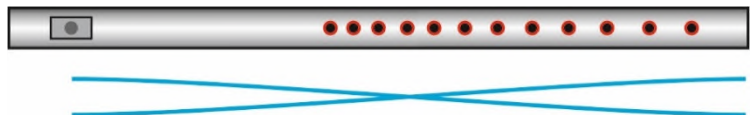
Opgave 1

Gabriëlla speelt dwarsfluit. Voor haar profielwerkstuk wil zij de werking van haar dwarsfluit onderzoeken. Onder andere onderzoekt zij daarbij het geluid dat haar instrument voortbrengt. Ze neemt daartoe met behulp van haar computer een toon op die ze met haar instrument produceert. Zie onderstaande afbeelding.



- a) **Bepaal** welke toon Gabriëlla heeft gespeeld. Gebruik tabel 15C van BiNaS. Geef je antwoord met een letter en een cijfer zoals dat voorkomt in tabel 15C.

In nevenstaande afbeelding is de dwarsfluit schematisch getekend. De dwarsfluit heeft een aantal kleppen; deze zijn als rondjes aangegeven. In nevenstaande afbeelding zijn alle kleppen dicht: de rondjes zijn zwart. De resonantielengte is dan de afstand van de opening in het mondstuk tot aan het uiteinde van de dwarsfluit. De staande golf die in deze situatie bij de grondtoon hoort, is schematisch getekend.



Om een hogere toon te spelen worden één of meer kleppen geopend. De resonantielengte wordt nu korter. Zie nevenstaande afbeelding.



- b) **Teken** in nevenstaande afbeelding schematisch de staande golf van de grondtoon die nu optreedt. Bij het spelen op een dwarsfluit stijgt de temperatuur van de dwarsfluit en van de lucht in de dwarsfluit. De toon klinkt dan hoger dan bij een koude dwarsfluit. Gabriëlla kan de toonhoogte aanpassen door de dwarsfluit iets in of uit te schuiven, zodat weer dezelfde toon klinkt.
- c) **Leg uit** of Gabriëlla de dwarsfluit iets moet inschuiven of iets moet uitschuiven als de temperatuur van de lucht in de dwarsfluit stijgt.

Opgave 2

Op de nevenstaande foto 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 afbeelding aangegeven met een stippellijn.

Het zwaartepunt van de sopraansaxofoon is aangegeven met de letter Z. De massa van de saxofoon is 1,44 kg. Nevenstaande afbeelding staat vergroot op de uitwerkbijlage.

- a) **Bepaal** de grootte van de kracht die Mauro met zijn rechterduim moet uitoefenen om de saxofoon in evenwicht te houden. Geef daartoe in de afbeelding op de uitwerkbijlage de armen van de krachten aan.

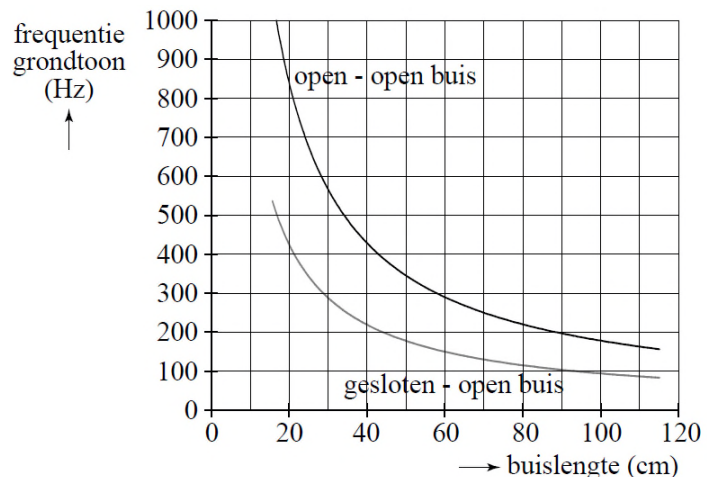
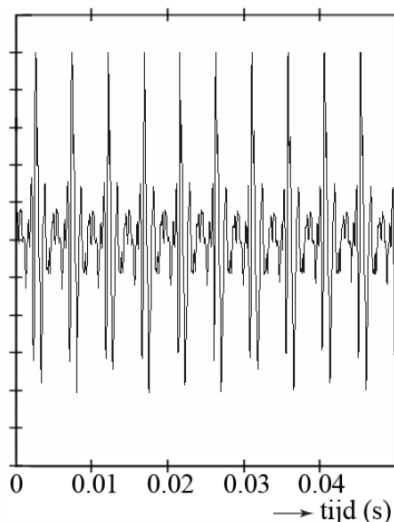


Mauro en zijn vriend Stef bespreken de toonvorming van de sopraansaxofoon. Ze formuleren twee hypothesen:

1. De buis heeft één gesloten en één open uiteinde.
2. 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 onderstaande afbeelding). Op internet vinden ze informatie over de frequentie van de grondtoon van beide types buis. Zie onderstaande afbeelding. De sopraansaxofoon is 66 cm lang.

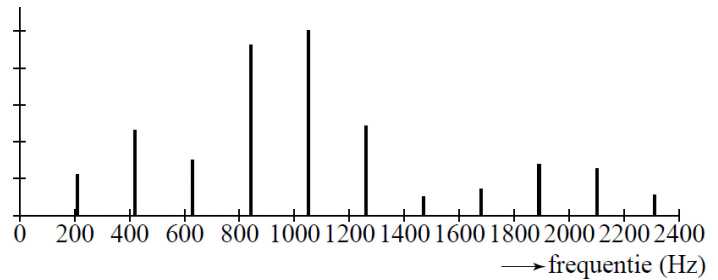


Computerregistratie

Internetinformatie

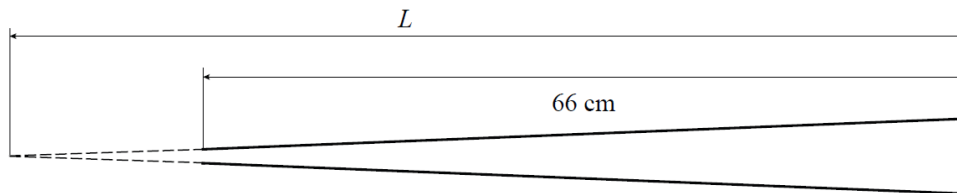
- b) **Toon aan** dat geen van beide hypothesen bevestigd wordt door de gegevens van de computerregistratie links in combinatie met internetinformatie rechts.

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



c) **Leg** aan de hand van nevenstaande afbeelding **uit** dat hypothese 2 het meest gesteund wordt.

Het lijkt er op dat hypothese 2 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 onderstaande afbeelding. Deze figuur is op schaal.



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:

$$\lambda = 2 \cdot L$$

Hierin is:

- λ 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.

d) Laat zien of de metingen van de computerregistratie overeenkomen met bovenstaande theorie.

