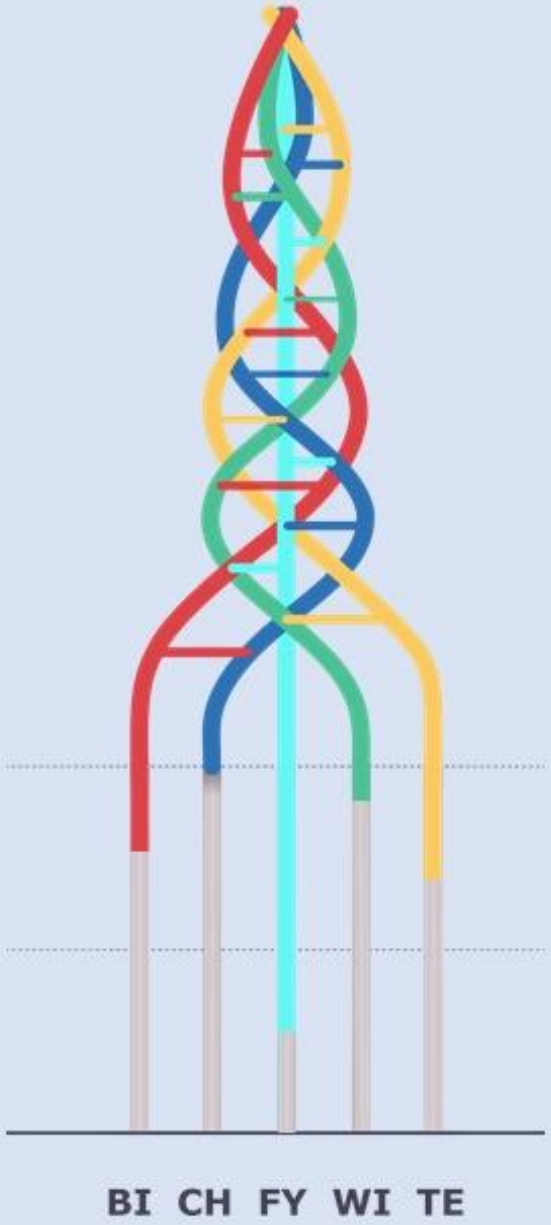
# STEMmige muziek: Het bouwen van een klankkast




UC Leuven Limburg
MOVING MINDS

Spectrum college
en je kan alle richtingen uit

# Overzicht

Technology

Science

Engineering

Mathematics

Techniek

Wiskunde

→ Basiswetten van de natuur

→ Studie van de stofomzettingen

→ Studie van de levende natuur

Fysica

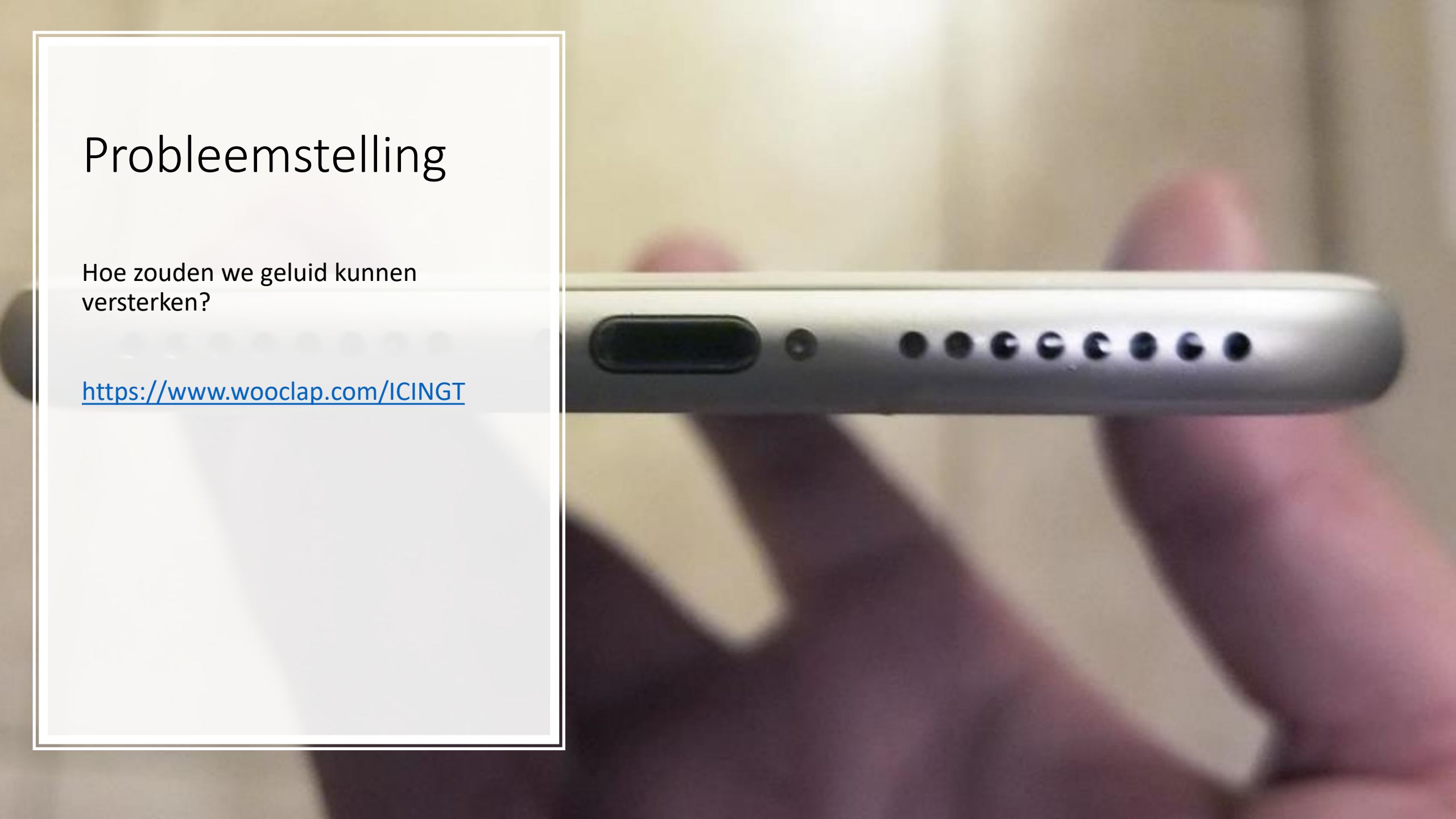
Chemie

Biologie

# Probleemstelling

Hoe zouden we geluid kunnen versterken?

https://www.wooclap.com/ICINGT



WEBSITE

1. Verbind met www.wooclap.com/ICINGT
2. Je kan deelnemen

# 1 Probleemstelling

We kunnen de gsm niet meer uit ons leven wegdenken. Bijna iedereen heeft een smartphone.
Zo'n smartphone kan je vergelijken met een mobiele computer. Je kan er van alles mee: bellen, surfen op het internet, berichtjes sturen, video's kijken, gamen…

Bij veel van deze activiteiten gebruiken we de speaker van onze gsm. Jammer genoeg is dit geluid niet luid en klinkt het vaak schel.



**Hoe zouden we dit geluid kunnen versterken?**

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Demo experiment

**Onderzoeksvraag:**
Wat gebeurt er als je een trillende stemvork op de tafel plaatst?

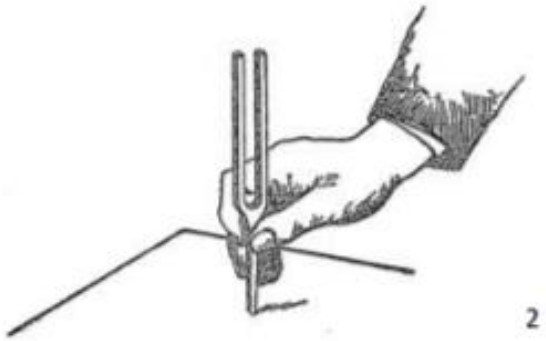
**Hypothese:**

_____

**Benodigdheden:**

- Stemvork

**Uitvoering:**



1. Sla de stemvork aan.
2. Luister goed naar wat je hoort.
3. Plaats vervolgens de stemvork op de tafel.
4. Luister nu opnieuw naar wat je hoort.

**Vragen:**

**vraag 1:**
**Wat neem je waar?**

**Door de stemvork op de tafel te plaatsen wordt het geluid luider**

BESLUIT:

Door de stemvork op de tafel te plaatsen, wordt het geluid LUIDER/ZACHTER.

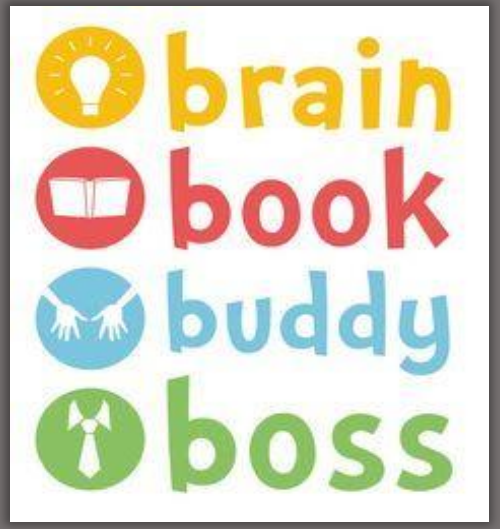
Als we een groter oppervlak laten meetrillen zoals een tafel of een klankkast van een muziekinstrument, wordt het geluid beter hoorbaar. Dit wilt zeggen dat we met behulp van een klankkast ook het geluid van de luidspreker van onze gsm kunnen versterken.
We zoeken eerst naar wat geluid juist is, of het bestaat uit hoge en lage tonen en hoe we bepaalde tonen sterker kunnen laten meeklinken.

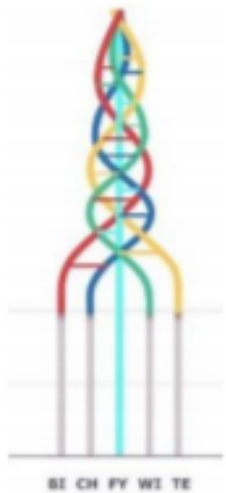
| Uitdaging: |
| --- |
| **Hoe een beter geluid uit je gsm krijgen door een klankkast te bouwen?** |

# Enkele afspraken op een rijtje 😉

1. We zijn altijd beleefd.
2. We steken onze vinger op als we iets wil zeggen of vragen.
3. We luisteren aandachtig naar elkaar.
4. We volgen de instructies van de leerkracht.
5. We lopen niet rond in het klaslokaal tenzij je toestemming hebt van de leerkracht.
6. Tijdens de experimenten:
    - volg je de verschillende stappen nauwlettend op.
    - toon je respect voor het materiaal.
    - werk je enkel samen met de leerlingen van jouw groep.
    - is het belangrijk om elkaar te helpen!

# Enkele afspraken






# 2.2 Onderzoeksvraag 1: Wat is geluid en hoe ontstaat het?

# 2.2.1 Geluidsbron

Wat is de bron van geluid?

## 2.2.1.1 Geluidsbron

Wat is een geluidsbron?

Als je op een feestje bent, voel je soms de muziek door je lichaam heengaan.
Wat is geluid nu eigenlijk? Waarom kan je het voelen?

<u>Leerlingen experiment</u>

**Onderzoeksvraag:**
Wat voel je als je praat tegen een ballon?

**Hypothese:**

_____

**Benodigdheden:**

- Ballon

**Uitvoering:**

1. Blaas de ballon op en knoop deze dicht.
2. Houd de ballon vast en laat de persoon tegenover jou met zijn lippen tegen de ballon praten.

**Vragen:**

**vraag 1:**
**Wat voel je aan de ballon?**

**Je voelt de ballon trillen.**

---

**vraag 2:**
**Hoe denk je dat dit komt?**

**Omdat je stemgeluid de ballon laat trillen.**

---

Leerlingen experiment

**Onderzoeksvraag:**
Wat gebeurt er met een pingpongbal die je tegen een aangeslagen stemvork houd

**Hypothese:**

_____

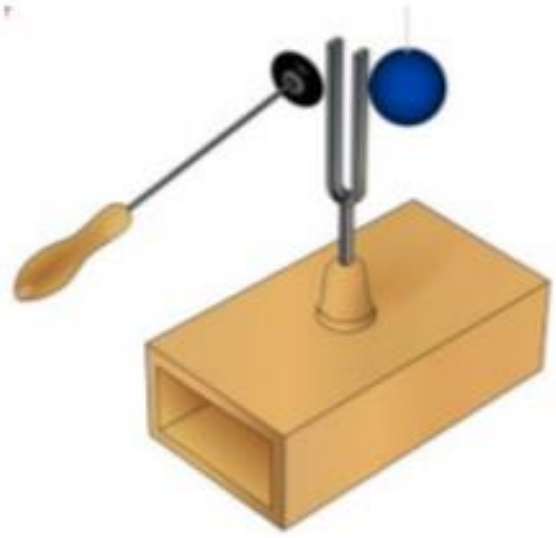
**Benodigdheden:**

- Stemvork
- Hamertje
- Balletje aan touwtje

**Uitvoering:**

1. Sla stemvork aan
2. Hou het balletje stil tegen de stemvork.

**Vragen:**



**Vraag 1:**
**Wat gebeurt er met het balletje?**

- ☐ Niks
- ☒ Het balletje gaat een aantal keer heen en weer.
- ☐ Het balletje gaat één keer heen en weer.

5

BESLUIT:

Geluid ontstaat door een ___trilling___.

Zo'n trillend voorwerp noemen we een ___geluidsbron___.

**Besluit voor de klankkast**

Als we het geluid van onze gsm willen versterken, moeten we een klankkast bouwen die gaat mee __trillen_____ met het geluid van de ingebouwde luidspreker.

| | |
|---|---|
| **2.2.1.2** | **De trillende klankkast**<br>Wat is de invloed van de grootte van het trillingsoppervlak van de klankkast op het geluid? |

We hebben in het begin van onze bundel ontdekt dat we door een aangeslagen stemvork op de tafel te plaatsen, het geluid van de stemvork LUIDER/ZACHTER wordt.
Zou de grootte van het trillingsoppervlak van de klankkast een invloed hebben op de versterking van het geluid?

Demo experiment:

**Onderzoeksvraag:**
Wat gebeurt er met het geluid als je een groter trillingsoppervlak hebt?

**Hypothese:**

_____

**Benodigdheden:**

- Plaat van Chladni
- Functiegenerator

**Uitvoering:**

1. Zet de functiegenerator aan en zet deze op 500 Hz.
2. Neem de functiegenerator in je hand.
3. Luister goed naar wat je hoort.
4. Monteer nu de plaat op de functiegenerator.
5. Neem de functiegenerator in je hand.
6. Luister opnieuw goed naar wat je hoort.

**Vragen:**

**vraag 1:**
**Vergelijk het geluid van de functiegenerator met en zonder plaat. Wat is het verschil?**

**Als er een plaat op bevestigd is, horen we het geluid beter.**

---

**vraag 2:**
**Hoe denk je dat dit komt?**

**Door het groter trillingsoppervlak wordt het geluid beter versterkt.**

---

**Besluit voor de klankkast**

Als we het geluid van onze gsm willen versterken, moeten we een klankkast bouwen die een GROOT / KLEIN trillingsoppervlak heeft.

# 2.2.2 Geluidsbron bij muziekinstrumenten

## Wat trilt er bij muziekinstrumenten?

**Toonvorming** = De manier waarop instrumenten toon voortbrengen.

‘The Pianoguys’ zijn creatieve muzikanten. Ze laten zien op welke verschillende manieren je de piano kan bespelen. Scan de QR-code, bekijk aandachtig het filmpje en noteer wat er trilt en de vier verschillende speelwijzen (manieren waarop ze de onderdelen van de piano laten trillen).

https://youtu.be/0VqTwnAuHws

Noteer wat The Pianoguys aan het trillen brengen.

Snaren, klankkast van de piano, klavierklep

EXTRA: stembanden

Noteer de 4 verschillende speelwijzen (= de manier waarop ze het materiaal laten trillen).

1. Op de snaren tokkelen of slaan
2. Op de klankkast kloppen
3. Strijken met de haren van een strijkstok
4. 'Gewoon' piano spelen (pianotoetsen)

Muziekinstrumenten kun je op verschillende manieren indelen, bijvoorbeeld volgens:

- Het materiaal waaruit ze gemaakt zijn.
- Het werelddeel waar ze vandaan komen.
- Hun plaats in een orkest.
- Wat de muzikanten aan het trillen brengen.

1. **Trillende snaar of chordofoon**
   Chordo (koord) betekent snaar, foon betekent klinken. Meestal wordt de snaar over een klankkast gespannen.

2. **Trillende lucht of aerofoon**
   Aerofonen zijn blaasinstrumenten die geluid maken door de lucht die trilt in een buis.

3. **Trillend voorwerp of idiofoon**
   Idiofonen zijn instrumenten die in hun geheel trillen, bv.
   **triangel, claves, …**.
   De toonvorming bij idiofonen kan erg verschillen.

4. **Trillend vel of membranofoon**
   Membranofonen zijn instrumenten waarbij het geluid wordt voortgebracht door een
   **opgespannen en trillend vel**.

BESLUIT:

Geluid ontstaat door trilling, ook bij muziekinstrumenten is dit het geval.

Vier mogelijkheden van toonvorming:

1. Trillende snaar = Chordofoon → Voorbeeld: **Gitaar, ukelele, harp, cello, …**
2. Trillende lucht = Aerofoon → Voorbeeld: **Blokfluit, panfluit, saxofoon, trompet, …**
3. Trillend voorwerp = Idiofoon → Voorbeeld: **Triangel, claves, xylofoon, …**
4. Trillend vel = Membranofoon → Voorbeeld: **Djembé, conga, drum, …**

# Opdrachten

Opdracht 1:

| Instrument | Trillingsbron | Groep |
|---|---|---|
| 7<br>Gitaar | ❑ Lucht<br>❑ Vel/membraan<br>✖ Snaar<br>❑ Lichaam | ❑ Aerofoon<br>❑ Membranofoon<br>✖ Chordofoon<br>❑ Idiofoon |
| <br>Drum | ❑ Lucht<br>✖ Vel/membraan<br>❑ Snaar<br>❑ Lichaam | ❑ Aerofoon<br>✖ Membranofoon<br>❑ Chordofoon<br>❑ Idiofoon |
| <br>Xylofoon | ❑ Lucht<br>❑ Vel/membraan<br>❑ Snaar<br>✖ Lichaam | ❑ Aerofoon<br>❑ Membranofoon<br>❑ Chordofoon<br>✖ Idiofoon |

# Opdrachten

Opdracht 1:

| | | |
|---|---|---|
| <br>**Klarinet** | ☒ Lucht<br>☐ Vel/membraan<br>☐ Snaar<br>☐ Lichaam | ☒ Aerofoon<br>☐ Membranofoon<br>☐ Chordofoon<br>☐ Idiofoon |
| <br>**Piano** | ☐ Lucht<br>☐ Vel/membraan<br>☒ Snaar<br>☐ Lichaam | ☐ Aerofoon<br>☐ Membranofoon<br>☒ Chordofoon<br>☐ Idiofoon |

| Beeldfragment | Wat brengen ze aan het trillen? | Speelwijze: hoe? |
|---|---|---|
| https://youtu.be/kKrx1gWI_Vk | Groenten | Slaan<br>Strijken/wrijven<br>Blazen |
| https://youtu.be/en0p1Y35p3w | Ijs | Slaan<br>Breken<br>Schuiven |
| https://youtu.be/1uQAelWmuaw | Steen | Slaan |

# Creatieve opdracht

<u>Wat gaan we nabootsen?</u>
Onweer / storm

<u>Uitvoering</u>:
1. In je handen wrijven
2. Knippen met je vingers
3. Op je benen slaan
4. Springen (hoogtepunt)
5. Op je benen slaan
6. Knippen met je vingers
7. In je handen wrijven

## 2.2.4 Synthesemoment

### Wat is geluid en hoe ontstaat het?

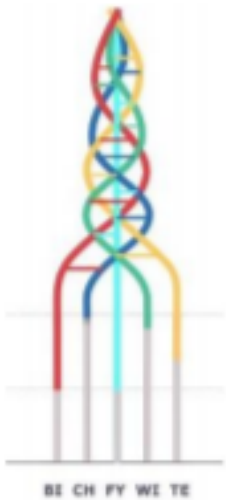
**Geluid** ontstaat door een trilling van een voorwerp.

Zo'n trillend voorwerp is een **geluidsbron**.

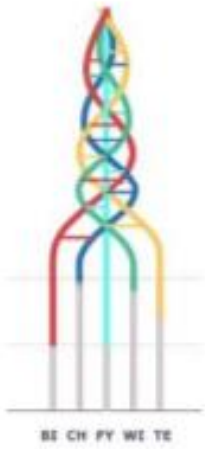
**Toonvorming** = De manier waarop instrumenten toon voortbrengen.
→ TRILLEN

| | |
|---|---|
| Trillende snaar / chordofoon | → Voorbeeld: Gitaar, ukelele, viool, harp, … |
| Trillende lucht / aerofoon | → Voorbeeld: Blokfluit, panfluit, trompet, … |
| Trillend voorwerp / idiofoon | → Voorbeeld: Xylofoon, claves, triangel, … |
| Trillend vel / membranofoon | → Voorbeeld: Djembé, conga, trommel, … |

| LESDOELEN | |
|---|---|
| ❑ | Ik kan toelichten wat een geluidsbron is. |
| ❑ | Ik kan toelichten hoe geluid ontstaat. |
| ❑ | Ik kan verschillende instrumenten volgens de juiste groep classificeren. |




# 2.3 Onderzoeksvraag 2: Wat is toonhoogte en frequentie?




# 2.3 Onderzoeksvraag 2: Wat is toonhoogte en frequentie?

In het begin van de cursus ontdekten we dat we het schelle geluid uit de luidspreker van onze gsm konden verhelpen door gebruik te maken van een externe luidspreker.
Wat is het verschil? Hoe komt het juist dat er een verschil is?
Laten we eens de twee luidsprekers met elkaar vergelijken.

Om deze twee met elkaar te vergelijken, maken we gebruik van een speakersystem test. Je vindt tal van deze testen op YouTube. Met behulp van deze test kan je de kwaliteit van je speaker bepalen.

## 2.3.1 Telefoonspeaker vs externe speaker

Geeft de telefoonspeaker of externe speaker de mooiste klanken?

Demo experiment:

**Onderzoeksvraag:**

Wat gebeurt er als je muziek luistert wanneer het stil is of er achtergrondgeluid is?

**Hypothese:**

_____

Benodigdheden:

- Telefoon/tablet
- Speaker

Uitvoering:

1. Neem je smartphone en zet je favoriete liedje op.
2. Zet het volume maximaal.
3. Hou het stil en luister naar het liedje.
4. Begin nu met de hele klas te praten.
5. Herhaal stap 1 – 4 met behulp van een externe speaker.

**Vragen:**

**Vraag 1:**

**Kun je het liedje nog goed horen als iedereen stil is?**

Gsmspeaker: JA/NEE

Externe speaker: JA/NEE

**Vraag 2:**

**Kun je het liedje nog goed horen als iedereen praat?**

Gsmspeaker: JA/NEE

Externe speaker: JA/NEE

**Vraag 3:**

**Zijn de klanken vervormd?**

Gsmspeaker: JA/NEE

Externe speaker: JA/NEE

BESLUIT:

Als je muziek beluistert via je smartphone, hoor je SCHEL / VOL klinkende klanken, die NIET / WEL mooi afgerond zijn. Met behulp van een externe speaker kan dit worden opgelost.

Dit heeft te maken met frequenties van het geluid die niet doorkomen bij de speaker van de gsm.

## 2.3.2 Frequentie

### Waar komt het verschil in toonhoogte vandaan?

Vanwaar komt dat verschil is toonhoogte?
Om dit te onderzoeken, voeren we vandaag een aantal metingen uit. Vooraleer we hiermee verder gaan, is het belangrijk dat we het verschil tussen grootheid en eenheid goed begrijpen.

| 2.3.2.1 | **Grootheden en eenheden**<br>Wat zijn grootheden en eenheden? |
|---|---|

# grootheid

Een **grootheid** kunnen we meten of kunnen uit metingen berekend worden.
Het is onmogelijk om de mooiheid van standbeeld te meten. Maar de lengte, breedte, temperatuur en massa van het standbeeld bepalen. Dit zijn wel grootheden.

Er zijn zeven **basisgrootheden**. In deze bundel behandelen we slechts drie basisgrootheden:

1. Lengte
2. Massa
3. Tijd

Daarnaast kunnen er ook grootheden worden afgeleid uit de basisgrootheden. Deze noemen we de **afgeleide grootheden**.
Zo wordt de grootheid "volume" berekend door de basisgrootheid "lengte" driemaal met elkaar te vermenigvuldigen.
Voorbeelden van afgeleide grootheden zijn:

1. Snelheid
2. Oppervlakte

# eenheid

Een **eenheid** gebruiken we om grootheden te beschrijven.
Als we de hoogte van het miniatuur standbeeld meten, dan kan je dit meten met behulp van een meetlat met milimeterverdeling. Je kijkt dan hoeveel keer 1 millimeter past in de hoogte van het standbeeld.

**basiseenheid** = de eenheid van een basisgrootheid
**afgeleide eenheid** = de eenheid van een afgeleide grootheid

# symbolen van grootheden en eenheden

Eenheden en grootheden kunnen worden voorgesteld met symbolen. Deze symbolen zijn universeel afgesproken.

| Basis grootheid | Symbool | Mogelijke basiseenheid | Symbool |
|---|---|---|---|
| **Lengte** | $l$ | meter<br>kilometer<br>centimeter<br>... | $m$<br>$km$<br>$cm$<br>... |
| **Massa** | $m$ | kilogram<br>gram<br>... | $kg$<br>$g$<br>... |
| **Tijd** | $t$ | seconde<br>uur<br>... | $s$<br>$h$<br>... |

| Afgeleide grootheid | Symbool | Mogelijke basiseenheid | Symbool |
|---|---|---|---|
| **Oppervlakte** | $A$ | vierkante meter<br>vierkante kilometer<br>vierkante centimeter<br>... | $m^2$<br>$km^2$<br>$cm^2$<br>... |
| **Volume** | $V$ | kubieke meter<br>kubieke kilometer<br>kubieke centimeter<br>... | $m^3$<br>$km^3$<br>$cm^3$<br>... |
| **Snelheid** | $v$ | meter per seconde<br>kilometer per uur<br>... | $m/s$<br>$km/h$<br>... |

BESLUIT:

Een **grootheid** kunnen we meten of kunnen uit metingen berekend worden.
Een **eenheid** gebruiken we om grootheden te beschrijven.

## 2.3.2.2 Verbanden tussen grootheden

Welke verbanden tussen grootheden bestaat er?

**Een verband tussen twee grootheden kan worden weergegeven met behulp van:**

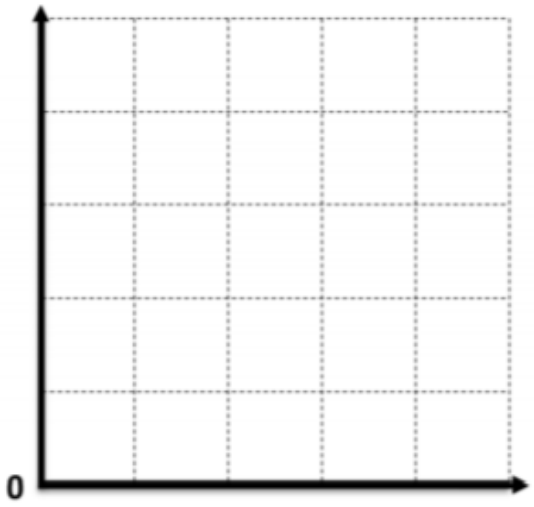
- **Tabel**
- **Grafiek**
- **Formule**

# Recht evenredig

*Voorbeeld: Een auto rijdt 100 km per uur.*

**Opdracht 1:** **Vul de tabel verder aan en teken de grafiek.**

| $t\ (h)$ | $l\ (km)$ | $\frac{l}{t}$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | / |
| 1 | 100 | 100 |
| 2 | 200 | 100 |
| 3 | 300 | 100 |
| 4 | 300 | 100 |




Het verband tussen de tijd en de afstand is een **recht evenredig verband**.
Als de tijd verdubbeld, zal de afstand ook verdubbelen.
De roosterpunten bepalen een rechte door de oorsprong.

Het quotiënt van de overeenkomstige maatgetallen is steeds VERSCHILLEND / HETZELFDE

**In formule:**

- Woordformule: de afstand die de wagen aflegt is gelijk aan 100 keer het aantal verstreken minuten.
- Letterformule: $l = 100 \cdot t$

BESLUIT:

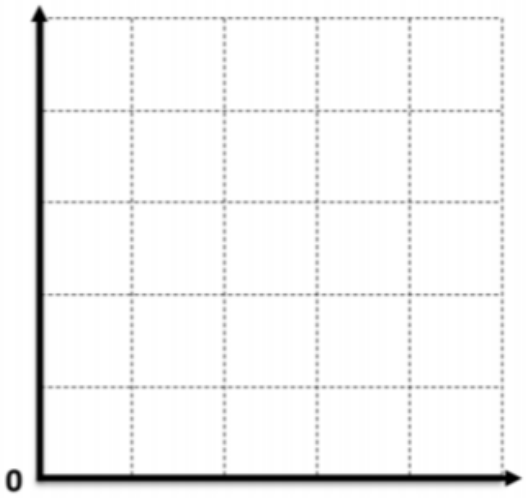
Twee grootheden zijn recht evenredig als en slechts als het quotiënt van hun overeenkomstige maatgetallen constant is.

# Omgekeerd evenredig

*Voorbeeld: Als een rechthoekig tafelblad een oppervlakte van 24 m² heeft, kunnen lengte en breedte variëren.*

**Opdracht 1:** **Vul de tabel verder aan en teken de grafiek.**

| $b\ (m)$ | $l\ (m)$ | $l \cdot b$ |
|---|---|---|
| 2 | 12 | 24 |
| 4 | 6 | 24 |
| 6 | 4 | 24 |
| 8 | 3 | 24 |




Het verband tussen de lengte en breedte is een **omgekeerd evenredig verband**.
Als breedte verdubbeld, dan zal de lengte halveren.

Het product van de overeenkomstige maatgetallen is steeds VERSCHILLEND / HETZELFDE.

**In formule:**

- Woordformule: de lengte van de rechthoek is gelijk aan het quotiënt van de oppervlakte en de breedte
- Letterformule: $l = \frac{24}{b}$

BESLUIT:

Twee grootheden zijn omgekeerd evenredig als en slechts als product van hun overeenkomstige maatgetallen constant is.

**Oefening 1:** **Drukken de volgende formules een recht evenredig of omgekeerd evenredig verband uit?**

1. $a \cdot b = 380$

- ☐ Recht evenredig
- ☒ Omgekeerd evenredig

2. $y = 0{,}5x$

- ☒ Recht evenredig
- ☐ Omgekeerd evenredig

3. $\mathrm{v} = \dfrac{2450}{t}$

- ☐ Recht evenredig
- ☒ Omgekeerd evenredig

**Oefening 2:** **Lara heeft tijdens de zomer een vakantiejob. Als zij 3 uur werkt, verdient zij € 30.**

**a) Vul de tabel aan.**

| Tijd in uur | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Bedrag in € | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |

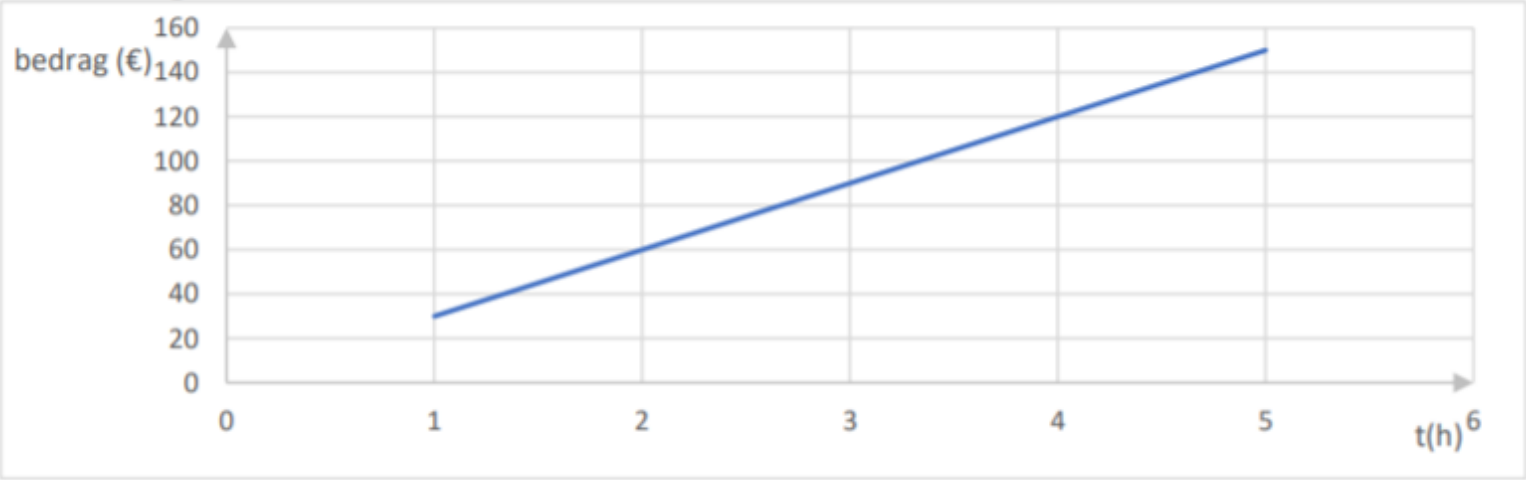
**b) Stel de formule op.**

$bedrag = 30 \cdot t$ _____

**c) Hoeveel verdient Lara als zij een dag van 6 uur werkt?**

$\boldsymbol{bedrag = 30 \cdot 6 = 180}$ _____

**d) Maak een grafiek.**



## 2.3.2.2 Toonhoogte

Wat zijn lage en hoge tonen?

Je hebt vast wel eens een hoge en een lage toon gehoord.

Demo experiment:

**Onderzoeksvraag:**
Wat is toonhoogte?

**Hypothese:**

_____

**Benodigdheden:**

- Keyboard

**Uitvoering:**

1. Druk op de uiterst rechtse toets.
2. Druk vervolgens op de uiterst linkse toets.
3. Vergelijk beide klanken.

**Vragen:**

**Vraag 1:**
**Wat stel je vast?**

- De klank die we horen als we de uiterst rechtse toets aanslaan, is een HOGE/LAGE toon.
- De klank die we horen als we de uiterst linkse toets aanslaan, is een HOGE/LAGE toon.

| 2.3.2.3 | **Het verschil in hoge en lage tonen**<br>Wat is het verschil in hoge en lage tonen? |
|---|---|

Leerlingen experiment

**Onderzoeksvraag:**
Wat is het verschil in hoge en lage tonen?

**Hypothese:**

_____

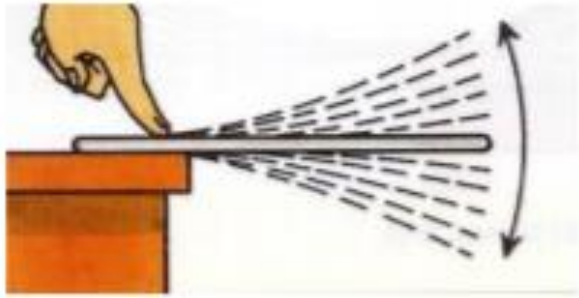
**Benodigdheden:**

- Lat

**Uitvoering:**

1. Laat een lange plastic lat trillen.
2. Luister naar de hoogte van de toon.
3. Observeer ook de snelheid waarmee de lat trilt.
4. Laat vervolgens een korte plastic lat trillen.
5. Luister opnieuw naar de toonhoogte.
6. Observeer ook de snelheid waarmee de lat trilt.

**Vragen:**



14

**Vraag 1:**

**Wat gebeurt er met de toon als je de lat langer maakt?**
De toon wordt HOGER/LAGER.

**Vraag 2:**
**Wat gebeurt er met de snelheid als je de lat langer maakt?**

De snelheid wordt HOGER/LAGER.
Dus er zijn VEEL / WEINIG trillingen per seconde.

BESLUIT:

- De hoge toon ontstaat door een SNELLE/TRAGE trilling.
- De lage toon ontstaat door een SNELLE/TRAGE trilling.

| 2.3.2.4 | **Het begrip frequentie**<br>Wat is frequentie? |
|---|---|

<u>Demo experiment:</u>

**Onderzoeksvraag:**
Wat is frequentie?

**Hypothese:**

_____

**Benodigdheden:**

1. Functiegenerator + triller
2. Plaat van Chladni

**Uitvoering:**

3. Monteer de plaat op de functiegenerator.
4. Plaats de functiegenerator op de tafel.
5. Zorg dat de knop amplitude op 0 staat.
6. Zet de functiegenerator aan en zet deze op 1 Hz. Draai hierbij ook aan de amplitude knop.
7. We drijven de frequentiewaarde op naar 2 Hz.

**Vragen:**

**Vraag 1:**
**Wat stel je vast?**
Wanneer we de frequentiewaarde opdrijven, trilt de plaat SNELLER / TRAGER.
De frequentie of het aantal trillingen per seconde van de 2e trilling is
GELIJK AAN/DUBBEL ZO GROOT ALS de eerste.

Aan elke toon kunnen we een toonhoogte toekennen.
De toonhoogte of frequentie is het aantal trillingen per seconde.
Met andere woorden: Frequentie is de grootheid voor een herhalende gebeurtenis.
De eenheid van frequentie is het aantal keer per seconde of de Hertz.

BESLUIT:

Aan elke toon kunnen we een ___frequentie___ toekennen.

De frequentie is het _aantal trilling per seconde___ en wordt uitgedrukt in Hertz

(_Hz_).

1 Hz = _1 trilling per seconde___.

*Tip: frequentie is afgeleid van het woord frequent. Als iets frequent gebeurt, wilt dit zeggen dat dit vaak voorkomt en zich herhaalt.*

| | |
|---|---|
| | **Frequentie meten** |
| **2.3.2.5** | Hoe meten we de frequentie van een trillend voorwerp?<br>Wat is de frequentie van een hoge en lage toon? |

We weten nu wat frequentie is.
Hoeveel bedraagt de frequentie van een trillend voorwerp?
Kunnen we nu de toonhoogte van een toon meten?

Voordat we een frequenties gaan meten, gaan we eerst kennismaken met het meetplatform IMuSciCa.

# Gebruik IMuscica

SCAN ME

Interactive Music Science Collaborative Activities of kortweg IMuSciCa bekijkt fenomenen binnen muziek. De iMuSciCA workbench laat toe om de wereld van de muziek te onderzoeken.  Zo kan je onder andere frequenties van tonen meten.

Om de workbench te bezoeken, kan je de QR-code scannen of naar de volgende website gaan:
https://workbench.imuscica.eu

Demo experiment:

**Onderzoeksvraag:**
Wat is de frequentie van een hoge en lage toon?

**Hypothese:**

---

**Benodigdheden:**

- Ipad/laptop met microfoon
- Instrument bv. keyboard

**Uitvoering:**

1. Ga naar de volgende website:
   https://workbench.imuscica.eu

SCAN ME

2. Open de applet om frequenties te meten.
3. Neem een willekeurig instrument en speel er een hoge en een lage toon op.
4. Meet de frequenties.

## Vragen:

**Vraag 1:**

**Wat stel je vast? (omcirkel het juiste antwoord)**

- Een lage toon heeft een HOGE/LAGE frequentie.
- Een hoge toon heeft een HOGE/LAGE frequentie

BESLUIT:

- De hoge toon heeft een HOGE/LAGE frequentie.
- De lage toon heeft een HOGE/LAGE frequentie.

## 2.3.3 Frequentiebereik van de speaker

Welke frequenties geeft onze ingebouwde luidspreker niet door?
Geeft een luidspreker van een gsm vooral hoge of lage tonen door?

**Opdracht 1:** **Onderzoek de frequenties die een gsmluidspreker en externe luidspreker doorgeven.**

Neem een gsm en een externe speaker.
Ga per twee zitten volg de stappen.

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.luxdelux.frequencygenerator&hl=nl&gl=US

1. Download de app 'Frequency Sound Generator'.
2. Zet het volume van je gsm op het maximum.
3. Laat de frequentie variëren. Noteer vanaf welke frequentie je iets hoort en wanneer je niets meer hoort.
4. Koppel nu een externe luidspreker aan je gsm.
5. Herhaal stap 2 en 3.

Vul in.

- Bij de luidspreker van de gsm horen we van _____ tot _____.
- Bij de externe luidspreker horen we van _____ tot _____.

BESLUIT:

- Bij een ingebouwde luidspreker zijn vooral de LAGE/HOGE tonen hoorbaar.
- Bij een externe luidspreker zijn vooral de LAGE/HOGE tonen hoorbaar.

**Besluit voor de klankkast**

Als we het geluid van onze gsm willen versterken, moeten we een klankkast bouwen die vooral de lage tonen gaat versterken.

# 2.3.4 Het gehoorspectrum van de mens

## Welke frequenties neemt het menselijk gehoor waar?

Welke frequenties neemt het menselijk gehoor waar?

Het ‘theoretisch gehoorbereik’: **16 Hz – 20 000 Hz**

Demo experiment / leerlingen experiment:

**Onderzoeksvraag**:
Welke frequenties neemt het menselijk gehoor waar?

**Hypothese**:

---

**Benodigdheden**:

- Plaat van Chladni
- Functiegenerator

**Uitvoering**:

1. Monteer de plaat op de functiegenerator.
2. Plaats de functiegenerator op de tafel.
3. Zorg dat de knop amplitude op 0 staat.
4. Zet de functiegenerator aan en zet deze op 10 Hz. Draai hierbij ook aan de amplitude knop.
5. Noteer of je deze frequentiewaarde kan waarnemen.
6. We drijven de frequentiewaarde op.
   ! Let hierbij op dat je de amplitude terug laat dalen !
7. Noteer in de tabel of je de frequenties kan waarnemen.

**Tabel**:

| Frequentie (Hz) | Kan je deze waarde waarnemen? | Situeer de infratonen en de ultratonen (opdracht p. 41) |
|---|---|---|
| **10** | Ja / Nee | |
| **16** | Ja / Nee | |
| **30** | Ja / Nee | |
| **40** | Ja / Nee | |
| **50** | Ja / Nee | |
| **100** | Ja / Nee | |
| **500** | Ja / Nee | |
| **1000** | Ja / Nee | |
| **10 000** | Ja / Nee | |
| **15 000** | Ja / Nee | |
| **17 000** | Ja / Nee | |
| **18 000** | Ja / Nee | |
| **19 000** | Ja / Nee | |
| **20 000** | Ja / Nee | |
| **21 000** | Ja / Nee | |

**Wat kan je hieruit besluiten?**

**Niet iedereen neemt dezelfde frequenties waar.**

---

**Ik neem geluiden waar met frequenties tussen _____ Hz en _____ Hz.**

---

Alternatief voor bovenstaand demo experiment:

We bekijken volgend filmpje klassikaal.

- Steek je hand in de lucht zodra je een toon kan waarnemen.
- Wanneer je niks meer hoort, doe je jouw hand naar beneden.

**!!!** Houd het muisstil **!!!**

Noteer jouw gehoorgrenzen.

EXTRA:

→ Het gehoorspectrum verkleint bij het ouder worden.

Bovengrens: 20 000 Hz → 5000 Hz

→ Hoor je ‘yanny’ of ‘Laurel’?

Doe de test en vergelijk met je klasgenoten.

Extra opdrachten: zie cursus

# 2.3.5 Is het gehoorspectrum van dieren gelijk aan dat van de mens?

## Welke frequenties neemt het dierlijk gehoor waar?

**Ultrageluiden** = Geluiden met een frequentie hoger dan 20 000 Hz.

→ Muizen

→ Dolfijnen

→ Vleermuizen

0:00 – 0:29

1:22 – 2:27

Een vleermuis is een *vogel / zoogdier* (schrap wat niet past).

Hoeveel vleermuizensoorten bestaan er (wereldwijd)?

Meer dan 1000 soorten

Hoe kijken vleermuizen?

Ze kijken met hun oren. Ze produceren hele

hoge voor ons onhoorbare tonen.

Aan de hand van de echo's kunnen ze:

→ insecten opsporen

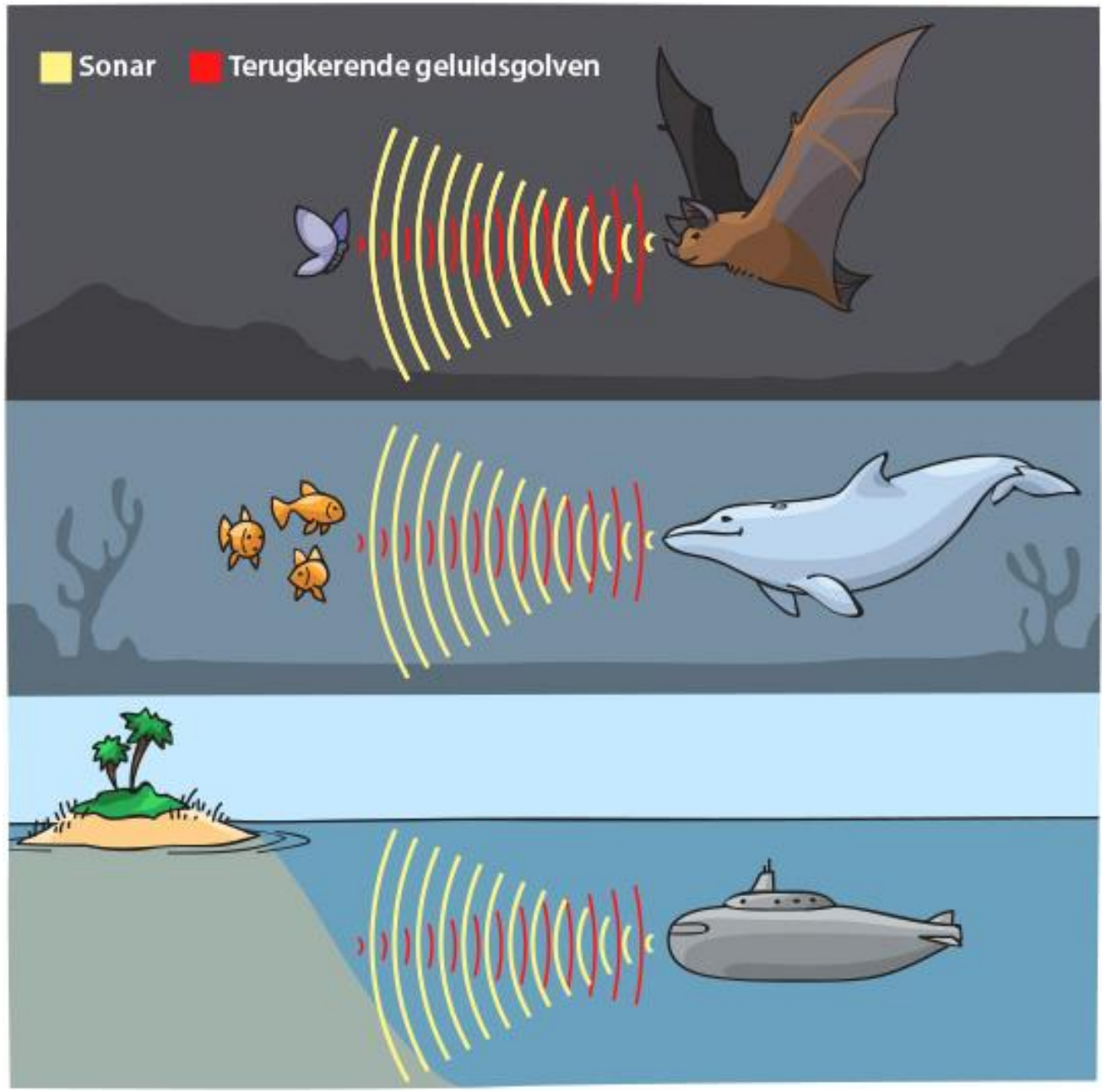
→ obstakels ontwijken.

Hoeveel insecten kan een vleermuis per avond vangen?

3000 insecten / avond

Ze kunnen zelf geen nest maken en zijn afhankelijk van al bestaande kieren en gaten om in weg te kruipen. Hoe kunnen wij de vleermuizen helpen?

Vleermuizenkast ophangen

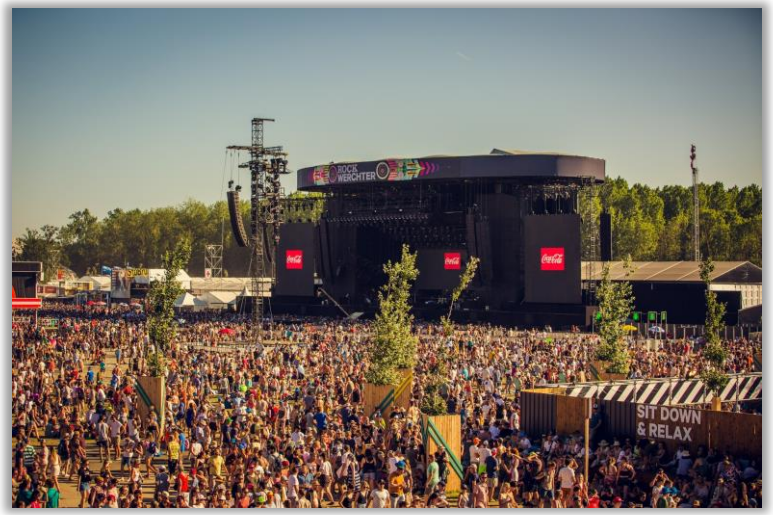

Sonar
Terugkerende geluidsgolven

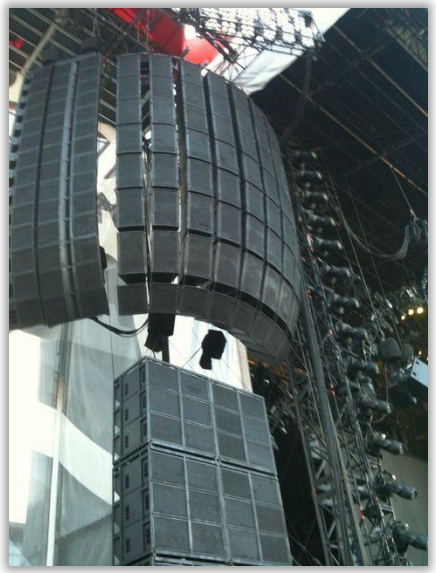
**Infrageluiden** = Geluiden met een frequentie lager dan 16 Hz.

Afrikaanse olifanten produceren lage infrageluiden.

→ uitwisselen van informatie

De geluiden die ze produceren hebben een zeer lage frequentie waardoor ze over grote afstand hoorbaar zijn.



## Terugblik voorgaand experiment (p.35)

Noteer in de tabel op p.35 waar de ultratonen en de infratonen zich situeren.

**Tabel:**

| Frequentie (Hz) | Kan je deze waarde waarnemen? | Situeer de infratonen en de ultratonen (opdracht p. 41) |
|---|---|---|
| 10 | Ja / Nee | Infratonen / infrageluiden |
| 16 | Ja / Nee | |
| 30 | Ja / Nee | |
| 40 | Ja / Nee | |
| 50 | Ja / Nee | |
| 100 | Ja / Nee | |
| 500 | Ja / Nee | |
| 1000 | Ja / Nee | |
| 10 000 | Ja / Nee | |
| 15 000 | Ja / Nee | |
| 17 000 | Ja / Nee | |
| 18 000 | Ja / Nee | |
| 19 000 | Ja / Nee | |
| 20 000 | Ja / Nee | |
| 21 000 | Ja / Nee | Ultratonen / ultrageluiden |

**Besluit voor de klankkast**

Bij het versterken van geluiden is het belangrijk dat we deze waarnemen, om die reden leggen we de focus op tonen binnen het menselijk ___gehoorspectrum___ dit is van ___16___ Hz tot ___20 000___ Hz.

# 2.3.6 Het stembereik van de mens

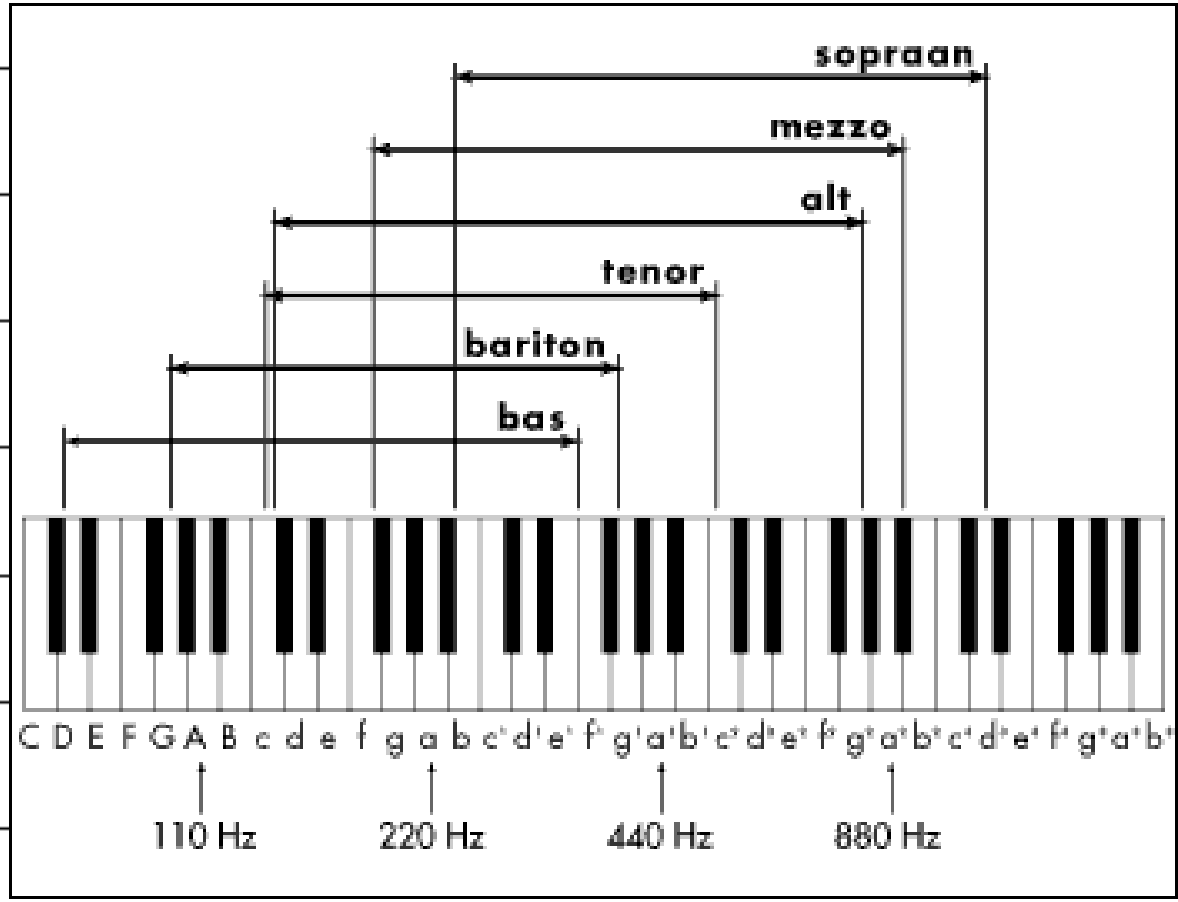
## Welke tonen kunnen we produceren?

**Stembereik** = Het bereik van de laagste tot de hoogste noot die een bepaalde stem kan produceren.

Binnen de context van het zingen, worden de verschillende stemmen geclassificeerd in stemtypen.

| | |
|---|---|
| Vrouwenstemmen | **Sopraan** |
| | **Mezzosopraan** |
| | **Alt** |
| Mannenstemmen | **Tenor** |
| | **Bariton** |
| | **Bas** |

Volgens stijgende toonhoogte



Demo experiment:

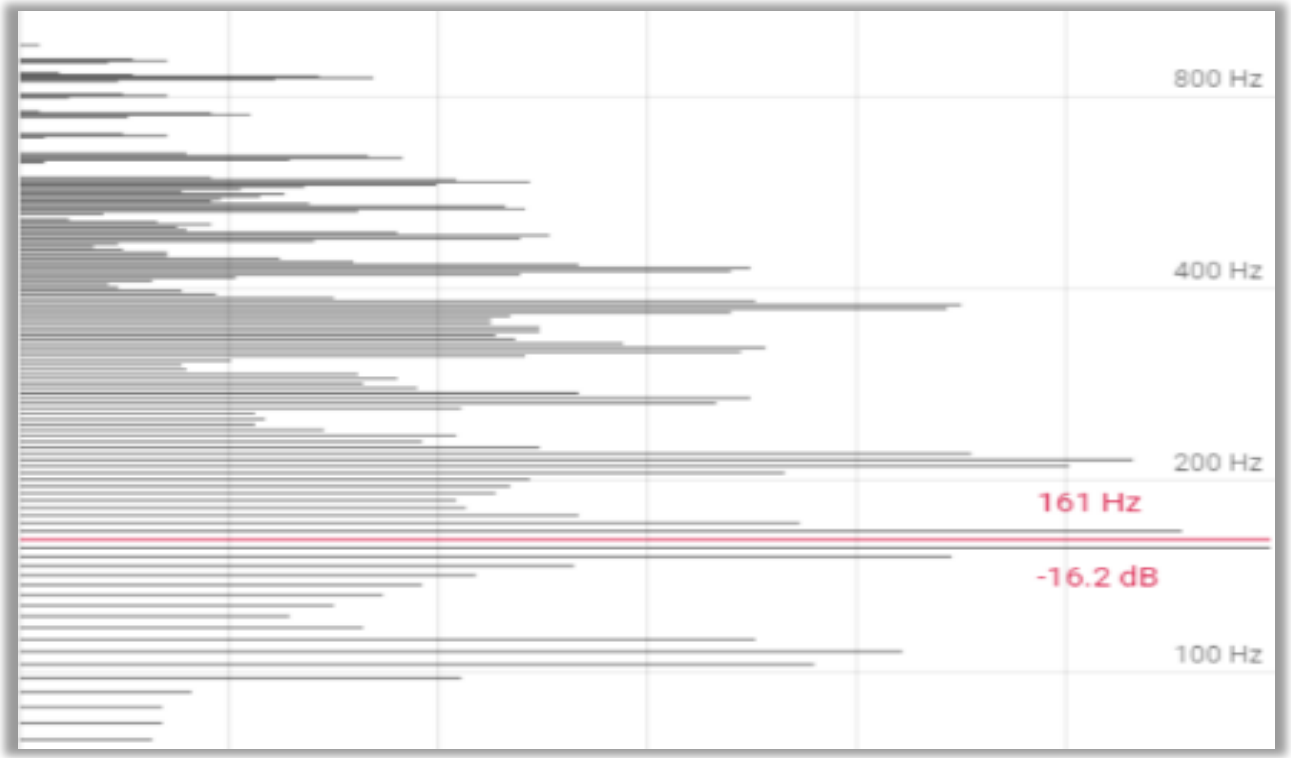
**Onderzoeksvraag:**
Wat is jouw grondtoon?

**Benodigdheden:**

- Ipad/laptop met microfoon

**Uitvoering:**

1. Ga naar de volgende website: https://workbench.imuscica.eu




2. Open de applet om frequenties te meten.
3. Produceer een zo laag mogelijke 'o' klank. Noteer vervolgens de frequentiewaarde van de laagste **piek**. Opgelet: De rode lijn is de frequentie die het sterkst aanwezig is. Deze frequentie is daarom dus niet de grondtoon.

   Mijn grondtoon is bij benadering :
   _____Hz

Ook muziekinstrumenten hebben een beperkt bereik. Om die reden gebruikt men verschillende instrumenten om een zo breed mogelijk spectrum op te vullen.

Demo experiment:

**Onderzoeksvraag:**
Wat is het frequentiebereik van jouw favoriete liedje grondtoon?

**Benodigdheden:**

- Ipad/laptop met microfoon

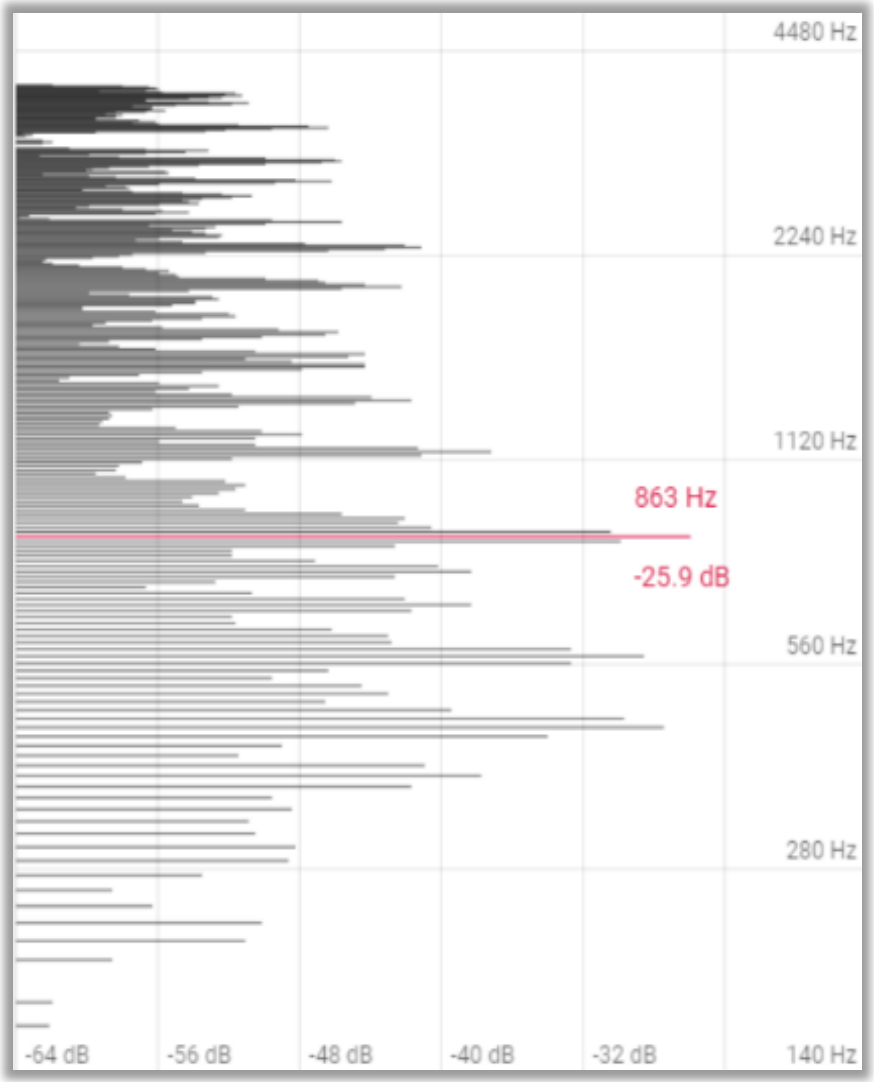
**Uitvoering:**

1. Ga naar de volgende website:
   https://workbench.imuscica.eu

SCAN ME

2. Open de applet om frequenties te meten.
3. Speel jouw favoriete nummer af en analyseer het frequentiebereik. Indien nodig wijzig je de settings (tandwiel).
   Opgelet: Zoals hierboven reeds werd vermeld, is de rode lijn de frequentie die het sterkst aanwezig is. Voor het bepalen van het frequentiebereik kan je de rode lijn dus verwaarlozen.

   Het frequentiebereik: van _____ Hz tot _____ Hz.



| Opdracht 1: | **Stel je neemt een nummer op.**<br>**Welk van onderstaande opties heeft het grootste frequentiebereik?** |
|---|---|

a) met een synthesizer die enkel hoge tonen tussen 1000 Hz en 1500 Hz produceert
b) met een contrabas of basgitaar en een sopraanstem
c) met een gitaar en een altstem

BESLUIT: **B**

De grootte van het frequentiebereik is afhankelijk van:

- **De instrumenten**
- **Het stemtype**
- **Effecten en elektronica**

**Besluit voor de klankkast**

Bij het versterken van geluiden is het belangrijk dat we vooral de frequenties versterken die veel worden gebruikt.

- Kijk vooral naar de sterkste pieken.
- Denk er ook aan dat we het geluid dieper en voller willen maken. (zie onderzoek frequentiebereik ingebouwde speaker)
- Deze waarde ligt tussen 100 & 4000 Hz.
  We kiezen er dus voor om dit bereik te versterken.

## 2.3.7 Synthesemoment

# Wat is toonhoogte en frequentie?

De **toonhoogte** wordt weergegeven door het aantal trillingen per seconde, de **frequentie**. **Hertz** (Hz) is de eenheid van frequentie.

| Grootheid | Symbool | Eenheid | Symbool |
|---|---|---|---|
| **Frequentie** | **f** | **Hertz** | **Hz** |

→ Een lage toon heeft een lage frequentie (trage trilling).
→ Een hoge toon heeft een hoge frequentie (snelle trilling).

Het gehoorspectrum van de mens:

Het menselijk oor neemt geluiden waar met frequenties tussen de **16 Hz en de 20 000 Hz.** Dit is het 'theoretisch gehoorspectrum'.

Geluiden met een frequentie hoger dan 20 000 Hz = **ultrageluiden / ultratonen**
Geluiden met een frequentie lager dan 16 Hz = **infrageluiden / infratonen**

Binnen de context van het zingen, worden de verschillende stemmen geclassificeerd in stemtypen.
→ Vrouwenstemmen: alt – mezzosopraan – sopraan
→ Mannenstemmen: bas – bariton – tenor

| LESDOELEN | |
|---|---|
| ❑ | **Ik kan het verschil tussen eenheden en grootheden aankaarten.** |
| ❑ | **Ik kan het begrip frequentie verwoorden** |
| ❑ | **Ik kan toelichten hoe hoge en lage tonen ontstaan met behulp van het begrip frequentie.** |
| ❑ | **Ik kan ultratonen en infratonen situeren ten opzichte van het menselijk gehoorspectrum.** |

# 2.4 Onderzoeksvraag 3: Hoe plant geluid zich voort?

# 2.4.1 Voortplanting van geluid

## Hoe plant geluid zich voort?

Leerlingen experiment:

**Onderzoeksvraag:**
Hoe plant geluid zich voort?

**Hypothese:**

_____

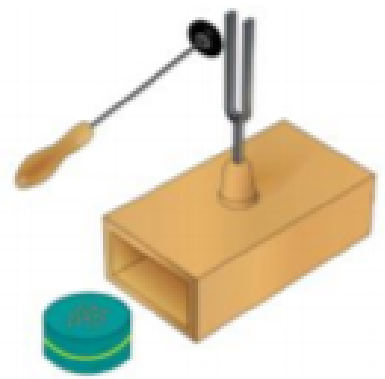
**Benodigdheden:**

- Schaal
- Plastic folie
- Stemvork & hamertje
- Rijstkorrels

**Uitvoering:**

1. Doe het plasticfolie over de schaal.
2. Span het folie goed strak over de schaal door het aan alle kanten een beetje aan te trekken.
3. Strooi de ongekookte rijst of couscous op de gespannen folie.
4. preid de korrels goed uit over de folie.
5. Sla de stemvork aan.
6. Breng de klankkast bij de folie.

**Vragen:**



20

**Vraag 1:**
**Waarom gaan de rijstkorrels wel/niet trillen?**

**De rijstkorrels trillen omdat de trillingen zich voortplanten door de lucht.**

BESLUIT:

Geluid plant zich voort door de lucht.

**Besluit voor de klankkast**

Als we het geluid van onze gsm willen versterken, zullen we ervoor moeten zorgen dat het geluid naar ons oor gericht is.

# 2.4.2 Een geluidsgolf doorheen een medium

## Hoe kan een trilling voortplanten in een middenstof?

We weten dat geluid ontstaat als een trilling en dat die trilling zich voortplant in lucht.
Maar hoe plant die trilling zich voort door deze middenstof.
We onderzoeken hoe een trilling zich kan voortplanten.

<u>Leerlingen experiment</u>

**Onderzoeksvraag:**
Hoe planten trillingen zich voort in een middelstof?

**Hypothese:**

_____

**Benodigdheden:**

- Rond wijnglas met een voet (van dun glas)
- Water

**Uitvoering:**

1. Schenk het glas halfvol met water.
2. Doop je wijsvinger van je ene hand in het water.
3. Druk met je andere hand de voet van het glas op de ondergrond.
4. wrijf met je natte wijsvinger rondjes over de rand van het glas.

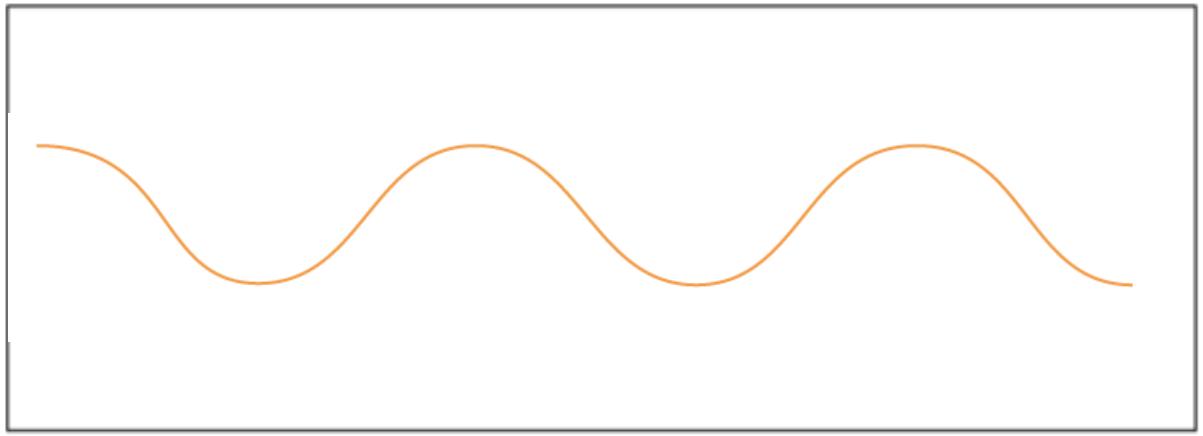
**Vragen:**

21

**Vraag 1:**
**Wat gebeurt er? Wat zie je ontstaan in het water?**

In het water ontstaan golven.

**Vraag 2:**
**Teken wat je ziet ontstaan in het water.**



**Vraag 3:**
**Hoe denk je dat dit komt?**

We laten het glas trillen en hierdoor ook het water, waardoor er golven ontstaan

BESLUIT:
Bij een golf wordt de trilling doorgegeven.

**Besluit voor de klankkast**

Om het geluid van onze gsm te verbeteren, zullen ze ervoor moeten zorgen dat de klankkast de geluidstrillingen versterkt.

## 2.4.3 De voorstelling van de geluidsgolf

### Hoe stellen we een geluidsgolf voor?

We zagen daarnet dat geluid zich voortplant als een golf door de lucht. Maar hoe stellen we dit voor? Geluidsgolven zijn niet helemaal zoals watergolven. Geluidsgolven zijn verdichtingen en verdunningen van de lucht. We kunnen die verdichtingen en verdunningen van de lucht niet zien. Daarom proberen we ze ons voor te stellen door iets gelijkaardig te doen.
Kunnen we zelf zo'n verdichtende en verdunnende trilling namaken?
We gaan dit proberen zichtbaar te maken met behulp van een slinky.

*AFSPRAAK: tijdens deze proef, spelen we niet met de slinky. Dit voorwerp raakt snel in de war en als je de slinky in de war brengt, moet je na de les blijven om hem te ontwarren. Dit kan uren duren.*

Demo experiment / leerlingen experiment :

**Onderzoeksvraag:**
Hoe planten trillingen zich voort in een middelstof?

**Hypothese:**

---

**Benodigdheden:**

- Slinky

**Uitvoering:**

1. Leg een slinky horizontaal
2. Rek de slinky uit. Houd beide uiteinden vast.
3. Beweeg één uiteinde heen en weer.

**Vragen:**

23

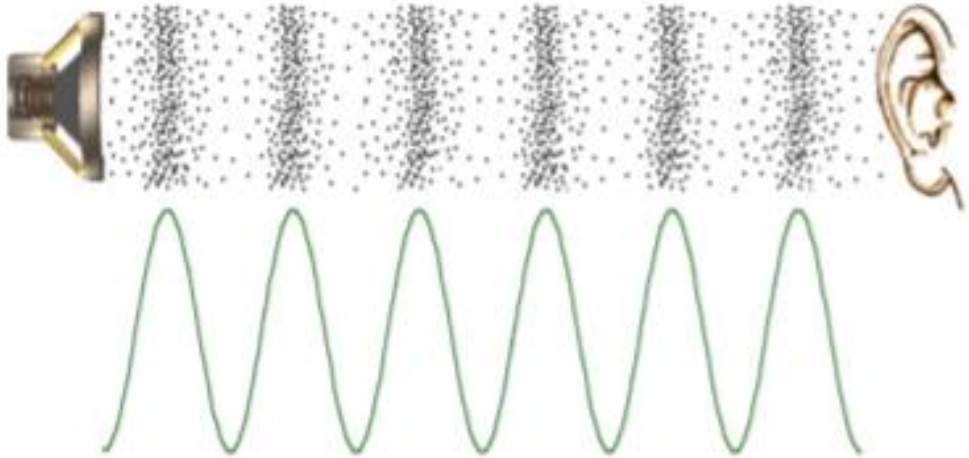
**Vraag 1:**
**Heb je de trilling kunnen verplaatsen van je ene hand naar de andere ?**

**Ja**

**Vraag 2:**
**Wat verplaatst er zich in de golf?**

- ☐ De ringen
- ☒ De trilling

BESLUIT:



*[24] Weergave van het effect van een bewegende luidsprekerconus op de posities van de luchtdeeltjes in een buis op een bepaald moment.*

Wanneer een luidspreker *trilt,* dus heen- en weer beweegt van links naar rechts en omgekeerd, dan

Duwt hij de luchtdeeltjes samen op sommige plaatsen.

Op elke plaats treedt een verdikking en een verdunning die zich herhaalt in de tijd.

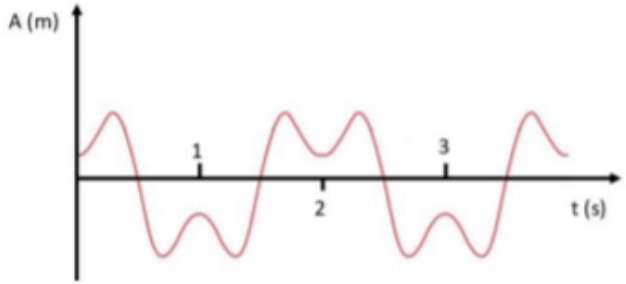
# 2.4.2.1 De kenmerken van een golf

## Wat zijn de kenmerken van een golf?

Laten we eens kijken naar de golfkenmerken van in de tijd herhalende golven.

### 1 Frequentie

Vermits golven van tonen zich herhalen in de tijd, kan je nagaan hoeveel maal per seconde ze zich herhalen.




**Vraag 1:**
**Tel hoeveel maal de golf zich herhaalt per seconde.**
**½ keer**

–

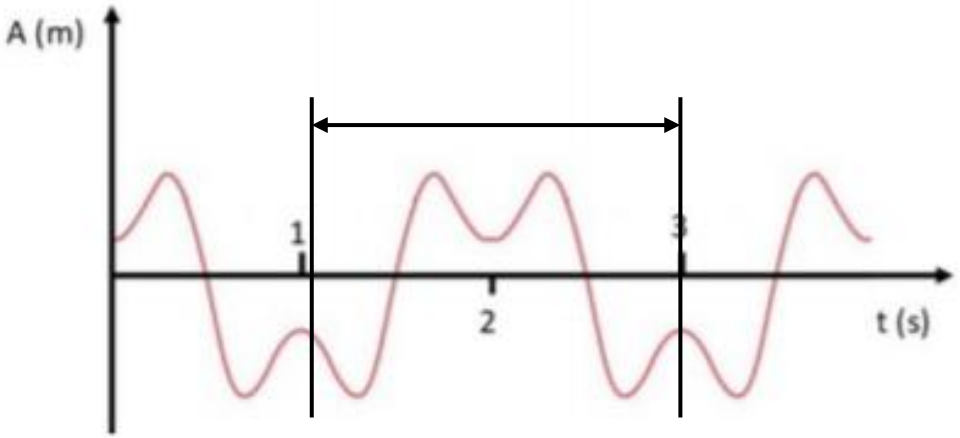
**Vraag 2:**
**Kan je aan geluiden die geen zich herhalende golfvorm hebben, een frequentie toekennen?**
JA / NEEN

| Grootheid | Symbool | Eenheid | Symbool |
|---|---|---|---|
| **Frequentie** | f | Hertz | Hz ( $= \frac{1}{s}$) |

## 2 Periode

De periode van een golf is de tijd die een golf erover doet om zichzelf te herhalen.
Als we de tijd meten tussen twee opeenvolgende identieke momenten, hebben we de periode gemeten.

**Vraag 1:**
**Duid de periode aan.**




| Grootheid | Symbool | Eenheid | Symbool |
|---|---|---|---|
| periode | T | seconde | s |

Demo experiment:

**Onderzoeksvraag:**
Wat is het verband tussen frequentie en periode?

**Hypothese:**

---

**Benodigdheden:**

- Functiegenerator + triller
- Plaat van Chladni

**Uitvoering:**

1. Monteer de plaat op de functiegenerator.
2. Plaats de functiegenerator op de tafel.
3. Zorg dat de knop amplitude op 0 staat.
4. Zet de functiegenerator aan en zet deze op 1 Hz. Draai hierbij ook aan de amplitude knop.
5. We drijven de frequentiewaarde op naar 2 Hz.