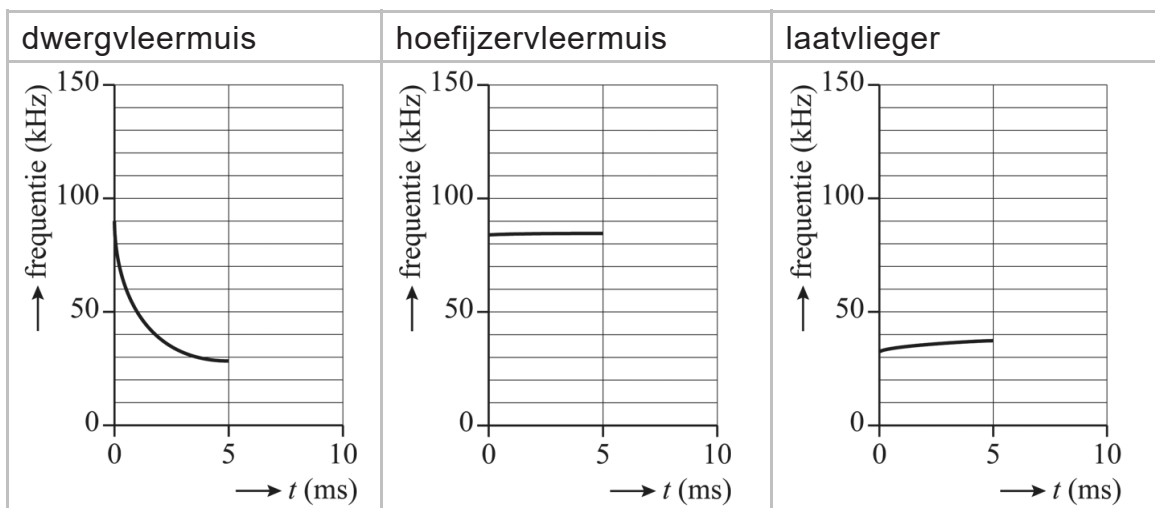


Vleermuisdetector

Charlotte en Fabio doen onderzoek naar het geluid van de roep van vleermuizen. Ze ontdekken dat iedere soort vleermuis een eigen roep heeft. Per vleermuissoort verschilt het verloop van de frequentie van de roep in de tijd.

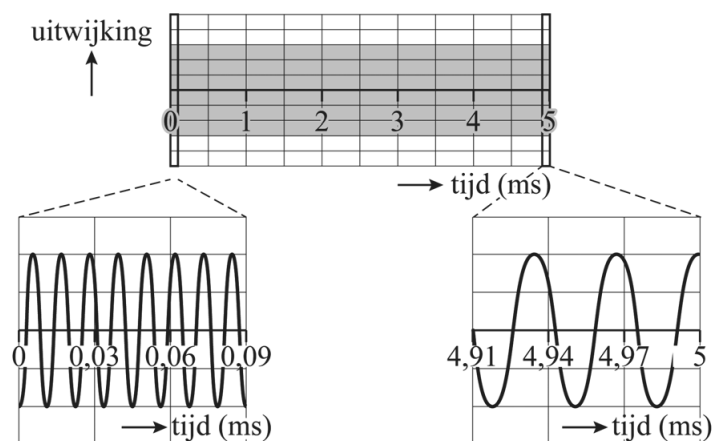
In figuur 1 is voor drie verschillende soorten vleermuizen weergegeven hoe de frequentie van hun roep verloopt in de tijd.

figuur 1



Fabio neemt een roep van een vleermuis op en verwerkt deze opname in een (u,t) -diagram; hij zoomt hierbij in op het begin en het einde van de geluidspuls. Zie figuur 2.

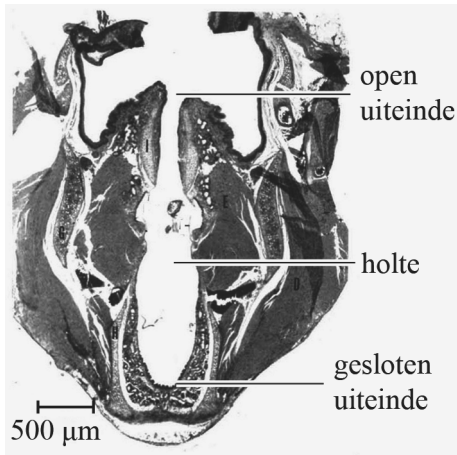
figuur 2



- 2p 1 Leg met behulp van figuur 1 uit van welke vleermuis Fabio de roep heeft opgenomen.

De roep van een vleermuis wordt gevormd in het strottenhoofd. Charlotte vat de holte in het strottenhoofd op als een luchtkolom met een open en een gesloten uiteinde. Zie de dwarsdoorsnede van het strottenhoofd van een vleermuis in figuur 3.

figuur 3



Mensen kunnen geluid met frequenties tussen 20 Hz en 20 kHz horen.

Figuur 3 staat vergroot op de uitwerkbijlage. Neem aan dat de luchttemperatuur in het strottenhoofd 20 °C is.

5p 2

Voer de volgende opdrachten uit:

- Geef in de figuur op de uitwerkbijlage het patroon aan van knopen K en buiken B dat hoort bij de grondtoon van deze luchtkolom.
- Toon met dit patroon aan dat deze grondtoon niet hoorbaar is voor mensen.

Een vleermuisdetector is een apparaat dat het geluid van een vleermuis, dat voor de mens onhoorbaar is, via een tussenstap hoorbaar kan maken. Zie figuur 4.

figuur 4

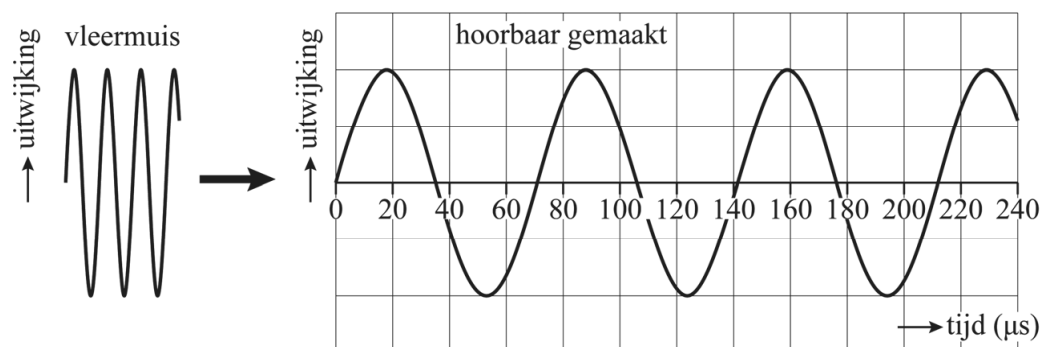


Er bestaan twee verschillende soorten vleermuisdetectoren. De eerste soort is de TE-detector. Deze detector neemt een aantal trillingen op en speelt deze trillingen vertraagd weer af. De frequenties in het geluid van de vleermuis worden daardoor verkleind met een ingestelde factor R. In formulevorm:

$$f_{\text{TE detector}} = \frac{f_{\text{vleermuis}}}{R} \quad (1)$$

In figuur 5 staat een (u,t) -diagram met daarin een deel van het geluid van de hoefijzervleermuis. De frequentie van dit geluid is 83 kHz. Daarnaast staat het (u,t) -diagram van hetzelfde deel, maar dan na bewerking door de TE-detector.

figuur 5



- 3p **3** Voer de volgende opdrachten uit:
- Bepaal de frequentie van het geluid na bewerking door de TE-detector.
 - Bepaal met behulp van formule (1) de ingestelde waarde van R.

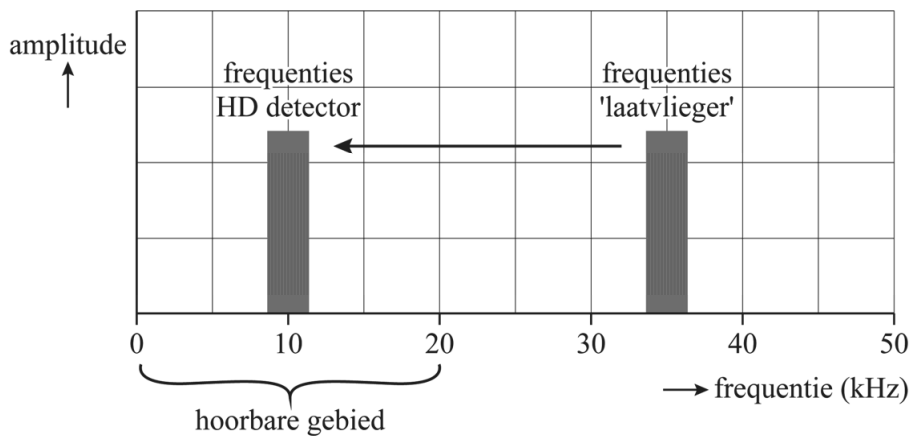
De tweede soort detector is de HD-detector. Deze detector gebruikt een techniek waarbij de frequenties in het geluid worden 'verschoven'. Met een knop kan worden ingesteld hoeveel de frequenties van het geluid moeten worden verschoven (Δf_{instel}).

In formulevorm:

$$f_{\text{HD detector}} = f_{\text{vleermuis}} - \Delta f_{\text{instel}} \quad (2)$$

In figuur 6 is aangegeven hoe deze techniek werkt voor de roep van de laatvlieger (zie figuur 1).

figuur 6



- 2p **4** Bepaal met behulp van figuur 6 op welke waarde Δf_{instel} is ingesteld om het geluid van de laatvlieger hoorbaar te maken.

Fabio wil de roep van de dwergvleermuis (zie figuur 1) volledig kunnen horen.

- 3p **5** Vul de eerste zin op de uitwerkbijlage aan en omcirkel in iedere volgende zin het juiste antwoord.