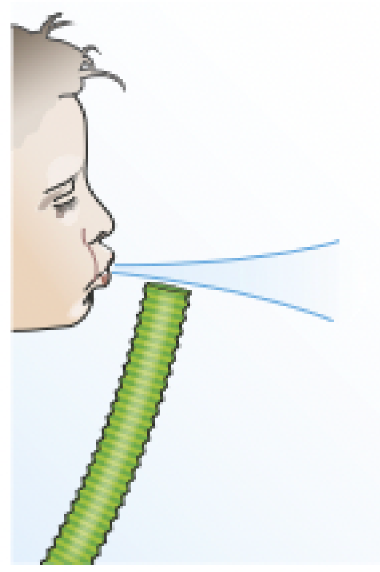
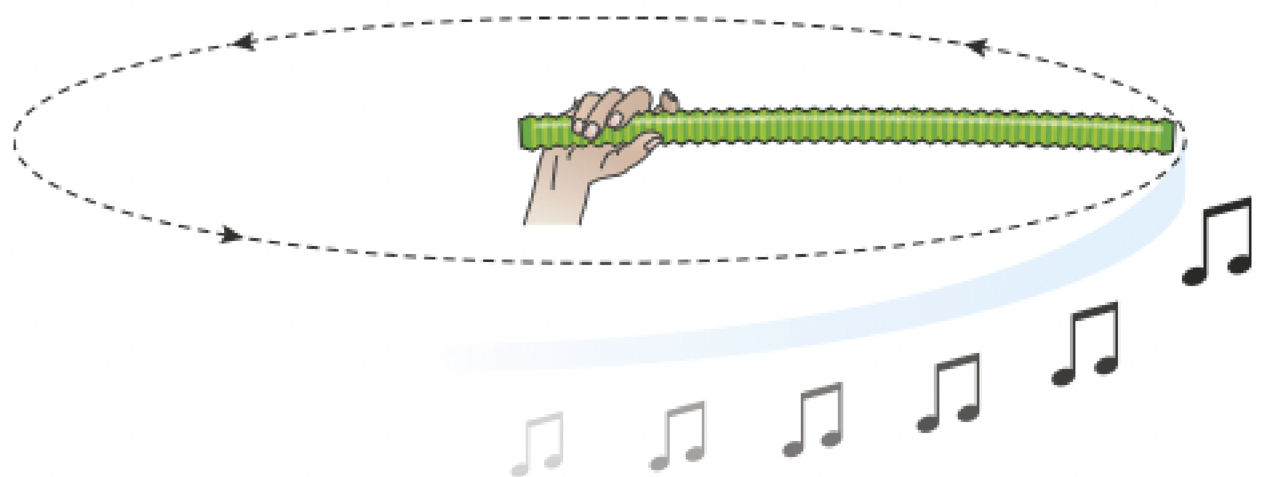
30 Bij speelgoedwinkels zijn holle, plastic buizen te koop die aan beide zijden open zijn. Als je de lucht in zo'n buis op een bepaalde manier aanblaast, brengt de buis een toon voort. Daarom heet de buis een muziekslang. Zie figuur 9.58.

a Leg uit waarom de lucht in de buis een toon kan voortbrengen als je hem aanblaast.

Als je de slang heel hard rondslingert, brengt hij ook een toon voort. Het ene uiteinde blijft dan op zijn plaats, terwijl het andere uiteinde ronddraait met een snelheid v_{draai}. Zie figuur 9.59.

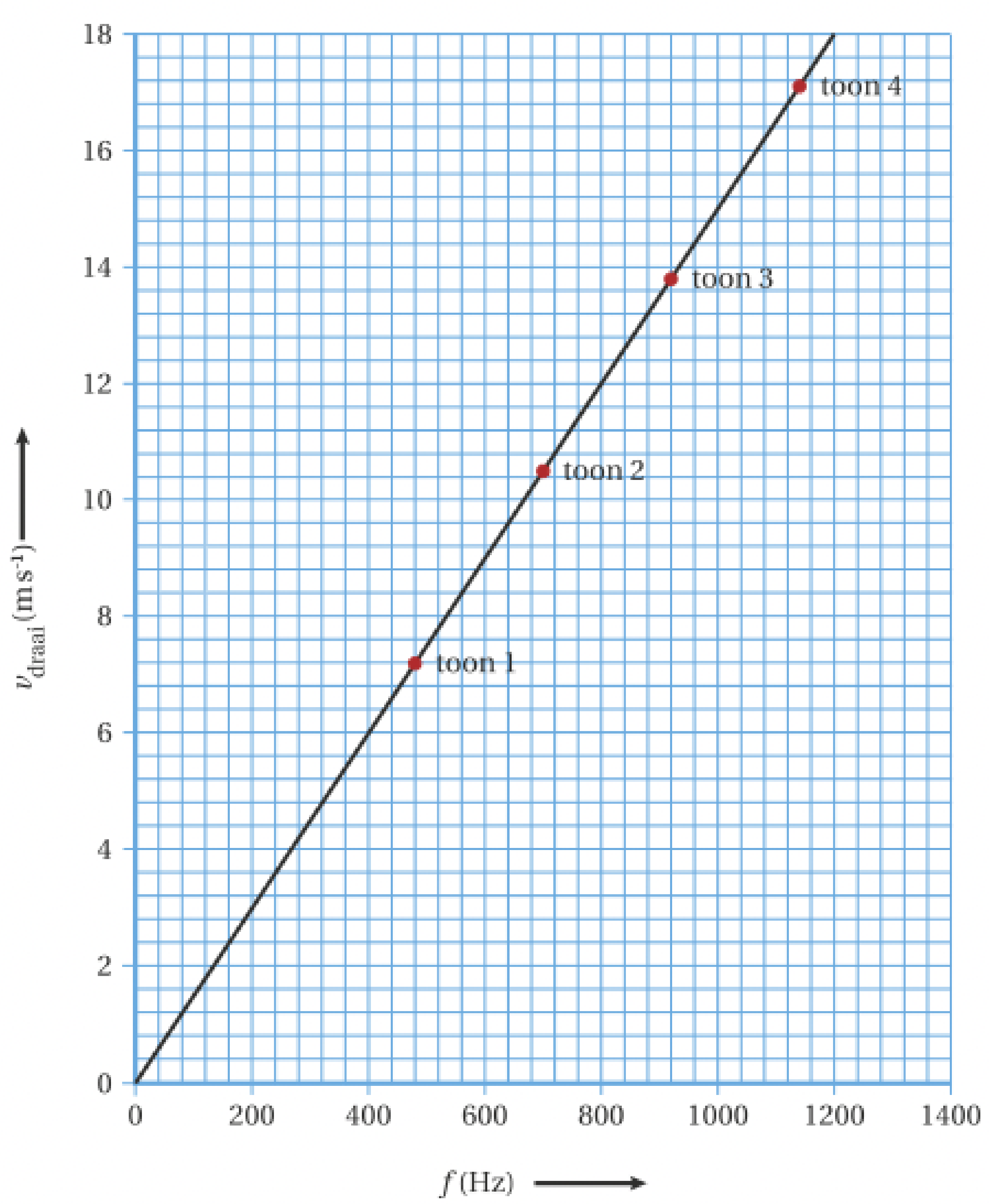


Figuur 9.58



Figuur 9.59

Bij bepaalde waarden van v_{draai} brengt de slang een toon voort. Inge bepaalt van vier tonen de frequentie en de bijbehorende waarde van de draaisnelheid. In figuur 9.60 staan haar meetresultaten. De temperatuur van de lucht is 20 °C en de slang heeft een lengte van 70 cm.



Opgave 30

a In de buis ontstaat onder bepaalde omstandigheden een staande golf. Bij een staande golf hoort een bepaalde golflengte en daarmee een bepaalde eigenfrequentie die samenhangt met de lengte van de buis.
Door het blazen wordt de lucht in de buis in trilling gebracht. Hierbij ontstaan trillingen met alle mogelijke frequenties. Als een frequentie van een trilling gelijk is aan de eigenfrequentie van de luchtkolom in de buis, dan treedt resonantie op en hoor je een toon.

b De omlooptijd bereken je met de formule voor de verplaatsing bij eenparige beweging.
De afstand die het uiteinde van de buis aflegt, bereken je met de omtrek van een cirkelbaan.

$s = 2\pi \cdot r$
$r = \ell = 70$ cm = 0,70 m
Invullen levert $s = 2\pi \times 0{,}70$.
$s = 4{,}398$ m

$s = v \cdot t$
$v = v_{draai} = 13{,}8$ m s^{-1} (aflezen in figuur 9.60 van het boek)
$4{,}398 = 13{,}8 \times t$
$t = 0{,}318$ s
Afgerond: $t = 0{,}32$ s.

c De golflengte bereken je met de formule voor de golfsnelheid.

$v = f \cdot \lambda$
$v = 0{,}343 \cdot 10^3$ m s^{-1} (aflezen in BINAS tabel 15A bij 293 K = 20 °C)
$f = 7{,}0 \cdot 10^2$ Hz (aflezen in figuur 9.60 van het boek)
$0{,}343 \cdot 10^3 = 7{,}0 \cdot 10^2 \cdot \lambda$
$\lambda = 0{,}490$ m
Afgerond: $\lambda = 0{,}49$ m.

d Als toon 1 de laagst mogelijke toon is, dan is het de grondtoon.
De muziekslang is een buis met twee open uiteinden.
Het patroon van knopen (K) en buiken (B) is dan BKB.
Voor de golflengte geldt dan $\ell = \frac{1}{2}\lambda$.

Methode 1
$\ell = \frac{1}{2}\lambda$
$\ell = 70$ cm = 0,70 m
Invullen levert $0{,}70 = \frac{1}{2}\lambda$.
$\lambda = 1{,}40$ m

$v = f \cdot \lambda$
$v = 0{,}343 \cdot 10^3$ m s^{-1} (aflezen in BINAS tabel 15A bij 293 K = 20 °C)
Invullen levert $0{,}343 \cdot 10^3 = f \cdot 1{,}40$.
$f = 245$ Hz
Dit is veel lager dan toon 1. Dus toon 1 is niet de laagst mogelijke toon.

Methode 2
$v = f \cdot \lambda$
$f = 4{,}8 \cdot 10^2$ Hz (aflezen in figuur 9.60 van het boek bij toon 1)
$v = 0{,}343 \cdot 10^3$ m s^{-1} (aflezen in BINAS tabel 15A bij 293 K = 20 °C)
$\lambda = 0{,}71$ m
De berekende golflengte is ongeveer de lengte van de buis.
Bij de grondtoon geldt $\ell = \frac{1}{2}\lambda$. Dan is de golflengte twee keer de lengte van de buis.
Dus de frequentie bij toon 1 is niet de grondtoon en daardoor niet de laagst mogelijke frequentie.