

## Klarinet

Een klarinet is een houten blaasinstrument. Alle mogelijke tonen die op het instrument kunnen worden gespeeld, worden samen het bereik genoemd. Het bereik van een klarinet is bijna vier octaven. Een octaaf bestaat uit 12 opeenvolgende toonafstanden. Zie de tabel.



Elke voorafgaande of opeenvolgende octaaf heeft dezelfde namen voor de tonen in dat octaaf.

De frequentie van een toon wordt gegeven in hertz (Hz), dit is het aantal trillingen per seconde. Bij een hogere toon hoort een hogere frequentie. Als je eenzelfde toon één octaaf hoger speelt, wordt de frequentie twee keer zo groot. Er bestaat een exponentieel verband tussen de frequenties en de tonen in de tabel: van elke volgende toon neemt de frequentie met een vast percentage toe. In de tabel zie je van enkele tonen de frequenties.

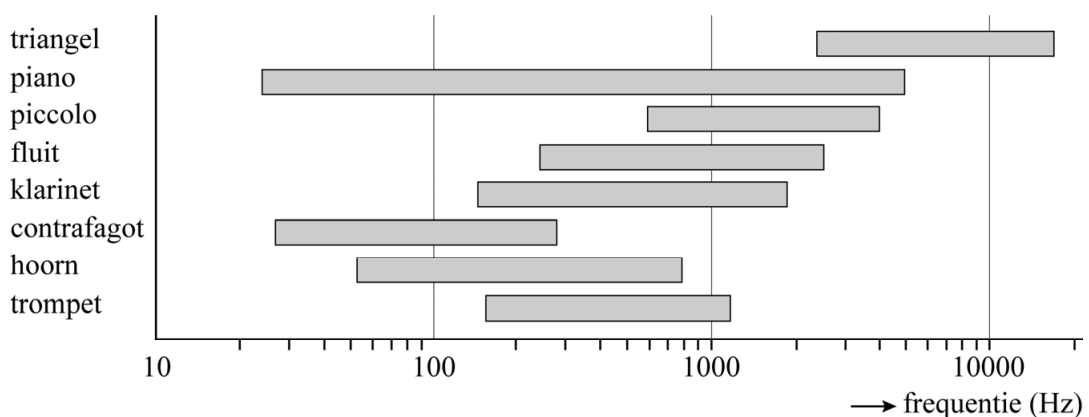
**tabel Voorbeeld van een octaaf**

toon	A	Bes	B	C	Des	D	Es	E	F	Ges	G	As	A
frequentie (Hz)	440					587							880

- 4p **6** In de tabel is de frequentie van de D-toon afgerond op hele Hz. Bereken op basis van de frequenties van de A-tonen uit de tabel de frequentie van de D-toon. Geef je antwoord in één decimaal.

In de figuur wordt op een logaritmische schaalverdeling het bereik van verschillende instrumenten aangegeven.

**figuur**



De laagste toon die een klarinet kan laten horen is een D. De hoogste toon is een A.

- 3p 7 Bereken aan de hand van bovenstaande gegevens, de tabel en de figuur de laagste en de hoogste frequentie die een klarinet kan bereiken. Geef je antwoorden in een geheel aantal Hz.

Een klarinettist moet altijd eerst een korte tijd inspelen om de klarinet op een vaste temperatuur van 31 °C te brengen. Als de klarinet koud is, klinken de tonen namelijk lager dan als de klarinet warm is. Dit komt omdat de snelheid van het geluid afhankelijk is van de temperatuur. Dit verband wordt gegeven door de formule:

$$v = 20\sqrt{273 + T}$$

Hierin is  $v$  de snelheid van het geluid (in m/s) en  $T$  de temperatuur (in °C).

Met de formule kun je bijvoorbeeld berekenen dat bij een temperatuur van 20 °C de snelheid van het geluid ongeveer 342 m/s is. Bij een temperatuur van 31 °C is deze snelheid ongeveer 349 m/s.

- 4p 8 Bereken hoeveel graden de temperatuur moet toenemen om de snelheid van het geluid te laten stijgen van 339 m/s naar 349 m/s. Geef je antwoord in een geheel aantal graden.

Een toon van de klarinet is te horen als er lucht in de klarinetbuis in trilling gebracht wordt. Door tijdens het spelen gaatjes in de klarinetbuis open of dicht te doen, verandert de lengte  $L$  van het gedeelte van de klarinetbuis waarin de lucht trilt. De frequentie van een toon die op een klarinet gespeeld wordt, kun je berekenen met de formule:

$$f = \frac{v}{4L}$$

Hierin is  $f$  de frequentie van de toon (in Hz),  $v$  de snelheid van het geluid in de klarinet (in m/s) en  $L$  de lengte van het gedeelte van de klarinetbuis waarin de lucht trilt (in m).

Els speelt op haar klarinet met de eerder genoemde temperatuur van 31 °C een toon die klinkt met een frequentie van precies 440 Hz. Deze toon had bij het begin van het inspelen op de klarinet met een temperatuur van 20 °C een andere frequentie dan nu de klarinet een temperatuur van 31 °C heeft.

- 3p 9 Bereken deze frequentie. Geef je antwoord in een geheel aantal Hz.