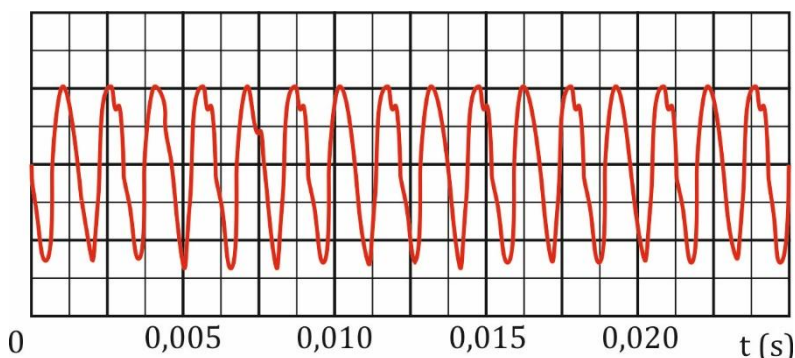


Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

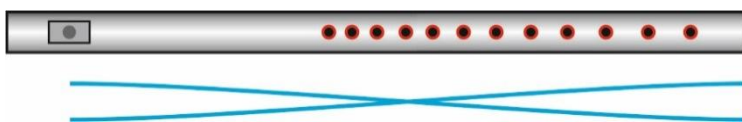
### Opgave 1

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.

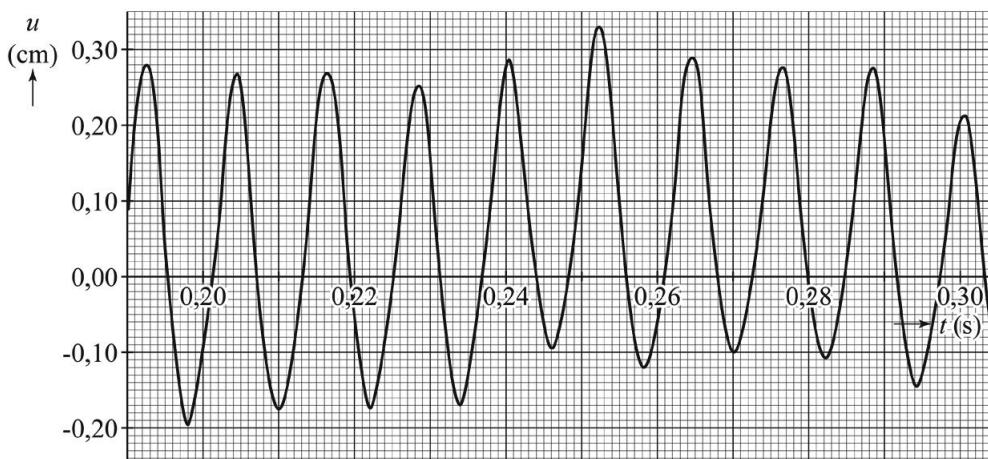
- c) **Leg uit** of Gabriëlla de dwarsfluit iets moet inschuiven of iets moet uitschuiven als de temperatuur van de lucht in de dwarsfluit stijgt.

## Opgave 2

Een mondharp is een muziekinstrumentje met een metaalplaatje dat maar aan één kant vast zit. Dit metaalplaatje kan als 'trilplaatje' gebruikt worden, zie onderstaande linker afbeelding. Het instrumentje wordt met de pootjes tegen de voortanden gezet. Zie onderstaande rechter afbeelding. Door het metaalplaatje aan te slaan, gaat het plaatje trillen en produceert een grondtoon.



Met behulp van een computermeting kan een (u,t)-diagram van de trilling van het metaalplaatje worden gemaakt. Het diagram hiervan is weergegeven in onderstaande afbeelding. Hierin is de uitwijking uitgezet tegen de tijd.



a) **Bepaal** de frequentie van de grondtoon van deze mondharp.

Een andere mondharp heeft een metaalplaatje van 8,5 cm lang, 3,5 mm breed en 0,50 mm dik. Het metaalplaatje is gemaakt van staal.

b) **Bereken** de massa van het metaalplaatje.

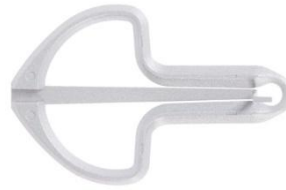
De frequentie van de grondtoon van het metaalplaatje wordt gegeven door:

$$f_g = c \cdot \frac{v \cdot d}{\ell^2}$$

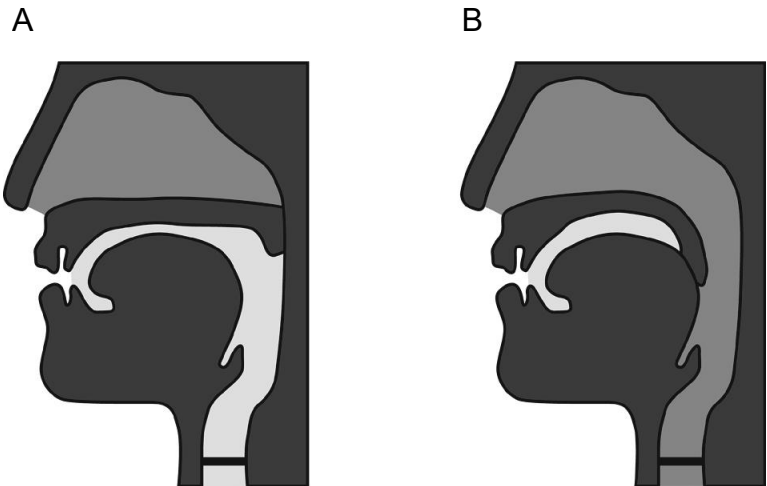
Hierin is:

- $f_g$  de frequentie in Hz;
- $v$  de geluidssnelheid in het materiaal van het metaalplaatje in m/s;
- $d$  de dikte van het metaalplaatje in m;
- $\ell$  de lengte van het metaalplaatje in m;
- $c$  een constante, met een waarde van 0,162.

- c) **Toon aan** dat de constante  $c$  geen eenheid heeft.  
 d) **Bereken** de frequentie van de grondtoon van deze mondharp.  
 Naast de grondtoon produceert een mondharp ook boventonen.  
 e) Geef in nevenstaande afbeelding de plaats van de knopen  $K$  en buiken  $B$  aan op het metaalplaatje als dit plaatje trilt met de eerste boventoon.



Een mondharp gebruikt de mondholte en keelholte als klankkast. Deze holtes vormen samen een luchtkolom met een open en een gesloten uiteinde. Door de lengte van deze luchtkolom te veranderen, verandert de klank van de toon, omdat verschillende tonen versterkt worden. Zie nevenstaande afbeelding. In afbeelding A is de keelholte open. In afbeelding B staat de mondholte niet meer in verbinding met de keelholte.



- f) **Leg uit** welke situatie (afbeelding A of B) geschikt is voor het versterken van een zo laag mogelijke toon.

De lengte van de mond- en keelholte tot aan de stembanden is 17 cm. Deze lengte is gelijk aan een kwart van de golflengte. De temperatuur van de lucht in de mond en de keel is 313 K.

- g) **Bereken** de frequentie van de laagste toon die dan versterkt wordt.  
 Geef je antwoord in twee significante cijfers.

### Opgave 3

In nevenstaande afbeelding staat het spectrum van een muziekinstrument weergegeven. In dit spectrum staat de amplitude van het geluidssignaal als functie van de frequentie uitgezet. **Leg uit** of het hier gaat om het spectrum van een blaasinstrument of het spectrum van een snaarinstrument.

