

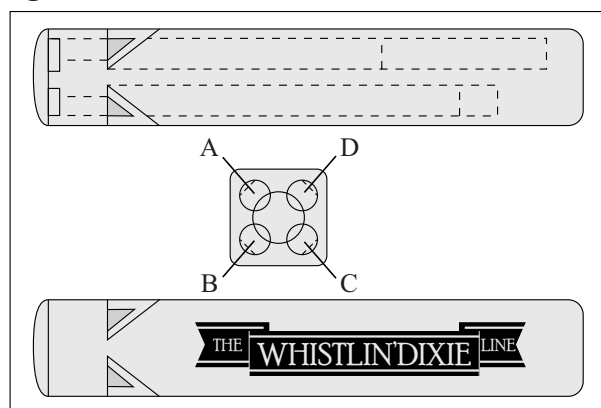
**Opgave 1 Train Whistle**

De ‘Train Whistle’ (zie figuur 1) is een houten fluitje waarmee je het karakteristieke geluid van de stoomfluit van een stoomlocomotief kunt nabootsen.

**figuur 1**



**figuur 2**



De fluit bestaat uit vier klankkasten A, B, C en D met elk een opening en een mondstuk. Zie figuur 2. De klankkasten zijn verschillend van lengte:  $l_A = 16,7$  cm,  $l_B = 14,7$  cm,  $l_C = 13,2$  cm en  $l_D = 11,0$  cm.

Als de klankkasten tegelijkertijd worden aangeblazen, ontstaan er vier verschillende grondtonen. Het geluid dat je dan hoort, lijkt op het geluid van een stoomfluit.

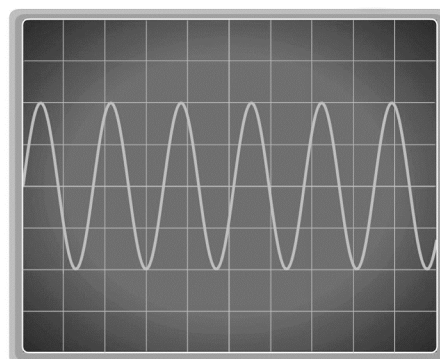
- 2p 1 Welke klankkast A, B, C of D geeft de laagste grondtoon? Licht je antwoord toe met behulp van  $\lambda = vT$ .

Als je met je vingers drie van de vier openingen afsluit en dan op de fluit blaast, klinkt er maar één grondtoon. Met een microfoon en oscilloscoop is deze grondtoon zichtbaar gemaakt. Het resultaat is te zien in figuur 3.

De tijdschaal waarop de oscilloscoop is ingesteld, is 1,0 ms per schaaldeel ( $\text{ms div}^{-1}$ ).

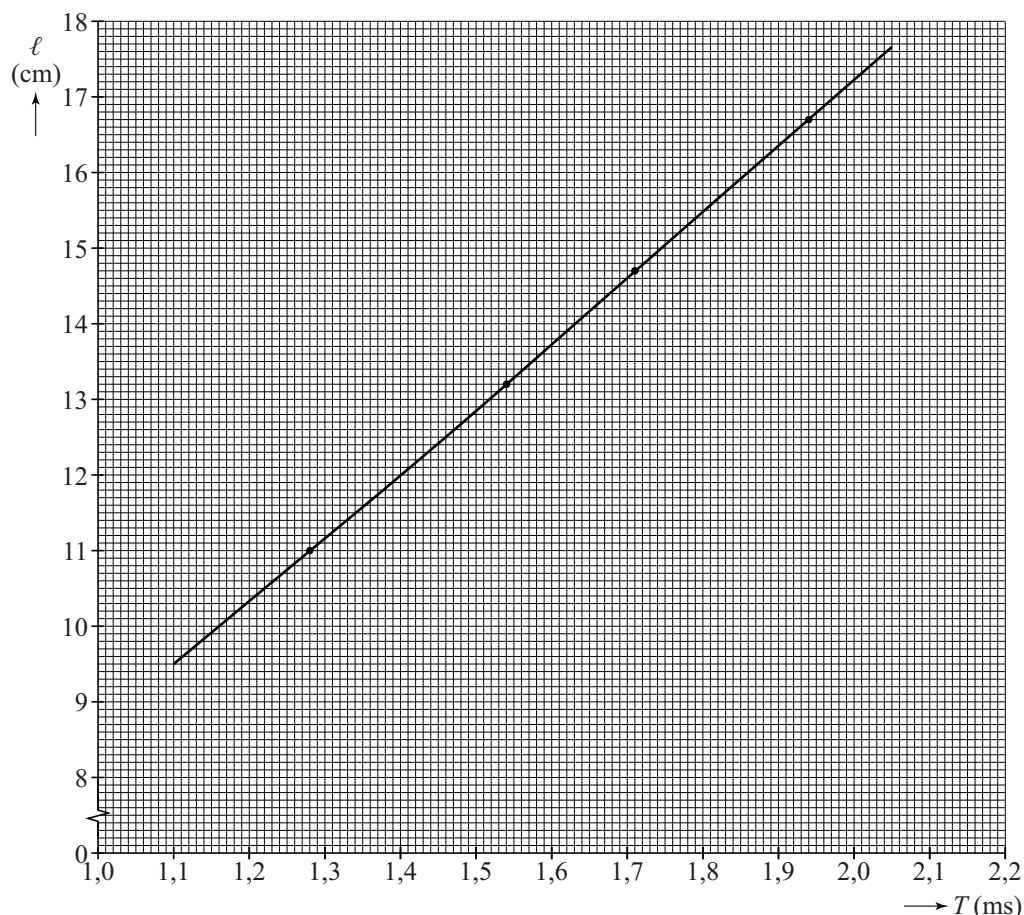
- 3p 2 Bepaal de frequentie van deze grondtoon.

**figuur 3**



Als van iedere klankkast de periode  $T$  van de grondtoon wordt uitgezet tegen de lengte  $\ell$  van de klankkast, ontstaat de grafiek van figuur 4. Alle vier de klankkasten zijn aan één uiteinde gesloten en aan het andere uiteinde open.

**figuur 4**



- 4p **3** Bepaal met behulp van de richtingscoëfficiënt van deze grafiek de snelheid van het geluid in lucht.

In tabel 15C 'Muziek' van Binas zijn de zwarte en witte toetsen van een piano afgebeeld met de bijbehorende frequenties. In deze tabel is bijvoorbeeld af te lezen dat de 'a1'-toets op de piano een frequentie heeft van 440,00 Hz.

- 2p **4** Met welke toets van de piano komt de laagste grondtoon van de fluit het beste overeen? Licht je antwoord toe met een berekening.