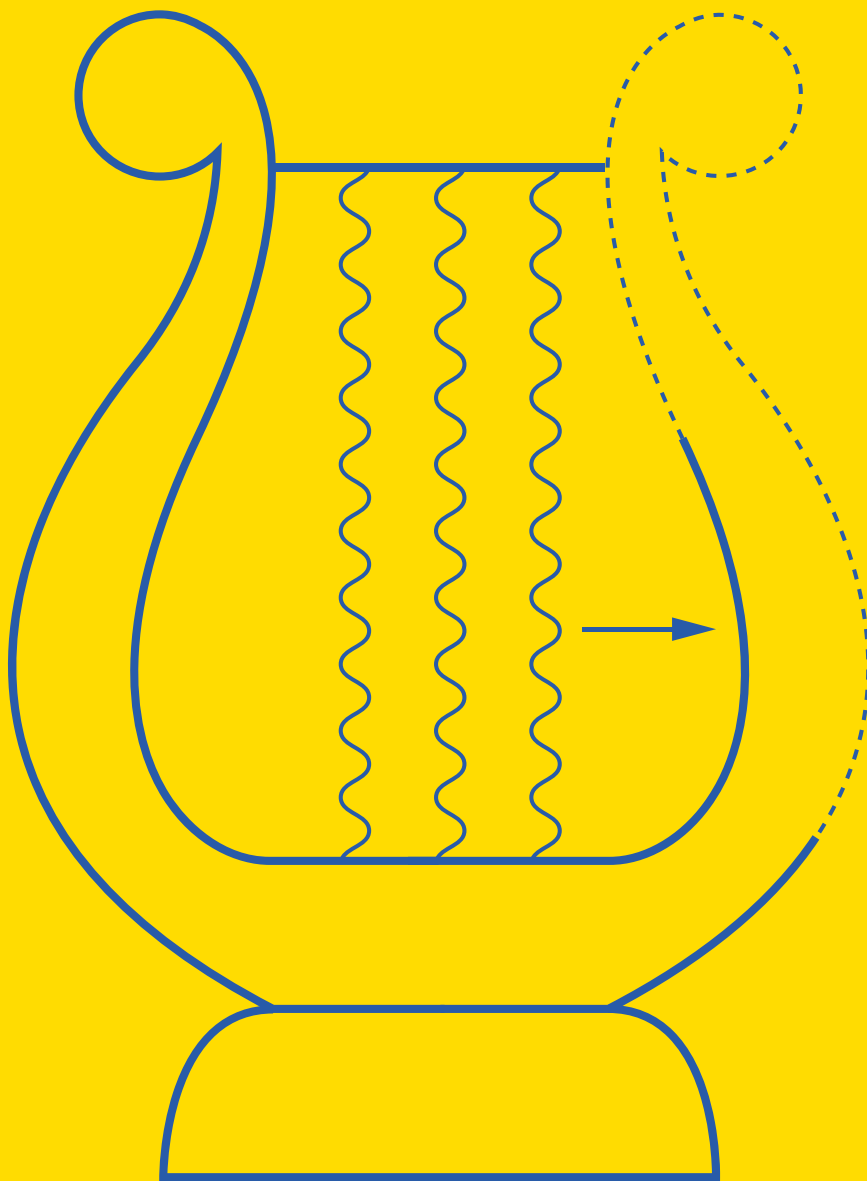


Leerkrachtenhandleiding lesmodule

Geluid

Maak een snaarinstrument



MAAK
KUNDE



Colofon

Lesmodule Geluid

Leerkrachtenhandleiding groep 5-8

Versie 2019 - 1

© NEMO

Deze lesmodule Maakkunde van NEMO Science Museum is ontwikkeld door NEMO Science Learning Center, het expertisecentrum van NEMO op het gebied van leren over wetenschap en technologie.

Deze lesmethode heb je ontvangen na het volgen van een Maakkundetraining. Het is toegestaan om het materiaal of delen van het materiaal te kopiëren en te distribueren voor gebruik binnen de eigen school. Het is niet toegestaan om het materiaal te kopiëren en te distribueren voor gebruik door derden.

Illustraties: Henk Stolker

Fotografie: Digidaan

Voor reacties of vragen:

info@maakkunde.nl

NEMO besteedt veel aandacht aan de betrouwbaarheid, juistheid en volledigheid van de informatie in deze lesmodule. Wij zijn niet aansprakelijk voor kennelijke (type)fouten.

NEMO

Postbus 421

1000 AK Amsterdam

www.maakkunde.nl

Inhoud

Lesmethode Maakkunde	3
Lesinstructie	5
Introductieles – Wat is techniek? 40 minuten	7
Lesoverzicht	7
Lesbeschrijving	8
Inleiding lesmodule Geluid	9
Les 1 – Wat is het probleem? 45 minuten	11
Lesoverzicht	11
Lesbeschrijving	12
1.1 Inleiding	12
1.2 Het probleem introduceren	12
1.3 Verkennen	12
1.4 Afronding	13
Les 2 – Geluid onderzoeken 1 uur en 5 minuten	14
Lesoverzicht	14
Lesbeschrijving	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Voortbeweging van geluid	16
2.3 Geluidstrillingen onderzoeken	16
2.4 Toonhoogte onderzoeken	17
2.5 Klankkast onderzoeken	18
2.6 Afronding	18
Les 3 – Ontwerp en maak je eigen snaarinstrument 1 uur en 30 minuten	19
Lesoverzicht	19
Lesbeschrijving	20
3.1 Inleiding	20
3.2 Ontwerpen	20
3.3 Maken, testen en verbeteren	21
3.4 Afronding	21
Les 4 – Is het probleem opgelost? 45 minuten	22
Lesoverzicht	22
Lesbeschrijving	23
4.1 Inleiding	23
4.2 Presenteren	23
4.3 Afronding	23
Achtergrondinformatie	25
Achtergrondinformatie Geluid	27
Ideeën van kinderen over geluid	29
Extra activiteiten	31
Lijst van lees- en prentenboeken	33
Informatieve boeken	33
Aanvullende activiteiten en excursies	33

Lesmethode Maakkunde

Over Maakkunde

Maakkunde is een hands-on lesmethode voor ontwerpen en onderzoeken. Deze lesmethode is geschikt voor groep 1 tot en met 8 van het basisonderwijs. Deze sluit aan bij de kerndoelen en kan goed worden gecombineerd met vakken als rekenen en taal.

Maakkunde richt zich op wetenschap en technologie en omvat een zeer breed scala aan wetenschappelijke fenomenen en technische principes. In de lesmodule staan uitdagingen centraal die dicht bij de belevingswereld van kinderen staan. De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem en testen en verbeteren het totdat het werkt.

Bij Maakkunde leren de leerlingen door te doen. Ze leren naast kennis over wetenschap en technologie ook 21e-eeuwse vaardigheden, zoals probleemoplossend vermogen, creativiteit en samenwerken. Zo ontwikkelen de leerlingen zelfvertrouwen en een positieve houding ten opzichte van wetenschap en technologie. De lesmethode is ontwikkeld met scholen en zeer uitgebreid getest.

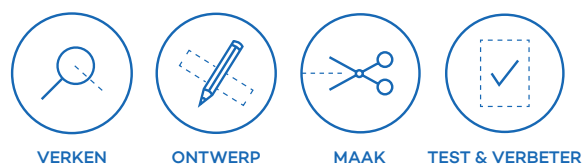
De didactiek

Ontwerpend leren wordt gecombineerd met onderzoekend leren. De leerlingen lossen een probleem op door een product te maken, waarbij ze gebruik maken van de ontwerpcyclus. De benodigde natuurwetenschappelijke kennis doen ze op door het doen van onderzoek. Deze kennis kunnen ze daarna toepassen in het maken van het ontwerp. Wat de leerlingen gaan maken ligt vast in de methode. Hoe de

leerlingen het product gaan maken wordt door hen zelf bepaald. Hierdoor ontstaat een grote diversiteit aan eindproducten. De oplossing is dus enigszins gekaderd. Binnen de gestelde kaders komen de oplossingen en ideeën van alle leerlingen goed tot hun recht.

Gebruik Ontwerpcyclus

In de lesmethode wordt de ontwerpcyclus gebruikt. Iedere stap is uitgebeeld met een pictogram. Deze cyclus kan je geheel of in delen gebruiken om de les te ondersteunen. In de leerkrachtenhandleiding staat beschreven waar je je bevindt in de ontwerpcyclus.



Gebruik Onderzoekscyclus

De verkenstap van de ontwerpcyclus kan op verschillende manieren worden gedaan. In Maakkunde verken je onder andere door onderzoek te doen. Dit gebeurt in les 2. Hierbij maak je gebruik van de onderzoekscyclus. Elke stap is uitgebeeld met een pictogram. Deze cyclus kun je geheel of in delen gebruiken om de les te ondersteunen.



Organisatie van de lessen

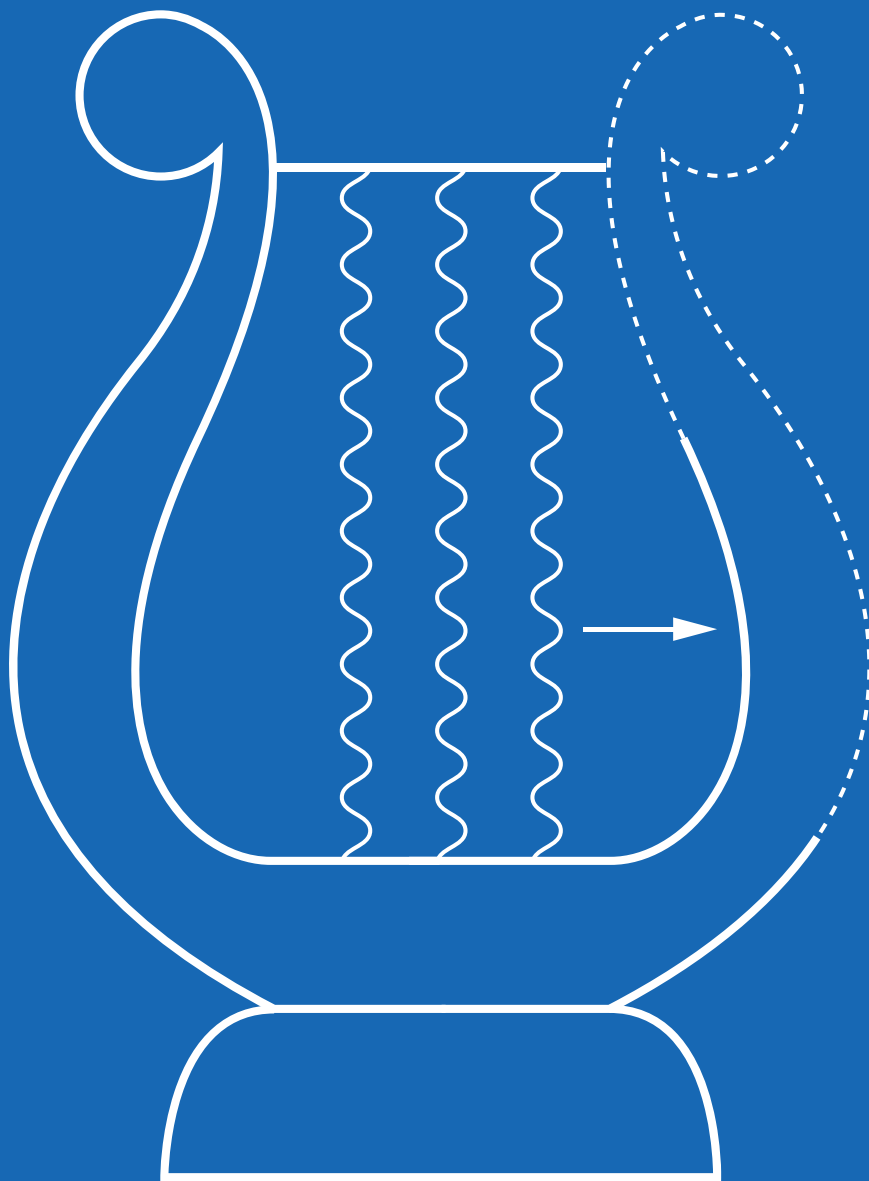
De lesmethode Maakkunde bestaat uit tien lesmodules, ieder met een aansprekend thema. Elke lesmodule bestaat uit vier lessen. Les 1 introduceert het probleem en geeft daarmee de basis voor de volgende lessen. Les 2 richt zich op de kennis die de leerlingen nodig hebben om het probleem op te lossen. In les 3 ontwerpen en maken de leerlingen hun oplossing. Ten slotte evalueren de leerlingen in les 4 hun product.

Elke lesmodule van Maakkunde begint met de optionele 'Introductieles – Wat is techniek?'. Deze les is bedoeld voor leerlingen die nog nooit hebben gewerkt met Maakkunde. Deze les introduceert de ontwerpcyclus en maakt aan leerlingen duidelijk dat alles om ons heen ontworpen is.

Leerkrachten ondersteuning

Elke les is beschreven in de lesinstructie van de leerkrachtenhandleiding. Deze handleiding bevat tips voor uitbreiding en differentiatie van de lessen, suggesties voor extra activiteiten, achtergrondinformatie en informatie over de ideeën van kinderen over het behandelde thema. Ook is er een benodigdhedenlijst. Online is aanvullend presentatiemateriaal te vinden, waaronder de afbeeldingen van de onderzoeks- en ontwerpcyclus en de bijbehorende losse pictogrammen.

Lesinstructie



Introductieles – Wat is techniek?

Lesoverzicht

De leerlingen onderzoeken theezakjes. Ze ontdekken dat alles is ontworpen voor een bepaalde functie.



Tijdsduur

40 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- weten dat voorwerpen ontworpen zijn met het doel een bepaald probleem op te lossen of te voorzien in een specifieke behoefte;
- weten dat techniek overal om je heen in hele alledaagse voorwerpen te vinden is;
- maken kennis met de ontwerpcyclus.

Aansluiting bij taal

- De leerlingen formuleren en beargumenteren hun kennis over vorm en functie bij theezakjes.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- 1 pak post-its
- 5 grote vellen papier (bijv. A2)
- 5 sets van verschillende soorten theezakjes:
 - theezakje (eenkops) met (papier/plastic) zakje eromheen
 - theezakje (eenkops) zonder (papier/plastic) zakje eromheen
 - theezakje voor een hele pot thee
 - piramidevormig theezakje
 - theezakje dat er luxer uit ziet

Vorbereiding

- Verdeel de leerlingen in vijf groepjes.

Lesbeschrijving



Inleiding

Groepjes/klassikaal – 10 minuten

Vertel de leerlingen dat ze iets gaan leren over techniek.

Geef elke leerling een post-it. Laat de leerlingen bespreken waar ze allemaal aan denken bij de term 'techniek'. Elke leerling schrijft één gedachte over techniek op een post-it. Daarna plakken alle leerlingen de post-its op een groot vel en lichten ze hun keuze klassikaal toe.



Alledaagse techniek onderzoeken

Groepjes/klassikaal – 15 minuten

Onderzoek

Geef elk groepje een setje theezakjes en laat ze het materiaal, de vorm en functie van de theezakjes onderzoeken. Mogelijke vragen die je de leerlingen kunt stellen als je rondloopt:

- Waar is het theezakje van gemaakt?
- Waarom zitten er gaatjes in? Zijn de gaatjes groot? Waarom wel/niet?
- Waarom zien de theezakjes eruit zoals ze eruitzien?
- Waar is bij het maken rekening mee gehouden?
- Kan een theezakje er nog anders uitzien? Leg uit.

Bespreek

Vraag de leerlingen waarom het theezakje eruitziet zoals het eruitziet. Een theezakje is een alledaags voorwerp waarvoor geen ingewikkelde technologie nodig is geweest. Toch is hier heel goed over nagedacht. Laat hierbij het materiaal, de vorm en functie weer aan de orde komen:

- Welk probleem heeft het zakje opgelost? Losse blaadjes in je thee is onhandig. Je hebt dan een zeefje nodig om het er weer uit te krijgen. Dit is daarvoor een handige uitvinding.
- De thee zit vaak nog in een ander papieren zakje. Dit dient als bescherming. Ook kun je eraan zien welke smaak de thee heeft.
- Het zakje is niet met lijm dichtgemaakt. Waarschijnlijk omdat dat niet goed voor je is.
- Het zakje zit vast met kleine gaatjes in het papier. Op deze manier is het licht.
- Het papier is dun, dus goedkoper in materiaal- en vervoerskosten, maar niet zo dun dat het te snel scheurt.

- Het theezakje zelf is gemaakt van papier met hele kleine gaatjes, zodat de smaak en kleur erdoor kan, maar niet de theeblaadjes.
- Het theezakje zelf is groot genoeg dat er thee in kan voor één kopje thee en dat de blaadjes kunnen zwellen.

Concludeer

Over zoiets simpels als een theezakje is dus heel goed nagedacht. Alles is ontworpen voor een bepaalde functie. Bij het ontwerpen en bedenken is hier rekening mee gehouden. Ook bij het ontwikkelen van een theezakje is de ontwerpcyclus gebruikt.

Introduceer de ontwerpcyclus

Doorloop met de leerlingen de stappen: verken, ontwerp, maak, test & verbeter aan de hand van een fictief probleem.

Er is een rivier, er staan mensen aan de ene kant die naar de andere kant willen.

Verken

Bedenk wat je weet en wat je nog moet weten.

- Welke materialen heb je?
- Hoe zwaar zijn de mensen?
- Hoe ver is het naar de overkant?

Ontwerp

Bedenk mogelijke oplossingen en werk er een uit.

- Van welk materiaal wil je de brug maken?
- Hoe komt de brug eruit te zien?

Maak

Maak de brug.

Test & verbeter

Test de brug en verbeter hem.

Afronding

Klassikaal – 15 minuten

Kom terug op wat de leerlingen allemaal bedacht hebben bij de term 'techniek'. Denken de leerlingen nu anders over techniek? Techniek is alles dat door mensen is gemaakt; het lost een probleem op of vervult een behoefte. Als er een probleem opgelost moet worden kun je dat in een aantal stappen doen.

Inleiding lesmodule Geluid

De leerlingen ontwerpen en maken een simpel snaarinstrument.



Tijdsduur

4 uur en 5 minuten

(les 1 – 4; exclusief uitbreiding)

In les 1 wordt het probleem geïntroduceerd. In les 2 onderzoeken de leerlingen de eigenschappen van geluid. Ze ervaren en leren dat geluid een trilling is en dat de grootte en snelheid van de trilling van invloed is op de toonhoogte. In les 3 lossen de leerlingen met behulp van de ontwerpcyclus het probleem op door een simpel snaarinstrument te ontwerpen en te maken. Ten slotte wordt in les 4 het proces geëvalueerd. In de lesbeschrijvingen staan opties tot uitbreiding en differentiatie.

Klassenmanagement en materiaal

In deze lessen doen we suggesties voor het verdelen van de leerlingen in kleine groepjes of tweetallen. De aantallen benodigde materialen zijn hierop gebaseerd. Het staat je vrij om andere organisatorische keuzes te maken bij het geven van de lessen. Let er dan wel op dat de benodigdheden moeten worden aangepast.

Alle benodigdheden staan in de benodigdhedenlijst. De materialen zijn gemakkelijk verkrijgbaar. Online is ook presentatiemateriaal te vinden.

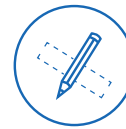
De maakfase kan een behoorlijke uitdaging voor de leerlingen zijn. Het is aan te raden om van tevoren zelf een snaarinstrument te maken, zodat je weet waar de leerlingen tegenaan kunnen lopen bij bijvoorbeeld het bevestigen van de snaren.

De ontwerp- en de onderzoekscyclus

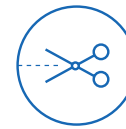
Bij de activiteiten in het lesmateriaal staat aangegeven op welke stap in de ontwerpcyclus deze activiteit betrekking heeft.



VERKEN



ONTWERP



MAAK



TEST & VERBETER

Bij het onderzoek in les 2 wordt gebruik gemaakt van de pictogrammen van de onderzoekscyclus.



VRAAG



HYPOTHESE



EXPERIMENT



CONCLUSIE

Kerdoelen

1, 2, 3, 12, 42, 44, 45, 54, 55

Leerdoelen

De leerlingen:

- passen de ontwerpcyclus toe bij het maken van een snaarinstrument;
- passen de onderzoekscyclus toe bij het onderzoeken van geluid;
- gebruiken de begrippen die betrekking hebben op geluid;
- kennen de eigenschappen van snaarinstrumenten;
- kennen de volgende eigenschappen van geluid: geluid is een trilling; geluid heeft een medium nodig om zich voort te bewegen; een grote trilling produceert een hard geluid en een kleine trilling een zacht geluid; een snelle trilling produceert een hoge toon en een langzame trilling een lage toon;
- weten dat het materiaal en de grootte van een klankkast invloed hebben op de klank.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- formuleren vragen;
- verwoorden eigen ervaringen;
- beargumenteren hun ontwerpkeuzes;
- presenteren hun product;
- gebruiken de volgende begrippen:

- geluid
- trilling
- medium
- klank
- toon
- hoge tonen
- lage tonen
- klankkast
- hals
- snaar
- (muziek)instrument
- snaarinstrument
- slaginstrument
- blaasinstrument
- luit(achtig)
- harp(achtig)
- citer(achtig)
- horen
- produceren
- tokkelen
- strijken
- bevestigen
- ergens invloed op hebben
- orkest

Aansluiting bij muziek

De leerlingen:

- maken kennis met verschillende soorten muziekinstrumenten en snaarinstrumenten;
- maken muziek met hun eigen snaarinstrumenten.

Mogelijkheden tot uitbreiding/ differentiatie

Les 1

- Bij een geluidsfragment het instrument laten raden.
- Verschillende instrumenten onderscheiden in een muziekstuk en een geluidenquiz maken.

Les 2

- Een model van het trommelvlies bekijken.
- De begrippen frequentie en amplitude gebruiken.
- De frequentie en intensiteit van geluid meten.
- Zelfstandig de experimenten uitvoeren.
- Filmpjes over een viool en over een contrabas bekijken.
- Uitgebreider onderzoek doen naar klankkasten.

Les 3

- Extra criteria opstellen voor een goed werkend instrument.
- Werken met een budget voor het maken van het instrument.

Les 1 – Wat is het probleem?

Lesoverzicht

Het probleem wordt geïntroduceerd. De leerlingen activeren hun voorkennis door na te denken over de kennis die ze nodig denken te hebben om het probleem op te kunnen lossen.



Tijdsduur

45 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- gebruiken de verkenstap van de ontwerpcyclus;
- kennen de basale verschillen tussen soorten snaarinstrumenten.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- formuleren vragen over de kennis die zij nodig denken te hebben;
- gebruiken de volgende begrippen: horen, geluid, klank, toon, hoge tonen, lage tonen, horen, ritme, (muziek)instrument, blaasinstrument, slaginstrument, snaarinstrument, snaar, luit(achtig), harp(achtig), citer, klankkast, hals, strijken en tokkelen.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- 5 x werkblad 1
- Afbeeldingen van soorten orkesten en orkestindelingen, muziekinstrumenten en snaarinstrumenten
- Geluidsfragmenten van verschillende snaarinstrumenten

Vorbereiding

- Verzamel de komende tijd verschillende klankkasten, bijvoorbeeld schone levensmiddelenverpakkingen (zoals kwarkbakjes, chipskokers, lege conservenblikken, kartonnen doosjes, plastic flessen). Laat de leerlingen eventueel van thuis dingen meenemen. Voor les 3 heeft iedere leerling één klankkast nodig.

Lesbeschrijving



1.1 Inleiding

Klassikaal – 5 minuten

Vertel de leerlingen dat ze de komende lessen veel gaan leren over instrumenten en geluid. Ze gaan zelf ervaren wat geluid is door experimenten met geluid te doen. Daarna gaan ze een snaarinstrument ontwerpen en maken. In deze les passen de leerlingen de verkenstap van de ontwerpcyclus toe door het probleem binnen dit onderwerp te verkennen. Vertel de leerlingen dat ze gaan nadenken over het oplossen van dit probleem.



1.2 Het probleem introduceren

Klassikaal – 5 minuten



1.3 Verkennen

Klassikaal/tweetallen – 30 minuten

Een orkest is een groep muzikanten. Zij bespelen verschillende soorten muziekinstrumenten.

Maak met de leerlingen een woordveld, met in het midden het woord 'muziekinstrumenten'. Vraag de leerlingen welke muziekinstrumenten ze al kennen. Vertel dat je muziekinstrumenten kunt indelen in snaarinstrumenten, blaasinstrumenten en slaginstrumenten. Bespreek met de leerlingen de verschillen en overeenkomsten tussen de genoemde instrumenten.

Vertel de leerlingen dat we nu iets dieper ingaan op de snaarinstrumenten. Hiervoor maak je een nieuw woordveld waarin nog eens verschillende snaarinstrumenten weergegeven worden.

Bespreek dat snaarinstrumenten ook weer in te delen zijn in verschillende soorten.

Snaarinstrumenten zijn verschillend gebouwd:

- Een luitachtig instrument heeft een klankkast en een hals in het verlengde daarvan. Denk hierbij aan een gitaar.
- Een harpachtig instrument heeft snaren die loodrecht op de klankkast staan. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een harp of een lier.
- Een citerachtig instrument heeft geen hals, maar een platte klankkast waarop de snaren gespannen zijn. Dit is bijvoorbeeld een piano.

Snaarinstrumenten worden op verschillende manieren bespeeld:

- Je kunt met een strijkstok over de snaren strijken om geluid te maken.
- Je kunt met je vingers tokkelen op de snaren, je plukt er dan een beetje aan.
- Er zijn ook instrumenten waarbij hamertjes slaan op de snaren, zoals bij een piano. Een piano is eigenlijk een combinatie van een slaginstrument en een snaarinstrument.

Bespreek met de leerlingen waarom deze snaarinstrumenten allemaal een andere vorm hebben. Ze zijn op een andere manier ontworpen en gemaakt. Daar is over nagedacht. Ze brengen elk een ander soort geluid voort. Beluister met de leerlingen geluidsfragmenten van verschillende snaarinstrumenten. Klinkt het geluid hoog of laag? Klinkt het hard of zacht? Hoe zou dit komen? Waarom klinken ze zo anders? Wat weten we eigenlijk over geluid? Deze vragen worden verder in deze les behandeld.

Bedenk vragen

Het oplossen van een probleem begint met het stellen van vragen. Wat moeten de leerlingen weten om een nieuw soort snaarinstrument te ontwerpen en te maken? In tweetallen kunnen de leerlingen hun vragen opschrijven op werkblad 1.

Bespreek de vragen klassikaal

Schrijf vervolgens alle vragen op het bord.

Vragen die besproken kunnen worden:

- Wat is geluid?
- Hoe maak je een hoog/laag geluid?
- Wat is het verschil tussen een hoog en laag geluid?
- Hoe maak je een hard/zacht geluid?
- Wat is het verschil tussen een hard en zacht geluid?
- Wat zijn de criteria voor een goed werkend snaarinstrument?

Aandachtspunten

- Als de leerlingen alleen vragen stellen over de materialen en/of de criteria, moedig ze dan aan over natuurkundige kwesties na te denken door vragen te stellen als 'Wat is het verschil tussen een hoge toon en een lage toon?'
- Het is belangrijk dat de gebruikte begrippen duidelijk zijn voor de leerlingen. Schrijf begrippen en alle andere woorden die uitleg behoeven ergens duidelijk zichtbaar op. Vul deze lijst aan tijdens de lessen.

Opties voor uitbreiding

- Laat verschillende muziekinstrumenten horen en de leerlingen bedenken welk instrument hoort bij het geluidsfragment.
- Laat een fragment horen uit een muziekstuk. Kunnen de leerlingen de verschillende instrumenten onderscheiden?
- De leerlingen maken een geluidenquiz. Ze nemen thuis of op school geluiden op en laten deze aan hun klasgenoten horen. Wat is het geluid?

1.4 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Bespreek met de leerlingen de les na en herhaal de ontwerpcyclus. Geef aan met welk deel van de ontwerpcyclus de leerlingen deze les zijn bezig geweest. De volgende les gaan ze experimenteren om meer over geluid te leren.

Les 2 – Geluid onderzoeken

Lesoverzicht

De leerlingen voeren verschillende experimenten uit om meer over geluid te ontdekken.



Tijdsduur

1 uur en 5 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- passen de onderzoekscyclus toe bij het onderzoeken van geluid;
- weten dat geluid een trilling is;
- weten dat geluid een medium nodig heeft om zich voort te bewegen;
- weten dat een grote trilling een hard geluid en een kleine trilling een zacht geluid produceert;
- weten dat een snelle trilling een hoge toon en een langzame trilling een lage toon produceert;
- weten dat een grotere klankkast een harder en lager geluid produceert dan een kleinere klankkast.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- verwoorden de eigen ervaringen die ze opdoen tijdens de experimenten;
- kennen en gebruiken de begrippen trilling, medium, klankkast, experiment, produceren en tokkelen.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de onderzoekscyclus zichtbaar in de klas
- 15 scharen
- 15 linialen (niet van hout)
- Traploopveer
- Aantal verschillende klankkasten
- 15 dunne elastiekjes
- 45 kartonnen bekertjes
- 15 kunststof bekertjes (stevig)
- Optioneel: verschillende snaarinstrumenten
- Optioneel voor differentiatie: werkblad 2 en 3
- Optioneel voor uitbreiding: beetje suiker, kunststof beker, kartonnen beker, ballon

Vorbereiding

- Lees de achtergrondinformatie over geluid.
- Optioneel voor uitbreiding: zet de filmpjes *Viool, een snaarinstrument* en *Contrabas, een snaarinstrument* van Schooltv klaar bij stukjes waarop de instrumenten te zien en horen zijn (en niet de gesproken uitleg).
- Zet een filmpje klaar van een wave in een stadion.
- Vraag de leerlingen zelf een klankkast van thuis mee te nemen voor les 3.

Lesbeschrijving



2.1 Inleiding

Klassikaal – 5 minuten

Vertel de leerlingen dat ze in deze les verschillende onderzoeken gaan doen. Dit is onderdeel van de verkenstap van de ontwerpcyclus. Leg met behulp van de afbeelding van de onderzoekscyclus de verschillende stappen hiervan uit. De leerlingen passen de kennis die ze in deze les opdoen toe in les 3 bij het maken van het ontwerp.

Deze les onderzoeken de leerlingen geluid. Stel ze de volgende vragen:

- Wat denk je dat geluid is?
- Welke soorten geluid zijn er?

Introduceer het begrip 'toon' door de leerlingen een hoge toon en een lage toon te laten maken. Doe hetzelfde voor een harde toon en een zachte toon.

Laat de leerlingen hun hand op hun keel leggen en vertellen wat ze voelen. Ze voelen misschien warmte maar ze voelen niets trillen.

Vraag de leerlingen hun hand op hun keel te laten en erbij te neuriën of zachtjes te praten. Wat voelen ze nu? Ze voelen hun keel trillen.

Concludeer

Geluid is een trilling.

Opties voor uitbreiding

- Demonstreer met een model de werking van het trommelvlies. Knip het tuitje van een ballon en span het overblijvende deel van de ballon over een kunststof beker. Leg een beetje suiker op de ballon. Houd een kartonnen beker vlak bij je mond met de opening naar je toe en ongeveer tien centimeter van de kunststof beker af. Roep hard in de beker richting het model van het trommelvlies. Fluister ook in de beker. Loop rond en vraag de leerlingen wat ze zien. Als je roept zie je de suikerkorrels op en neer gaan ('ze dansen'). Dit komt doordat de ballon gaat trillen door de trillingen van je stem. Daardoor gaan de suikerkorrels op en neer. Bij fluisteren gaan de korrels niet op en neer, het geluid is te zacht, de trilling is te klein en de ballon gaat niet trillen. Je roept/fluistert in de beker zodat de leerlingen ervaren dat de suikerkorrels niet gaan bewegen door blazen, maar door trillingen.
- Laat de leerlingen dit zelf uitproberen.





2.2 Voortbewegen van geluid

Klassikaal – 5 minuten

Wij kunnen elkaar nu horen. Het geluid van mijn stem komt bij jullie oren. Geluid kan zich voortbewegen door de lucht. Kan geluid zich ook voortbewegen door een tafel? Laat de leerlingen een oor op de tafel leggen en met een hand op de tafel te tikken. Wat hoor je? Geluid wordt ook door het hout van de tafel doorgegeven. Geluid heeft iets nodig om zich in voort te bewegen. Dat iets heet een medium; een stof of een materiaal zoals lucht of hout.

Het voortbewegen van geluid kan je vergelijken met een wave in een stadion. Laat een filmpje van een wave in een stadion zien. De mensen lopen niet, maar staan op en gaan weer zitten. De wave beweegt wel.

Demonstreer de voortbeweging van geluid door een medium met behulp van een traploopveer. Houd de veer op een tafel en plaats de uiteinden van de traploopveer ongeveer 80 centimeter van elkaar af (rek de veer uit). Geef één kant van de veer een zetje. De golf beweegt van de ene kant van de veer naar de andere kant van de veer, maar de veer blijft op zijn plek. Geluid beweegt zich op dezelfde manier voort. De lucht trilt op het moment dat het geluid passeert, maar blijft uiteindelijk op dezelfde plek.

Concludeer

Geluid heeft een medium nodig om zich voort te bewegen.



2.3 Geluidstrillingen onderzoeken

Tweetallen/klassikaal – 20 minuten

Met het volgende experiment onderzoeken de leerlingen het verschil tussen de trillingen van een hard en een zacht geluid én tussen de trillingen van een hoog en een laag geluid.

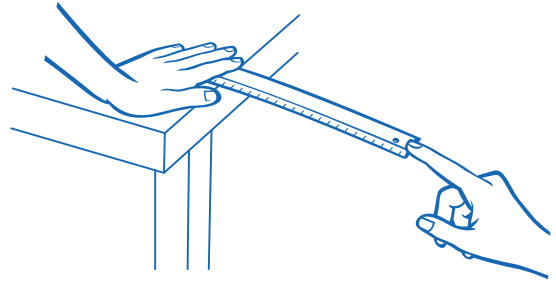
Optie voor differentiatie

De leerlingen voeren onderstaand onderzoek zelfstandig uit met werkblad 2.

Leg de stappen uit

De leerlingen voeren het experiment in tweetallen uit.

1. De leerlingen leggen de liniaal op de tafel neer en laten hem 10 centimeter over de rand van de tafel uitsteken. De leerlingen houden de liniaal op zijn plek door met een hand de liniaal op tafel te duwen.



2. Met een vinger trekken ze het uitstekende deel van de liniaal naar beneden en laten dan los. Vertel dat we dat tokkelen noemen. Vraag de leerlingen wat ze horen. Ze horen een geluid. Wat zien ze als ze met de liniaal tokkelen? De liniaal gaat op en neer, hij trilt.
3. Met de liniaal tokkelen ze nu hard en dan zacht door eerst de liniaal ver naar beneden te trekken en los te laten en daarna een beetje naar beneden te trekken en los te laten. Horen ze het verschil? Hard tokkelen geeft een hard geluid. Zacht tokkelen geeft een zacht geluid.
4. Ze steken nu de liniaal 20 centimeter over de rand van de tafel heen en tokkelen opnieuw met de liniaal. De leerlingen herhalen dit, maar laten nu de liniaal 7 centimeter uitsteken over de tafelrand. Wat gebeurt er met de toon als het trillende gedeelte van de liniaal kleiner wordt? De toon wordt hoger. Wat gebeurt er als het trillende gedeelte van de liniaal kleiner wordt? De liniaal trilt sneller.
5. Kom samen met de leerlingen tot de volgende conclusie: als je hard met de liniaal tokkelt, is de trilling groot. Als je zacht met de liniaal tokkelt, is de trilling klein.

Concludeer

- Grote trillingen produceren een hard geluid.
- Kleine trillingen produceren een zacht geluid.
- Snelle trillingen produceren een hoge toon.
- Langzame trillingen produceren een lage toon.

Opties voor differentiatie

- Introduceer het begrip amplitude. Hoe hard een geluid klinkt, hangt af van de grootte (amplitude) van de trilling. Als de trilling groot is, is de amplitude van de trilling groot en is het geluid hard. Als de trilling klein is, is de amplitude van de trilling klein en is het geluid zacht.
- Laat de leerlingen meten hoe hard een geluid is. Geluid wordt gemeten in decibel. Er zijn verschillende (gratis) apps voor telefoon en/of tablet om de geluidsintensiteit te meten.
- Introduceer het begrip frequentie. Een hoge toon heeft een hoge frequentie: veel trillingen per seconde. Een lage toon heeft een lage frequentie: weinig trillingen per seconde.
- Laat de leerlingen de frequentie van een geluid meten met een (gratis) app voor telefoon en/of tablet.



2.4 Toonhoogte onderzoeken Tweetalen/klassikaal – 20 minuten

Bij dit experiment onderzoeken de leerlingen het verschil in toonhoogte tussen een strak en een minder strak gespannen elastiekje.

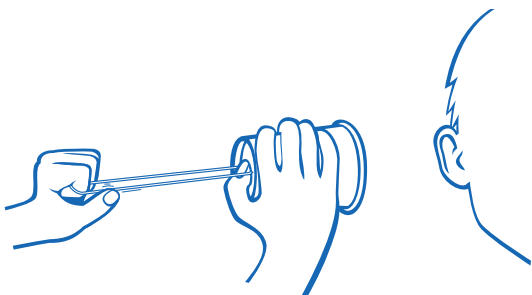
Optie voor differentiatie

De leerlingen voeren onderstaand onderzoek zelfstandig uit met werkblad 3.

Leg de stappen uit

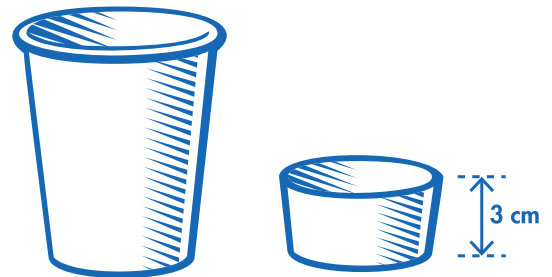
De leerlingen voeren het experiment in tweetallen uit. Vraag leerling 1:

1. Met een vinger het elastiekje tegen de onderkant van een kartonnen beker te drukken en de beker op ongeveer 10 centimeter afstand te houden van het oor van leerling 2.



2. Het elastiek een klein beetje strak te trekken en het te tokkelen.
3. Het elastiek strakker te trekken en weer te tokkelen.

Wat gebeurt er met de toonhoogte als het elastiek strakker getrokken is? Het geluid is hoger. Het elastiek geeft een hogere toon naarmate het strakker getrokken is.



Laat de leerlingen van een andere kartonnen beker het bovenste deel afknippen. Ze houden zo een beker van ongeveer 3 centimeter hoog over. De leerlingen doen bovenstaande experiment met de kleine beker.

Is het geluid van de grote beker harder of minder hard dan het geluid van de kleine beker? Het geluid van de grote beker is harder.

Concludeer

- Als je een hoge toon wilt maken, moet het elastiekje strak gespannen zijn.
- Als je een lage toon wilt maken, moet het elastiekje minder strak, maar ook weer niet te los gespannen zijn. Anders kan het elastiekje niet trillen.
- Als je een harde toon wilt maken, moet de klankkast groot zijn. Het geluid van de grote beker is harder dan het geluid van de kleine beker. De beker werkt als een klankkast, het versterkt het geluid. Hoe groter de klankkast, hoe harder het geluid.
- Het geluid van een grotere klankkast heeft een lagere toon dan dat van een kleinere klankkast. Als voorbeeld kun je het verschil in geluid tussen een contrabas en een viool noemen.

Optie voor uitbreiding

Laat de leerlingen een stukje zien en horen van de Schooltv filmpjes *Viool, een snaarinstrument* en *Contrabas, een snaarinstrument*. Bespreek met de leerlingen het verschil in hoog/laag en de grootte van de klankkast van de viool en de contrabas.



2.5 Klankkast onderzoeken

Klassikaal/tweetallen – 10 minuten

Bekijk met de leerlingen verschillende klankkasten die ze mogelijk kunnen gebruiken voor hun eigen muziekinstrument.

De leerlingen hebben al geleerd dat de grootte van de klankkast invloed heeft op het geluid. Hoe groter de klankkast, hoe harder en lager het geluid.

Optie voor uitbreiding

De leerlingen onderzoeken met een eigen onderzoek of en hoe de grootte van de opening van de klankkast het geluid beïnvloedt. Bijvoorbeeld: wat gebeurt er als er gaten in de klankkast zitten? Wat gebeurt er als de gaten groter zijn?

Onderzoek

De leerlingen voeren een eenvoudig experiment uit waaruit blijkt dat ook het materiaal van de klankkast het geluid beïnvloedt. Ze onderzoeken in tweetallen het verschil in geluid tussen een kartonnen en een kunststof beker. Voor dit experiment is er geen werkblad.

- Laat de tweetallen met hun vingers op de onderkant van een kartonnen beker en op de onderkant van een kunststof beker trommelen.
- Vraag de leerlingen of het geluid hetzelfde klinkt.
- Vraag de leerlingen waarom het belangrijk is om het geluid van de klankkast die je wilt gaan maken, te controleren.

Concludeer

Vorm en materiaal van de klankkast beïnvloeden het geluid dat eruit komt.



2.6 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Herhaal de conclusies

- Grote trillingen veroorzaken een hard geluid.
- Kleine trillingen veroorzaken een zacht geluid.
- Snelle trillingen veroorzaken hoge tonen.
- Langzame trillingen veroorzaken lage tonen.
- Geluid heeft een medium nodig om zich voort te bewegen.
- Een strak gespannen elastiekje geeft een hoge toon.
- Een minder strak gespannen elastiekje geeft een lage toon.
- Hoe groter de klankkast, hoe harder het geluid.
- Hoe groter de klankkast, hoe lager het geluid.

In de volgende les gaan de leerlingen verder met de ontwerpcyclus en ontwerpen en maken ze hun eigen snaarinstrument. Let op: de leerlingen hebben voor de volgende les ieder hun eigen klankkast nodig!

Optie voor uitbreiding

Bekijk de aflevering *Zaalakoestiek* van Het Klokhuis.

Les 3 – Ontwerp en maak je eigen snaarinstrument

Lesoverzicht

De leerlingen ontwerpen en maken een simpel snaarinstrument, waarbij ze de stappen doorlopen van de ontwerpcyclus. Ze gebruiken de kennis die ze in les 2 hebben opgedaan.



Tijdsduur

1 uur en 30 minuten

Leerdoelen

- De leerlingen passen de ontwerpcyclus toe bij het ontwerpen en maken van een snaarinstrument.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- kennen de begrippen 'bevestigen' en 'invloed hebben op';
- beargumenteren de keuzes voor hun ontwerp met de begrippen die ze geleerd hebben in les 1 en 2.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- 30 x werkblad 4
- 10 prikkennen
- 15 scharen
- 30 klankkasten
- 60 brede elastieken
- 1 doosje paperclips
- 1 doosje splitpennen
- 1 doosje flosdraad
- 60 dunne elastiekjes
- 60 knopen
- 1 klosje naaigaren
- 1 klosje nylondraad (0,3-0,8 mm)
- 5 rollen plakband of schilderstape
- 60 satéprikkers
- 60 schroefogen
- 60 ijslollystokjes
- Optioneel voor differentiatie: werkblad 5

Lesbeschrijving



3.1 Inleiding

Klassikaal – 5 minuten

In deze les gebruiken de leerlingen hun opgedane kennis bij het ontwerpen en maken van hun snaarinstrument. Vat met de leerlingen samen wat ze tot nu toe hebben geleerd:

- Hoe krijg je een hoge of lage toon?
- Wat is de functie van een klankkast? Heeft de grootte van een klankkast ergens invloed op?
- Welke stappen van de ontwerpcyclus hebben de leerlingen doorlopen? Bij welke stap zijn ze nu?



3.2 Ontwerpen

Klassikaal/individueel – 20 minuten

De leerlingen ontwerpen ieder een simpel snaarinstrument.

Introduceer de materialen en het gereedschap

Voor elke leerling een klankkast.

Snaren

- Breed en dun elastiek
- Nylondraad
- Flosdraad
- Naaigaren

Voor het bevestigen

- Knoop
- Paperclip en splitpen
- Schroefoog
- IJslollystokje en satéprikker
- Plakband of schilderstape
- Schaar en prikpen

Aandachtspunten

- De snaren moeten strak staan om een mooi, helder geluid te geven.
- De snaren kunnen op verschillende manieren bevestigd worden aan de klankkast:
 - Gebruik een knoop, paperclip of splitpen.
 - Gebruik een schroefoog om de snaar aan te spannen.
- Afhankelijk van de gebruikte klankkasten kan extra uitleg en begeleiding bij het gereedschap en de materialen nodig zijn. Denk bijvoorbeeld aan het perforeren van een blikje met een prikpen.

Bespreek met de klas de criteria

Wanneer is het probleem opgelost? Benoem bijvoorbeeld de volgende criteria:

- Het snaarinstrument heeft minimaal twee snaren, elke snaar heeft een andere toonhoogte.
- De snaren zijn van verschillende materialen gemaakt.

Bespreek vervolgens hoe de muziekinstrumenten geëvalueerd gaan worden. Hoe denken de leerlingen hierover? Een paar belangrijke dingen om rekening mee te houden:

- Iedereen is het erover eens hoe de instrumenten geëvalueerd worden. Het is belangrijk dat de leerlingen hier zeggenschap over hebben, omdat het hun betrokkenheid vergroot.
- De leerlingen hoeven met deze uitdaging niet in één keer het perfecte instrument te maken. Het is prima als ze eerst iets maken en er dan achter komen dat dit niet de beste oplossing was. De ontwerpcyclus gaat over testen en verbeteren. Zo gaat het bij ingenieurs ook.
- Het is belangrijk dat de leerlingen snappen dat ze van elkaar kunnen leren. En hoewel ze allemaal hun eigen instrument maken, kunnen ze elkaar om advies vragen en naar elkaars werk kijken.

Opties voor differentiatie

- Breid in overleg met de leerlingen de criteria uit:
 - Het snaarinstrument heeft drie of meer snaren, elke snaar heeft een andere toonhoogte.
 - De spanning en dus de toonhoogte van de snaren kan worden veranderd.
- Het snaarinstrument mag niet meer dan bijvoorbeeld € 10,- kosten. Op werkblad 5 staat hoeveel de materialen per stuk kosten.

Ontwerp

De leerlingen ontwerpen hun snaarinstrument. Gebruik hiervoor werkblad 4. De leerlingen maken hun snaarinstrument nadat ze hun ontwerp hebben gemaakt.



3.3 Maken, testen en verbeteren

Individueel – 1 uur

Maak

Elke leerling maakt een snaarinstrument aan de hand van zijn ontwerp. Vraag na ongeveer 15 minuten hoe het maken gaat.

- Werkt het idee dat je hebt bedacht?
- Heb je tips of trucs die je met je klasgenoten wilt delen?

De leerlingen kunnen hun ideeën aan de rest van de klas voorleggen en adviezen en ideeën uitwisselen. Laat ze vervolgens verder werken aan hun instrument.

Test

De leerlingen testen steeds tussendoor of ze tevreden zijn met het geluid.

Verbeter

De leerlingen kunnen steeds verbeteringen aanbrengen aan hun snaarinstrument.

3.4 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Bespreek de criteria en het maakproces dat de leerlingen hebben doorlopen:

- Heeft het instrument minimaal twee snaren die elk een andere toonhoogte hebben?
- Van welke verschillende materialen zijn de snaren gemaakt?
- Was het moeilijk om aan de criteria te voldoen?
- Welke oplossingen hebben jullie gevonden?
- Hoe hebben jullie gezorgd voor hoge en lage tonen?

In de volgende les beluisteren en bekijken de leerlingen elkaars instrumenten.

Les 4 – Is het probleem opgelost?

Lesoverzicht

In deze les worden het proces en het product geëvalueerd. Is het probleem opgelost of voorziet het in een bepaalde behoefte? Hoe hebben de leerlingen de verworven kennis toegepast en hoe is er met de ontwerpcyclus gewerkt? Dit is ook het moment waarop ze hun oplossing voor het probleem presenteren én het moment om trots te zijn op wat ze geleerd en gemaakt hebben.



Tijdsduur

45 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- weten dat er verschillende manieren zijn om een probleem op te lossen;
- weten dat terugkijken en evalueren aan de hand van criteria belangrijke aspecten van de ontwerpcyclus zijn;
- presenteren hun snaarinstrument aan elkaar en beargumenteren daarbij hun keuzes in het maakproces.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- gebruiken de begrippen van les 1, 2 en 3 bij het verwoorden van de opgedane kennis;
- presenteren hun snaarinstrument aan elkaar en beargumenteren daarbij hun keuzes in het maakproces.

Benodigheden

- De door de leerlingen gemaakte snaarinstrumenten.

Lesbeschrijving



4.1 Inleiding

Klassikaal - 5 minuten

Elke leerling heeft een snaarinstrument ontworpen en gemaakt. In deze les bespreken de leerlingen de verschillende oplossingen en evalueren ze de producten. Laat aan de leerlingen zien dat ze nu de ontwerpcyclus hebben doorlopen.

4.2 Presenteren

Klassikaal/groepjes – 30 minuten

Laat de leerlingen in deze les elkaars instrumenten bekijken en beluisteren.

Bespreek

- Hebben de snaren een andere toonhoogte?
- Hoe komt dit?
- Welke materialen zijn voor de snaren en de klankkast gebruikt en welke invloed heeft dit op het geluid?
- Wat zijn de verschillen en overeenkomsten tussen de snaarinstrumenten?
- Kunnen we de snaarinstrumenten indelen in verschillende groepen?

Laat de leerlingen de geleerde begrippen gebruiken bij het beantwoorden van de bovenstaande vragen.

Kom terug op het probleem

Binnenkort is er open podium, waar de leerlingen gevraagd zijn te komen met een uniek orkest. We hebben hiervoor nog geen muziekinstrumenten. Kunnen de leerlingen hiervoor een nieuw soort snaarinstrument ontwerpen, maken, testen en verbeteren met een eigen geluid?

Bespreek

- Is het probleem opgelost?
- Zijn de snaarinstrumenten in het orkest voor het open podium te gebruiken? Waarom wel of niet?
- Kunnen jullie al echt een stukje spelen op je instrument?

4.3 Afronding

Klassikaal – 10 minuten

Bespreek met de leerlingen wat ze geleerd hebben bij het maken van het snaarinstrument.

Denk hierbij aan:

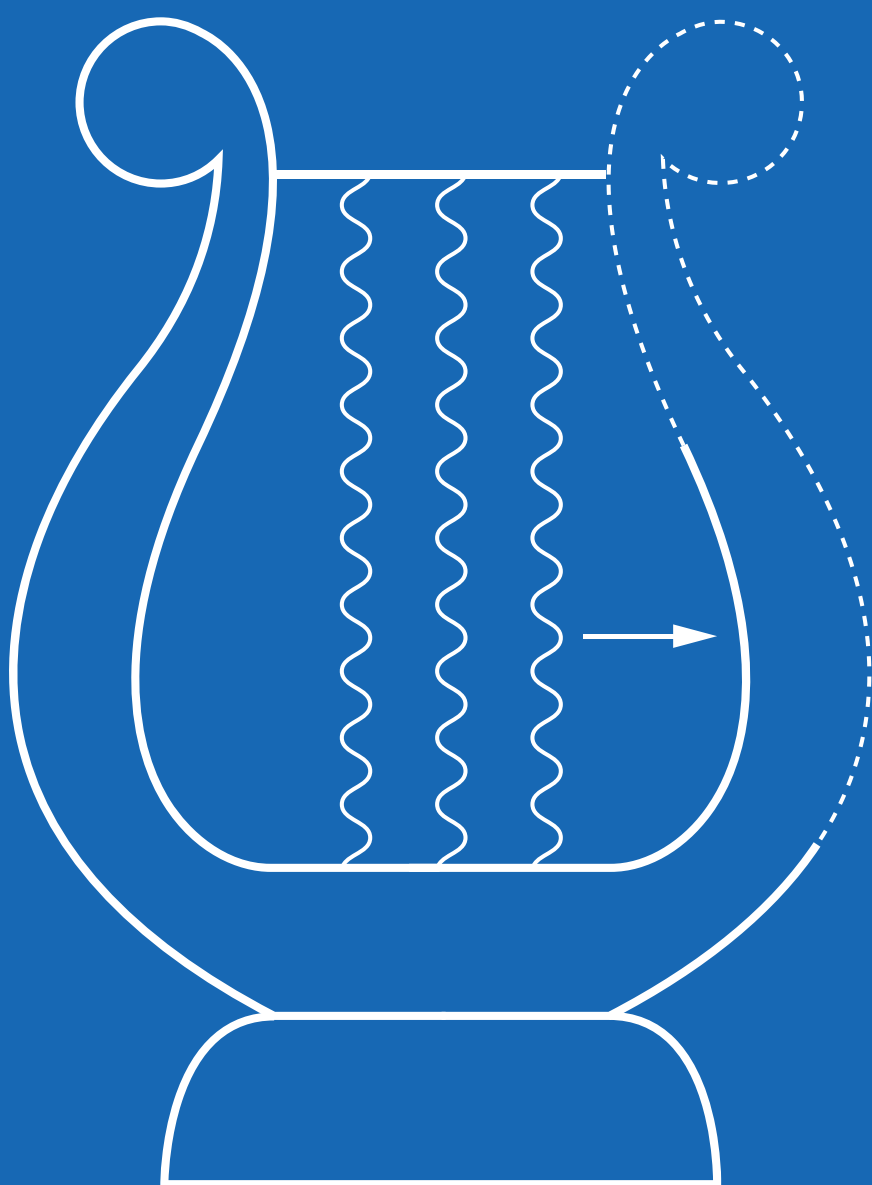
- de natuurkundige kennis over geluid die ze verworven en toegepast hebben;
- het werken met de onderzoeks- en ontwerpcyclus.

Optie voor uitbreiding

Studeer een liedje in met de muzikale ondersteuning van de snaarinstrumenten.

Blank page with horizontal dashed lines for writing.

Achtergrond informatie



Achtergrondinformatie

Geluid

Belangrijke natuurkundige concepten en kennis

- Geluid is een trilling.
- Geluid beweegt zich voort als een golf.
- Geluid beweegt met verschillende snelheden door verschillende media.
- Je hoort geluid wanneer trillingen het trommelvlies aan het trillen maken.
- Snelle trillingen produceren een hoog geluid en langzame trillingen een laag geluid.
- Grote trillingen hebben een grote amplitude en produceren een hard geluid en kleine trillingen hebben een kleine amplitude en produceren een zacht geluid.

Trilling

Geluid ontstaat uit een trillend voorwerp. Het zijn trillingen in een medium. Een trilling is een heen en weer gaande beweging die is gemaakt door een trillende kracht. Trillingen bewegen zich vanaf de geluidsbron in alle richtingen naar buiten toe. Trillingen die het oor bereiken, laten het trommelvlies trillen. De geluiden worden in het oor versterkt en de boodschap wordt via de gehoorzenuw naar onze hersenen gestuurd waar ze worden geïnterpreteerd (gehoord).

Medium

Geluid heeft een medium nodig om zich voort te bewegen. Het medium kan lucht, maar ook water zijn. Als je onder water zwemt, kun je nog steeds geluiden horen. Hout is ook een goed medium. Geluid beweegt zich voort met de snelheid van geluid. Die snelheid hangt af van het medium. In lucht is de geluidssnelheid ongeveer 343 meter per seconde (1235 km/u). Een vliegtuig dat sneller vliegt dan de snelheid van geluid, doorbreekt de geluidsbarrière. Door de luchtverplaatsing van het vliegtuig haalt het zijn eigen geluidsgolven in, waardoor de lucht samengedrukt wordt tot één drukgolf die hoorbaar is als een luide knal, ook wel 'supersonische knal' genoemd. In water is de geluidssnelheid hoger (1500 m/s) dan in lucht. Geluiden onder water dragen veel verder dan in lucht. Walvissen bijvoorbeeld kunnen elkaars roep over afstanden van honderden kilometers horen. Geluid kan zich niet in een vacuüm verplaatsen, omdat er niets is om zich in voort te bewegen. Dus films waarin je een luide knal hoort als er iets in de ruimte ontploft, kloppen wetenschappelijk gezien niet.

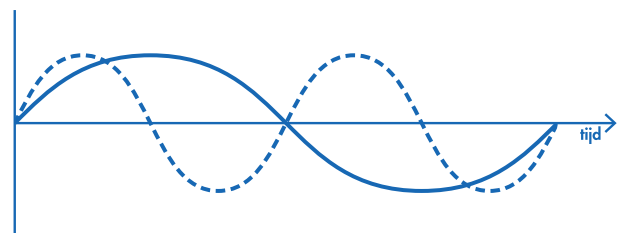
Geluidsgolven

Als een geluidsbron trilt, zorgt het ervoor dat de deeltjes van het omliggende medium gaan trillen. De heen en weer beweging van de deeltjes beweegt zich voort door het medium in drukgolven. Er is sprake van een opeenvolging van verdichtingen (waar de deeltjes dicht op elkaar zitten) en verdunningen (waar de deeltjes verder van elkaar af zitten).

Drie eigenschappen zijn van belang bij een geluidsgolf:

- Frequentie, het aantal trillingen per seconde.
- Golflengte, de afstand tussen de top van de ene golf en de top van de andere golf.
- Amplitude, de grootte van de trilling.

Frequentie en toonhoogte

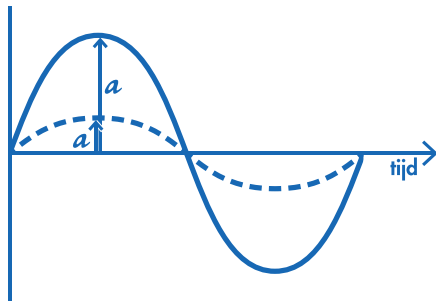


Die Höhe von einem Ton hängt ab von der Frequenz der Trilling. Je höher die Frequenz, desto mehr Trillingen pro Sekunde, desto höher der Ton.

Die Frequenz wird gemessen in Trillingen pro Sekunde oder Hertz (Hz).

Das menschliche Ohr kann Töne von 20 bis 20.000 Hz hören. Das bedeutet, dass 20 Hz der niedrigste Ton ist, den du hören kannst, und 20.000 Hz der höchste. Im Allgemeinen können Kinder höhere Töne hören als Erwachsene. Einige Tiere können Töne hören und produzieren, die Menschen nicht hören können. Ein Hund kann Töne von 15 bis 50.000 Hz hören, das sind also viel tiefere und höhere Töne als das menschliche Ohr hören kann. Ein Fledermaus kann Töne von 100 bis 100.000 Hz hören. Der Gesang eines Walrus (Walvis) ist sehr tief, 20-24 Hz.

Amplitude



Hoe hard een geluid klinkt, hangt af van de amplitude (de grootte) van de trilling. Een grote trilling produceert een hard geluid, een kleine trilling produceert een zacht geluid.

Geluidsintensiteit wordt gemeten in decibel (dB). Het is een logaritmische schaal. Een verschil van 10 dB tussen twee geluiden geeft aan dat het ene geluid tien keer zo hard is als het andere. Bij 85 dB is er al risico op gehoorbeschadiging.

Fluisteren	40 dB
Normaal gesprek	60 dB
Schreeuwen	80 dB
Klas met schreeuwende kinderen	120 dB
Straalmotor	120 dB
Muziekconcert	150 dB

Gedraging van geluidsgolven

Als geluid een obstakel tegenkomt, kunnen er verschillende dingen gebeuren. Deze akoestische kennis wordt gebruikt bij het bouwen en ontwerpen van bijvoorbeeld een concertzaal.

Absorptie

Als een obstakel gemaakt is van zacht, poreus materiaal (bijvoorbeeld schuimrubber of watten), absorbeert het een groot deel van de energie van de geluidsgolven. Daardoor worden de drukverschillen van de geluidsgolf kleiner en dempt het geluid. In opnamestudio's worden de muren, vloeren en plafonds bedekt met zachte, poreuze materialen om de echo en andere geluiden te verminderen die niet op de opname thuishoren. Ook is er minder lawaai in een ruimte waar een kleed op de vloer ligt dan in een kamer met een harde vloer, omdat het kleed geluid absorbeert.

Reflectie

Als geluid een hard oppervlak tegenkomt (bijvoorbeeld steen of beton), worden de geluidsgolven richting de bron teruggespeeld. Dit veroorzaakt echo en nagalm. Geluiden die buiten gemaakt worden, zijn minder hard dan in een ruimte met materialen die het geluid terugkaatsen, bijvoorbeeld een badkamer met tegels op de vloer en muren. Dat komt door de weerkaatsing van het geluid tegen de tegels. Je zou kunnen zeggen dat de hoeveelheid geluidsenergie die je oren bereikt hoger is, omdat één geluid je oren meerdere keren bereikt.

DiffRACTIE

Geluidsgolven kunnen zich om voorwerpen heen bewegen. Als er zich bijvoorbeeld een obstakel tussen jou en de geluidsbron bevindt, kun je het geluid nog altijd horen.

Frequentie

De frequentie - en dus de toonhoogte - bepaalt hoe geluid zich door een ruimte beweegt en hoe het wordt geabsorbeerd, weerkaatst of omgebogen. Hoge geluiden worden gemakkelijker geabsorbeerd en verspreid dan lage geluiden. Lage geluiden zijn doordringender. Daarom hoor je bij een concert of groot feest op een afstand alleen de lage geluiden, zoals de bas en de drums. De hogere geluiden worden tussen de bron en jouzelf óf geabsorbeerd óf verspreid.

Akoestische resonantie

Akoestische resonantie is het verschijnsel dat een materiaal begint te trillen bij een geluid met een bepaalde frequentie. Dit is belangrijk voor de makers van akoestische instrumenten. Bij een blaasinstrument, bijvoorbeeld een saxofoon, blaast de muzikant tegen het riet van het mondstuk en veroorzaakt zo een trilling. Als de frequentie van de trilling van het riet past bij de natuurlijke frequentie van het trillen van de lucht in de saxofoon dan resonanceert dit samen tot een hard geluid. De samenstelling van het materiaal van het instrument bepaalt bij welke frequenties het materiaal meetrilt of resonanceert en dus ook welke frequenties als boventonen te horen zijn. Zo wordt de klankkleur van het instrument gevormd.

Ideeën van kinderen over geluid

Kinderen hebben al verklaringen voor natuurwetenschappelijke fenomenen voordat zij er op school mee in aanraking komen. Deze ideeën en mentale modellen zijn ontwikkeld uit dagelijkse interacties en ervaringen met de wereld om hen heen en komen niet altijd overeen met onze huidige kennis van de natuurwetenschappen. Zo zijn er bijvoorbeeld kinderen die denken dat wind ontstaat doordat bomen met hun takken wapperen. Het zelf ervaren dat de eigen verklaring niet kan kloppen blijkt belangrijk bij het veranderen van deze ideeën, al duurt het veranderen soms een leven lang. In de lesmodules van Maakkunde is er rekening gehouden met het kunnen uiten van de eigen ideeën en het ervaren van de natuurwetenschappelijke fenomenen. De meest voorkomende ideeën over het onderwerp van deze lesmodule zijn hieronder in kaart gebracht.

Geluid

Veel kinderen worstelen met het abstractieniveau van geluid. Vaak denken ze dat geluid fysieke eigenschappen heeft, zoals volume of gewicht (1). Sommige kinderen denken ook dat geluid ergens in gestopt kan worden. In een wetenschappelijk onderzoek van Eshach & Schwartz (1) vertelde een kind: “Een stem is net als balletjes met geluid. Net als kleine balletjes. In de balletjes zit een geluid. Als die balletjes opengaan, komt de stem eruit.”

Er zijn ook kinderen die denken dat geluidsgolven hetzelfde zijn als de golven in de zee (2, 3).

Voortbewegen van geluid

Het concept dat geluid een medium nodig heeft om zich voort te bewegen, is moeilijk. Kinderen van rond de 7 jaar denken vaak dat geluid zich zonder medium voortbeweegt, dat “geluid ‘ontsnapt’ uit spleten en gaten”, zoals een leerling het verwoordde (2, 3).

Veel kinderen denken dat geluid zich door een ruimte zonder lucht kan voortbewegen (2).

De ontwikkelingspsycholoog Piaget ontdekte dat kinderen van rond de 11 jaar het beseft hebben dat geluid zich via een medium voortbeweegt en dat het iets met trillingen te maken heeft. In het *Space report* (3) antwoordde een 10-jarige jongen toen hem gevraagd werd uit te leggen hoe geluid zich voortbeweegt: “Het betekent niet voortbewegen zoals je dat doet in een auto – oh, ik weet niet – maar het is niet als voortbewegen in een auto of op een fiets – het is iets anders.”

Sommige kinderen menen dat geluid zich helemaal niet in vloeistoffen en vaste stoffen kan voortbewegen (2).

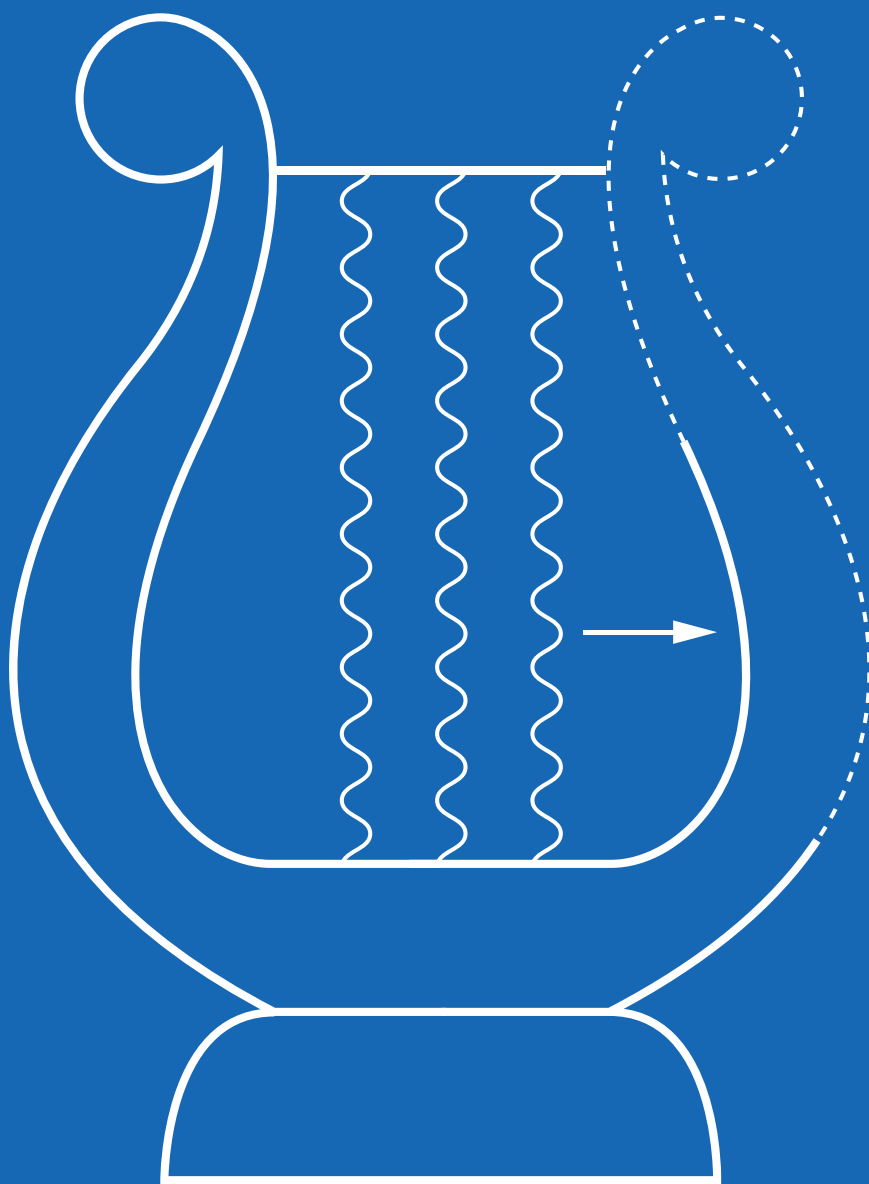
Toonhoogte

Kinderen kunnen het lastig vinden de verandering van een toonhoogte te horen als tegelijkertijd de sterkte van een geluid verandert. Ze vinden het met name moeilijk dit onder woorden te brengen. Vaak wordt gedacht dat door het harder slaan van een voorwerp de toonhoogte verandert en dat de sterkte en toonhoogte van een geluid hetzelfde zijn (2, 4).

- (1) Eshach, H., & Schwartz, J. L. (2006). Sound Stuff? Naive materialism in middle-school students' conceptions of sound. *International Journal of Science Education*, 28(7), 733-764.
- (2) Hapkiewicz, A. (1992). *Finding a List of Science Misconceptions*. MSTA Newsletter, 38 (Winter '92), 11-14.
- (3) Watt, D., & Russell, T. (1990). *SPACE research report: Sound*. Liverpool: Liverpool University Press.
- (4) Operation Physics Elementary/middle school physics education outreach project of The American Institute of Physics (1998). *Children's Misconceptions about Science*. Geraadpleegd van <http://www.amasci.com/miscon/opphys.html>

Handwriting practice area consisting of 20 sets of horizontal dashed lines.

Extra activiteiten



Extra activiteiten

Lijst van lees- en prentenboeken

Aalbers, J. (2012). *Borre en de snaren van Katje Darm*. Zoetermeer: Borre Educatief. ISBN 9789089221889

Ede, van, B. (2006). *De zanger zonder stem*. Tilburg: Zwijsen. ISBN 9027663106 AVI-M

Jongman, M. (2015). *Rare geluiden*. Tilburg: Zwijsen. ISBN 9789048721559 AVI-M6

Kooijman, M. (2011). *Het experiment*. Amsterdam: Eenvoudig Communiceren. ISBN 9789086961382

Oldenave, M. (2013). *De roze rapper*. Amsterdam: Uitgeverij Ploegsma. ISBN 9789021672267

Informatieve boeken

Claybourne, A. (2009). *Voel de herrie!* Leidschendam: Biblion Uitgeverij. ISBN 9789054838609

Grimshaw, C. (1999). *Geluid*. Harmelen: Corona. ISBN 9054952237

Parker, S. (2004). *Geluid*. Leidschendam: Biblion Uitgeverij. ISBN 9054835117

Spilsbury, L. (2009). *Waarom moet het geluid zachter? en andere vragen over gezonde ogen en oren*. Etten-Leur: Corona, Ars Scribendi Uitgeverij. ISBN 9789055663927

Spilsbury, L. en Spilsbury, R. (2015). *Licht en geluid*. Etten-Leur: Corona, Ars Scribendi Uitgeverij. ISBN 9789461753953

Aanvullende activiteiten en excursies

- Ga naar SoundLAB in het Muziekgebouw aan het IJ in Amsterdam en volg een creatieve muziekworkshop met spiksplinternieuwe elektronische muziekinstrumenten waarmee iedereen muziek kan maken. Meer informatie op www.muziekgebouw.nl/jeugd.
- Laat de leerlingen een muziekinstrument van thuis meenemen. De leerlingen kunnen aan elkaar laten horen hoe hun instrument klinkt.
- Nodig muzikanten uit in de klas die hun instrumenten laten horen.
- Excursie naar een concertzaal en/of opnamestudio.
- Aansluiten bij thema's in de klas, zoals:
 - muziek(les);
 - menselijk lichaam (oor, mond/keel).

Handwriting practice area consisting of 20 sets of horizontal dashed lines.

Handwriting practice area consisting of 20 sets of horizontal dashed lines.

Handwriting practice area consisting of 20 sets of horizontal dashed lines.

