

Opgave 5 Kerkorgel

In figuur 5 is een kerkorgel afgebeeld. Nynke en Tessa maken een werkstuk over de natuurkundige aspecten van het orgel. De organist is bereid hen te helpen. Hij zegt:

Als ik op een toets druk, wordt lucht in een bepaalde pijp geblazen. De toon die jullie horen, ontstaat omdat de lucht in die pijp in resonantie komt. De lengte van de pijp is daarbij belangrijk. Een lange pijp geeft een lagere toon dan een korte pijp. Voor de toonhoogte is ook van belang of de bovenkant van de orgelpijp open of gesloten is.

Voor de tonen van een orgelpijp die aan de bovenkant gesloten is, geldt:

$$l = (2n - 1) \frac{1}{4} \lambda$$

Voor de tonen van een orgelpijp die aan de bovenkant open is, geldt:

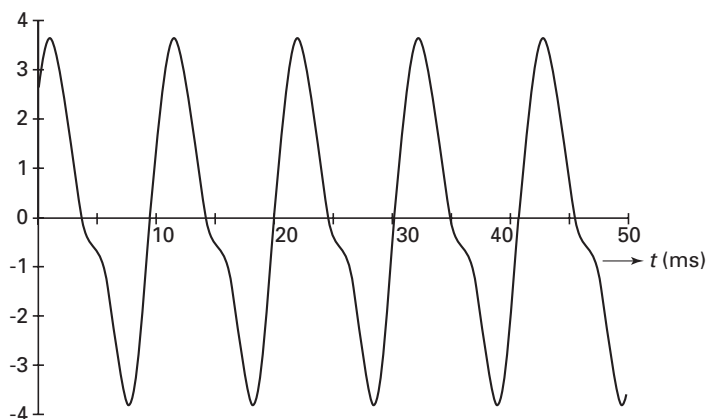
$$l = n \frac{1}{2} \lambda$$

figuur 5



Nynke vraagt de organist om een willekeurige toon te laten horen. Ze registreert het geluid met een geluidssensor die op de computer is aangesloten. Zie figuur 6.

figuur 6



4p **18** Bepaal de frequentie van deze toon.

Het valt hen op dat het beeld niet sinusvormig is. Nynke zegt: "Volgens mij komt dat door de boventonen." Tessa zegt: "Ik denk dat het orgel niet goed gestemd is."

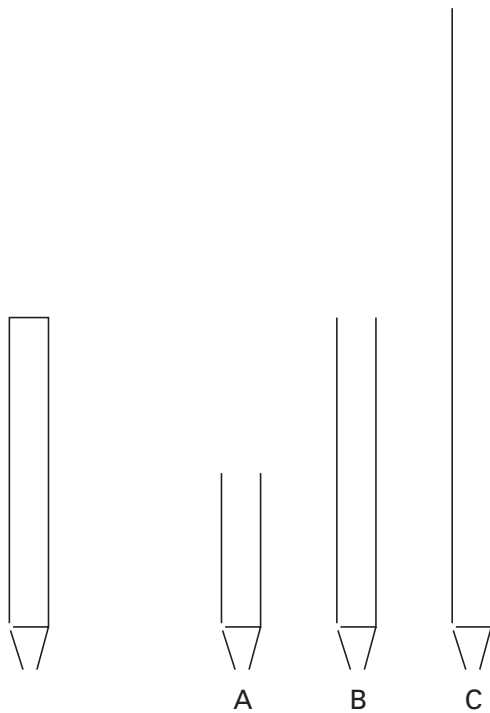
2p **19** Wie van hen heeft gelijk? Licht je mening toe.

De organist speelt een lage a; dat is een toon met een frequentie van 220 Hz. Tessa meet dat de orgelpijp die deze toon als grondtoon produceert 38,7 cm lang is. Ze constateert dat de orgelpijp aan de bovenkant gesloten is.

4p **20** Bereken met deze gegevens de geluidssnelheid in lucht.

In figuur 7 is een gesloten orgelpijp getekend. Daarnaast zijn op dezelfde schaal drie open pijpen A, B en C getekend.

figuur 7



- 3p **21** □ Leg uit welke van de drie open pijpen A, B of C dezelfde grondtoon heeft als de gesloten pijp.