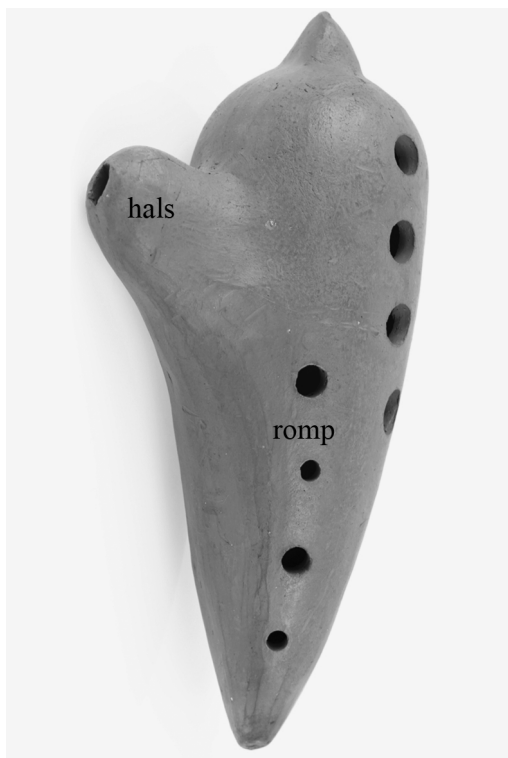


Ocarina

Een ocarina is een blaasinstrument dat bestaat uit een romp en een hals. De ocarina wordt aangeblazen door de hals. In de romp zitten diverse gaten die tijdens het spelen met de vingers kunnen worden afgesloten om verschillende tonen te maken. Zie figuren 1 en 2.

figuur 1

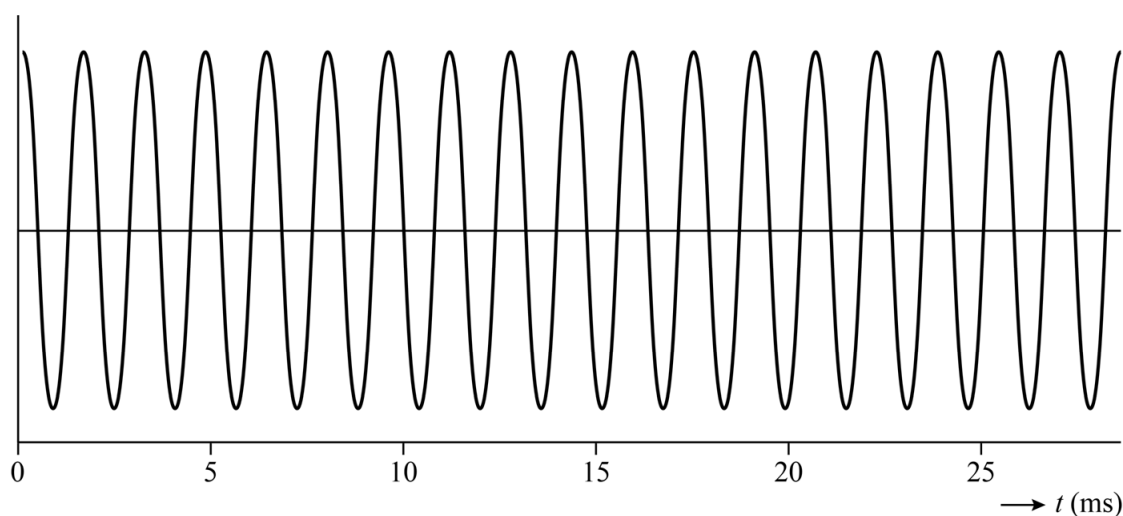


figuur 2



Met de ocarina wordt een toon gespeeld. In figuur 3 staat het oscillogram van deze toon.

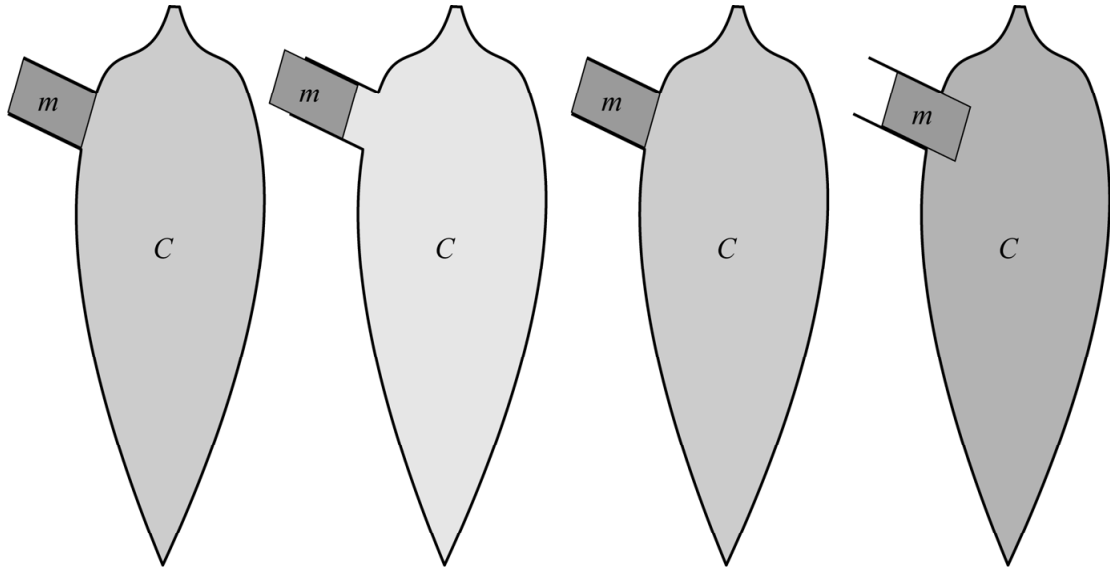
figuur 3



- 2p **16** Bepaal met behulp van figuur 3 de frequentie van deze toon. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.

Een ocarina produceert op een bijzondere manier geluid: hij werkt als een massa-veersysteem. In figuur 4 is een vereenvoudigd model van dit systeem van de ocarina uit figuur 1 weergegeven.

figuur 4



De lucht in de hals heeft een massa (m). Deze massa wordt als constant beschouwd. De lucht in de hals trilt op en neer. Door de op- en neergaande beweging van de lucht in de hals, werkt de lucht in de romp als een soort veer met veerconstante C die samengedrukt en uitgerekt wordt.

De ocarina brengt een bepaalde toon voort met een trillingstijd van $2,5 \cdot 10^{-3}$ s. De lucht in de hals van de ocarina in figuur 1 heeft een volume van $1,9 \cdot 10^{-5}$ m³.

- 3p **17** Bereken de grootte van de veerconstante C die uit het model volgt. Noteer het antwoord in het juiste aantal significante cijfers.

Voor de ocarina geldt dat de golflengte van het geluid altijd even groot als of groter dan de lengte van het instrument zal zijn.

- 4p **18** Voer de volgende opdrachten uit:
- Maak met behulp van figuur 2 een beredeneerde schatting van de frequentie die deze ocarina produceert als de golflengte gelijk is aan de lengte van het instrument.
 - Beredeneer of dit de hoogste of de laagste frequentie is die deze ocarina kan produceren.

Voor de trillingstijd T van een toon die een ocarina produceert, geldt:

$$T = k \cdot \sqrt{\frac{Vd}{A}} \quad (1)$$

Hierin is:

- A de totale oppervlakte van de (niet-afgesloten) gaten;
- d de wanddikte van de ocarina;
- V het volume van de romp;
- k een constante.

Een ocarina wordt gemaakt van klei. Nadat de klei is gedroogd, wordt de ocarina verder afgebakken in een oven. Tijdens het afbakken wordt het volume van de romp van de ocarina iets kleiner en wordt de toon van de ocarina anders dan wanneer deze volumeverandering niet zou plaatsvinden. De wanddikte blijft bij benadering constant. Om na het bakken de juiste toonhoogte te krijgen, moet men een gat kleiner maken met klei of groter slijpen.

4p **19** Voer de volgende opdrachten uit:

- Bereken met behulp van formule (1) of de toon van een ocarina door de volumeverandering tijdens het afbakken hoger of lager wordt.
- Bereken of na het bakken een gat groter of kleiner moet worden gemaakt om de oorspronkelijke toonhoogte terug te krijgen.