UCLL Lerarenopleiding campus Diepenbeek

1ste graad secundair onderwijs Leerkrachtenhandleiding Scenario 2: Lesplan 2.2: Resonante Tonen en Staande Golven

2.0 **Main Path: Maak je eigen snaarinstrument**

0) Brainstorm analyse: opzoeken welke tonen het gekozen snaarinstrument moet kunnen spelen op welke snaren.
1) Onderzoek: de toonhoogte van de grondtoon veranderen. De invloed van lengte, spanning en dichtheid op de toon onderzoeken.
2) Eigen virtueel snaarinstrument ontwerpen en spelen.

Plus Path

Lesplan 2.1: **De rij van natuurtonen**
Lesplan 2.2: **Resonante Tonen en Staande Golven**
Lesplan 2.3: **Hoe ontstaan staande golven?**

Titel:	1ste graad Secundair onderwijs Scenario 2: **Resonante Tonen en Staande Golven**		
Kernwoorden:	eigenfrequenties, staande golven, toonhoogte, grondtoon, natuurtonen		
Korte Beschrijving:	iMuSciCA Scenario rond natuurlijke eigenfrequenties van instrumenten		
Bijhorende Lesplannen:	2.0 **Main Path: Maak je eigen snaarinstrument** **Plus Path:** Lesplan 2.1: **De rij van natuurtonen**	Datum:	22/06/2018

	Lesplan 2.2: **Resonante tonen en staande golven** Lesplan 2.3**: Hoe ontstaan staande golven?**		
Educatieve Doelen:	- Het feit herkennen dat snaren en luchtkolommen bepaalde natuurlijke eigenfrequenties hebben - Ontdekken dat het ontstaat van een rij staande golven precies deze eigenfrequenties veroorzaakt - De rij van natuurtonen zelf opwekken in instrumenten - Uitleggen dat tonen ontstaan door het bestaan van staande golven - Zelf een staande golf creëren bv. op een slinky - Verband toelichten tussen staande golven en hun frequenties/ golflengten - De vorming van staande golven in eigen woorden verklaren	Geschatte Duur:	4-6 h Een minimum programma kan zijn les 1, 2 en een deel van 4 (enkel snaren)
Auteur(s):	UCLL Lerarenopleiding SO, campus Diepenbeek Renaat Frans, Erica Andreotti, Mieke Schuermans, Jeroen Vanesser, Jeroen Op den Kelder	Leeftijdsgroep:	1ste graad Secundair onderwijs (ong. 12-15)
Medewerker(s):	Lander Frans, P. Stergiopoulos E.Chaniotakis, Reinout Vaes, Tom Jeunen, Tim Maes	Taal:	Nederlands
Status:		Moeilijkheids-graad:	Laag
Verspreidingsniveau:		Speciale Noden Behandeld:	

UCLL Lerarenopleiding campus Diepenbeek

Lesplan 2.2: **Resonante Tonen en Staande Golven - In detail**

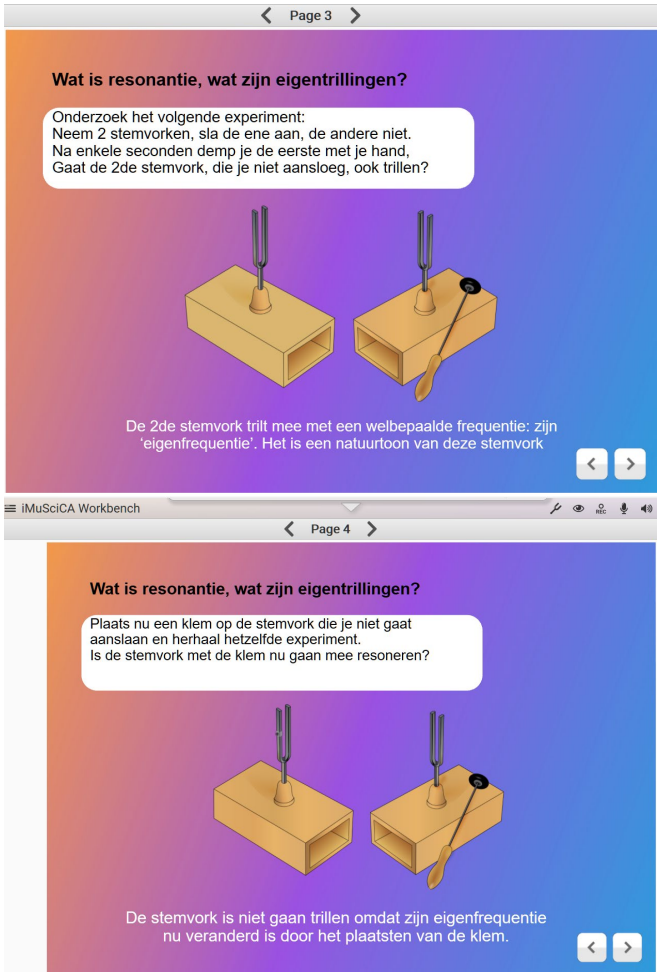
Voorkennis
Deze les kan gegeven worden aan leerlingen uit de A-stroom.
De leerlingen kennen de vier verschillende families van instrumenten (chordofonen, membranofonen, aerofonen en idiofonen).
De leerlingen weten dat geluid wordt voortgebracht door trillingen en dat deze trillingen een bepaalde frequentie hebben.
De leerlingen weten dat elk instrument een rij van natuurlijke tonen bezit en wat de wiskundige relatie is tussen de frequenties.
De leerlingen weten wat een eigenfrequentie van een voorwerp is. Leerlingen kennen het begrip golflengte.

Hoe inzetten?
De leerlingen mogen in groepjes aan een computer zitten en gebruiken Cabri. Ze volgen de stappen op Cabri en voeren experimenten uit. Ze moeten zelf redeneren en conclusies trekken. Op het einde van de les komt iedereen samen voor een klassikaal reflectiemoment waarin de leerkracht de klas enkele vragen stelt over wat ze geleerd hebben. De leerlingen leren in deze les werken met de iMuSciCA workbench.

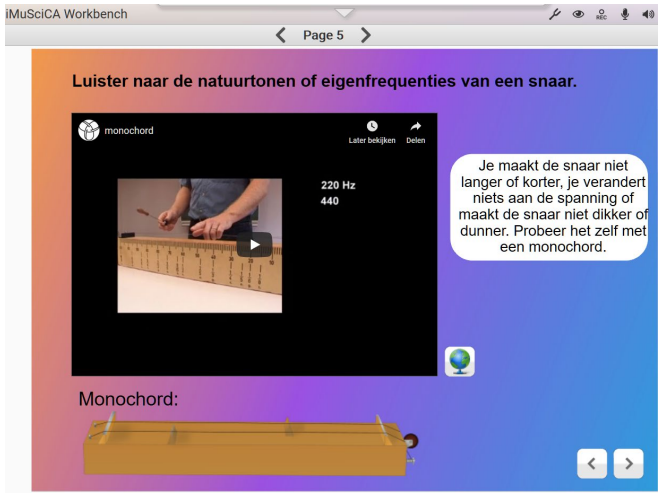
Doelen
- De leerlingen kunnen staande golven in een koord herkennen en uitleggen.
- De leerlingen kunnen staande golven in een open buis herkennen en uitleggen.
- De leerlingen weten dat muziek bestaat dankzij het ontstaan van staande golven.

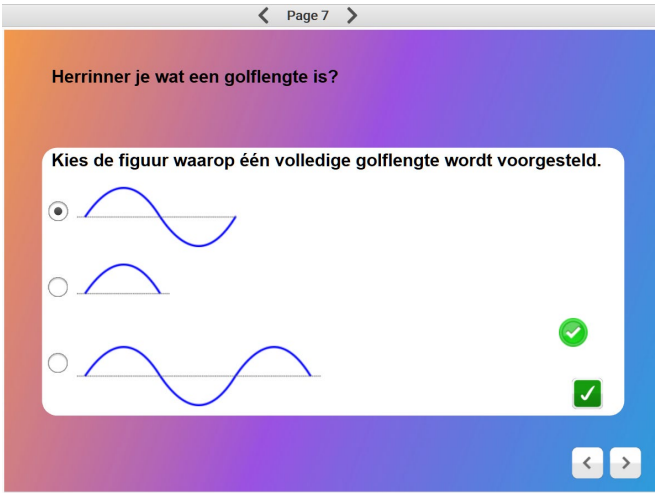
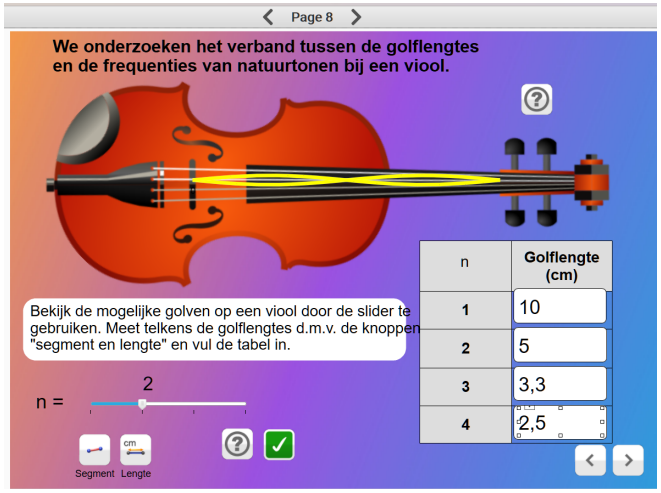
Benodigdheden
- Laptop met de programma's Cabri en iMuSciCA workbench
- Slinky of touw
- Ballonnen en kleine potjes
- Rijst of zand

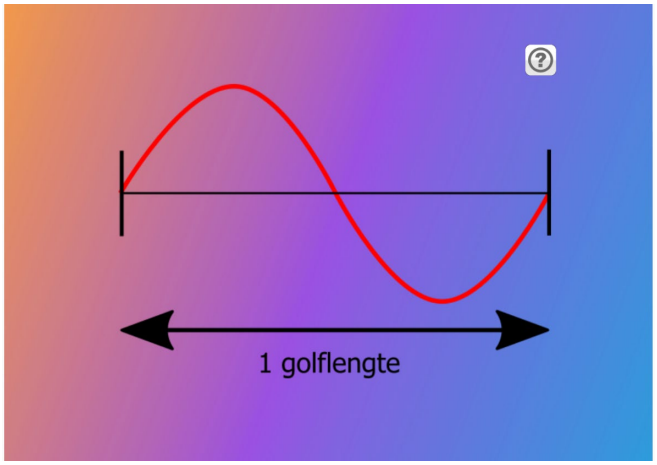
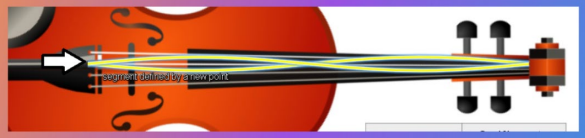
Tijd	Fasen	Domein	Beschrijving	Activiteit	Opmerkingen
1	Aangrijpen/ Voorstellen	A	We luisteren naar de natuurtonen van een instrument zoals een draaibuis (Whirly Tube).		Je vindt meer informatie over de natuurtonen in les 2.1.

2	Aangrijpen/ Voorstellen	A	We ontdekken wat resonantie is.		Om te ontdekken wat resonantie is, gebruiken we 2 stemvorken. De leerlingen moeten de opstelling maken zoals te zien op de cabri.

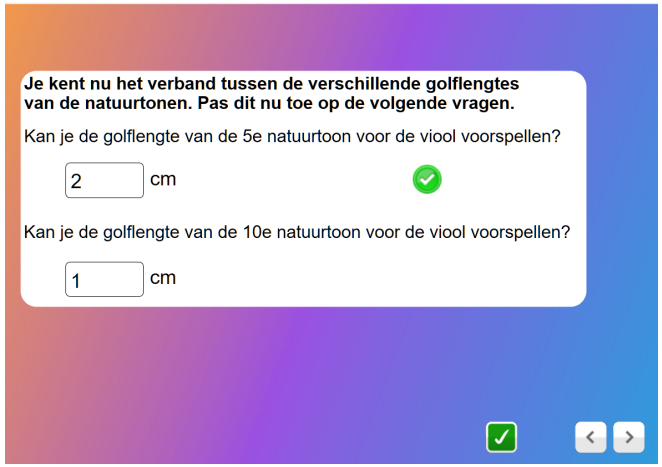
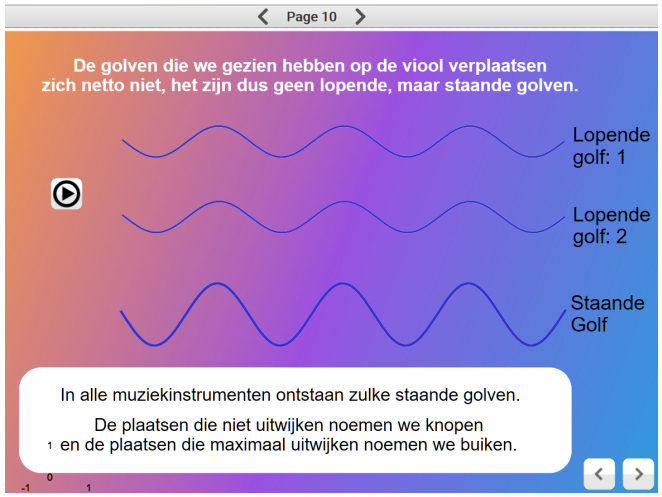
OPT OF TEACHING

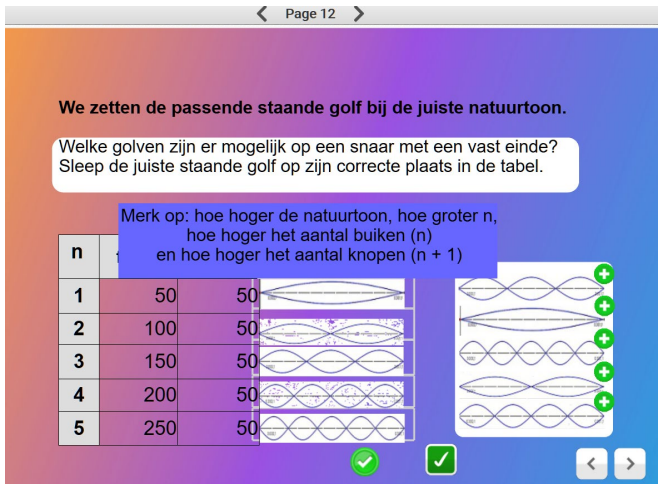
	Aangrijpen/ Voorstellen	A	Luister naar de natuurtonen van een snaar.		We gaan het nu hebben over natuurtonen op een snaar. Klik op de wereldbol om rechtstreeks de video te kunnen kijken. Kijk eerst naar de video en probeer dan op een echte monochord.
	Analyseren	S	Bekijk de golflengte van de grondtoon en de natuurtonen die daarop volgen op een viool.		De golflengte wordt kleiner bij hogere natuurtonen.

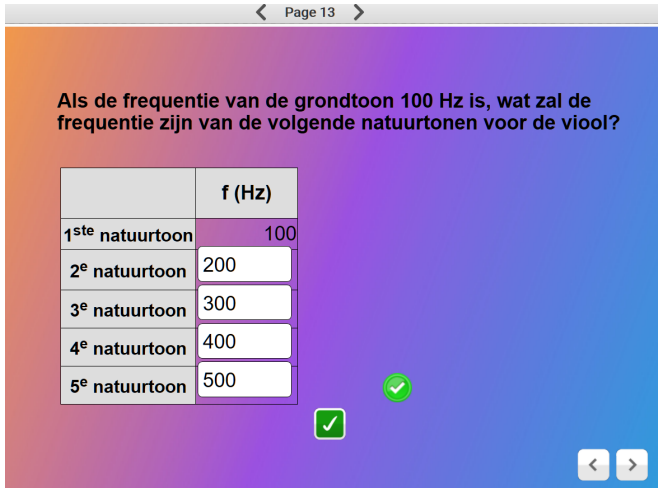
	Analyseren	S	Een herhaling van wat een golflengte is.		Herhaling: Wat is 1 golflengte? ART OF TEACHING
	Analyseren	S	We bekijken hoe de golflengte kleiner wordt telkens als de natuurtonen groter worden.		Je moet telkens eerst een segment definiëren d.m.v. de knop ‘Segment’ en daarna de meting doen d.m.v. de knop ‘Lengte’. **Let op:** Zorg ervoor dat wanneer je de lengte gaat meten door een nieuw ‘segment’ in te voegen, de vorige punten van de metingen niet meer op het scherm zichtbaar zijn. Klik op de vraagteken voor instructies over hoe te meten. **Let op:** De afstand tussen twee knopen of twee buiken is een halve golflengte!

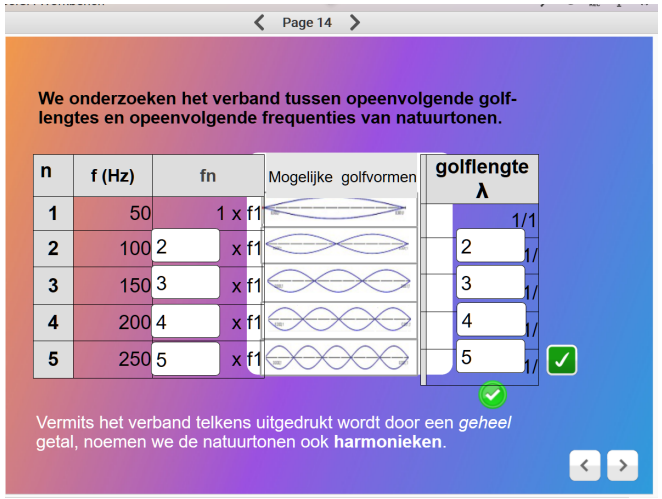
				 Page 8  Klik op de knop 'segment'. Selecteer het beginpunt van je segment door te klikken op het punt waar de gele golf begint. Let op de golf moet nu geselecteerd zijn. Dit is het geval wanneer de golf een blauwe rand krijgt. Ga dan naar het eindpunt van de golf en klik daar opnieuw. Nu verschijnt daar een punt. Klik nu op de knop 'lengte'. Klik op het te meten lijnstuk: je kan nu de lengte aflezen.	**Conclusie**: Om de golflengte te voorspellen, moet je telkens de lengte van de snaar delen door n.

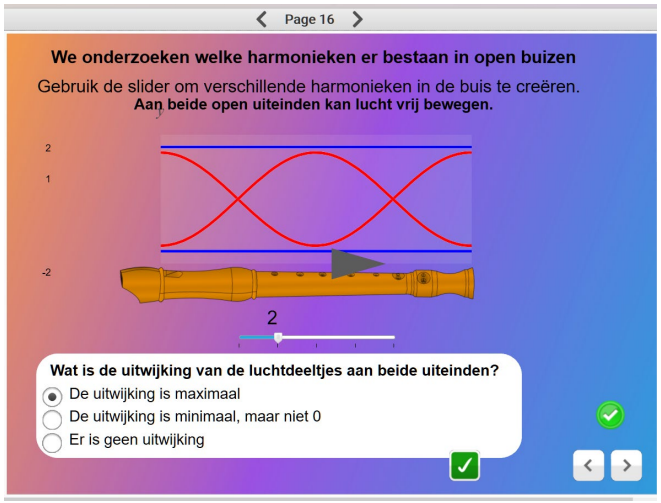
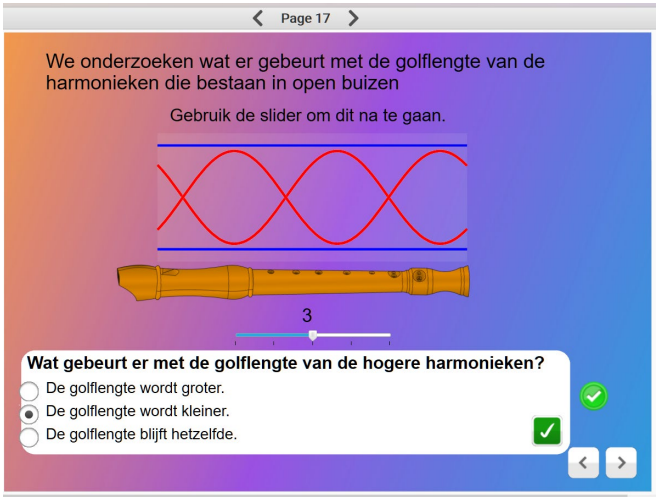
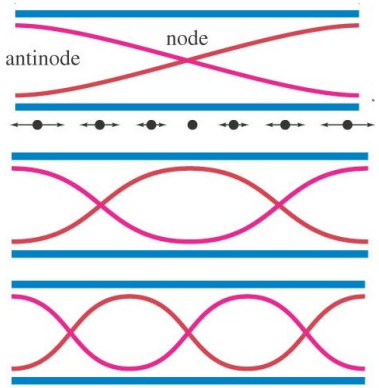
ART OF TEACHING

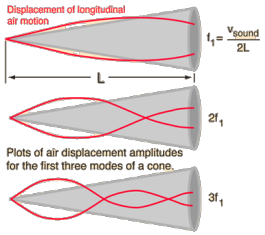
					
	Analyseren	S	Globale onderzoeksvraag: Waarom kan elk instrument een natuurlijke rij van tonen produceren? Kunnen we een rij van natuurtonen onderzoeken aan de hand van de golven? We proberen de golven te zoeken die de natuurlijke tonen beschrijven. Deze zijn 'staande golven'.		

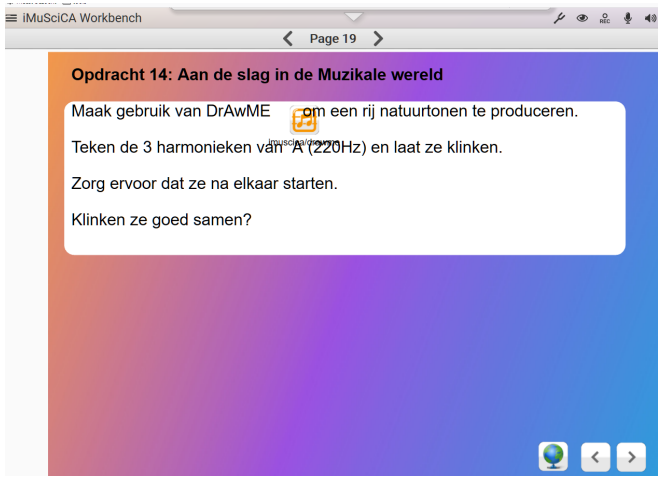
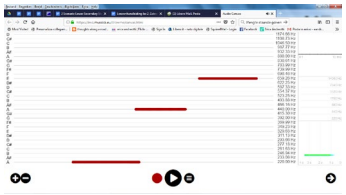
	Analyseren	S	Bekijk de mogelijke golven van een trillende snaar met vaste uiteinden.		Sleep de slider en bekijk de mogelijke golven. Er kunnen geen andere golven ontstaan op een bepaalde rij. Op het einde van de snaar is de verplaatsing altijd gelijk aan 0. Er is dus geen verplaatsing daar. De uiteinden zijn dus ook knopen. Elke mogelijke staande golf komt overeen met een natuurtoon.
	Voorstellen	S	Welke staande golven komen overeen met welke natuurtoon?		Dat we enkel bepaalde natuurtonen kunnen horen komt door het feit dat er maar een aantal soorten golven kunnen ontstaan op een snaar met vaste uiteinden. In de tabel geeft n het aantal halve staande golven (halve golflengtes) weer. Het verschil in frequentie blijft constant. Zo gedraagt een snaar zich bij deze verschillende natuurtonen: 1e toon (grondtoon): 2e toon (2e harmoniek):

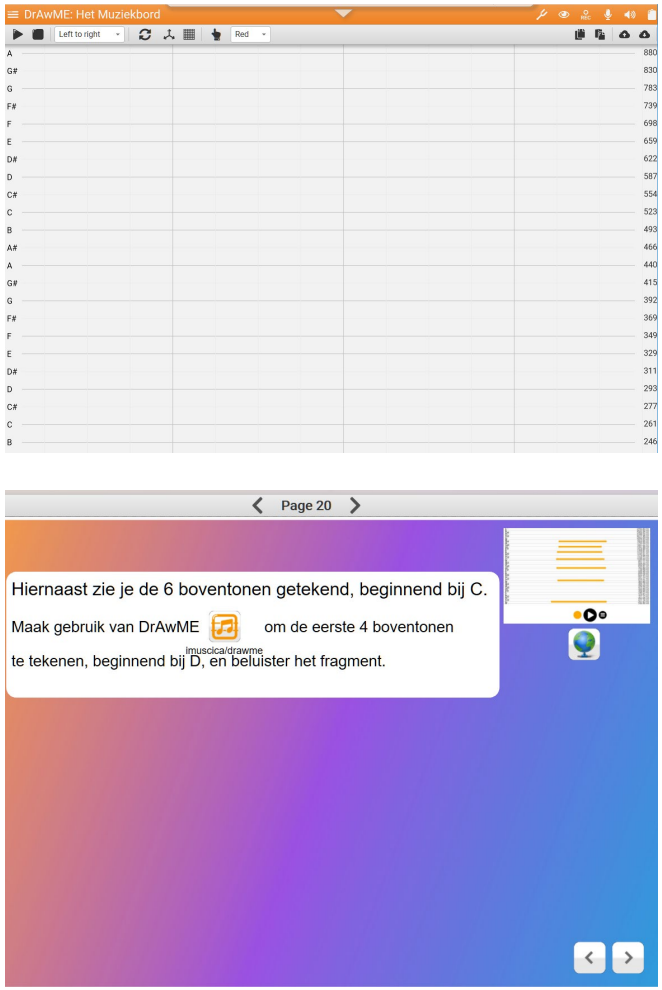
					3e toon (3e harmoniek): etc.
	Analyseren	S	De frequenties van de natuurtonen zijn gerelateerd aan de soorten golven. Het is dus mogelijk om de frequentie van de volgende natuurtonen te voorspellen gegeven de frequentie van de grondtoon.		Om de frequentie van de volgende natuurtonen te voorspellen moet je de frequentie van de grondtoon vermenigvuldigen maal n. Zie ook les 2.1.

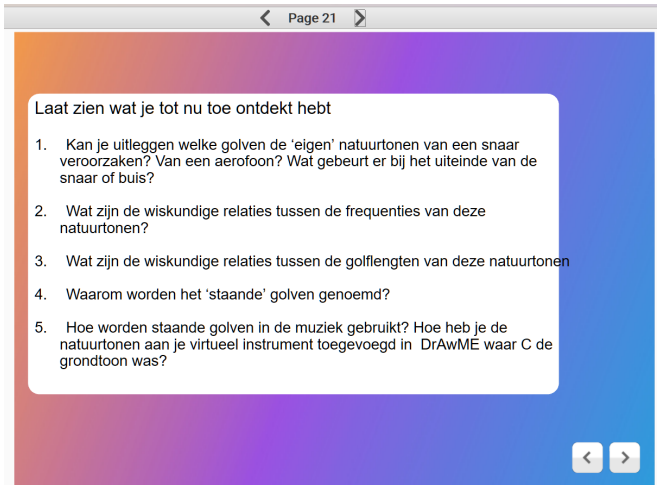
	Onderzoeken	S	We onderzoeken het wiskundig verband tussen de frequenties en de golflengtes van opeenvolgende natuurtonen.		Natuurtonen waar het verband tussen frequenties door een geheel getal uitgedrukt wordt, noemen we ook **harmonieken**.
	Onderzoeken	S	Onderzoek nu de golven van de natuurtonen op een blokfluit.		Een blokfluit is een buis met beide kanten open: de golven zullen hier zich anders gedragen dan op een snaar met vaste uiteinden.

	Onderzoeken	S	Welke staande golven (en dus welke harmonieken) zijn er mogelijk in buizen met open uiteinden? Wat gebeurt er met de golflengte in een open buis bij een hogere harmoniek?	 	We weten dat als we vaste uiteinden hebben (zoals bij een snaar), dat er dan knopen zullen ontstaan aan deze uiteinden (minimale uitwijking). Hoe zit het dan in een open buis? Hebben we in een open buis vaste uiteinden? Het antwoord is verbonden met volgende vraag: wat trilt er in een open buis? In een open buis zal de lucht trillen. In een open buis heb je open uiteinden. Aan de open uiteinden zijn de luchtmoleculen vrij om te bewegen. De uitwijking is hier dus maximaal. Zie tekeningen:  Bij hogere harmonieken worden de golflengtes telkens kleiner en de frequenties telkens hoger.

				Extra opdracht: **Welke zijn de mogelijke staande golven in een half-open buis?** Teken ze.	De frequenties van de opeenvolgende natuurtonen vormen dan een oneven veelvoud van de frequentie van de grondtoon. bv. half-open (afgedekte) orgelpijp **Remark: conical pipes** do have all natural harmonics like open ones.  More explanation can be found for instance at http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Waves/clocol2.html
	Onderzoeken	S	Kunnen we de eigen trillingstoestanden van een snaar verkrijgen? Verkrijgen we staande golven bij alle frequenties of slechts bij enkele?		Je kan enkel staande golven verkrijgen bij bepaalde frequenties. 1ste harmoniek

					 2de harmoniek
3	Creëren	E/A	Gebruik de iMuSciCA workbench om een rij van natuurtonen te produceren. Begin bij de noot A (la). Teken nu de 4 overtonen van D.		Gebruik op de iMuSciCA workbench de tool 'Drawing Canvas for Music Creation'. Voeg harmonieken toe met frequenties die gehele veelvouden zijn van de frequentie van de grondtoon. Eerste oefening grondtoon A (x 2, 3 …).  Tweede oefening grondtoon D (x 2, 3 …).


DrAwME: Het Muziekbord
Left to right
Red
A 880
G# 830
G 783
F# 739
F 698
E 659
D# 622
D 587
C# 554
C 523
B 493
A# 466
A 440
G# 415
G 392
F# 369
F 349
E 329
D# 311
D 293
C# 277
C 261
B 246
Page 20
Hiernaast zie je de 6 boventonen getekend, beginnend bij C.
Maak gebruik van DrAwME
imuscica/drawme
om de eerste 4 boventonen
te tekenen, beginnend bij D, en beluister het fragment.

	Analyseren Communiceren Reflecteren	S	Wat heb je ontdekt? Bespreek en kom tot een conclusie.		
	Onderzoeken	S/E	**Extra** Zijn er ook staande golven in een membraan?	Maak een eenvoudig membraan instrument door een ballon over een open kommetje te spannen. Strooi zandkorrels over het membraan. Sla een stemvork aan en kom met de houten resonantiekamer van de vork dicht bij het membraan zonder het aan te raken. Kan je de staande golven zien en horen? Hoe gedragen de zandkorrels zich? 	**Extra (mogelijke) opdracht:** Maak een eenvoudige membranofoon en onderzoek de verschillende staande golven. **Waarneming:** De zandkorrels gaan in een bepaald patroon liggen. **Conclusie:** In een membraan kunnen dus ook staande golven ontstaan. We herkennen deze aan bepaalde patronen. Deze patronen zijn een typerend kenmerk van staande golven in twee dimensies. De frequenties van de natuurtonen zijn in dit geval geen gehele veelvouden van de grondtoon.

					Voor extra informatie over hoe een golf in 2 dimensies zich gedraagt, zie applet, tabblad "2 Dimensions": https://phet.colorado.edu/sims/normal-modes/normal-modes_en.html

ART OF TEACHING