2020-2021

Bouwstenen

Project: STEMmige muziek

UCLL Diepenbeek

Studenten:
- Ian Theys
- Leni Vanden Boer
- Britt Merckx

Inleiding voor de leerkracht

Geluid is een belangrijk aspect van ons leven. Veel mensen houden ervan om naar muziek te luisteren en ook tv kijken zou niet hetzelfde zijn moest er geen geluid zijn. Langs de andere kant kan geluid ook een storende impact hebben wanneer we ons bijvoorbeeld moeten concentreren.

Eén van de eerste dingen die een baby of peuter leert, is gebruik maken van trommels en rammelaars die veel lawaai kunnen maken. Naast de willekeurige geluiden om ons heen, kunnen we ook eindeloos genieten wanneer we naar muziek luisteren. Als we het volume te hoog zetten en langdurig naar muziek luisteren, kan het in sommige gevallen leiden tot gehoorschade.

Binnen elke context gebruiken we geluiden om onze situatie correct in te schatten. Wanneer we ons bijvoorbeeld op het voetpad begeven, zullen we onbewust een naderende auto horen aankomen. Deze informatie wordt verwerkt door onze hersenen en heeft een impact op onze reactie. Daarnaast kunnen geluiden ons ook waarschuwen wanneer we ons in een onveilige omgeving bevinden. Denk bijvoorbeeld aan het brandalarm bij jouw op school. Wanneer het alarm afgaat, zullen er veel leerlingen hun oren afdekken om het storend geluid tegen te gaan.
We gebruiken diverse geluiden, al dan niet bewust, om onze omgeving beter te begrijpen.

Binnen ons dagdagelijks leven worden we allemaal geconfronteerd met geluid. Zowel op school als thuis spelen deze geluiden een belangrijke rol en geven ze ons meer informatie. Ook binnen wetenschappelijke studies is er veel te doen rond het thema ‘geluid’.

Elke keer dat we via een mobiele telefoon met elkaar praten, gebruiken we een apparaat met een microfoon om geluid om te zetten in elektrische signalen en een luidspreker (of hoofdtelefoon) om deze elektrische signalen weer in geluid om te zetten.

Sommige wetenschappers baseren hun studie omtrent het thema ‘geluid’ om meer te weten te komen over materialen. Andere wetenschappers en ingenieurs leggen eerder de focus op de manier waarop deze geluiden zich voortplanten. In een concertzaal is het bijvoorbeeld ontzettend belangrijk dat de akoestiek goed is. Anderen onderzoeken de oorzaken van gehoorverlies of het gebruik van echografie voor medische diagnose en behandeling.

Binnen dit onderzoek leggen we de nadruk op het optimaliseren van het schraal geluid dat wordt geproduceerd door de luidspreker van je smartphone. Hoe komt het dat de luidspreker van onze moderne gsm zo’n slechte klank voortbrengt?

In deze bundel gaan we samen aan de slag en ontwerpen we een klankkast. Eerst worden er een aantal criteria opgesomd waaraan de klankkast moet voldoen. In een later onderzoek analyseren we welk materiaal we moeten gebruiken en welke afmetingen we moeten respecteren. Tijdens dit onderzoek baseren we ons op verschillende experimenten.

Bouwsteen 1

Inleiding (probleemstelling) + Onderzoeksvraag 1: Wat is geluid en hoe ontstaat het?

Deze fase in een notendop:
In deze fase maken de leerlingen kennis met het project 'STEMmige muziek'.
Eerst worden er een aantal afspraken overlopen en wordt het vak 'STEM' verder toegelicht. Hier leggen we vooral de nadruk op de verschillende wetenschapsvakken en hun betekenis.
Vervolgens wordt vertrekkend vanuit het probleem: 'het geluid uit de speaker van een gsm klinkt schel en zacht' onderzocht hoe we het geluid zonder elektrische versterking luider kunnen maken. Door een trillende stemvork op tafel te plaatsen, wordt duidelijk dat we geluid kunnen versterken door een groter trillingsoppervlak/klankkast mee te laten resoneren.
Tot slot wordt met behulp van een aantal proeven ontdekt wat geluid is. Ook wordt onderzocht wat de trillingsbron is bij muziekinstrumenten en tot welke instrumentgroep ze dan behoren.

Tijd: 4 *u*

Leerdoelen: De leerlingen

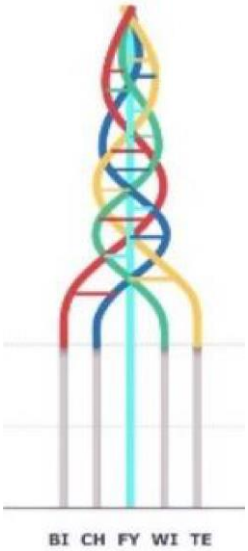
- verwonderen met de uitdaging, namelijk: 'Hoe beter geluid uit je gsm krijgen door een klankkast te bouwen?'.
- kunnen in hun eigen woorden uitleggen hoe geluid ontstaat.
- kunnen toelichten wat een geluidsbron is (definitie).
- kunnen de trillingsbron bij muziekinstrumenten te bepalen.
- kunnen de verschillende instrumenten volgens de juiste groep classificeren.

Leerinhouden: Trillingsoppervlak, geluid, trilling, geluidsbron, trillingsbron, toonvorming, trillende snaar of chordofoon, trillende lucht of aerofoon, trillend voorwerp of idiofoon, trillend vel of membranofoon.

Randvoorwaarden:

- **Materiaal**: Projectiemogelijkheid (PPT), PC, Ipad, stemvork + klankkast + hamertje + balletje aan touwtje, ballon, kam, functiegenerator, plaat van Chladni, een aantal muziekinstrumenten (vb: gitaar, ukelele, blokfluit, panfluit, trompet, triangel, claves, xylofoon, djembé, conga, …)
- **Voorkennis leerlingen**:
  - De leerlingen hebben geen specifieke voorkennis nodig.
  - De leerlingen die een muzikale achtergrond hebben, zullen hoogstwaarschijnlijk reeds kennis hebben gemaakt met de vier mogelijkheden van toonvorming.

Beschrijving leeractiviteiten:



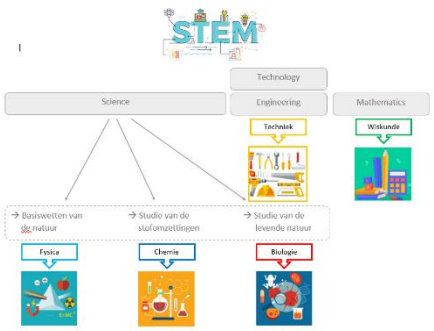
1. **<u>Check-in</u>**

Aan de hand van geluiden die we waarnemen in het dagelijkse leven, kunnen we de leerlingen verwonderen over het onderwerp 'geluid'.

Geluid is een belangrijk aspect van ons leven. Door in gesprek te gaan met de leerlingen, kom je al snel tot de conclusie dat geluid iets is waar we dagdagelijks mee geconfronteerd worden. Zowel op school als thuis spelen deze geluiden een belangrijke rol en geven ze ons meer informatie.

2. <u>Schema 'STEM'</u>

Door het woord 'STEM' kort toe te lichten, kunnen de verschillende wetenschapstakken aangekaart worden.



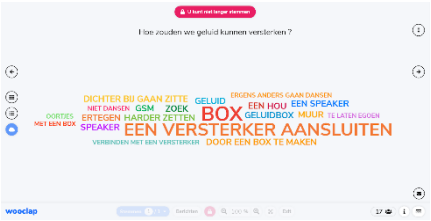
Gedurende dit project verwijzen we continu naar de verschillende (wetenschaps)vakken. Om de leerlingen een zo goed mogelijk beeld te geven over welke inhoud bij welk vak hoort, kan hier kort vermeld worden wat elk onderdeel van STEM inhoudt.
Daarnaast vinden de leerlingen ook bij elk hoofdstuk de STEM DNA-streng terug en zijn deze overeenkomstige kleuren zowel terug te vinden in de conceptenmap als in de synthesemomenten.

3. <u>De probleemstelling</u>

Het geluid van een gsmspeaker klinkt vaak schel en zacht. Door een groter oppervlak zoals een tafel of klankkast mee te laten resoneren wordt het geluid beter hoorbaar.

Wanneer je een nummer laat afspelen met de speakers van je gsm, zullen de leerlingen al gauw vertellen dat je gsm een zacht en vaak schel geluid produceert.
Belangrijk is dat de leerlingen eerst zelf nadenken en verschillende oplossingen

aankaarten. Als leerkracht kan je ervoor kiezen om een brainstorm uit te voeren. Dit kan zowel klassikaal als in groep gebeuren, maar je kan ook gebruikmaken van ‘Wooclap’.



Wooclap is een online programma waarbij leerlingen via een code ideetjes kunnen inzenden. Deze worden dan via een woordenwolk geprojecteerd met de beamer. De meest voorkomende woorden of de woorden die het meest geliked worden door andere leerlingen, zullen dan vergroot op het scherm komen te staan.

Na de brainstorm kan je de leerlingen duidelijk maken dat je in dit project geïnteresseerd bent in het versterken van geluid zonder de eigenschappen van de telefoon te veranderen of gebruik te maken van een externe speaker.

Door een trillende stemvork op de tafel te plaatsen, zullen de leerlingen merken dat het geluid sterker wordt.
Dit wil dus zeggen dat een groter oppervlak laten meetrillen zoals de tafel of een klankkast, ervoor zal zorgen dat het geluid hoorbaarder wordt.

Ons doel is dus een klankkast te bouwen om het geluid van je gsm zo goed mogelijk te versterken.

4. Wat is geluid? Wat is een geluidsbron?

Vertrekkend vanuit een aantal experimenten ervaren de leerlingen wat geluid is en hoe het ontstaat.

Zorg er tijdens deze fase voor dat de leerlingen goed analyseren wat ze waarnemen, zowel op vlak van kijken als op vlak van voelen.
Als het experiment met de ballon niet werkt, kan je aan de leerlingen vragen om hun hand op hun nek/keel te plaatsen en daarna een kort gesprek te voeren met hun groepsgenoten. Op dat moment zullen ze de trillingen waarnemen.
Door middel van de experimenten zullen ze ontdekken dat geluid ontstaat door een trilling. Het voorwerp dat trilt, is een geluidsbron.

5. Geluidsbron bij muziekinstrumenten

Aan de hand van filmpjes en muziekinstrumenten analyseren we wat de muzikanten aan het trillen brengen. Daarna groeperen we deze instrumenten volgens wat er precies trilt.

Om dit onderdeel in te leiden, wordt het filmpje van ‘The Pianoguys’ klassikaal bekeken. Het filmpje bevat een verrassend element waardoor de leerlingen direct aandachtig volgen en samen de vragen beantwoorden. We analyseren kort de verschillende speelwijzen alvorens we klassikaal verschillende muziekinstrumenten bespreken. De muziekinstrumenten worden gehanteerd bij het volgend lesonderdeel waarbij we een onderscheid maken tussen de verschillende instrumenten. De muziekinstrumenten worden dus eerder gebruikt ter visuele ondersteuning. Uiteraard kan hier naar eigen wens een muzikale opdracht aan worden toegevoegd. In de PPT (zie ‘ondersteunend materiaal’) werd een creatieve opdracht toegevoegd die zeker en vast bruikbaar is voor tijdens de les. Wanneer het verschil tussen chordofoon, aerofoon, idiofoon en membranofoon duidelijk is, worden deze begrippen ingeoefend en toegepast in een volgende opdracht.

Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten:

Dit zijn verdere verwijzingen naar concreet lesmateriaal voor leerlingen, zoals werkblaadjes, en voor leerkrachten, zoals PowerPoint presentaties. Mogelijks zal hier al naar verwezen worden in de beschrijving leeractiviteiten. Bedoeling is dat je hier een link maakt naar de respectievelijke werkblaadjes, presentaties, etc.

Werkbundel: *https://drive.google.com/file/d/1m_6o0cHtEv1d3Q3YrN__NADL1W31aqQQ/view?usp=sharing*

PowerPoint: *https://drive.google.com/file/d/1TlCRhRa6simNOzqiiJ6wXdkj0UNGKc7v/view?usp=sharing*

Reader:

Dit zijn verwijzingen naar voor de leerkracht interessante bronnen over deze bouwsteen met extra achtergrondinformatie (filmpjes, boeken, artikels, websites, etc.)

ICT-tools:

- Activity Book 1.1: De bronnen van geluid en toon
- https://www.youtube.com/watch?v=0VqTwnAuHws (The Pianoguys)

Leerplandoelstellingen:

Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs, Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs: Leerplan: Basisoptie STEM-technieken en STEM-wetenschappen 1ste graad A-stroom D/2019/13.758/034

LPD 11 De leerlingen onderzoeken behoeften, vragen, problemen en randvoorwaarden om een oplossing te ontwikkelen binnen een relevante STEM-context.

Beheersingsniveau: Analyseren

- Je kan aandacht schenken aan verschillende perspectieven in behoeften: voor jezelf, een ander, een doelgroep, een sociale geleding, een bedrijf ...
- Een vraag of behoefte uit verschillende perspectieven onderzoeken/benaderen kan leiden tot een herformulering van de vraag of behoefte.
- Je kan inspelen op een bestaande behoefte of een nieuwe behoefte opwekken, bijvoorbeeld vanuit wetenschappelijke ideeën.
- Je kan als leraar randvoorwaarden zodanig formuleren dat creatief denken kansen krijgt.

CC BY NC SA

Ontwikkeld in samenwerking met: het Spectrumcollege Beringen, middenschool.
Mentoren: Sandro Guarragi
Bart Ceunen

Bouwsteen 2

Onderzoeksvraag 2: Wat is toonhoogte en frequentie?

Deze fase in een notendop:
In het begin van dit project ontdekten de leerlingen dat de luidspreker van onze gsm schelle klanken produceert. Ook zagen we dat we dit konden verhelpen door gebruik te maken van een externe luidspreker.
Binnen onderzoeksvraag 2 analyseren de leerlingen hoe het komt dat we zo een sterk verschil waarnemen tussen de ingebouwde speaker en de externe speaker. Met behulp van verschillende experimenten maken de leerlingen kennis met het begrip 'frequentie'. Wanneer dit duidelijk is, kunnen ze met behulp van de iMuSciCA workbench het verschil in toonhoogte verklaren.
Vervolgens wordt het frequentiebereik van de ingebouwde speaker en een externe speaker verder geanalyseerd. Uit deze meetwaarden concluderen we dat we een klankkast moeten bouwen die vooral de lage tonen zal versterken.
Bij de bouw van onze klankkast is het ook belangrijk dat we rekening houden met het gehoorspectrum van de mens. Aangezien de gehoorgrenzen verschillen van persoon tot persoon voeren we een test uit waarbij we het 'theoretisch gehoorspectrum' in vraag stellen. Nadien zoomen we in op de tonen die we niet kunnen waarnemen, meer bepaald de infratonen en de ultratonen.
Tot slot volgt er nog een klein onderdeel met betrekking tot het stembereik van de mens waarbij we met behulp van de iMuSciCA workbench de grondtoon van onze stem bepalen en het frequentiebereik van een nummer verder onder de loep nemen.

Tijd: 5*u*

Leerdoelen: De leerlingen

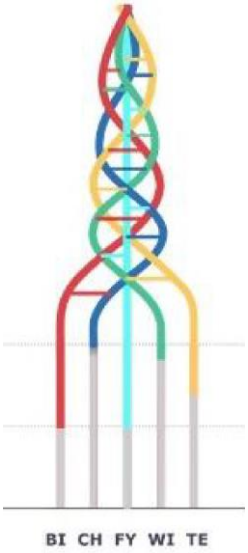
- kunnen het verschil tussen eenheden en grootheden aankaarten.
- kunnen het begrip frequentie verwoorden.
- kunnen toelichten hoe hoge en lage tonen ontstaan met behulp van het begrip frequentie.
- kunnen ultratonen en infratonen situeren ten opzichte van het menselijk gehoorspectrum.

Leerinhouden: Frequentie, toonhoogte, frequentiebereik, het menselijk gehoorspectrum, ultratonen, infratonen, het stembereik van de mens

Randvoorwaarden:

- **Materiaal**: Projectiemogelijkheid (PPT), PC, Ipad, gsm (luidspreker), externe luidspreker, lat, veer met massa, functiegenerator, plaat van Chladni en eventueel een hondenfluitje
- **Voorkennis leerlingen**:
  - De leerlingen hebben geen specifieke voorkennis nodig.
  - Wel is het belangrijk dat de leerlingen de Ipad op een correcte manier kunnen hanteren.

Beschrijving leeractiviteiten:



1. **<u>Telefoonspeaker vs externe speaker</u>**

We vergelijken het geluid van de twee verschillende luidsprekers.

De leerkracht speelt een audiofragment af op de gsmspeaker en vervolgens op de externe speaker. Eerst beluisteren ze het fragment wanneer het stil is. Daarna kiezen we ervoor om lawaai te maken. De leerlingen zullen een duidelijk kwaliteitsverschil opmerken.

2. <u>Grootheden en eenheden</u>

We maken kennis met de begrippen 'grootheid' en 'eenheid'.

In dit onderdeel maken de leerlingen kennis met de begrippen 'grootheid' en 'eenheid'. Ook komen de verschillende symbolen aan bod en gebruiken ze deze tijdens de oefeningen. Eigenlijk vormt dit onderdeel een kort stukje herhaling van reeds geziene leerstof van afgelopen jaren. We gebruiken dit dan ook om de grootheid 'frequentie' mee in te leiden.

3. <u>Recht evenredig en omgekeerd evenredig verband</u>

We maken kennis met de verbanden tussen grootheden.

In dit onderdeel leren de leerlingen verschillende verbanden tussen grootheden kennen. Dit onderdeel vormt theorie die de leerlingen zullen nodig hebben tijdens onderzoeksvraag 3.
Tijdens deze lessen leren de leerlingen het recht evenredig en het omgekeerd evenredig verband kennen. Ook worden deze duidelijk gevisualiseerd met behulp van tabellen, grafieken en formules.

4. <u>Het begrip 'toonhoogte'</u>

Door gebruik te maken van een keyboard kunnen we het verschil tussen hoge en lage tonen duidelijk maken.

Om kennis te maken met het begrip toonhoogte, analyseren we eerst het verschil tussen een hoge en een lage toon. Om dit duidelijk te maken, hanteren we een keyboard waarop we zowel de uiterst linkse als de uiterst rechtse toets aanslaan. We horen een duidelijk verschil in toonhoogte.
Om ervoor te zorgen dat het verschil tussen hoge en lage tonen nog duidelijker wordt, kan er een link worden gelegd naar het stembereik bij mannen en vrouwen. Ook kan je een leerling vragen om te gillen, de medeleerlingen zullen direct aangeven dat het gaat over een hoge toon.

5. <u>Het begrip 'frequentie'</u>

Door middel van experimenten ontdekken de leerlingen hoe het verschil in toonhoogte verklaard kan worden.

De begrippen 'grootheid' en 'eenheid' worden aangehaald. Eigenlijk vormt dit onderdeel een kort stukje herhaling van reeds geziene leerstof van afgelopen jaren. We gebruiken dit dan ook om de grootheid 'frequentie' mee in te leiden.
Door middel van een lat aan te slaan die gedeeltelijk op de tafel ligt, kunnen de leerlingen experimenteel ervaren dat hoe sneller iets trilt, hoe hoger de toon zal zijn.
Om de trillingssnelheid te bepalen, maken we gebruik van het begrip 'frequentie'.
Door een massa aan een veer te laten trillen, wordt duidelijk dat je kan tellen hoeveel keer iets zal trillen per seconde. Dit linken we dan ook aan de snelheid waarmee het voorwerp trilt.
Na het experiment concluderen de leerlingen dat het begrip 'frequentie' of 'toonhoogte' staat voor het aantal trillingen per seconde. De eenheid van frequentie is Hertz.
Tot slot leren de leerlingen hoe ze frequenties kunnen meten door gebruik te maken van de 2D geluidsvisualisatie van de iMuSciCA workbench.

6. <u>Frequentiebereik van de speaker</u>

Met behulp van de theorie omtrent het begrip 'frequentie', gaan we tijdens dit lesonderdeel op zoek naar de frequenties die een ingebouwde gsmluidspreker wel en niet doorgeeft.

Door gebruik te maken van een 'Frequency Generator Sound player' kan u makkelijk een frequentie tussen 1 Hz en 22 000 Hz laten afspelen. Deze app kan u terugvinden in de Google of Apple playstore.
Door te variëren met de frequenties kunnen de leerlingen nagaan of de luidspreker van onze gsm in staat is deze frequenties te produceren. Gedurende dit experiment is het de bedoeling dat de leerlingen het frequentiebereik van de gsmluidspreker noteren. Nadien wordt het experiment nogmaals uitgevoerd, maar dan maken we gebruik van een externe luidspreker. Vervolgens kan het frequentiebereik van de gsmspeaker vergeleken worden met het frequentiebereik van een externe speaker.
Aangezien de gsmspeaker een kleiner trillingsoppervlak heeft, zullen vooral de lage tonen minder sterk aanwezig zijn. Sommige zeer lage frequenties worden zelfs niet versterkt. Maak hierbij vooral duidelijk dat de klankkast deze lage tonen zal moeten versterken.

7. <u>Het gehoorspectrum van de mens</u>

Gedurende dit onderdeel stellen we ons de vraag: "Welke frequenties neemt het menselijk gehoor waar?" Om hier een concreet antwoord op de bieden, voeren we een experiment uit.

Het menselijk oor neemt geluiden waar met frequenties tussen de 16 Hz en de 20 000 Hz. Die waaier van frequenties noemen we het gehoorspectrum. Aangezien de gehoorgrenzen verschillen van persoon tot persoon gaan we aan de slag met een experiment waarbij we gebruik maken van een functiegenerator en een plaat van Chladni. Tijdens dit experiment drijven we continu de frequentie op. De leerlingen geven aan wanneer ze iets waarnemen en ook wanneer ze niets meer waarnemen. Deze gegevens verwerken ze in de tabel die ze kunnen terugvinden in hun cursus. Aan de hand van dit experiment ondervinden we dat de leerlingen verschillende gehoorgrenzen hebben.
In de cursus kan u ook een alternatief terugvinden voor bovenstaand experiment. Hier wordt gebruikt gemaakt van een filmpje.
Verder kunnen de leerlingen nog twee extra opdrachten terugvinden die ze eventueel thuis kunnen aanvullen. Bovenstaand experiment voeren ze uit met personen in hun nabije omgeving om op die manier vast te stellen dat het gehoorspectrum verkleint bij het ouder worden.

8. <u>Is het gehoorspectrum van dieren gelijk aan dat van de mens?</u>

Na het analyseren van onze eigen gehoorgrenzen, stellen we vast dat er ook frequenties zijn die we niet kunnen waarnemen. In dit onderdeel bespreken we de ultratonen en de infratonen.

Aan de hand van een filmpje over vleermuizen maken de leerlingen kennis met infratonen. Binnen dit onderdeel kunnen er gerust nog een aantal andere voorbeelden aan bod komen, zoals bijvoorbeeld het gebruik van een hondenfluitje of een ultrasoon apparaat om knaagdieren weg te jagen.
Vervolgens verdiepen we ons in de infratonen. Hier maken we gebruik van een voorbeeld met betrekking tot de Afrikaanse olifant die ontzettend lage tonen kan produceren. Omwille van de lage frequentie, zijn deze tonen over een grote afstand hoorbaar. We vergelijken dit met de installatie die we terugvinden op festivals.

9. <u>Het stembereik van de mens</u>

We stellen vast dat onze stem niet alle tonen kan reproduceren die het menselijk gehoorspectrum waarneemt. We zoomen in op het stembereik van de mens.

Het stembereik is het bereik van toonhoogtes die een menselijke stem kan uitspreken. We stellen vast dat niet iedereen dezelfde tonen kan produceren. Binnen de context van het zingen, worden de verschillende stemmen geclassificeerd in stemtypen. Deze worden volgens stijgende toonhoogte besproken.
Vervolgens zullen de leerlingen met behulp van de iMuSciCA workbench bij benadering hun eigen grondtoon bepalen.
Ook zullen de leerlingen het frequentiebereik van hun favoriete nummer analyseren. Bij de bouw van onze klankkast is het belangrijk dat we weten welke frequenties er veel aan bod komen. Gedurende dit experiment stellen we vast dat deze waarde tussen 100 en 4000 Hz ligt. We kiezen er dus voor om dit bereik te versterken.

Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten:

Dit zijn verdere verwijzingen naar concreet lesmateriaal voor leerlingen, zoals werkblaadjes, en voor leerkrachten, zoals PowerPoint presentaties. Mogelijks zal hier al naar verwezen worden in de beschrijving leeractiviteiten. Bedoeling is dat je hier een link maakt naar de respectievelijke werkblaadjes, presentaties, etc.

Werkbundel: *https://drive.google.com/file/d/1m_6o0cHtEv1d3Q3YrN__NADL1W31aqQQ/view?usp=sharing*

PowerPoint: *https://drive.google.com/file/d/1TlCRhRa6simNOzqiiJ6wXdkj0UNGKc7v/view?usp=sharing*

Reader:

Dit zijn verwijzingen naar voor de leerkracht interessante bronnen over deze bouwsteen met extra achtergrondinformatie (filmpjes, boeken, artikels, websites, etc.)

ICT-tools:

- Activity Book 1.1: De bronnen van geluid en toon
- https://workbench.imuscica.eu

Leerplandoelstellingen:

Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs, Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs:

Leerplan: Basisoptie STEM-technieken en STEM-wetenschappen 1ste graad A-stroom D/2019/13.758/034

LPD 3 De leerlingen passen wetenschappelijke vaardigheden toe.

Beheersingsniveau: Toepassen

Samenhang algemene vorming: Natuur, ruimte & techniek LPD 14; Aardrijkskunde LPD 5; Natuurwetenschappen LPD 5; Techniek LPD 18; Wiskunde LPD 11, 19, 34

- De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid de gepaste meetinstrumenten, meetmethodes en hulpmiddelen om metingen, observaties, experimenten en terreinstudies uit te voeren in functie van een behoefte, vraag of probleemstelling.
- Je kan verder bouwen op de algemene vorming: zelfstandiger meten en observeren.
- Je kan aandacht besteden aan het kritisch interpreteren van meetresultaten.
- Je kan leerlingen een meetopstelling laten realiseren en hierbij ook rekening houden met de gewenste nauwkeurigheid.
- Het is belangrijk om de juiste grootheden en gepaste eenheden in een correcte weergave te gebruiken:
  - Je kan bewust leren omgaan met nauwkeurigheid van meetresultaten in functie van de gekozen meetinstrumenten en de context.
  - Je kan afspraken maken over symboolgebruik over de vakken heen zodat eventuele verschillen kunnen geduid worden.

LPD 11 De leerlingen onderzoeken behoeften, vragen, problemen en randvoorwaarden om een oplossing te ontwikkelen binnen een relevante STEM-context.

Beheersingsniveau: Analyseren

- Je kan aandacht schenken aan verschillende perspectieven in behoeften: voor jezelf, een ander, een doelgroep, een sociale geleding, een bedrijf …

- Een vraag of behoefte uit verschillende perspectieven onderzoeken/benaderen kan leiden tot een herformulering van de vraag of behoefte.
- Je kan inspelen op een bestaande behoefte of een nieuwe behoefte opwekken, bijvoorbeeld vanuit wetenschappelijke ideeën.
- Je kan als leraar randvoorwaarden zodanig formuleren dat creatief denken kansen krijgt.

CC BY NC SA

Ontwikkeld in samenwerking met: het Spectrumcollege Beringen, middenschool.
Mentoren: Sandro Guarragi
Bart Ceunen

Bouwsteen 3

Onderzoeksvraag 3: Hoe plant geluid zich voort?

Deze fase in een notendop:
In deze fase van het lessenpakket ontdekken de leerlingen hoe geluid zich zal voortplanten. Eerst en vooral onderzoeken we hoe geluid zich voortplant in de lucht. Vervolgens analyseren we de voorstelling van een geluidsgolf en worden de verschillende golfkenmerken aangekaart.

Tijd: 2*u*

Leerdoelen: De leerlingen

- kunnen toelichten hoe geluid zich voortplant.
- kunnen op zelfstandige basis een geluidsgolf voorstellen.
- kunnen de kenmerken van een golf opsommen.
- kunnen de kenmerken van een golf aanduiden op een tekening en deze correct benoemen.

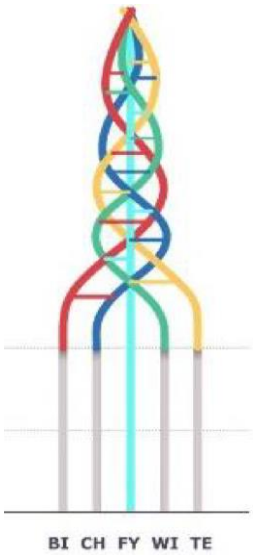
Leerinhouden: (wiskundige) voorstelling geluidsgolf, kenmerken van een golf (frequentie, periode, golflengte, golfsnelheid, amplitude)

Randvoorwaarden:

- **Materiaal**: Schaal met plastic folie, Rijstkorrels / quinoa , stemvork, klankkast + hamertje, wijnglazen (dun glas) + water, touw, slinky, Ipad met internet + microfoon, veer + massa

- **Voorkennis leerlingen**:
  - De leerlingen weten dat geluid ontstaat door een trilling.

Beschrijving leeractiviteiten:



1. **<u>Voortplanting van geluid in de lucht</u>**

De leerlingen ontdekken aan de hand van een experiment hoe geluid zich zal voortplanten in de lucht.

Wanneer we een stemvork aanslaan en de opening van de klankkast naar het vliesje met de korreltjes richten, zullen we opmerken dat de korreltjes beginnen te trillen. Hieruit kunnen we besluiten dat geluid zich als een trilling doorheen de lucht zal voortplanten.

2. <u>Visualisatie voortplanting van een trilling in de lucht</u>

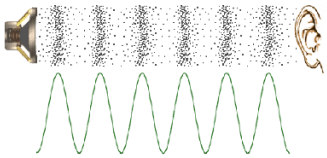
De leerlingen ontdekken met behulp van een experiment hoe ze een trilling kunnen voorstellen.

Door een wijnglas te vullen met water en met je natte vinger over de rand van het glas te draaien, hoor je geluid. Door het ronddraaien, gaat het wijnglas trillen en ontstaan er golven in het water.
Het kan zijn dat de golf niet direct zichtbaar is. Vraag dan zeker aan de leerlingen om twee vingers te gebruiken of om iets harder op het glas te duwen.

Vervolgens leren de leerlingen hoe deze golf zich zal voortplanten. Om dit experimenteel te onderzoeken, maken we gebruik van een touw. Door het touw op de grond te leggen en aan één uiteinde het te laten trillen, creëer je een golf. Het andere uiteinde hou je stil.
Maak tijdens deze proef duidelijk dat de onderdelen van het touw zich niet verplaatsen van het ene uiteinde naar het andere. Het is slechts de trilling die wordt doorgegeven.

3. <u>Voorstelling van de geluidsgolf</u>

Het geluid van een gsmspeaker klinkt in de meeste gevallen schel en zacht. Door een groter oppervlak zoals een tafel of een klankkast mee te laten resoneren, wordt het geluid beter hoorbaar.



Geluidsgolven lijken op watergolven, maar toch zijn ze niet helemaal hetzelfde. Geluidsgolven zijn verdichtingen en verdunningen van de lucht. We kunnen die verdichtingen en verdunningen van de lucht niet waarnemen. Om die reden voeren we een experiment uit ter visuele illustratie. Voor dit experiment maken we gebruik van een slinky. We rekken de slinky een beetje uit en laten deze langs één kant heen en weer bewegen. Vervolgens kunnen we deze drukgolf ook wiskundig voorstellen.

4. <u>De golfkenmerken</u>

De golfkenmerken van een geluidsgolf worden aangeleerd en verduidelijkt.

Om deze fase in te leiden, maken we kennis met 'ruis' (niet in de tijd herhalende golven) en 'toon' (in de tijd herhalende golven). We koppelen hier een korte opdracht aan waarbij de leerlingen geluiden produceren. Enkele voorbeelden hiervan zijn: in de handen wrijven, een keyboard bespelen, een stemvork aanslaan… Met behulp van de IMuSciCa 2D visualisatie worden de geluidsgolven gevisualiseerd. De leerlingen merken op dat sommige golven een patroon vertonen terwijl er bij andere golven geen sprake is van een vast patroon.

De golven met een herhalend patroon bezitten een aantal golfkenmerken. De golfkenmerken van in de tijd herhalende golven worden besproken. Volgende kenmerken worden uitvoerig besproken: frequentie, periode, golflengte, amplitude en golfsnelheid.

Om het omgekeerd evenredig verband tussen frequentie en periode te ontdekken, kan je gebruik maken van een massa aan een veer. Door de veer te laten trillen aan 1Hz en 2Hz, kan je de leerlingen laten bepalen hoelang de massa erover doet om een volledige trilling te doorlopen (de periode).
Door de antwoorden in een tabel te noteren en deze te analyseren, zullen de leerlingen inzien dat dit een omgekeerd evenredig verband is.

Om de formule voor golfsnelheid te bepalen, vertrekt u best van de snelheid van een auto. Vraag aan de leerlingen hoe we deze snelheid uitdrukken. Door van de eenheden de grootheden te bepalen, kan u makkelijker de verhouding tussen de twee grootheden duidelijk maken.
Daarna is het de bedoeling om duidelijk te maken dat een golf een bepaalde afstand heeft, de golflengte en hier een bepaalde tijd, namelijk de periode, over doet.

Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten:
Dit zijn verdere verwijzingen naar concreet lesmateriaal voor leerlingen, zoals werkblaadjes, en voor leerkrachten, zoals PowerPoint presentaties. Mogelijks zal hier al naar verwezen worden in de beschrijving leeractiviteiten. Bedoeling is dat je hier een link maakt naar de respectievelijke werkblaadjes, presentaties, etc.
Werkbundel: https://drive.google.com/file/d/1m_6o0cHtEv1d3Q3YrN__NADL1W31aqQQ/view?usp=sharing
PowerPoint: https://drive.google.com/file/d/1TlCRhRa6simNOzqiiJ6wXdkj0UNGKc7v/view?usp=sharing

Reader:
Dit zijn verwijzingen naar voor de leerkracht interessante bronnen over deze bouwsteen met extra achtergrondinformatie (filmpjes, boeken, artikels, websites, etc.)

ICT-tools:
- Activity Book 1.1: De bronnen van geluid en toon
- https://workbench.imuscica.eu

Leerplandoelstellingen:

Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs, Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs
Leerplan: Basisoptie STEM-technieken en STEM-wetenschappen 1ste graad A-stroom D/2019/13.758/034

LPD 11 De leerlingen onderzoeken behoeften, vragen, problemen en randvoorwaarden om een oplossing te ontwikkelen binnen een relevante STEM-context.

Beheersingsniveau: Analyseren

- Je kan aandacht schenken aan verschillende perspectieven in behoeften: voor jezelf, een ander, een doelgroep, een sociale geleding, een bedrijf ...
- Een vraag of behoefte uit verschillende perspectieven onderzoeken/benaderen kan leiden tot een herformulering van de vraag of behoefte.
- Je kan inspelen op een bestaande behoefte of een nieuwe behoefte opwekken, bijvoorbeeld vanuit wetenschappelijke ideeën.
- Je kan als leraar randvoorwaarden zodanig formuleren dat creatief denken kansen krijgt.

LPD 3 De leerlingen passen wetenschappelijke vaardigheden toe.

Beheersingsniveau: Toepassen

Samenhang algemene vorming: Natuur, ruimte & techniek LPD 14; Aardrijkskunde LPD 5; Natuurwetenschappen LPD 5; Techniek LPD 18; Wiskunde LPD 11, 19, 34

- De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid de gepaste meetinstrumenten, meetmethodes en hulpmiddelen om metingen, observaties, experimenten en terreinstudies uit te voeren in functie van een behoefte, vraag of probleemstelling.
- Je kan verder bouwen op de algemene vorming: zelfstandiger meten en observeren.
- Je kan aandacht besteden aan het kritisch interpreteren van meetresultaten.
- Je kan leerlingen een meetopstelling laten realiseren en hierbij ook rekening houden met de gewenste nauwkeurigheid.
- Het is belangrijk om de juiste grootheden en gepaste eenheden in een correcte weergave te gebruiken:
  - Je kan bewust leren omgaan met nauwkeurigheid van meetresultaten in functie van de gekozen meetinstrumenten en de context.
  - Je kan afspraken maken over symboolgebruik over de vakken heen zodat eventuele verschillen kunnen geduid worden.

cc BY NC SA

Ontwikkeld in samenwerking met: het Spectrumcollege Beringen, middenschool.
Mentoren: Sandro Guarragi
Bart Ceunen

Bouwsteen 4

Onderzoeksvraag 4: Hoe laten we andere voorwerpen meetrillen?

Deze fase in een notendop:
In deze fase van het lessenpakket ontdekken de leerlingen hoe voorwerpen gaan meeresoneren als bepaalde voorwerpen op een specifieke frequenties gaan trillen.
Eerst en vooral gaan we aan de slag met het fenomeen 'resonantie'. Met behulp van diverse experimenten onderzoeken we wat resonantie inhoudt en in welke situaties dit fenomeen voorkomt. Vervolgens zoomen we in op grondtonen en hun bijhorende boventonen. We besluiten dat deze boventonen veelvouden van onze grondtoon vormen.
Tot slot gaan we, in functie van onze klankkast, aan de slag met de eigenfrequenties van platen. Uit dit onderzoek kunnen we afleiden welke platen het best geschikt zijn voor de realisatie van onze klankkast.

Tijd: 3*u*

Leerdoelen: De leerlingen

- kunnen het fenomeen 'resonantie' mondeling toelichten.
- kunnen het fenomeen 'resonantie' koppelen aan dagdagelijkse voorbeelden.
- kunnen het wiskundig verband tussen de grondtoon en de boventonen herkennen en hiermee aan de slag gaan.
- kunnen de trillingseigenschappen van materialen onderzoeken.
- kunnen bepalen aan welke criteria de klankkast moet voldoen.

Leerinhouden:
Fysisch:

- De invloed van massa op de frequentie.
- De betekenis van 'resonantie' en 'resonantiefrequentie'.
- De invloed van de plaatdikte en de plaatgrootte op de resonantiefrequentie.

Wiskundig:

- Hoe de boventonen zich gedragen ten opzichte van de grondtoon.
- De voorstelling van boventonen.

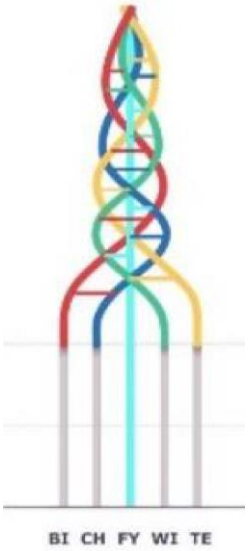
Randvoorwaarden:

- **<u>Materiaal</u>**:
- Rijstkorrel / Quinoa
- 2 identieke stemvorken, klankkast + hamertje
- Massa voor op de stemvorken.
- Vierkantige platen (verschillende groottes)
- Chladni plaat
- functiegenerator
- Ipad met internet + microfoon
- Veer + massa
- Statief

<u>Voorkennis leerlingen</u>:

- De leerlingen weten dat geluid ontstaat door een trilling.

Beschrijving leeractiviteiten:



1. **<u>Het verschijnsel 'resonantie': iets laten 'meetrillen'</u>**

Aan de hand van verschijnselen leggen we aan de leerlingen uit wat resonantie inhoudt.

In dit onderdeel zullen we het verschijnsel 'resonantie' inleiden door middel van een filmpje van de Tacoma Bridge. Vervolgens hanteren we verschillende proefjes om het fenomeen 'resonantie' te verduidelijken. Voor de eerste proef hanteren we een redelijk losse veer waaraan een massa (100 g) is bevestigd. Tijdens het experiment laten we de massa op een bepaalde frequentie trillen.
Voor het uitvoeren van deze proef hanteren we dus best een losse veer en een massa van 100 gram. De reden waarom we dit doen, is omdat we in een volgende proef het verband willen leggen tussen de resonantiefrequentie en de massa. Dit getal is dus makkelijk deelbaar door twee waardoor de leerlingen vlot kunnen redeneren.
Verder volgt er nog een derde experiment. Hierbij is het ontzettend belangrijk dat de leerlingen stil zijn. We slaan onze eerste stemvork aan en merken dat onze tweede stemvork zal meetrillen zonder deze aan te slaan. Nadien bevestigen we een kleine massa aan de tweede stemvork, waardoor de resonantiefrequentie niet meer hetzelfde zal zijn en als gevolg de tweede stemvork ook niet meer zal meerosoneren wanneer we de eerste stemvork aanslaan.

2. **<u>Eigenfrequenties van een aerofoon</u>**

Hierin tonen we aan dat instrumenten meerdere eigenfrequenties hebben.

Gedurende dit onderdeel maken we voortdurend gebruik van een frequentiemeter. Ook stellen we vast dat we worden geconfronteerd met enkele meetfouten. Bij het meten van de resonantiefrequentie van een draaibuis moeten we bijvoorbeeld een verticale rechte bekomen. Bij het analyseren van de meetresultaten stellen we vast dat we scherpe parabolen bekomen. Dit heeft te maken met de meetapparatuur en hoofdzakelijk de nauwkeurigheid van onze microfoon die we terugvinden in de laptop.
Vervolgens meten we de grondtoon en de boventonen van verschillende instrumenten. Uit de resultaten kunnen we afleiden dat de boventonen veelvouden van de grondtoon vormen.

3. <u>Eigenfrequenties van platen</u>

In dit onderdeel gaan we op zoek naar de optimale plaat voor de realisatie van onze klankkast.

Dit doen we door bepaalde platen met verschillende afmetingen en diktes te laten trillen op diverse frequenties. Zo gaan we telkens op zoek naar de laagste resonantiefrequentie van de plaat. Met deze resultaten kunnen we de ideale dikte van de plaat bepalen. Vervolgens gaan we ook met behulp van een touw en een vibratiegenerator aantonen hoe groot onze klankkast moet zijn. We bekomen een resultaat van 25 cm.

4. <u>Onderzoek van de aandrijffrequentie op de resonantie</u>

Voor dit deel onderzoeken we nog eens de factoren die een invloed hebben op de resonantiefrequentie

Dit doen we door gebruik te maken van stemvorken en frequentiegeneratoren. We laten een stemvork van 440 Hz trillen door een vibratiegenerator te laten trillen op 440 Hz. Hierna zullen we hetzelfde doen wanneer we een gewichtje aan de stemvork hebben bevestigd. We stellen vast dat de stemvork niet zal trillen. Bij het volgende experiment zullen we deze stemvork met het gewichtje aanslaan en deze frequentie meten. Vervolgens gaan we deze frequentie genereren door onze vibratiegenerator hierop af te stemmen en nadien stellen we vast dat de stemvork wel zal meetrillen.

Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten:

Dit zijn verdere verwijzingen naar concreet lesmateriaal voor leerlingen, zoals werkblaadjes, en voor leerkrachten, zoals PowerPoint presentaties. Mogelijks zal hier al naar verwezen worden in de beschrijving leeractiviteiten. Bedoeling is dat je hier een link maakt naar de respectievelijke werkblaadjes, presentaties, etc.

Werkbundel: https://drive.google.com/file/d/1m_6o0cHtEv1d3Q3YrN__NADL1W31aqQQ/view?usp=sharing

PowerPoint: *https://drive.google.com/file/d/1TlCRhRa6simNOzqiiJ6wXdkj0UNGKc7v/view?usp=sharing*

Reader:

Dit zijn verwijzingen naar voor de leerkracht interessante bronnen over deze bouwsteen met extra achtergrondinformatie (filmpjes, boeken, artikels, websites, etc.)

ICT-tools:

- https://workbench.imuscica.eu

Leerplandoelstellingen:

Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs, Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs: Leerplan: Basisoptie STEM-technieken en STEM-wetenschappen 1ste graad A-stroom D/2019/13.758/034

LPD 2 De leerlingen onderzoeken de invloed van eigenschappen van materie, materialen en grondstoffen in functie van een vraag of probleemstelling.

Beheersingsniveau: Analyseren

- Voorbeelden van eigenschappen: geleidbaarheid, oplosbaarheid, sterkte, hardheid, ruwheid, massa, massadichtheid, kleur, geluidsabsorptie ...
- Je kan eigenschappen onderzoeken van:
  - metalen, kunststoffen;
  - een bodem/substraat;
  - bouwmaterialen;
  - vezels zoals in voeding, textiel, planten, composietmateriaal ...
  - natuurlijke materialen zoals kurk, hout, klei ...
  - bedrukkingsmaterialen: papiersoorten, textiel, inkten en verven, textiel ...
  - water.
- Je kan ook aandacht hebben voor de soorten bewerkingen of bereidingen in functie van materiaaleigenschappen: boren, plooien, mengen, 3D-printen, solderen, druktechniek, teelttechniek, keuze van recipiënten ...
- Je kan aandacht hebben voor duurzaamheidsaspecten, invloed van de oorsprong, voorraad, exploitatie, recycleerbaarheid ...

LPD 6 De leerlingen gebruiken zelfgemaakte modellen om te visualiseren, te beschrijven of te verklaren.

Beheersingsniveau: Toepassen

Samenhang algemene vorming: Natuur, ruimte & techniek LPD 12; Aardrijkskunde LPD 13; Natuurwetenschappen LPD 13; Techniek LPD 16

- Voorbeelden van modellen: schetsen, schema's, plannen, tekeningen (bv. met CAD), prototypes, stroomdiagrammen, schaalmodellen, wiskundige verbanden, formules, grafieken, voorstellingswijzen, teeltschema, deeltjesmodel ...
- Een model is een voorstelling van de werkelijkheid met mogelijkheden en beperkingen.
- Je kan aandacht besteden aan het duiden van gelijkenissen en verschillen tussen werkelijkheid en model.
- Je kan leerlingen zelf een model laten kiezen uit de gegeven mogelijkheden.
- Je kan communicatievaardigheden integreren: mondeling en schriftelijk rapporteren, presenteren, visualiseren, overleggen en feedback geven.

LPD 3 De leerlingen passen wetenschappelijke vaardigheden toe.

Beheersingsniveau: Toepassen

Samenhang algemene vorming: Natuur, ruimte & techniek LPD 14; Aardrijkskunde LPD 5; Natuurwetenschappen LPD 5; Techniek LPD 18; Wiskunde LPD 11, 19, 34

- De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid de gepaste meetinstrumenten, meetmethodes en hulpmiddelen om metingen, observaties, experimenten en terreinstudies uit te voeren in functie van een behoefte, vraag of probleemstelling.
- Je kan verder bouwen op de algemene vorming: zelfstandiger meten en observeren.
- Je kan aandacht besteden aan het kritisch interpreteren van meetresultaten.
- Je kan leerlingen een meetopstelling laten realiseren en hierbij ook rekening houden met de gewenste nauwkeurigheid.
- Het is belangrijk om de juiste grootheden en gepaste eenheden in een correcte weergave te gebruiken:
  - Je kan bewust leren omgaan met nauwkeurigheid van meetresultaten in functie van de gekozen meetinstrumenten en de context.
  - Je kan afspraken maken over symboolgebruik over de vakken heen zodat eventuele verschillen kunnen geduid worden.

LPD 9 De leerlingen passen digitale vaardigheden functioneel toe.

Beheersingsniveau: Toepassen

- Leerlingen kunnen digitale vaardigheden inzetten bij het onderzoeken, ontwerpen, realiseren en communiceren.
- Je kan met ICT informatie laten opzoeken, selecteren en verwerken om de opdracht uit te voeren.
- Je kan waarnemingen laten uitvoeren met ICT.
- Je kan patronen in data laten zoeken met ICT.
- Je kan oplossingen modelleren, berekenen of simuleren met ICT (bijv. tekenen, grafisch voorstellen ...).
- Je kan tussentijdse resultaten laten bewaren, uitwisselen en bijsturen.
- Je kan het leerproces of -resultaat laten documenteren of presenteren met ICT.

BY NC SA
iStem met de i van interactie

Ontwikkeld in samenwerking met: het Spectrumcollege Beringen, middenschool.
Mentoren: Sandro Guarragi
Bart Ceunen

Bouwsteen 5

Onderzoeksvraag 5: Heeft de massa invloed op de hoogte van de eigenfrequenties?

Deze fase in een notendop:
In deze korte fase bespreken we een aantal factoren die een invloed hebben op de klank die onze klankkast zal produceren. We bekijken welke onderdelen we laten trillen en wat hiervan de gevolgen zullen zijn.
In eerste instantie laten we de lucht trillen om vervolgens de massa te laten trillen. De leerlingen zullen vaststellen dat er verschillende tonen worden geproduceerd.

Tijd: *1u*

Leerdoelen: De leerlingen

- kunnen uitleggen waarom de toon van een voorwerp verschillend is wanneer we de massa laten trillen of wanneer we de lucht laten trillen.
- kunnen uitleggen waarom de toon verhoogd of verlaagd als we de massa wijzigen.

Leerinhouden:
Fysisch:

- De invloed van de massa op de toonhoogte.
- De invloed van de luchtkolom op de toonhoogte.

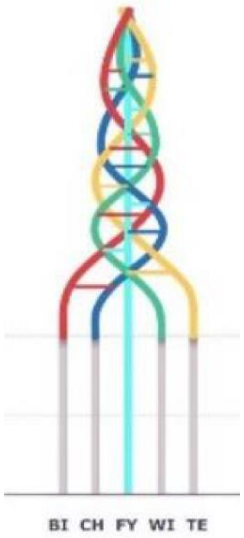
Randvoorwaarden:
<u>Benodigdheden:</u>

- Glazen flesjes
- Water

<u>Voorkennis leerlingen:</u>

- De leerlingen weten dat geluid ontstaat door een trilling.
- De leerlingen kunnen gebruik maken van reeds geziene leerstof omtrent ‘frequentie’.

Beschrijving leeractiviteiten:



1. **Onderzoek**

De klasgroep wordt in twee groepen gesplitst. Iedere groep krijgt een aantal flesjes die ze moeten vullen met water.
De ene groep zal onderzoeken waarom we een bepaalde toon verkrijgen wanneer we over de opening van het flesje blazen. De andere groep zal onderzoeken waarom we een bepaalde toon verkrijgen wanneer we op het flesje slaan/tikken.

Tot slot volgt er een klassikaal gesprek en bespreken ze hun ondervindingen en geven ze aan waarom de tonen verschillend zijn.

Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten:
Dit zijn verdere verwijzingen naar concreet lesmateriaal voor leerlingen, zoals werkblaadjes, en voor leerkrachten, zoals PowerPoint presentaties. Mogelijks zal hier al naar verwezen worden in de beschrijving leeractiviteiten. Bedoeling is dat je hier een link maakt naar de respectievelijke werkblaadjes, presentaties, etc.
Werkbundel: https://drive.google.com/file/d/1m_6o0cHtEv1d3Q3YrN__NADL1W31aqQQ/view?usp=sharing
PowerPoint: https://drive.google.com/file/d/1TlCRhRa6simNOzqiiJ6wXdkj0UNGKc7v/view?usp=sharing

Reader:
Dit zijn verwijzingen naar voor de leerkracht interessante bronnen over deze bouwsteen met extra achtergrondinformatie (filmpjes, boeken, artikels, websites, etc.)

ICT-tools:

Leerplandoelstellingen:
Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs, Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs: Leerplan: Basisoptie STEM-technieken en STEM-wetenschappen 1ste graad A-stroom D/2019/13.758/034

LPD 3 De leerlingen passen wetenschappelijke vaardigheden toe.

Beheersingsniveau: Toepassen

Samenhang algemene vorming: Natuur, ruimte & techniek LPD 14; Aardrijkskunde LPD 5; Natuurwetenschappen LPD 5; Techniek LPD 18; Wiskunde LPD 11, 19, 34

- De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid de gepaste meetinstrumenten, meetmethodes en hulpmiddelen om metingen, observaties, experimenten en terreinstudies uit te voeren in functie van een behoefte, vraag of probleemstelling.
- Je kan verder bouwen op de algemene vorming: zelfstandiger meten en observeren.
- Je kan aandacht besteden aan het kritisch interpreteren van meetresultaten.
- Je kan leerlingen een meetopstelling laten realiseren en hierbij ook rekening houden met de gewenste nauwkeurigheid.
- Het is belangrijk om de juiste grootheden en gepaste eenheden in een correcte weergave te gebruiken:
  - Je kan bewust leren omgaan met nauwkeurigheid van meetresultaten in functie van de gekozen meetinstrumenten en de context.
  - Je kan afspraken maken over symboolgebruik over de vakken heen zodat eventuele verschillen kunnen geduid worden.

LPD 2 De leerlingen onderzoeken de invloed van eigenschappen van materie, materialen en grondstoffen in functie van een vraag of probleemstelling.

Beheersingsniveau: Analyseren

- Voorbeelden van eigenschappen: geleidbaarheid, oplosbaarheid, sterkte, hardheid, ruwheid, massa, massadichtheid, kleur, geluidsabsorptie ...
- Je kan eigenschappen onderzoeken van:
  - metalen, kunststoffen;
  - een bodem/substraat;
  - bouwmaterialen;
  - vezels zoals in voeding, textiel, planten, composietmateriaal ...
  - natuurlijke materialen zoals kurk, hout, klei ...
  - bedrukkingsmaterialen: papiersoorten, textiel, inkten en verven, textiel ...
  - water.
- Je kan ook aandacht hebben voor de soorten bewerkingen of bereidingen in functie van materiaaleigenschappen: boren, plooien, mengen, 3D-printen, solderen, druktechniek, teelttechniek, keuze van recipiënten ...
- Je kan aandacht hebben voor duurzaamheidsaspecten, invloed van de oorsprong, voorraad, exploitatie, recycleerbaarheid ...

BY NC SA

Ontwikkeld in samenwerking met: het Spectrumcollege Beringen, middenschool.
Mentoren: Sandro Guarragi
Bart Ceunen

Bouwsteen 6

Onderzoeksvraag 6: Heeft het horen iets te maken met eigentrillingen?

Deze fase in een notendop:
Het theoretisch onderdeel van dit project wordt afgerond door in te diepen op ons gehoororgaan 'het oor'. Eerst volgt er een korte herhaling rond het fenomeen 'resonantie'. Tijdens deze bespreking stellen we vast dat we verschillende frequenties van elkaar kunnen onderscheiden. We kunnen dus besluiten dat er zogenaamde 'stemvorken' in ons oor aanwezig zijn. We gaan op zoek naar deze stemvorken en proberen deze te situeren.
Eerst komen de leerlingen in contact met de drie grote delen van ons gehoorzintuig. Vervolgens zoomen we in op het inwendig oor, meer bepaald het slakkenhuis.
Ook het slakkenhuis wordt tot in het detail besproken. Ze leren dat het basaalmembraan zal trillen op specifieke frequenties waardoor de haarcellen ombuigen en deze informatie doorgeven aan onze hersenen.
Maar wat gebeurt er dan wanneer deze haarcellen beschadigd zijn? Aangezien leerlingen op regelmatige basis in contact komen met luide muziek/geluiden, vinden we het belangrijk dat we ook even de focus kunnen leggen op gehoorverlies en gehoorschade. In dit onderdeel leggen we de focus op preventieve maatregelen die de leerlingen naar de toekomst toe zeker en vast zullen hanteren.

Tijd: *3 u*

Leerdoelen: De leerlingen

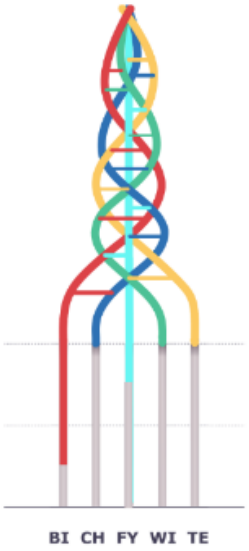
- kunnen het gehoorzintuig in drie grote delen opsplitsen en deze correct benoemen.
- kunnen het fenomeen 'resonantie' gebruiken om de werking van het oor te verduidelijken.
- kunnen uitleggen waar hoge en lage tonen worden waargenomen.
- kunnen een aantal maatregelen opsommen om gehoorverlies te voorkomen.

Leerinhouden: het uitwendig oor, het middenoor, het inwendig oor, slakkenhuis = cochlea, de bovenste gang, de middengang, de onderste gang, basaalmembraan, haarcel, steuncel, dakmembraan, gehoorzenuw, gehoorverlies/gehoorschade

Randvoorwaarden:

- **Materiaal**: Projectiemogelijkheid (PPT), PC, Ipad, stemvork (2) + klankkast(2) + hamertje, didactisch model 'het oor', didactisch model 'ontrold slakkenhuis'
- **Voorkennis leerlingen**:
  - De leerlingen kunnen het fenomeen 'resonantie' duidelijk verwoorden.

Beschrijving leeractiviteiten:



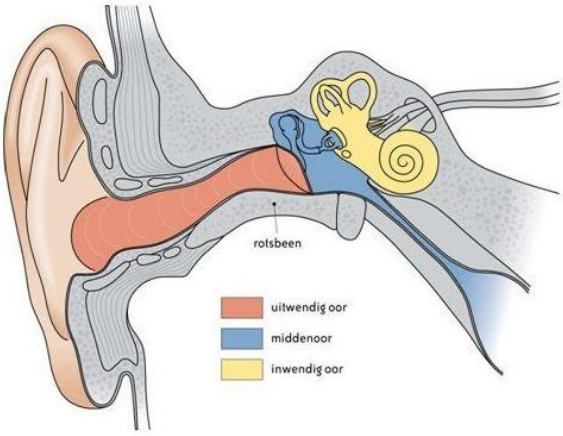
1. **<u>Fenomeen 'resonantie'</u>**

Om deze onderzoeksvraag in te leiden, wordt het fenomeen 'resonantie' kort herhaald.

Het proefje met betrekking tot resonantie wordt kort herhaald. De leerlingen leggen in hun eigen woorden uit wat er gebeurt en koppelen hier een verklaring aan. Ze merken op dat de tweede stemvork ook zal trillen omdat beide voorwerpen dezelfde resonantiefrequentie bezitten.
Vervolgens beantwoorden de leerlingen een aantal vragen rond ons gehoorzintuig. Ze stellen vast dat we verschillende frequenties van elkaar kunnen onderscheiden. We veronderstellen dat ons gehoor werkt doordat er iets in ons oor, zoals de 2de stemvork, in resonantie komt. Hieruit kunnen we afleiden dat er meerdere stemvorken in ons oor aanwezig zijn.

2. <u>De bouw van het oor</u>

Welk onderdeel van het oor kan een onderscheid maken tussen de verschillenden frequenties?



Om bovenstaande vraag te kunnen beantwoorden, is het van belang dat we de bouw van het oor analyseren.
We maken een onderscheid tussen het uitwendig oor, het middenoor en het inwendig oor. Ook worden er verschillende onderdelen besproken en bekijken we de weg dat het geluid zal afleggen.
De geluidsreceptoren die de geluidsprikkels verwerken en omvormen tot zenuwimpulsen, liggen in het slakkenhuis. Om die reden focussen we ons in het verder onderdeel op het inwendig oor, meer bepaald het slakkenhuis. Daarin gaan we op zoek naar onze zogenaamde 'stemvorken'.

3. <u>Het inwendig oor</u>
Waar bevinden deze eigenfrequenties / zogenaamde 'stemvorken' zich?

Het proefje rond 'resonantie' wordt voor een tweede keer herhaald. Laat de ene stemvork het geluid voorstellen dat van buiten in je oor komt en de andere stemvork iets in ons slakkenhuis voorstellen dat gaat meeresoneren. Wanneer we de proef uitvoeren met voorgaand idee in ons achterhoofd kunnen we besluiten dat voor elke frequentie die we kunnen waarnemen, er iets in ons slakkenhuis zal meeresoneren. In ons slakkenhuis zijn er dus verschillende 'stemvorken' aanwezig.

Maar waar zitten deze stemvorken nu? Om deze vraag te kunnen beantwoorden, is het van belang dat we het slakkenhuis zorgvuldig analyseren. De leerlingen maken een onderscheid tussen de drie gangen en vullen de tekening in hun cursus verder aan. Ze leren dat het basaalmembraan specifieke eigenfrequenties bezit. Dit wil dus zeggen dat afhankelijk van de toonhoogte het basaalmembraan op een andere plaats zal trillen. Bij hoge tonen zal het basaalmembraan trillen aan de basis van het slakkenhuis. Bij lage tonen zal het basaalmembraan trillen aan de top van het slakkenhuis. Ter visuele illustratie kunnen de leerlingen met behulp van de QR-code de animatie bekijken.

Op het basaalmembraan staan er duizenden haarcellen ingepland. Wanneer ons oor geluiden opvangt van een bepaalde frequentie zal het basaalmembraan op één specifieke plaats trillen waardoor de haarcellen ombuigen. Deze ombuiging leidt tot zenuwimpulsen die via de gehoorzenuw naar de hersenen worden gevoerd.

4. <u>Gehoorverlies / gehoorschade</u>
Hoe kunnen we ons gehoorzintuig goed beschermen?

De leerlingen maken kennis met gehoorverlies en gehoorschade. Door langdurige blootstelling aan harde geluiden kunnen de haarcellen zich zo fel ombuigen dat ze niet meer hun oorspronkelijke positie kunnen innemen en beschadigd blijven. Om dit fenomeen voor de leerlingen duidelijk te maken, vergelijken we dit met een graanveld.

Om de leerlingen bewust te maken hoe ernstig de gevolgen van gehoorschade kunnen zijn, kan u als leerkracht ervoor kiezen om gebruik te maken van de kortfilm 'ruis'. Ruis vertelt het waargebeurd verhaal van een jongeman met ernstige gehoorschade. Gehoorschade komt vaker voor dan je denkt en is vaak nog een taboe. Te luide muziek maar ook te lange blootstelling aan lawaai van machines bijvoorbeeld op school kunnen tot gehoorschade leiden.
Deze kortfilm is geïnspireerd op het verhaal van Dietrich Hectors, die na jarenlang worstelen met tinnitus en hyperacusis uit het leven stapte in 2009. Dietrich zette zijn afscheidsbrief op zijn Facebookprofiel om aandacht te vragen voor de problematiek van geluid en gehoorschade.
Met deze film wil de Vlaamse overheid gehoorschade bespreekbaar maken bij jongeren tussen 12 en 18 jaar en vooral ook sensibiliseren dat je gehoorschade kan voorkomen door bijvoorbeeld oordopjes te dragen in een lawaaierige omgeving. Het is dus de bedoeling dat u als leerkracht ervoor kiest om dit in klasverband te bespreken.

Tot slot worden er in de cursus nog een heel aantal preventieve maatregelen opgesomd die tijdens de les mondeling aan bod komen. Voer met de leerlingen een gesprek en bespreek welke maatregelen ze reeds toepassen of naar de toekomst toe zeker niet uit het oog mogen verliezen.

Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten:

Dit zijn verdere verwijzingen naar concreet lesmateriaal voor leerlingen, zoals werkblaadjes, en voor leerkrachten, zoals PowerPoint presentaties. Mogelijks zal hier al naar verwezen worden in de beschrijving leeractiviteiten. Bedoeling is dat je hier een link maakt naar de respectievelijke werkblaadjes, presentaties, etc.

Werkbundel: https://drive.google.com/file/d/1m_6o0cHtEv1d3Q3YrN__NADL1W31aqQQ/view?usp=sharing

PowerPoint: *https://drive.google.com/file/d/1TlCRhRa6simNOzqiiJ6wXdkj0UNGKc7v/view?usp=sharing*

Reader:

Dit zijn verwijzingen naar voor de leerkracht interessante bronnen over deze bouwsteen met extra achtergrondinformatie (filmpjes, boeken, artikels, websites, etc.)

ICT-tools:

- https://youtu.be/m_9SqIQ0BQQ (Animatie over het horen van frequenties → piano)
- https://omgeving.vlaanderen.be/dvd-ruis-en-lesmateriaal (kortfilm 'ruis')

Eindtermen:

Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs, Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs: Leerplan: Basisoptie STEM-technieken en STEM-wetenschappen 1ste graad A-stroom D/2019/13.758/034

LPD 5 De leerlingen beargumenteren keuzes bij het oplossen van problemen in STEM-contexten.

Beheersingsniveau: Evalueren

Samenhang algemene vorming: Natuur, ruimte & techniek LPD 11; Aardrijkskunde LPD 12; Natuurwetenschappen LPD 14; Techniek LPD 15; Wiskunde LPD 2.

- Je kan aandacht besteden aan de integratie van kennis en vaardigheden uit S, T, E en M.
- Je kan communicatievaardigheden integreren: mondeling en schriftelijk rapporteren, presenteren, visualiseren, overleggen en feedback geven.
- Je kan leerlingen uitdagen om creatief en analytisch te denken bij het argumenteren tegenover medeleerlingen, leraar …
- Je kan leerlingen constructief leren omgaan met feedback.
- Je kan aandacht besteden aan voortdurend bijsturen (iteratief werken).

BY NC SA

Ontwikkeld in samenwerking met: het Spectrumcollege Beringen, middenschool.
Mentoren: Sandro Guarragi
Bart Ceunen

Bouwsteen 7

Techniek: De bouw van een klankkast

Deze fase in een notendop:
Tijdens deze lessen gaan de leerlingen zelf aan de slag. Na het theoretisch onderdeel beschikken de leerlingen over voldoende inzichten die bijdragen tot de realisatie van hun klankkast.
Eerst worden de verschillende criteria besproken en volgt er een brainstorm. Tijdens deze brainstorm is het de bedoeling dat de leerlingen op zoek gaan naar mogelijke oplossingen.
Vervolgens ontvangen de leerlingen het materiaal waarmee ze aan de slag moeten gaan. Om de realisatie optimaal te laten verlopen, is het de bedoeling dat de leerlingen eerst hun klankkast zullen uittekenen in Google Sketchup. De cursus bevat een handleiding die de werking van Google Sketchup verduidelijkt.
Het uittekenen van de klankkast wordt stapsgewijs overlopen aan de hand van duidelijke afbeeldingen en instructies. De leerlingen krijgen de keuze om aan de slag te gaan met realisatie 1, 2 of 3. Het is dus de bedoeling dat ze zelf een keuze maken. Indien u als leerkracht er liever voor kiest om aan de slag te gaan met slecht één realisatie, kan dit uiteraard ook.
Na het uittekenen van hun klankkast in Google Sketchup, gaan de leerlingen nu zelf aan de slag. Ze zorgen ervoor dat ze tijdens de realisatie hun tekening en vooral de correcte afmetingen altijd kunnen raadplegen. Ofwel kiezen ze er dus voor om hun tekening af te drukken ofwel hun afmetingen te noteren.
Wanneer alle leerlingen hun klankkast hebben uitgewerkt, kan je ervoor kiezen om de verschillende ontwerpen met elkaar te vergelijken en de resultaten te bespreken. Stel de vraag: 'Welk ontwerp voldoet nu het best aan reeds besproken criteria?'

Tijd: *8 u*

Leerdoelen: De leerlingen

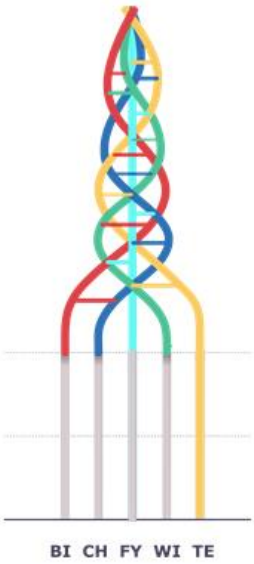
- kunnen voor de gestelde criteria mogelijke oplossingen bedenken en hierover brainstormen.
- kunnen op een gepaste manier aan de slag gaan met Google Sketchup.
- kunnen de verschillende onderdelen correct uittekenen.
- kunnen rekening houden met de specifieke afmetingen van hun smartphone.
- kunnen het gereedschap op een gepaste manier hanteren en houden rekening met de veiligheid.
- kunnen hun klankkast testen in functie van de criteria en deze kritisch beoordelen.

Leerinhouden: Brainstormen over mogelijke oplossingen, klankkast uittekenen in Google Sketchup, uitwerken van de klankkast

Randvoorwaarden:

- **Materiaal (per leelring)**: PC, Google Sketchup, Dekplaat 300x210x4 mm (berken triplex), Bodemplaat 300x210x4 mm (berken triplex), 2x tussenplaat 210x150x20 (grenen massief hout)
- **Materiaal (tijdens de constructie)**: lat, potlood, correcte afmetingen van de gsm, figuurzaagmachine, schuurpapier, houtlijm, vochtige doek, mal, platte vijl
- **Voorkennis leerlingen**:
    - De leerlingen kunnen gebruik maken van reeds verworven inzichten uit het theoretisch onderdeel.

Beschrijving leeractiviteiten:



1. **<u>Criteria gesteld aan de klankkast</u>**

We leggen de focus op een aantal belangrijke criteria.

Tijdens dit onderdeel komen er een aantal belangrijke criteria aan bod waar we rekening mee moeten houden wanneer we onze klankkast willen uitbouwen. Hieronder volgt een opsomming:

- De klankkast moet het geluid hoorbaar versterken.
- De kwaliteit van het geluid gaat niet verloren (geen doffe of schelle klank).
- De klankkast is stevig en staat stabiel.
- We hanteren een akoestische versterking (zonder elektriciteit).
- De klankkast versterkt vooral lage tonen.
- Het trillingsoppervlak bevat een lengte van circa 25 cm.
- Het geluid wordt naar het oor gericht.
- Het ontwerp van de klankkast bevat een lage kostprijs.
- De klankkast is makkelijk vervoerbaar.

2. <u>Criteria ontwerp</u>

Op welke manier kunnen we rekening houden met de criteria?

De leerlingen brainstormen in functie van de verschillende criteria. Tijdens deze brainstorm maken ze gebruik van reeds verworven inzichten uit het theoretisch onderdeel. Ze krijgen de mogelijkheid om een aantal oplossingen te formuleren in hun cursus. Doorheen de uitbouw van hun klankkast houden ze hier dan ook rekening mee.

3. <u>Stuklijst</u>

Welk materiaal ontvangen de leerlingen?

In de cursus volgt er een duidelijke lijst met het materiaal dat de leerlingen nodig hebben.

- Dekplaat 300x210x4 mm (berken triplex)
- Bodemplaat 300x210x4 mm (berken triplex)
- 2x tussenplaat 210x150x20 (grenen massief hout)

4. <u>Sketchup</u>
Wat is Google Sketchup en hoe hanteer ik de verschillende tools?

In dit onderdeel wordt het zowel voor de leerkracht als voor de leerlingen duidelijk hoe ze aan de slag kunnen gaan met het programma Google Sketchup.

Eerst volgt er een algemene uitleg. Hier leer je waarvoor het programma gebruikt wordt en hoe je het kan instaleren. Wanneer je het stappenplan correct opvolgt, zal je binnen de kortste keren het programma kunnen openen en documenten kunnen opslaan.

Daarna is het uiteraard van belang dat je wegwijs wordt gemaakt binnen het tekenprogramma Google Sketchup. De verschillende tools worden uitgelegd. Ook kan je bij de meeste tools een voorbeeld terugvinden ter visuele illustratie.

Wanneer alles duidelijk is, ben je in staat om zelf aan de slag te gaan.

5. <u>Het tekenen van de klankkast</u>
De leerlingen tekenen stapsgewijs hun klankkast uit in Google Sketchup.

Het uittekenen van de klankkast verloopt in drie verschillende stappen. Eerst wordt de dekplaat uitgetekend. Daarna gaan de leerlingen aan de slag met de grondplaat en tot slot zullen ze de tussenplaten uittekenen.

Bij de grondplaat en de dekplaat volgen alle leerlingen hetzelfde stappenplan. Bij het uittekenen van de tussenplaten krijgen de leerlingen de keuze om te kiezen tussen drie verschillende realisaties. Belangrijk is dat de leerlingen deze tekening ook zullen gebruiken bij de verdere realisatie van hun klankkast. Als leerkracht is het dus belangrijk dat je duidelijk aangeeft dat de leerlingen kiezen voor één realisatie en ook deze zullen uitwerken.

Uiteraard kan u er als leerkracht ook steeds voor kiezen om aan de slag te gaan met slechts één ontwerp.

6. <u>Constructie van de klankkast</u>
De leerlingen steken hun handen uit de mouwen en hanteren het gereedschap op de gepaste manier.

Na het uittekenen van hun klankkast gaan de leerlingen praktijkgericht aan de slag. Aangezien ze voordien reeds één van de drie realisaties hadden uitgekozen, kunnen de leerlingen direct aan de slag gaan.

Het is de bedoeling dat ze het correcte stappenplan bij de hand nemen en actief aan de slag gaan. Belangrijk is dat ze het gereedschap op een gepaste manier hanteren.

7. <u>De klankkast testen in functie van de criteria</u>
De verschillende criteria worden kritisch afgetoetst en besproken.

Wanneer de klankkast volledig is uitgewerkt, kan je de verschillende ontwerpen met elkaar vergelijken en de resultaten bespreken. Analyseer samen met de leerlingen welk ontwerp het best voldoet aan reeds besproken criteria.

Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten:

Dit zijn verdere verwijzingen naar concreet lesmateriaal voor leerlingen, zoals werkblaadjes, en voor leerkrachten, zoals PowerPoint presentaties. Mogelijks zal hier al naar verwezen worden in de beschrijving leeractiviteiten. Bedoeling is dat je hier een link maakt naar de respectievelijke werkblaadjes, presentaties, etc.

Werkbundel: https://drive.google.com/file/d/1m_6o0cHtEv1d3Q3YrN__NADL1W31aqQQ/view?usp=sharing

PowerPoint: *https://drive.google.com/file/d/1TlCRhRa6simNOzqiiJ6wXdkj0UNGKc7v/view?usp=sharing*

Reader:

Dit zijn verwijzingen naar voor de leerkracht interessante bronnen over deze bouwsteen met extra achtergrondinformatie (filmpjes, boeken, artikels, websites, etc.)

ICT-tools:

- https://sketchup3d.be/wat-is-sketchup/

Eindtermen:

Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs, Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs: Leerplan: Basisoptie STEM-technieken en STEM-wetenschappen 1ste graad A-stroom D/2019/13.758/034

LPD 4 De leerlingen gebruiken doelgericht hulpmiddelen om te onderzoeken, te ontwerpen of te realiseren al dan niet aan de hand van technisch-wetenschappelijke informatie.

Beheersingsniveau: Toepassen

Samenhang algemene vorming: Natuur, ruimte & techniek LPD 4; Aardrijkskunde LPD 6; Natuurwetenschappen LPD 4; Techniek LPD 4; Wiskunde LPD 12

Je kan doelgericht hulpmiddelen kiezen zoals meetinstrumenten, tekensoftware, simulatiesoftware, rekenblad, gereedschappen en machines, labomateriaal ....

LPD 12 De leerlingen ontwerpen een oplossing in functie van behoeften, vragen, problemen, eisen en beperkingen.

Beheersingsniveau: Creëren

- Voorbeelden van eisen: dimensies, functionaliteit, kwaliteit, veiligheid, kostprijs, ergonomie, vormgeving …
- Voorbeelden van beperkingen: max. kostprijs, regelgeving, natuurwetten …
- Een oplossing kan de gedaante aannemen van een technisch systeem maar kan bv. ook een nieuwe of aangepaste interventie zijn of een werkwijze.
- Je kan aandacht besteden aan de wisselwerking tussen onderzoek en ontwerpen om tot een beter resultaat te komen.
- Je kan de nadruk leggen op het inzetten van creatieve denktechnieken om ideeën te genereren zoals een brainstorm, brainwriting, schetsen …
- In de fase van het genereren van ideeën hoeven leerlingen nog niet noodzakelijk rekening te houden met materiaalkeuzes, productiemethodes, verbindingsmethoden …
- Je kan creatieve denktechnieken integreren om ideeën te selecteren en te combineren. Dit kan aan de hand van een voorwaardentabel, voorkeurstemmen tellen of technieken om bijvoorbeeld de meest beloftevolle ideeën te kiezen of om terugval op oude denkpatronen te vermijden (zoals bv. de COCD-box) …
- Je kan verschillende modellen inzetten om ontwerpconcepten of ontwerpresultaten te communiceren en te presenteren zoals tekeningen, maquettes, een moodboard, diagrammen …

BY NC SA

Ontwikkeld in samenwerking met: het Spectrumcollege Beringen, middenschool.
Mentoren: Sandro Guarragi
Bart Ceunen