

Pakiet nr 3
ROZDZIAŁ: DŹWIĘK
Informacje dla nauczycieli



**European Science and Technology in Action:
Building Links with Industry, Schools and Home**

Główny partner:

C.M.A.

Projekt ESTABLISH otrzymał dofinansowanie w ramach 7. Programu Ramowego Wspólnoty Europejskiej [FP7/2007-2013] na podstawie umowy o grant nr 244749

Data rozpoczęcia: 1 stycznia 2010 r. Czas trwania: 48 miesięcy

A. Informacje dla Nauczycieli

I. Opis rozdziału

Rozdział pt. Dźwięk podzielony został na trzy podrozdziały, z których można korzystać oddzielnie lub w podanej kolejności. Poszczególne zagadnienia zawarte w podrozdziałach można rozwijać i pogłębiać pod różnym kątem w zależności od celów dydaktycznych oraz programów nauczania wybranych przez nauczyciela.

Podrozdziały nr 1 i 2 mogą funkcjonować w programie spiralnym. Podrozdział nr 1 należy realizować na poziomie wstępnym (I etap edukacji), natomiast podrozdział nr 2 w późniejszych (II) etapach edukacji.

Podrozdział nr 3 rozwija omawiane wcześniej tematy przeznaczone dla uczniów wyższych klas szkół ponadgimnazjalnych oraz zapoznaje uczniów z fascynującymi zagadnieniami związanymi z mową ludzką.

Rozdział dotyczący dźwięku wzbogacony został o wiele ćwiczeń interaktywnych, w których wykorzystane zostały czujniki dźwięku, interfejs i oprogramowanie służące do rejestrowania dźwięku oraz analizy fal dźwiękowych.

Podrozdział nr 1: Badanie dźwięku

W tym podrozdziale uczniowie będą badać podstawowe fizyczne cechy dźwięku. Dowiedzą się że, dźwięk powstaje z drgań oraz będą badać przemieszczanie się dźwięku. Uczniowie będą również uczyć się o zależnościach pomiędzy natężeniem i wysokością dźwięku a amplitudą i częstotliwością drgań; będą badać dźwięki wydawane przez ludzkie struny głosowe oraz będą poznawać anatomię oraz funkcje ucha oraz ochronę ucha przed zbyt silnymi dźwiękami.

Poziom edukacji: uczniowie w wieku 11-15 lat

Zakres tematyczny: Fizyka

Szacowany wymiar: 5-6 jednostek lekcyjnych

Podrozdział nr 2: Instrumenty strunowe oraz dęte

Podrozdział ten rozpoczyna się od doświadczenia dotyczącego rezonansu na przykładzie huśtania ciężkim przedmiotem. Uczniowie przekonają się, że najmniejsza ingerencja może dać zauważalne efekty. Następnie uczniowie będą przeprowadzać doświadczenia z instrumentami strunowymi, w tym kontrabasem, gitarą, jak również doświadczenie Meldego na falach stojących. W dalszej kolejności zaplanowano eksperymenty dotyczące fal dźwiękowych w słupach powietrza. Na zakończenie tego podrozdziału, uczniowie będą wybierać spośród kilku otwartych zagadnień. Wiedza z zakresu zagadnień objętych ćwiczeniami 1-7 przygotowuje uczniów do pracy nad ćwiczeniami 9-11.

Poziom edukacji: uczniowie w wieku 15-17 lat

Zakres tematyczny: Fizyka

Szacowany wymiar: 5-7 jednostek lekcyjnych oraz 2 jednostki pracy samodzielnej

Podrozdział nr 3: Mowa ludzka

Podrozdział ten omawia mechanizmy mowy ludzkiej oraz analizę i syntezę mowy. Uczniowie będą uczyć się o podstawach mechanizmów mowy, będą nagrywać różne sygnały dźwiękowe oraz nauczą się jak odczytywać i interpretować sygnały czasowe oraz dane ze spektrogramu. Uczniowie dowiedzą się również o sposobach sztucznej produkcji mowy.

Poziom edukacji: uczniowie w wieku 16-19 lat

Zakres tematyczny: Biofizyka (Fizyka, Biologia).

Szacowany wymiar: 3 jednostki lekcyjne

II. Zastosowanie metody IBSE

Ze względu na brak oficjalnych polskich tłumaczeń typów zajęć IBSE, żeby uniknąć nieporozumień, w dalszej części tekstu zostały zastosowane wyrażenia angielskie:

- **Interactive demonstration:** nauczyciel przeprowadza pokaz eksperymentu pytając uczniów „co się stanie?” (przewidywanie) lub „w jaki sposób to się stało?” (wyjaśnienie) i pomagając im wyciągnąć wnioski..
- **Guided discovery:** uczniowie przeprowadzają eksperyment wprowadzeni do niego przez nauczyciela. To tradycyjna metoda pracy doświadczalnej, w której uczniowie postępują dokładnie wg instrukcji
- **Guided inquiry:** uczniowie wykonują w grupach swoje własne eksperymenty. Nauczyciel wskazuje na problem i podaje cel np. „znajdź...”, „określ...”, „zbadaj...”. Nie ma zadanego z góry wyniku eksperymentu, a wnioski oparte są wyłącznie na rezultatach pracy uczniów.
- **Bounded inquiry:** oczekuje się, że uczniowie zaplanują i przeprowadzą eksperymenty samodzielnie, tylko z niewielką lub bez żadnej pomocy ze strony nauczyciela. Problem badawczy jest dany przez nauczyciela np. wybierz takie cechy orzeszka ziemnego, by móc go jak najlepiej opisać (tak dobrze, abyś był w stanie rozpoznać swój własny, wybrany orzeszek wśród innych) , ale resztę planują i wykonują uczniowie
- **Open inquiry:** oczekuje się, że uczeń w obrębie podanego kontekstu zaproponuje i znajdzie odpowiedź na własne pytanie/a badawcze. Na przykład „Zaproponuj eksperyment dotyczący analizy mowy”. Uczniowie mogą porównać wysokie i niskie tony, głosy męczyzn i kobiet, głośne i ciche itp.

Podrozdział nr 1

Aby wprowadzić uczniów w nową tematykę, taką jak zagadnienia związane z dźwiękiem, nauczyciel powinien wzbudzić ciekawość ucznia zadając mu pytania, na które ten zna lub myśli, że zna odpowiedź lub które mogą uświadomić mu luki w wiedzy na dany temat. Podejście to jest formą metody opartej o dociekanie, czyli metody „uczenia przez pytanie”. Dla większości nauczycieli głównym problemem jest określenie trudno uchwytej granicy pomiędzy mówieniem niewystarczająco dużo, a odpowiadaniem na pytania zbyt wcześnie przy jednoczesnej kontroli czasu oraz pilnowaniem, aby uczniowie nie odchodzili zbyt daleko od tematu zagadnienia w swoim rozumowaniu i nie tracili czasu na podążanie w zupełnie niewłaściwym kierunku. Proponowane wyjaśnienie może z jednej strony być

niewłaściwe, a z drugiej zawierać ciekawe elementy rozumowania naukowego oraz dawać motywację do rozwiązania problem.

Jako że podrozdział ten ma charakter wprowadzający na poziomie podstawowym, główne zastosowania metody IBSE obejmują tutaj dyskusje w grupach, interaktywne prezentacje, **guided inquiry**. Dzięki tym ćwiczeniom uczniowie zdobędą podstawowe umiejętności w zakresie dociekania naukowego:

- Zadawanie pytań i znajdowanie odpowiedzi.
- Planowanie i przeprowadzania prostych doświadczeń.
- Wykorzystywanie narzędzi do gromadzenia danych.
- Wykorzystywanie danych do opracowywania racjonalnych wyjaśnień.
- Prezentowanie przeprowadzonych doświadczeń oraz opracowanych wyjaśnień.
- Przyswojenie faktu, iż naukowcy stosują różnego typu doświadczenia i narzędzia celem opracowania wyjaśnień posiłkując się potwierdzonymi informacjami oraz wiedzą.

Niektóre z ćwiczeń są ćwiczeniami interaktywnymi, w których wykorzystuje się komputer z czujnikiem dźwięku rejestrującym fale dźwiękowe.

Podrozdział nr 2

Powiązanie tematu z gitarą czy innym strunowym instrumentem zachęci uczniów do przeprowadzania własnych doświadczeń. Co trzeba wiedzieć, żeby zbudować gitarę? Aby się tego dowiedzieć, uczeń będzie analizował grę na kontrabasie oraz progi gitary. Wiedza zdobyta przy tych zadaniach będzie wykorzystana przy omawianiu słupa powietrza w instrumentach dętych.

Do głównych elementów metody IBSE wykorzystanych w tym podrozdziale należą między innymi:

- Przeprowadzanie eksperymentów.
- Analizowanie wyników uzyskanych w eksperymentach (lub przedstawionych przez nauczyciela)
- Prezentowanie wyników za pomocą wykresów
- Wykorzystywanie wyników jednego eksperymentu (kontrabas) przy analizie wyników innego (progi gitary)
- Wykorzystywanie wiedzy z jednej dziedziny akustyki (instrument strunowy) w innej (słupy powietrza)

Do wykonania niektórych zadań potrzebny jest komputer na potrzeby rejestrowania i analizowania danych.

Podrozdział nr 3

Zadania z zakresu analizy i syntezy mowy zawarte w tym podrozdziale są zadaniami opartymi o **open inquiry**. W tych ćwiczeniach uczniowie będą formułować własne pytania badawcze. Ten typ uważany jest za najpełniej wykorzystujący metodę kształcenia przez dociekanie. W tego typu zadaniach, uczniowie muszą rozwinąć swoje umiejętności w zakresie definiowania problemu, krytycznej oceny eksperymentów, planowania doświadczeń naukowych, wyszukiwania informacji, tworzenia modeli, prowadzenia dyskusji w grupie, tworzenia spójnych argumentów, czyli przyswoić podstawowe umiejętności, których wymaga metoda IBSE.

Następnie, uczniowie powinny wykazać się rozumieniem problemu w dyskusji z kolegami i koleżankami z klasy oraz nauczycielem oraz/lub oddać swoje wyniki innej grupie do oceny. W ten sposób uczniowie mają możliwość porównywania swoich wyników i

wstępnych wniosków oraz dojść do wniosków końcowych i wyjaśnień ustalonych samodzielnie.

Zakłada się, że dzięki temu podejściu uczniowie mogą lepiej zgłębić i pojąć dane zjawisko oraz prawdopodobnie zachowają zdobyte wiadomości na dłużej w pamięci poprzez proces internalizacji (uwewnętrznienia).

III. Wiedza naukowa

Podrozdział nr 1

Zakłada się, iż przystępując do pracy nad tym podrozdziałem uczniowie nie posiadają wiedzy w tym zakresie, lecz z niektórymi pojęciami spotkali się już w życiu codziennym .

Zadania ujęte w tym podrozdziale zaznajamiają uczniów z następującymi zagadnieniami:

- Dźwięki wydobywane są przez drgające przedmioty oraz drgające słupy powietrza
- Wysokość i głośność to dwie właściwości dźwięku
- Zmiana sposobu rezonowania przedmiotu może wpływać na wysokość i głośność powstającego dźwięku.
- Wysokość determinowana jest częstotliwością i amplitudą drgań, czyli głośnością.
- Dźwięk powstaje przez ruchy powietrza pomiędzy napiętymi strunami głosowymi.
- Dźwięk potrzebuje medium (na przykład powietrza, szkła, metalu, drewna), żeby mógł się roznosić
- Prędkość dźwięku jest mniejsza niż prędkość światła
- W uchu człowieka znajduje się błona bębenkowa, którą dochodzące dźwięki wprawiają w drganie. Ucho i mózg odbierają drgania jako słyszenie dźwięku. Bardzo głośne dźwięki mogą uszkodzić narządy słuchu.

Podrozdział nr 2

Przed rozpoczęciem omawiania tego podrozdziału uczniowie powinni znać takie pojęcia jak: *długość fali, amplituda, częstotliwość, okres drgań, funkcja sinusoidalna*. Oczywiście pojęcia te będą wyjaśnione w podrozdziale jako że ich ogólne rozumienie niezbędne jest do przyswajania nowej wiedzy.

Zadania wprowadzają następujące pojęcia i zagadnienia:

- Rezonans
- Częstotliwość podstawowa
- Alikwoty
- Fale stojące
- Związki pomiędzy częstotliwością drgań a długością struny/słupa powietrza
- Brzmienie

Powinno się umożliwić nauczycielom dodatkowe kształcenie w formie kursów fizyki. Istnieje również wiele publikacji poruszających temat związków fizyki z muzyką. Zaleca się lekturę książki omawiającej aspekty fizyczne instrumentów muzycznych autorstwa Iana Johnstona pt.: "Measured tones, the interplay of physics and music" (ISBN-10: 0750307625 ISBN-13: 978-0750307628)

Podrozdział nr 3

Ćwiczenia w tym podrozdziale wprowadzają uczniów w tematy związane z mechanizmami mowy oraz analizą i syntezą mowy. W zakresie biologii uczniowie poznają aparat głosowy oraz proces powstawania mowy. W zakresie fizyki uczniowie tworzą model opisujący mechanizmy mowy, analizują dźwięki wydobywane przez człowieka oraz uczą się o sztucznym wydobywaniu dźwięków przez człowieka.

Przed rozpoczęciem pracy nad tym podrozdziałem uczniowie powinni znać pojęcia częstotliwości, amplitudy, fal stojących, rezonansu, częstotliwości podstawowej oraz alikwotów oraz umieć operować nimi kwalitatywnie i kwantytatywnie.

Jako że zakres tematyczny tego podrozdziału wykracza poza tradycyjny program nauczania, model mowy przedstawiony jest w formie opisowej w materiałach zatytułowanych: Model of human speech production [Model mowy człowieka]. Tekst powstał na podstawie artykułu autorstwa Johana Sundberga "The acoustics of the singing voice", *Sci. Am.* 236, 82 (marzec 1977).

Źródła pomocnicze:

1. Johan Sundberg "The acoustics of the singing voice", *Sci. Am.* **236**, 82 (marzec 1977) (see <http://www.zainea.com/voices.htm>)
2. Timothy Moran, "Application of sound spectrum analysis", *Phys. Teach.* **45**, 94 (2007)
3. Klaus Fellbaum, Jorg Richer, 'Human speech production based on a linear predictive vocoder', *ESCA/Socrate workshop on Method and Tool Innovations for Speech Science Education* (1999), see http://www2.spsc.tugraz.at/add_material/courses/scl/vocoder/.

Wersja elektroniczna tekstu 'Model of the Human Speech Production' umożliwiającego analizę i syntezę mowy dostępna jest w formie aplikacji Java na stronie:

http://www2.spsc.tugraz.at/add_material/courses/scl/vocoder/simulation.html

IV. Wiedza dydaktyczna

Największe z ogólnych trudności napotykanymi przez uczniów, potwierdzone badaniami nad nauczaniem przedmiotów związanych z dźwiękiem, związane są następującymi problemami:

- Dźwięki mogą powstawać bez użycia materialnych przedmiotów.
- Mocniejsze uderzenie w przedmiot zmienia wysokość powstającego dźwięku.
- Głośność i wysokość dźwięków to to samo.
- Wysokość dźwięku wydawanego przez kamerton zmienia się po tym jak "zwalnia" (czyli "traci energię")
- Częstotliwość powiązana jest z głośnością dla wszystkich amplitud.
- Dźwięki wydawane przez człowieka powstają dzięki wielu strunom głosowym, które wydają różne dźwięki.
- Dźwięki mogą roznosić się w pustej przestrzeni (próżni).
- Dźwięki nie rozprzestrzeniają się w płynach i ciałach stałych.
- Dźwięki przemieszczają się szybciej w powietrzu niż w ciałach stałych (powietrze jest „cieńsze” i są mniejszą przeszkodą).
- Dźwięki poruszają się raczej pomiędzy cząsteczkami materii (w próżni) niż w materii.
- Można dane wydarzenie/zjawisko zobaczyć i usłyszeć w tym samym momencie.
- Muzyka jest absolutnie formą sztuki i nie ma nic wspólnego z naukami ścisłymi.
- W instrumentach dętych to instrument rezonuje (nie słup powietrza wewnątrz)

instrumentu).

- Fale dźwiękowe są falami poprzecznymi (jak fale wody i światła).
- Fale są nośnikami materii.
- Fale nie posiadają energii.
- Wszystkie fale przemieszczają się w ten sam sposób.
- Duże fale przemieszczają się szybciej niż małe fale w tym samym medium.
- Kiedy dochodzi do interakcji fali z twardą powierzchnią, fale ulegają zniszczeniu.
- Ultradźwięki to bardzo głośne dźwięki.
- Nadmierna emisja hałasu jest uciążliwa, ale w zasadzie nieszkodliwa.
- Dźwięki wydawane przez pojazdy (na przykład gwizd pociągu) zmieniają się w trakcie, gdy pociąg przejeżdża obok słuchającego ponieważ coś/ktoś (np. maszynista) celowo zmienia wysokość dźwięku.
- W telefonach stacjonarnych dźwięki (a nie impulsy elektryczne) przenoszone są przez kable.

Uczniowie muszą wykorzystywać zdobytą wcześniej wiedzę w nowych sytuacjach i może się okazać, że niektórzy mylnie zrozumieli dany problem. Nauczyciel powinien mieć tego świadomość i przez zadawanie uczniom odpowiednich pytań wywołać u nich refleksję nad stanem wiedzy.

Udzielanie uczniom odpowiedzi lub przedstawianie przydatnych danych, pomoże przybliżyć im charakter ćwiczenia. Przykładowo, bez wykresu lub prezentacji video ze strony Youtube, zadanie dotyczące alikwotów miałooby charakter **bounded inquiry**. Zadane pytanie brzmi: w jaki sposób wibruje struna?

Uczniowie mają samodzielnie znaleźć odpowiedź na to pytanie. W przypadku gdy uczniowie dysponują wystarczającą wiedzą oraz są odpowiednio wytrwali, są w stanie znaleźć prawidłowe odpowiedzi. W przeciwnym razie nauczyciel decyduje w jakim stopniu chce im pomóc (robiąc prezentację, pokazując wykres lub pokazując film na Youtube).

Należy z góry przewidzieć różnorodne alternatywne rozwiązania lub nawet mylne rozumowanie uczniów, które mogą oni proponować przy omawianiu podrozdziału dotyczącego mowy. Wynika to z tego, że mowa jest zjawiskiem, z którym każdy spotyka się na co dzień i o którym każdy tworzy sobie własne wyobrażenie. Szczególną uwagę należy poświęcić obszarom często zaniegdywanym i odpowiadać na pytania typu:

- Jak to możliwe, że ta sama samogłoska wypowiedziana przez różne osoby może brzmieć zupełnie inaczej, natomiast jesteśmy w stanie określić bez trudu jaka to samogłoska?
- Czym są formanty oraz czym się różnią względem wieku i płci?
- Czy kształty fal dźwiękowych są rozpoznawalne i odtwarzalne?

W tym miejscu zachodzi potrzeba użycia metody IBSE w celu bardziej obrazowego przedstawienia zjawiska uczniom. Można przypuszczać, że zrozumienie problemu na podstawie własnych odkryć jest mniej powierzchowne i bardziej konkretne, jako że jest ściślej powiązane z rzeczywistością.

V. **Wiedza specjalistyczna**

Podrozdział nr 1

Podjmując pierwsze próby zobrazowania związków pomiędzy dźwiękiem, pomocne może być odnajdowanie i wymienianie zawodów (a nie dziedzin). Zastosowania dźwięków w przemyśle są oczywiste dzięki temu, że znamy zawody takie jak: muzyk, realizator dźwięku (pracujący przy produkcjach telewizyjnych), realizator nagłośnienia (na koncertach), specjalista z dziedziny audiometrii (osoba sprzedająca aparaty słuchowe), audiolog (osoba, która robi audiogramy), akustyk, logopeda. Przykładowo, można zaprosić audiologa na zajęcia lekcyjne dotyczące słyszenia dźwięku i ochrony ucha przed zbyt silnymi dźwiękami i umożliwić uczniom zadawanie mu pytań. Aby zachęcić uczniów do projektów technicznych można zaproponować im skonstruowanie modelu bębena lub strun głosowych.

Podrozdział nr 2

W projektowaniu i budowie instrumentów muzycznych ważną rolę odgrywają aspekty fizyczne. Możliwe jest modyfikowanie brzmienia instrumentów. Istnieją różne rodzaje gitar. Uczniowie mogą przeprowadzać badania i porównywać brzmienie różnych instrumentów. Na czym polega przewaga jednego nad drugim? Czy da się naukowo zbadać jakość instrumentu i ocenić, który jest lepszy? Czy gitara jest dobrze nastrojona, gdzie dokładnie na gryfie powinny znajdować się progi? Czym jest brzmienie (tembr) instrumentu? Ćwiczenia zawarte w podrozdziale dostarczają podstawowych wiadomości niezbędnych do odpowiadania na powyższe pytania lub choćby niektóre z nich.

Przykładowy plan zadań w tym podrozdziale (kategorie tematyczne):

- 2.1. Rezonans – budownictwo oraz budowa mostów.
- 2.2. Częstotliwość podstawowa; kontrabas – budowa instrumentów muzycznych .
- 2.3. Częstotliwość podstawowa; gitara – budowa instrumentów muzycznych.
- 2.4. Doświadczenie Meldego– budownictwo oraz budowa mostów.
- 2.7. Fale stojące w powietrzu, saksofon sopranowy– podobieństwa i różnice pomiędzy różnymi instrumentami dętymi: klarnetem, saksofonem i obojem.

Podrozdział nr 3

Pierwsze urządzenie do rozpoznawania mowy pojawiło się w roku 1952 i stanowiło urządzenie, które identyfikowało pojedyncze wymawiane cyfry. Rozpoznawanie mowy znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach, np.:

:

- Służba zdrowia – przy konwertowaniu nagrywanych raportów ustnych lekarzy i innych pracowników służby zdrowia na format tekstowy oraz przy medycznej analizie problemów z głosem.
- Wojsko - rozpoznawanie mowy ma różnorakie zastosowanie w myśliwcach, np. przy ustawianiu częstotliwości fal radiowych, sterowaniu systemem autopilota, ustawianiu współrzędnych samolotu, parametrów dla uruchamiania broni, oraz kontroli lotu.

- Telefonia – rozpoznawanie mowy jest używane jako część interfejsu użytkownika, do tworzenia ustalanych wcześniej lub indywidualnych poleceń mówionych.

Od początku XVIII wieku, kiedy to Wolfgang von Kemppele zbudował “maszynę mówiącą” naukowcy szukali sposobu odtwarzania ludzkiej mowy. W latach 70. XX wieku technologia cyfrowa umożliwiła stworzenie pierwszych systemów teach-to-speech o szerokim zastosowaniu.

Synteza mowy jest obecnie istotnym i powszechnie stosowanym narzędziem pomocniczym. Do jego zastosowań należy dostarczanie najświeższych informacji, urządzenia czytające dla niepełnosprawnych, sterowanie głosem w samochodach czy wyszukiwanie wiadomości e-mail przez telefon oraz wszelkie inne systemy, w których słownictwo jest bardziej rozbudowane, zawartość ulega częstym lub nieprzewidywalnym zmianom, a ekran nie jest praktycznym narzędziem.

Techniki syntezy mowy wykorzystywane są również przy produkcji gier komputerowych i różnego typu animacji.

Rozdział ten przedstawia temat dźwięku na przykładzie wielu podrozdziałów obejmujących serie zadań. Każdy z podrozdziałów może obrać inny kierunek oraz kłaść nacisk na różne problemy w zależności od programu nauczania oraz celów dydaktycznych nauczyciela. Zadania powinny być sformułowane w jak najbardziej różnorodnych kombinacjach typów, co ma na celu osiągnięcie wyników przewidzianych dla danego podrozdziału. W tym fragmencie prezentujemy jeden ze sposobów organizacji i przebiegu wykonywania zadań.

Podrozdział nr 1

Podrozdział ten składa się z 9 zadań. Poniżej przedstawiono przykładową kolejność, (model wykorzystuje wszystkie proponowane zadania).

Zadanie	Forma zajęć	Aktywność
1.1. Dźwięk - wprowadzenie	Interactive discussion	Zaangażowanie
1.2. Jak powstają dźwięki?	Guided inquiry	Zaangażowanie/Odkrywanie/ Objaśnianie/ Pogłębianie
1.3. Zobaczyć dźwięk	Guided inquiry	Odkrywania/Objaśnianie/ Pogłębianie
1.4. Analiza głosu ludzkiego	Guided discovery	Zaangażowanie/Odkrywanie/ Objaśnianie
1.5. Jak przemieszcza się dźwięk?	Interactive demonstration/ Bounded inquiry	Zaangażowanie/Odkrywanie/ Objaśnianie/ Pogłębianie
1.6 Jak szybko przemieszcza się dźwięk?	Guided discovery	Zaangażowanie/Odkrywanie/ Objaśnianie/ Pogłębianie
1.7. Słyszenie	Guided inquiry	Objaśnienia/Ocenianie
1.8. Co to znaczy za głośno?	Guided inquiry	Objaśnienia/Ocenianie

1.9. Czego nauczyłeś/aś się o dźwięku?	Interactive discussion	Objaśnienia/Ocenianie
--	------------------------	-----------------------

Podrozdział nr 2

W tabeli poniżej zadania ułożone są w zalecanej kolejności. Zadania od 1 do 7 są zadaniami obowiązkowymi i wykonanie ich jest konieczne do zdobycia wiedzy z omawianego tematu dźwięku. Zadania 8-10 służą do sprawdzenia i oceny wiedzy zdobytej w pracy nad tym podrozdziałem. Zadania mogą być wykonywane niezależnie od siebie. Przykładowo, uczniowie mogą wybrać jedno lub dwa zadania i zaprezentować je reszcie klasy.

Zadanie	Typ dociekania	Aktywność
2.1. Rezonanse	Guided discovery	Zaangażowanie
2.2. Częstotliwość podstawowa - kontrabas	Guided discovery	Odkrywanie
2.3. Częstotliwość podstawowa - gitara	Guided inquiry	Objaśnianie
2.4. Eksperyment Melde's	Interactive demonstration	Rozwinięcie/Odkrywanie
2.5. Flażolety na gitarze	Bounded inquiry	Odkrywanie/Ocenianie
2.6. Fale stojące w powietrzu, słupy powietrza	Bounded inquiry	Ocenianie
2.7. Fale stojące w powietrzu – saksofon sopranowy	Guided inquiry -> Open inquiry	Pogłębianie
2.8. Brzmienie	Open inquiry	Pogłębianie /Ocenianie
2.9. Bity	Open inquiry	Pogłębianie /Ocenianie
2.10. Strojenie gitary	Bounded inquiry	Pogłębianie /Ocenianie

Podrozdział nr 3

Podrozdział ten składa się z 5 części. Zaleca się kolejność przedstawioną poniżej. Zadania nr 4 i 5 są do siebie podobne i mają formę **open inquiry**. Można poprosić połowę klasy o wykonanie zadania nr 4, a drugiej połowie zlecić zadanie nr 5.

Zadanie	Typ dociekania	Nacisk
3.1. Wykresy fal dźwiękowych	Guided inquiry	Zaangażowanie

3.2. Model mowy	Interactive discussion	Odkrywanie/Objaśnianie
3.3. Analiza sygnałów dźwiękowych	Guided inquiry	Odkrywanie/Objaśnianie
3.4. Analiza mowy	Open inquiry	Rozwinięcie/Pogłębienie
3.5. Synteza mowy	Open inquiry	Rozwinięcie/Pogłębienie

VII. Ocenianie

Podrozdział nr 1

Najlepszym sprawdzeniem wiedzy uczniów jest test z teorii (z rozumienia podstawowych pojęć, rozumienia zagadnień związanych z falami, dźwiękami) wraz z zadaniem praktycznym.

Podrozdział nr 2

Na ocenę może składać się ocena z testu teoretycznego oraz prezentacji przeprowadzonego eksperymentu lub referat z lektury specjalistycznej. Różne grupy uczniów mogą przygotowywać odmienne prezentacje.

Podrozdział nr 3

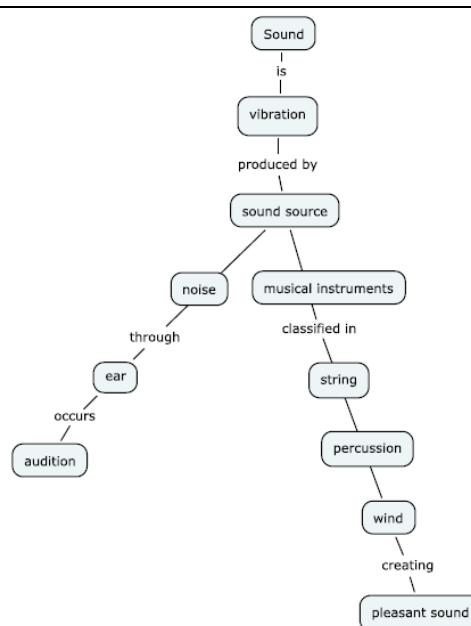
Najlepszym sprawdzeniem wiedzy uczniów jest test z teorii wraz z zadaniem praktycznym. Teoria analizy mowy może zostać włączona w sprawdzian z fal i drgań. Uczniowie mogą napisać sprawozdanie z zadania praktycznego (zadanie w formie **open inquiry**) oraz zaprezentować osiągnięcia reszcie klasy. Dodatkowo, dostarczą zdobyte dane/analizę danych w formie elektronicznej.

VIII. Ćwiczenia dla Uczniów

Podrozdział nr 1 – BADANIE DŹWIEKU

Zadanie 1.1. Dźwięk – wprowadzenie
Cele dydaktyczne:
<ul style="list-style-type: none"> Stworzenie mapy pojęć, celem ukazania obszerności tematu dźwięku, zarówno w kontekście fizycznym, jak i w życiu codziennym. Wzbudzenie ciekawości uczniów i zainteresowanie ich tematem.
Materiały:
<ul style="list-style-type: none"> Laptop/projektor lub tablica suchościeralna/marker
Propozycje:
Poprosić uczniów, by zamknęli oczy oraz siedzieli nieruchomo w milczeniu przez trzy minuty. Uczniowie mają skoncentrować się na tym, co usłyszą. Po otwarciu oczu powinni spisać listę zasłyszanych odgłosów. Następnie, nauczyciel wraz z uczniami powinien

stworzyć mapę pojęć, celem sprawdzenia poziomu wiedzy uczniów oraz poznania ich wyobrażeń na temat dźwięku. Powinno się pozwolić uczniom wyrazić własne opinie o tym, co wiedzą o dźwięku, a każde wygłaszane stwierdzenia włączać do mapy pojęć. Spróbować pogrupować zbliżone do siebie pomysły i terminy tak, aby na koniec lekcji powstała usystematyzowana mapa pojęć, z której będzie można korzystać na kolejnych zajęciach, gdzie omawiane będą zagadnienia z tego samego tematu. Należy pozwolić uczniom mówić wszystko, co wiedzą o dźwięku. Na mapie pojęć może zabraknąć niektórych, które będą omawiane podczas zajęć lekcyjnych, a o niektórych kwestiach uczniowie mogą zwyczajnie zapomnieć. Należy zadawać pytania pomocnicze i naprowadzić uczniów na tok rozumowania, dzięki któremu przypomną sobie brakujące pojęcia.



Potencjalne pytania:

- Co wiecie o dźwięku?
- Co powoduje, że dźwięk jest głośny lub cichy?
- Jaki jest najgłośniejszy możliwy dźwięk?
- Co sprawia, że dźwięk jest przyjemny lub nieprzyjemny?
- Co sprawia, że dźwięk jest wysoki lub niski?
- Jak Waszym zdaniem przemieszcza się dźwięk?
- Jak to się dzieje, że słyszymy dźwięki?
- W jaki sposób niewidome osoby wykorzystują dźwięki by “widzieć”?
- Jaka jest różnica pomiędzy muzyką i hałasem?
- W jaki sposób instrumenty wydają dźwięki?

Zadanie 1.2. Jak powstają dźwięki?

Cele dydaktyczne:

- Przystwojenie faktu, że dźwięki powstają z drgań przedmiotów lub słupa powietrza
- Przystwojenie faktu, że dźwięk jest formą energii

Materiały:

- Elastyczna linijka (metalowa, drewniana), gumka (recepturka), kamerton, bęben, piszczałka, inny instrument muzyczny, np. gitara, skrzypce, flet itp.

Propozycje:

Podzielić klasę na małe grupy oraz rozdać kamertony, bębenki, linijki i instrumenty muzyczne. Poprosić uczniów, aby spróbowali wydawać dźwięki używając otrzymanych przedmiotów.

Następnie rozdać tekst pomocniczy pt.: *Jak powstają dźwięki (Część II)* oraz pozwolić uczniom samodzielnie przeprowadzić badania. Muszą oni odpowiedzieć na zestaw pytań odnośnie każdego z badanych przedmiotów. W trakcie samodzielnej pracy uczniów,

nauczyciel powinien chodzić po klasie i zadawać uczniom pytania celem zweryfikowania zrozumienia przez nich zadania. Po zakończeniu pracy nad doświadczeniem należy przedyskutować następujące kwestie: w jaki sposób powstają dźwięki (dostarczanie energii), co się dzieje z przedmiotem wydającym dźwięk (rezonuje), jak długo trwa dźwięk (tak długo jak rezonuje przedmiot), w jaki sposób można przerwać dźwięk (przez wytłumienie wibracji), jak zmienić właściwości dźwięku (np. zmieniając właściwości rezonującego przedmiotu).

Rozdać tekst pomocniczy: *Jak powstają dźwięki (Część II)*. Pozwolić uczniom określić gdzie występują drgania, dzięki którym instrumenty przedstawione na obrazkach wydają z siebie dźwięki. Zapytać uczniów o inne przykłady powstawania dźwięku.

Potencjalne pytania:

- W jaki sposób z przedmiotu wydobywa się dźwięk?
- Skąd przedmiot czerpie energię potrzebną do wydobywania dźwięku?
- Co się dzieje z przedmiotem gdy powstaje dźwięk?
- Jak długo trwa dźwięk?
- Jak można przerwać dźwięk?
- Jak można obniżyć lub podwyższyć dźwięk? Sprawić by był głośniejszy/cichszy?
- Czy widzicie drgania kamertonu? Dlaczego/ Dlaczego nie?
- W jaki sposób powstaje dźwięk w organach lub we flecie? Co zostaje wprowadzone w drganie?
- W jaki sposób powstaje dźwięk na skrzypcach czy gitarze? Co zostaje wprowadzone w drganie?

Zadanie 1.3. Zobaczyć dźwięk

Cele dydaktyczne:

- Nauka rejestrowania dźwięku za pomocą czujnika dźwięku.
- Interpretowanie wykresów zarejestrowanych fal dźwiękowych
- Zrozumienie, że dźwięk jest sygnałem okresowo zmiennym
- Wprowadzenie pojęć częstotliwości, wysokości oraz głośności
-

Materiały:

- Czujnik dźwięku, interfejs oraz oprogramowanie, które wyświetla fale dźwiękowe (np. Coach 6)

Propozycje

Rozpocząć od pytania: „Jak Waszym zdaniem wyglądałby dźwięk, gdybyście mogli go zobaczyć?” Poprosić ochotników o przedstawienie swoich wyobrażeń w formie rysunki na tablicy.

Podzielić klasę na dwie grupy, rozdać tekst pt. „Zobaczyć dźwięk” (Część I) oraz pozwolić uczniom samodzielnie pracować nad doświadczeniami z użyciem kamertonu oraz czujnika dźwięku. Jeżeli uczniowie potrzebują pomocy, należy pomóc im rozpocząć eksperyment

oraz dokonać pomiarów na komputerze.

Rozdać tekst pt. „Zobaczyć dźwięk” (Część II), omówić zarejestrowane fale dźwiękowe oraz poprosić uczniów, by obliczyli częstotliwość nagranych sygnałów dźwiękowych. Następnie uczniowie mogą przeprowadzić Doświadczenie nr 1 oraz Doświadczenie nr 2 i podsumować je określając właściwości dźwięku: głośność (definiowana przez amplitudę drgań) oraz wysokość (definiowaną przez częstotliwość drgań).

Pytania

- W jaki sposób można uwidocznić dźwięk?
- Czym jest częstotliwość drgań?
- Jakie częstotliwości drgań kamertonu wykorzystaliście w Waszych eksperymentach? Skąd o tym wiecie?
- Czy zauważyliście jakikolwiek związek pomiędzy wyglądem kamertonu oraz wydawanym przez niego dźwiękiem?
- Co decyduje o wysokości dźwięku?
- Co decyduje o głośności dźwięku?

Zadanie 1.4. Analiza głosu

Cele dydaktyczne:

- Zrozumienie faktu, że głos ludzki powstaje z drgań strun głosowych
- Interpretowanie kształtów fal dźwiękowych różnych głosów
- Zrozumienie różnic w kształtach fali różnych głosów

Materiały

- Czujnik dźwięku, interfejs oraz oprogramowanie, które wyświetla fale dźwiękowe (np. Coach 6)

Propozycje:

Podzielić klasę na małe grupy. Rozdać tekst pt. *Analiza głosu ludzkiego (Część I)* oraz polecić uczniom wykonanie zadań opisanych jako Obserwacje i Doświadczenia. Następnie omówić z nim proces powstawania głosu.

Następnie należy przydzielić uczniom stanowiska komputerowe i rozdać tekst pt. *Analiza głosu ludzkiego (Część II)*. Pozwolić im przeprowadzić własne doświadczenia z czujnikiem dźwięku. Jeżeli uczniowie potrzebują pomocy, należy pomóc im rozpocząć eksperyment oraz dokonać pomiarów na komputerze.

Po zakończeniu pracy nad doświadczeniami należy podsumować rezultaty badań oraz przedyskutować wyniki eksperymentów.

Potencjalne pytania:

- Jak powstaje głos?
- Jak działają struny głosowe?
- Jaka jest różnica w kształcie fal dźwiękowych kamertonu i głosu ludzkiego?

- Jaka jest różnica w kształcie fal przy wypowiedaniu różnych samogłosek

Zadania 1.5. Jak przemieszcza się dźwięk?

Cele dydaktyczne:

- Przystwojenie faktu, iż dźwięk, aby się przemieszczać, potrzebuje medium
- Zrozumienie, iż dźwięk rozprzestrzenia się przez różne media, w tym ciała stałe, ciecze i gazy.

Materiały:

- Źródło dźwięku, szklany klosz, telefon puszkowy, balon wypełniony wodą, różne materiały, np. drewno, szkło, plastik, ceramika, itp.

Propozycje

Rozdać materiały zatytułowane *Jak przemieszcza się dźwięk (Część I)*. Poprosić uczniów o przeczytanie tekstu i odpowiedzenie na pytania.

Następnie pokazać prezentacje:

1. Ustawić pięć monet w rzędzie obok siebie, na płasko na stole. Pstryknij szóstą monetą tak, aby uderzyła w pierwszą. Poruszy się ostatnia moneta w rzędzie.
2. Umieść budzik lub dzwonek elektryczny w dużej butelce. Włącz dzwonek. Następnie wypompuj powietrze z butelki oraz uruchom dzwonek w próżni.
3. Umieść świeczkę przed głośnikiem. Włącz głośnik (na 5 – 10 Hz). Płomień migocze wskazując na ruchy powietrza. (Zamiast tego pokazu można puścić załączony film)
4. Użyj zwiniętego sznurka (cienkiego); na zmianę z partnerem ciągnijcie za sznurek.



Nauczyciel powinien następnie omówić obserwacje z uczniami oraz pomóc im dojść do następujących wniosków:

1. Energia może być przekazywana przez cząstkę substancji.
2. Dźwięk potrzebuje medium, żeby się rozchodzić. Nie może się rozprzestrzeniać jeżeli nie ma cząstek.
3. Fale dźwiękowe to naprzemienne zagęszczanie i rozrzedzanie powodowane przez ruch do przodu i do tyłu cząstek medium.

Nauczyciel dzieli klasę na grupy i rozdaje teksty pt.: *Jak przemieszcza się dźwięk (Część II)*. Każda grupa otrzymuje źródło dźwięku i materiały do zbadania. Mogą być to dwie puszk połączone sznurkiem, balon wypełniony wodą, książka, lub inne medium jak drewno, metal, szkło, plastik, ceramika, itp. W tym zadaniu uczniowie mają sami zaproponować doświadczenie, którego celem jest zbadanie, przez jaki materiał dźwięk przechodzi najlepiej. Nauczyciel chodzi po klasie i daje uczniom wskazówki. Zadaje pytania o plan doświadczenia.

Na koniec każda z grup przedstawia swoje wnioski. Uczniowie powinni mieć możliwość przedstawienia swojego toku rozumowania.

Potencjalne pytania:

- Jak przenoszona jest energia dźwięku?
- Dlaczego nie słychać dźwięku dzwona pod kloszem?
- Czy słyszycie dźwięk z jego źródła jeżeli trzyma się je w powietrzu?
- W jakim medium operował dźwięk w tym przypadku?
- Czy dźwięk przemieszcza się przez sznurek?
- Czy słyszysz swojego rozmówcę lepiej, kiedy sznurek jest mokry czy suchy?
- Czy dźwięk przechodzi przez szkło? Drewno? Inne?
- Czy dźwięk słabnie oddalając się?

Zadanie 1.6. Jak szybko przemieszcza się dźwięk?

Cele dydaktyczne:

- Przystwojenie faktu, iż prędkość dźwięku jest mniejsza niż prędkość światła
- Określenie prędkości światła przy wykorzystaniu echa.
- Zrozumienie, że prędkość dźwięku zależy od medium

Materiały:

- Czujnik dźwięku, interfejs i oprogramowanie, które wyświetla kształty fal dźwiękowych (np. CMA Coach 6), 1-metrowy podłużny karton lub plastikowa rura.

Propozycje:

Film wideo ukazujący błyskawicę na niebie. Nauczyciel rozdaje tekst pt. „*Jak szybko przenosi się dźwięk?*” (Część I) i prosi o udzielenie odpowiedzi na pytanie nr 1. Daje to możliwość wytłumaczenia uczniom, dlaczego najpierw widzimy światło, a dopiero później słyszymy odgłos.

Następnie nauczyciel dzieli klasę na grupy, które będą pracować na komputerach i rozdaje tekst pt. „*Jak rozprzestrzenia się dźwięk?*” (Część II). Uczniowie dokonują pomiarów na komputerze i próbują określić prędkość światła w powietrzu. Jeżeli uczniowie potrzebują pomocy, należy pomóc im rozpocząć eksperyment oraz dokonać pomiarów na komputerze.

Po zakończeniu badań uczniowie będą porównywać zmierzone prędkości dźwięku z wartościami teoretycznymi. W tym momencie można przedyskutować przykłady zastosowania echa (nawigacja statków, echolokacja, itp.) Uczniowie mogą spróbować określić prędkość dźwięku rozchodzącego się w innych materiałach. Przedyskutujcie czy dźwięk rozprzestrzenia się lepiej w cieczach, gazach czy ciałach stałych.

Potencjalne pytania:

- Dlaczego najpierw widzimy błyskawicę, a dopiero potem słyszymy grzmot?
- W jaki sposób mierzy się prędkość dźwięku w powietrzu?
- Jak oblicza się prędkość?

- Co Waszym zdaniem ma wpływ na prędkość dźwięku?
- W jakim ośrodku dźwięk rozprzestrzenia się najszybciej?
- W jakim ośrodku dźwięk rozprzestrzenia się najwolniej?

Zadanie 1.7. Słyszenie

Cele dydaktyczne:

- Przyswojenie faktu, iż ucho rozpoznaje wibracje dźwięku
- Zrozumienie jak działa ucho człowieka
- Przyswojenie faktu, iż ucho ludzkie rozpoznaje od 20 do 20000 drgań na sekundę.

Materiały:

- Czujnik dźwięku, interfejs i oprogramowanie, które wyświetla kształty fal dźwiękowych (np. CMA Coach 6), 1-metrowy podłużny karton lub plastikowa rura.

Propozycje:

Nauczyciel rozdaje teksty pt. "Słyszenie dźwięków". Uczniowie odpowiadają na pytania od 1 do 3. Dyskusja na temat działania ucha ludzkiego. Aby zwizualizować ten problem można posłużyć się animacją, np.

<http://www.sciencekids.co.nz/videos/humanbody/ear.html>.

W tym punkcie można odnieść się do różnych dziedzin. Dobrym pomysłem byłoby przytoczenie aspektu biologicznego ucha ludzkiego. Można też zainteresować uczniów techniką poprzez zaprojektowanie przez nich własnych, prostych modeli bębena ucha ludzkiego.

Na koniec należy poprosić uczniów o zapoznanie się z treścią pytania nr 4. Dyskusję można rozpocząć od pytania co słyszą, a czego nie słyszą, co doprowadzi do wniosków na temat zakresu słyszenia ludzi i zwierząt.

Potencjalne pytania

- W którą stronę porusza się bębenek kiedy zagęszczona fala dźwiękowa w niego uderza?
- Jak często drga bębenek uszny, kiedy słuchamy śpiewu ptaka o częstotliwości 2000 drgań na sekundę?
- Jak ucho reaguje na głośne dźwięki a jak na ciche?
- Dlaczego dźwięki nie są tak głośne kiedy zatkamy uszy?
- W jaki sposób ucho wzmacnia fale dźwiękowe, aby były wystarczająco silne by oddziaływać na płyn w uchu wewnętrznym?
- Dlaczego pies słyszy gwizdek ultradźwiękowy, którego człowiek nie słyszy?

Zadanie 1.8. Co to znaczy za głośno?

Cele dydaktyczne:

- Przyswojenie faktu, iż intensywność dźwięku (głośność) mierzy się w decybelach.
- Przyswojenie faktu, iż narażenie na bardzo głośne dźwięki może wywołać uszkodzenie narządu słuchu.

Materiały:
<ul style="list-style-type: none"> Czujnik dźwięku, interfejs i oprogramowanie, które wyświetla kształty fal dźwiękowych (np. CMA Coach 6), źródło dźwięku, pudełko na buty, różne materiały izolujące jak bawełna, wełna, tkaniny, pudełka po jajkach, gąbka, gazeta, itp.
Propozycje:
<p>Podzielić klasę na mniejsze grupy, w których uczniowie będą pracować przy komputerach. Rozdać teksty pt. „Ochrona słuchu” (Część I). Uczniowie przeprowadzają doświadczenia na komputerach mające na celu określenie intensywności dźwięków pochodzących z różnych źródeł oraz określenie najlepszego materiału tłumiącego dźwięk. Dyskusja po zakończeniu doświadczenia.</p> <p>Następnie nauczyciel rozdaje tekst pt. „Ochrona słuchu” (Część II). Uczniowie próbują zbadać jaki jest wpływ dźwięków na zdrowie (pytanie badawcze: Co to znaczy <i>za głośno?</i>) W doświadczeniach uczniowie mogą posłużyć się animacją „Interactive sound ruler” dostępną na stronie http://www.nidcd.nih.gov/health/education/decibel/decibel.asp.</p> <p>Następnie można pokazać uczniom nauszники ochronne i przeprowadzić dyskusję o przyczynach, dla których pracownicy niektórych branż muszą ich używać i jakie mogą być skutki nienoszenia ich. Dyskusja o potencjalnych uszczerbkach na zdrowiu spowodowanych hałasem.</p> <p>Zajęcia te stanowią dobrą okazję, by zaprosić na wizytę audiologa. Uczniowie mają przygotować wcześniej pytania, które powinny mieć związek z przedmiotem ich badań.</p>
Potencjalne pytania:
<ul style="list-style-type: none"> Jak sądzicie, dlaczego pracownicy muszą nosić nauszники ochronne? Jakie inne zawody, w których potrzebna jest ochrona narządów słuchu przychodzą Wam do głowy? Co może się stać, jeżeli ochrona nie będzie stosowana? Jakie tworzywa najlepiej tłumią hałas? Jakie materiały są bezużyteczne przy próbie wytłumienia hałasu? Czy podwójna warstwa tworzywa tłumiącego daje lepszy efekt?

Zadanie 1.9. Czego nauczyłeś/aś się o dźwięku?
Cele dydaktyczne:
<ul style="list-style-type: none"> Pogłębienie zagadnień zawartych w podrozdziale.
Materiały
<ul style="list-style-type: none"> Tablica suchościeralna/marker, lub laptop/projektor
Propozycje:
<p>Zaleca się wykorzystanie mapy pojęć stworzonej podczas pierwszych zadań oraz dyskusja w grupach mająca na celu zaprezentowanie przez uczniów zdobytej wiedzy. Uczniowie weryfikują swoje pierwotne przekonania. Końcowa wersja mapy pojęć powinna stanowić schemat podsumowujący efekty nauki.</p>

Podrozdział nr 2 – DŹWIĘK W INSTRUMENTACH STRUNOWYCH I DĘTYCH

Zadanie 2.1. Rezonans

Cele dydaktyczne:

- Przypomnienie wiadomości o drganiach
- Zainteresowanie uczniów tematem rezonansu
- Uświadomienie sobie, że małe siły mogą przynieść wielkie rezultaty
- Wprowadzenie pojęcia rezonansu oraz częstotliwości naturalnej

Materiały:

- Ciężki przedmiot (około 5 do 10 kg) oraz podwójna lina (aby stabilizowała ruch)

Propozycje:

W tym zadaniu uczniowie dmuchając mają wprawić ciężki przedmiot w drgania oraz spróbować odpowiedzieć na pytanie: Jak to możliwe, że taką małą siłą wywołuje się tak silny efekt?

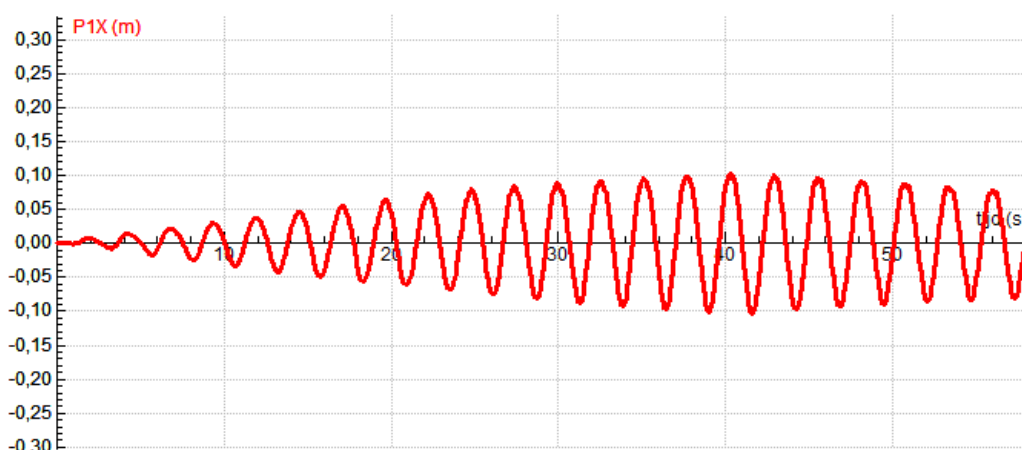
Eksperyment można obejrzeć online na stronie internetowej:

<http://youtu.be/zqhF7NEOStY>

Eksperyment ten można przeprowadzić dwa lub trzy razy w różnych grupach dwu- lub trzyosobowych. Zadaniem nauczyciela jest sprawdzać czy uczniowie współpracują ze sobą oraz czy grupa w której po każdej stronie poruszanego przedmiotu jest jedna osoba osiąga większe amplitudy.

Eksperyment ten dostępny jest również w formie ćwiczenia wideo. Uczniowie, którzy nie są w stanie wykonać eksperymentu samodzielnie mogą skorzystać z tej alternatywy.

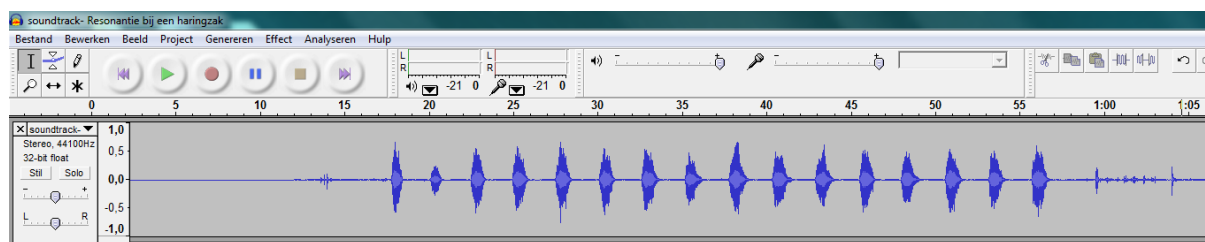
Rysunek poniżej przedstawia wykres drgań ciężkiej torby (5 kg). Wykres tego typu może stanowić podstawę do pytań ewaluacyjnych. Jeżeli uczeń zna teorię (oraz zależnościami pomiędzy długością sznura oraz częstotliwością drgań) może próbować obliczyć długość używanego sznura.



Pozycja ciężkiego przedmiotu wprawionego w drganie. Pomiar trwa 60 sekund. Widać, że dmuchanie przerywa się w okolicach 40. sekundy.

Innym sposobem określenia częstotliwości ruchu jest analiza pliku dźwiękowego z filmu na

stronie youtube. Każde dmuchnięcie jest łatwo rozpoznawalne i jako, że podmuchy mają odpowiednią częstotliwość, możliwe jest wyodrębnienie z pliku audio częstotliwości drgań.



Ścieżka dźwiękowa filmu przedstawiającego ten eksperyment. Każde dmuchnięcie można wyróżnić w pliku dźwiękowym. Pomiędzy 18. a 56. sekundą następuje 16 podmuchów. Oznacza to częstotliwość $16/38 = 0,42$ Hz (lub czas = 2,38s)

Innym przykładem obrazującym zjawisko rezonansu może być eksperyment Chladni:

<http://www.youtube.com/watch?v=Zkox6niJ1Wc>.

Więcej na:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/sound/reson.html#resdef> or

<http://en.wikipedia.org/wiki/Resonance>

Potencjalne pytania:

- Jak to możliwe, że taka mała siła wywołuje taki silny efekt?
- Określ wpływ masy, długości sznura oraz amplitudy na częstotliwość drgań. (przypomnienie wiadomości).
- Na podstawie wykresu przedstawiającego pozycję przedmiotu można spytać o liczbę dmuchnięć.
- Na podstawie wykresu określ amplitudę i częstotliwość drgań w danym momencie.
- Sprawdź czy amplituda ma jakikolwiek wpływ na częstotliwość.
- Można obliczyć energię przedmiotu (masa to 5kg) i dzięki temu obliczyć ile energii jest przenoszona z każdym dmuchnięciem.
- Aby sprawdzić teorię w praktyce, oblicz długość sznura na podstawie częstotliwości drgań.

Zadanie 2.2. Częstotliwość podstawowa. Kontrabas.

Cele dydaktyczne

- Określenie kwalitatywnie związku pomiędzy długością struny oraz jej częstotliwością podstawową.
- Odkrycie, że podczas gry na instrumencie używa się tylko niektórych długości struny.

Materiały:

- Długopis i kartka
- Plik Coach 6 z oryginalnymi danymi

Propozycje:

W tym zadaniu uczniowie analizują pozycje palców kontrabasisty grającego różne nuty.

Uczniowie odpowiadają na pytania posługując się wykresami. W tym ćwiczeniu uczniowie mogą lepiej zrozumieć, co przedstawiają wykresy.

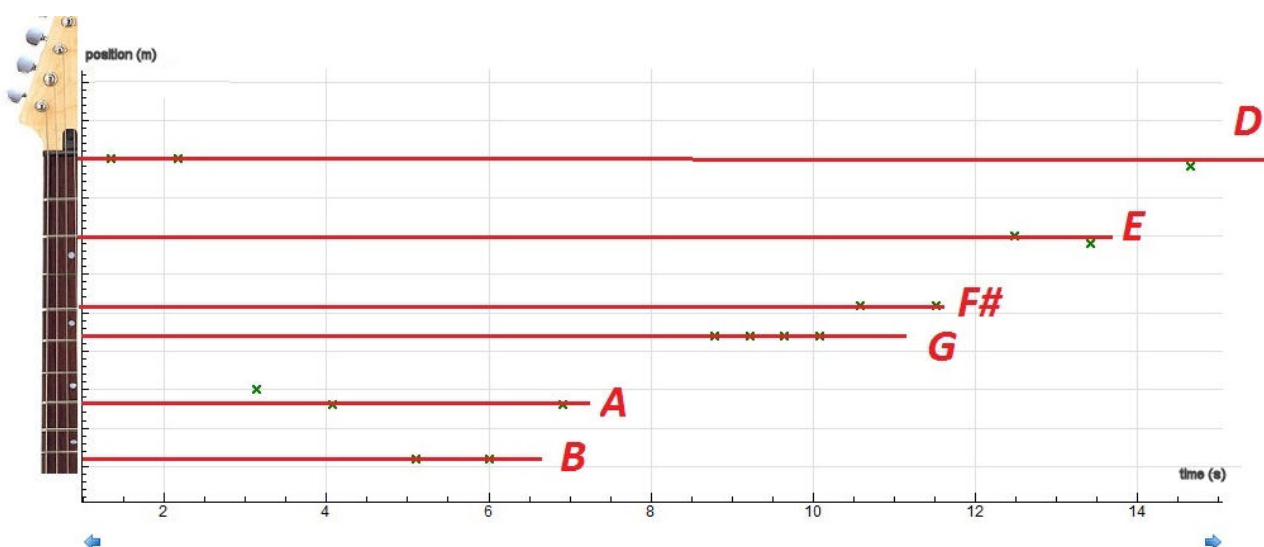
Pytania od 1. do 4. są dla uczniów zwykle łatwe. Pytanie 5. jest nieco trudniejsze i wymaga pewnych obliczeń. Do nauczyciela należy decyzja odnośnie tego, w jakim stopniu powinien pomóc uczniom.

W zależności od atmosfery w klasie oraz zdolności muzycznych uczniów, nauczyciel postanowi, ile czasu poświęcić pytaniu nr 6 (zgadywanie, jaką się gra melodię). Można zorganizować konkurs (należy upewnić się, że odpowiedzi zostały wymazane z materiałów uczniów). Uczniowie mogą też narysować wykres prostej melodii.

Pytania do pytań w zeszycie ćwiczeń.

Słychać sześć nut (pytanie nr 1). Za pierwszy raz, przy wykonywaniu nuty A palec znajduje się odrobinę za wysoko (pytanie nr 2), co sprawia, że struna jest zbyt długa i dźwięk jest zbyt niski (pytanie nr 3). Półton (pytanie nr 4) pomiędzy Fis a G jest czysty, co wynika z obrazka.

Na rysunku poniżej wykres pozycji palca kontrabasisty względem przebiegu czasu jest scalony z rysunkiem przedstawiającym gitarę. Podane są również nazwy granych dźwięków.



Pytanie nr 5:

Pomiędzy pierwszą nutą (D) a trzecią nutą (A na 2. sekundzie) częstotliwość wzrasta o 1.5. oznacza to, iż pozostała długość struny wynosi 66,7% pierwotnej długości. Zatem różnica 33% długości struny to 32 cm. Oznacza to, że całkowita długość struny to 96 cm. W rzeczywistości długość jest nieco większa. Dane są lekko zniekształcone, ponieważ kontrabas się rusza przy nagrywaniu filmu. Różnice pomiędzy teorią a praktyką nie są jednak zbyt duże (mniej niż 10%).

Potencjalne pytania:

- Jakich długości używa się na kontrabasie? Czy można porównać je z długościami strun innego instrumentu strunowego np. gitary?
- Wyjaśnij czym różniłyby się taki wykres dla gitary lub skrzypiec.
- Zrób podobny wykres dla innej prostej melodii (pytanie odpowiednie dla uczniów, którzy mieli już styczność z muzyką)
- Porównaj wykres w zeszycie ćwiczeń w tabelą chwytów dla gitary lub gitary basowej (przykłady: <http://www.bassmasta.net/charts.php?chan=popular-bass-tabs> lub

<http://www.ultimate-guitar.com/top/top100.htm>)

Zadanie 2.3. Częstotliwość podstawowa, gitara

Cele dydaktyczne:

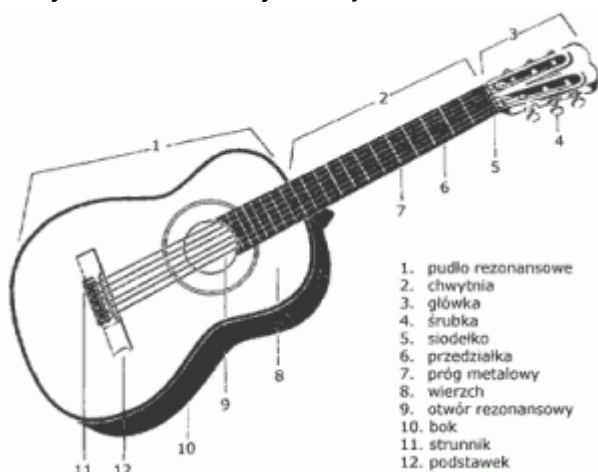
- Określić zależność pomiędzy częstotliwością podstawową (f) oraz długością struny (L)

Materiały:

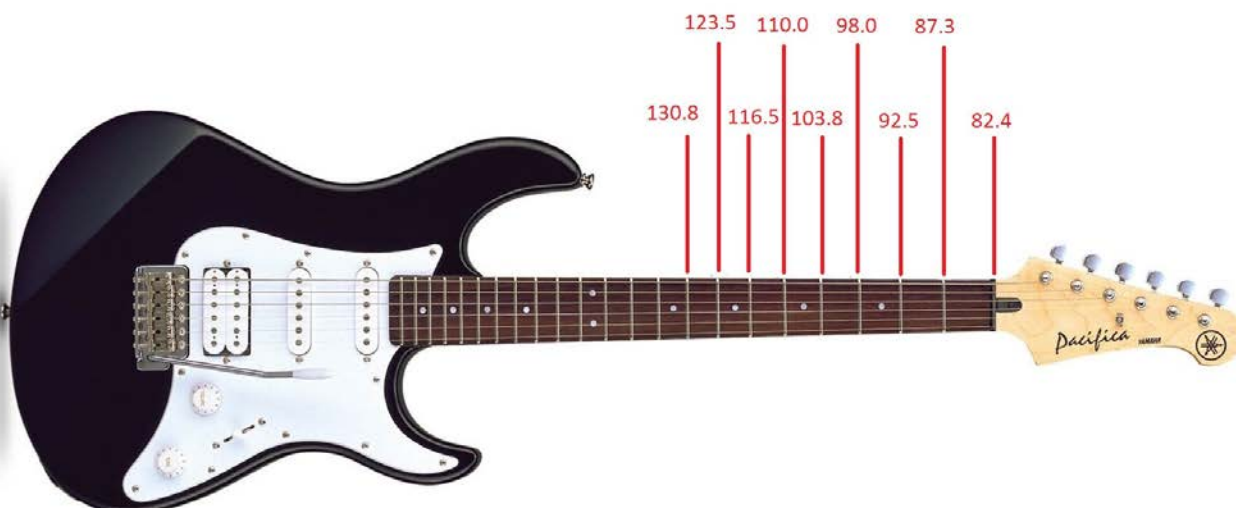
- Gitara
- Linijka
- Komputer z czujnikiem dźwięku oraz programem do analizy dźwięków

Propozycje:

W tym zadaniu uczniowie mierzą długość struny na wysokości progów na gryfie oraz odpowiednią częstotliwość naturalną skróconej struny. Na podstawie tych pomiarów określają związki pomiędzy częstotliwością naturalną struny oraz jej długością ($f \approx 1/L$). Zaleca się, dokonywać pomiarów na prawdziwej gitarze. Dobrze by było, aby na 3-4 uczniów przypadła jedna gitara. Gitara basowa oraz każdy inny instrument, który ma progi również może być wykorzystany w tym zadaniu (ukulele, banjo, mandolina). Przydatna może być znajomość nazewnictwa części gitary (patrz rysunek poniżej).



Jeżeli zdobycie gitary nie jest możliwe, można wykorzystać następujące dane:

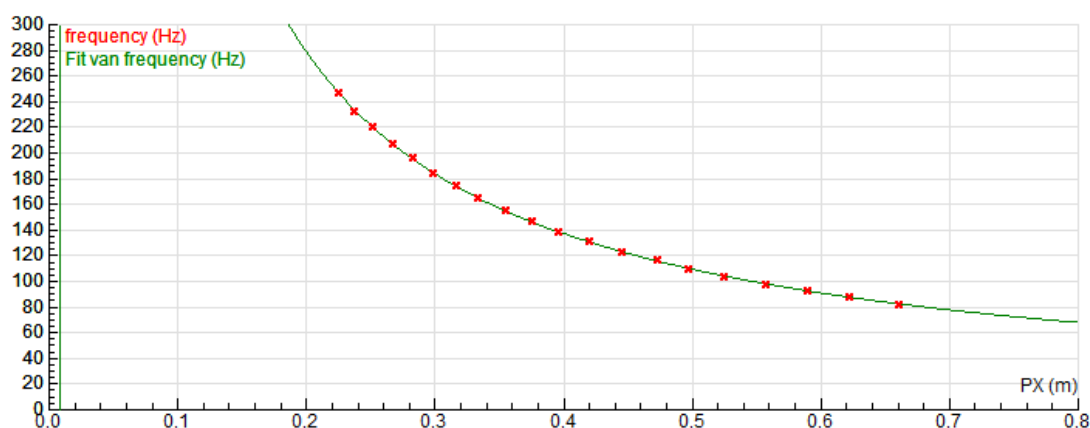


lub inne dane znalezione w Internecie:

<http://entertainment.howstuffworks.com/guitar3.htm> lub

<http://www.physics247.com/physics-tutorial/guitar-string-harmonics.shtml>

Nauczyciel rozdaje materiały pt.: „Częstotliwość podstawowa. Gitara.” Uczniowie dokonują własne pomiary oraz sprawdzają dane w trakcie pomiarów. Może być niewielka różnica w danych dla różnych gitar, ale ogólnie wartości powinny być zbliżone. Wszystkie diagramy powinny mieć ten sam kształt, podobny do tego przedstawionego poniżej.



Stosunek f do L to $f = v/2L$. Tutaj, f oznacza częstotliwość podawaną w Hertzach, v to prędkość fali, L to długość struny, która może wibrować.

Oprócz tego pomiaru uczniowie mogą chcieć sprawdzić stosunek dwóch długości struny z w odstępie jednego progu. Jeżeli zdefiniujemy długość struny, mierzoną od mostka do progu n jako L_n , wtedy stosunek L_n / L_{n+1} jest stały.

Powinno być to $L_n / L_{n+1} = 1.06$

Istnieje dużo publikacji traktujących o aspektach fizycznych gitary. Proponujemy poniższe strony:

<http://www.physics247.com/physics-tutorial/guitar-string-harmonics.shtml>

<http://www.cs.helsinki.fi/u/wikla/mus/Calcs/wwwscal.html>

Nauczyciele fizyki, którzy mają dostęp do serwisu Physics Teacher Online mogą zapoznać się z 'Experimenting with Guitar Strings' by Michael C. LoPresto:

http://tpt.aapt.org/resource/1/phteah/v44/i8/p509_s1?isAuthorized=no

Potencjalne pytania:

- Czy stosunek $f = v/2L$ jest zgodny z informacjami z poprzedniego zadania dotyczącego struny basowej? (jeżeli częstotliwość pomnożymy przez 1.5, to wtedy długość struny dzielimy przez 1.5)
- Jak Waszym zdaniem wyglądałby wykres, gdyby struna była bardziej napięta?
- Jak Waszym zdaniem wyglądałby wykres, gdyby struna była grubsza?
- Jaki wpływ na częstotliwość miałoby podwyższenie lub obniżenie temperatury?
- Dlaczego gitara ma sześć strun?

Zadanie 2.4. Doświadczenie Meldego

Cele dydaktyczne:

- Zbadanie związku pomiędzy częstotliwościami a falami stojącymi w wibrującej strunie.
- Przyswojenie pojęcia częstotliwości i alikwotów.

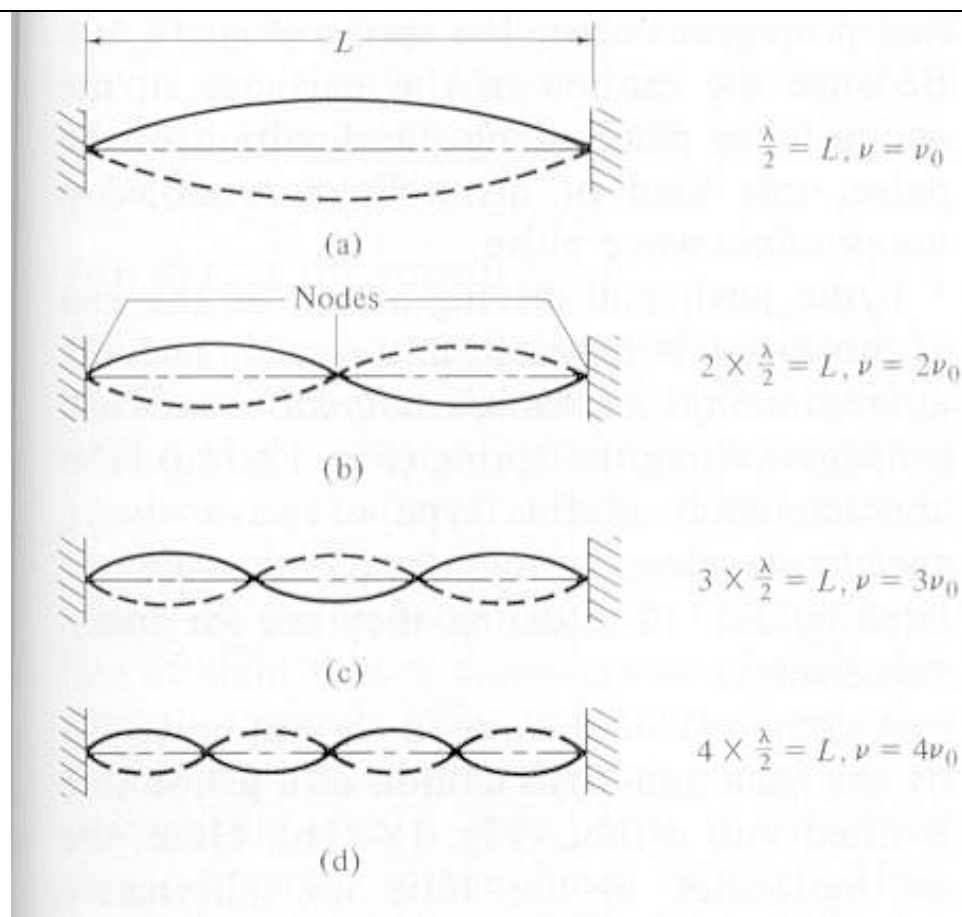
Materiały:

- Generator funkcji oraz wibrator mechaniczny
- Struna
- Krążek linowy i ciężarki do dostosowania napięcia struny

Propozycje:

W tym ćwiczeniu uczniowie przeprowadzają doświadczenie Meldego; generator funkcji napędza wibrator mechaniczny. Struna jednym końcem przymocowana jest do wibratora oraz drugim do ciężarka, rozciągniętym na krążki linowym przytwierdzonym do stołu. Struna, przymocowana z dwóch stron jest napędzana z taką samą częstotliwością jak częstotliwość generatora funkcji. Jeśli jednak częstotliwość drgań nie jest jedną z częstotliwości naturalnych (częstotliwością podstawową lub jej alikwotów) amplituda drgań będzie bardzo mała. Jeżeli częstotliwość drgań jest taka sama jak jedna z częstotliwości naturalnych, amplituda będzie duża i będzie wyraźnie ukazywać kształt (węzły i antywęzły) fal stojących.

W trakcie tego eksperymentu częstotliwość drgań zmienia się i można zaobserwować różne kształty rezonujących fal stojących. Eksperyment ten powtarza się przy różnym stopniu napięcia struny.



Fale stojące w wibrującej strunie, częstotliwość podstawowa oraz dla 1., 2. i 3 alikwotu., λ to długość fali stojącej, L to długość struny, a v to częstotliwość drgań.

Alikwoty to wielokrotności częstotliwości podstawowej. A więc, struna o długości L może wibrować przy częstotliwości podstawowej: $f_0 = v/2L$ oraz przy częstotliwościach: $f_1 = 2 f_0$; $f_2 = 3 f_0$; $f_3 = 4f_0$; $f_4 = 5f_0$; etc.

Eksperyment ten można przeprowadzać w formie prezentacji na forum klasy lub przez pracę w grupach. Każda grupa może używać inne napięcie struny. Uczniowie odkrywają podobne kształty fal stojących dla różnych częstotliwości. Jeżeli wystarczy czasu, można przeprowadzać eksperyment na strunach o różnej grubości.

W przypadkach, gdy przeprowadzenie eksperymentu w klasie jest niemożliwe, wykorzystać można prezentacje znalezione w Internecie jak np. <http://youtu.be/S7-PDF6Vzc> lub <http://youtu.be/MT7EpS4OX3k>.

Potencjalne pytania:

- Narysuj różne typy wibracji dla innych źródeł dźwięku (struna ma przymocowane dwa końce, lecz istnieją również instrumenty, w których struny są unieruchomione tylko z jednej strony).
- Czy w grze na gitarze możliwe są różne typy wibracji?

Zadanie 2.5. Flażolety na gitarze

Cele dydaktyczne:

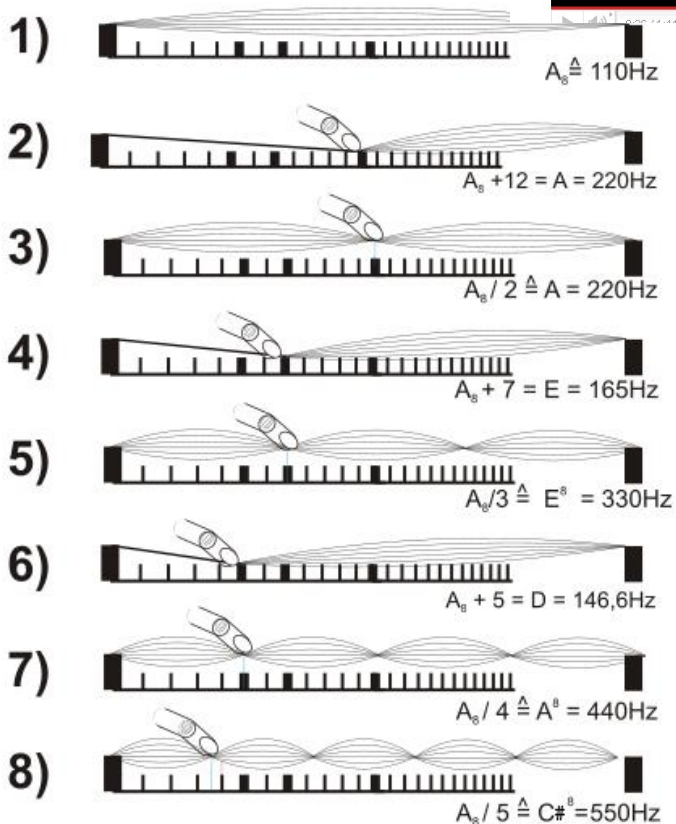
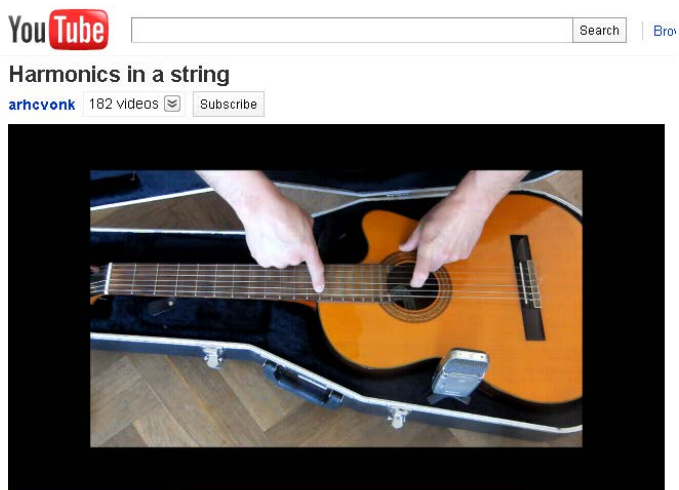
- Zrozumienie, jak operować struną w celu otrzymania pożądanego sposobu wibracji

Materiały:

- Gitara lub inny instrument strunowy

Propozycje

W tym zadaniu, uczniowie wykorzystają wiedzę na temat częstotliwości podstawowej oraz alikwotów. Flażoletów używa się przy strojeniu gitary. Aby przyswoić pojęcie brzmienia, trzeba rozumieć zjawisko alikwotów. Uczniowie dowiadują się, jak wykonywać flażolety na gitarze z filmu na stronie YouTube (<http://youtu.be/4NF1jc5mis?hd=1>). W ten sam sposób będą próbować grać flażolety na gitarze.



Obrazek powyżej przedstawia kilka alikwotów dźwięku A

Potencjalne pytania:

- Określ inne możliwe pozycje na strunie umożliwiające wykonanie takich samych frazoletów jak powyżej.
- Odnosząc się do wykresu określ, za pomocą jakiej pozycji można osiągnąć częstotliwość 660 Hz.
- Czy słycać różnice w wibracji?
- Jakiego typu wibracji używa się w grze na gitarze?
- Czy tak samo wygląda to dla innych instrumentów?

Zadanie 2.6. Fale stojące w powietrzu, słup powietrza zamknięty w przestrzeni rezonansowej

Cele dydaktyczne:

- Przyswojenie pojęcia fal stojących w ograniczonym słupie powietrza
- Zbadanie częstotliwości rezonansowej fal stojących
-

Materiały

- Generator dźwięku
- Rura ,
- Stojący przedmiot

Propozycje

W tym zadaniu uczniowie badają częstotliwości rezonansowe w zamkniętej kolumnie. Przy zmianie częstotliwości generatora sygnału częstotliwość drgań powietrza wewnątrz tuby również się zmienia. Jeżeli częstotliwość generatora sygnału jest bliska częstotliwości drgań słupa powietrza, występuje zjawisko rezonansu i w rezultacie wzmocnienie dźwięku. Od nauczyciela zależy, w jakim stopniu będzie pomagał uczniom.

Potencjalne pytania:

- W jaki sposób można upewnić się, czy (dla danej długości tuby) ma się najmniejszą częstotliwość potrzebną do rezonansu?
- Narysuj kształt fali stojącej dla częstotliwości podstawowej oraz pierwszych trzech alikwotów.
- Co by się stało z długością słupa powietrza lub częstotliwością, jeżeli zmienia się prędkość dźwięku?
- Oceń jaki wpływ na częstotliwość ma temperatura.

Zadanie 2.7. Fale stojące w powietrzu: saksofon sopranowy

Cele dydaktyczne:

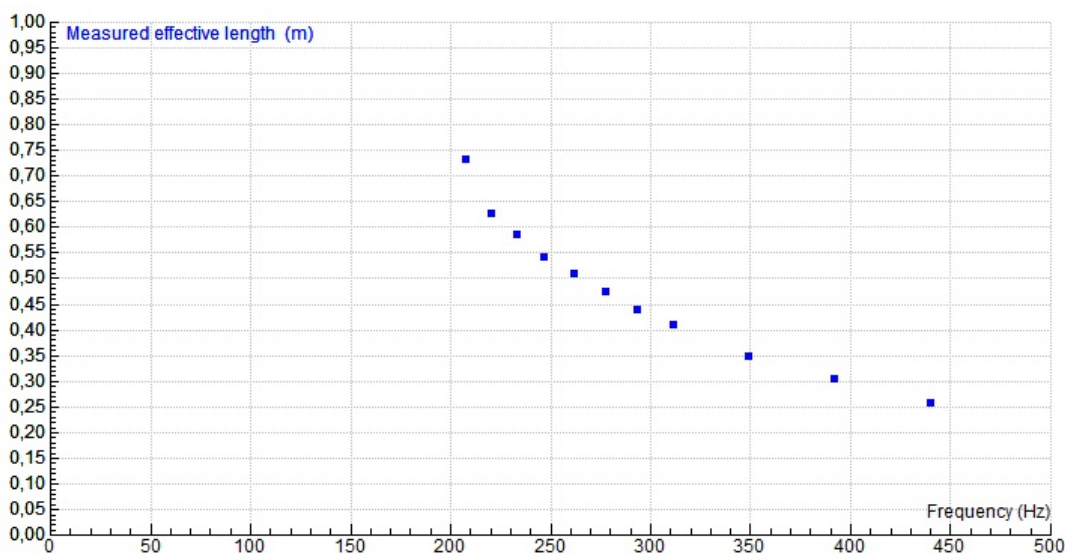
- Określenie związku pomiędzy słupem powietrza L oraz częstotliwością f dla rury stożkowej

Materiały:

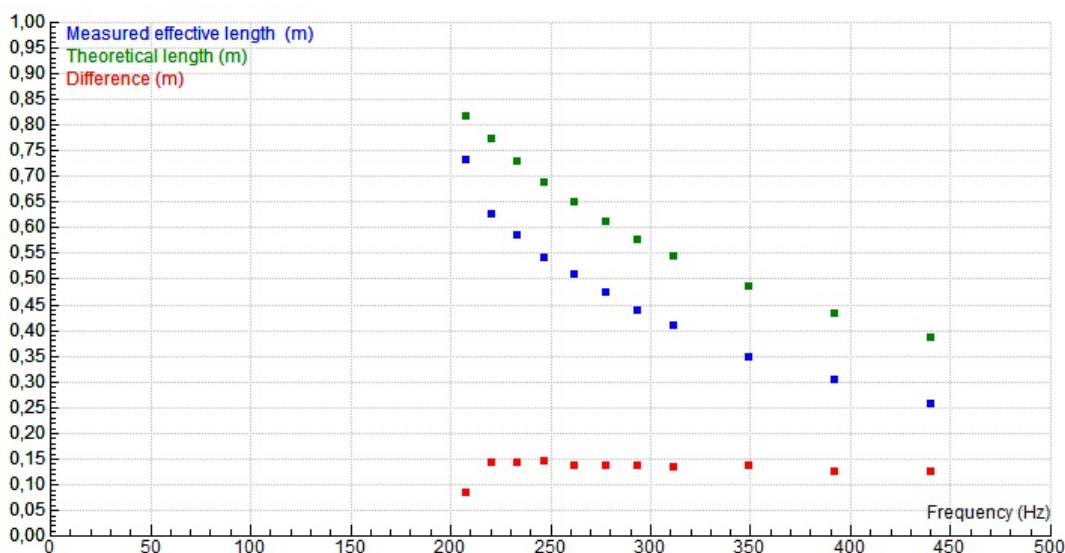
- Długopis i kartka (oraz zeszyt ćwiczeń)
- Plik Coach z pierwotnymi danymi

Propozycje:

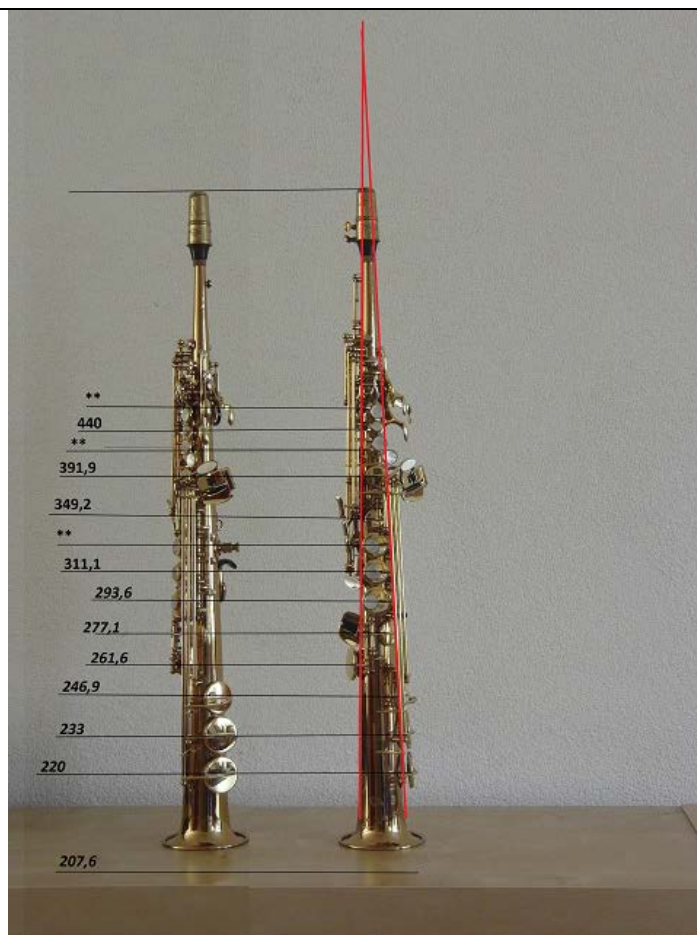
Zadanie to jest podobne do zadania dotyczącego gitary i po jego wykonaniu powstanie podobny wykres. Jednakże, stosunek częstotliwości do długości nie jest tak prosty w przypadku rury stożkowej. Uczniowie odkryją (i sprawdzą tę teorię w praktyce), że aby uzyskać prostą zależność, trzeba zwiększyć długość rury stożkowej.



Wyniki na podstawie pierwotnych danych



Wartość teoretyczna dla rury cylindrycznej, wynik pomiaru oraz różnica w jednym diagramie. Z wykresu wynika, iż różnica jest w istocie stałą.



Określenie stałej na podstawie zdjęcia

Potencjalne pytania:

- Spróbujcie przewidzieć, w jaki sposób zmiana temperatury wpłynie na częstotliwość.

Zadanie 2.8. Brzmienie

Cele dydaktyczne:

- Zrozumienie dlaczego różne instrument mają różne brzmienie

Materiały:

- Czujnik dźwięku, oprogramowanie do pomiarów i analizy (np. Coach 6)

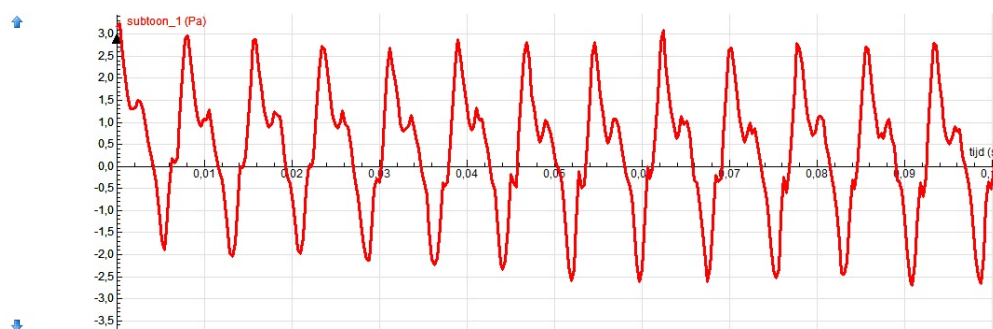
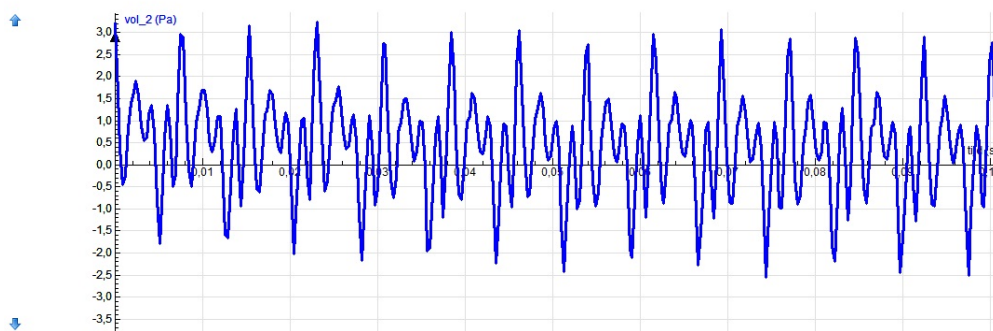
Propozycje:

Na tym etapie uczniowie powinni już umieć wykonywać pomiary za pomocą czujnika dźwięku (np. Coach 6) oraz znać funkcje umożliwiające analizę. Jeżeli rzeczywiście posiadają wymaganą w tym zakresie wiedzę, można zrealizować to zadanie w formie *open inquiry*.

Można podzielić klasę na różne grupy, z których każda zajmie się innym instrumentem. Wykorzystać można właściwie każdy dostępny instrument muzyczny jak również butelki, plastikowe rury lub głos ludzki (inną możliwością są zabawki).

Przykład analizy brzmienia saksofonu można znaleźć na stronie <http://youtu.be/0nff7Lbe9xM>. W tym filmie widzimy i słyszymy tę samą nutę wykonywaną

dwa razy w różny sposób. Na wykresach poniżej widać dwa dźwięki. Częstotliwość jest ta sama, a jednak różnią się one kształtem.



Analiza fourierowska wykazuje, że dwa sygnały pewne komponenty mają wspólne, ale pierwszy (niebieski wykres) ma znacznie bogatsze brzmienie.



Potencjalne pytania:

- Spróbujcie przewidzieć, na podstawie właściwości instrumentu, które flażolety będą często stosowane.
- Sprawdźcie podobieństwa i różnice w brzmieniu różnych instrumentów oraz odnieście je do kategorii, które reprezentują (dlaczego puzon i trąbka brzmią względnie podobnie, a skrzypce całkiem inaczej).
- Spróbujcie pogrupować instrumenty w “rodziny” i określić cechy charakterystyczne ich brzmienia.

Zadanie 2.9. Dudnienie**Cele dydaktyczne**

- Zrozumienie pojęcia dudnienia w akustyce

Materiały:

- Długopis, kartka, internet, kamertony lub instrumenty muzyczne

Propozycje:

Mimo, iż przyswojenie terminu dudnienia nie jest bardzo trudne, wymaga jednak pewnej wiedzy. Temat ten rzadko jest uwzględniany w programie nauczania. Pomimo to, uczniowie dysponujący podstawową wiedzą o dźwięku powinni być w stanie zrozumieć pojęcie dudnienia. Uczniowie mogą skorzystać z własnych sposobów wyszukiwania źródeł i zbierania informacji.

Potencjalne pytania:

- Wskażcie przykłady występowania dudnienia w życiu codziennym.
- Czy są instrumenty, które wykorzystują dudnienie?
- Eksperyment wykorzystujący dudnienie (może być związany z muzyką, ale nie jest to konieczny warunek)

Zadanie 2.10. Strojenie gitary**Cele dydaktyczne**

- Wykorzystanie zdobytej wcześniej wiedzy w nowej sytuacji
- Ocena stanu wiedzy

Materiały:

- Gitara, kamerton

Propozycje:

Uczniowie próbują nastroić gitarę na różne sposoby. Należy pozwolić im wyszukać w internecie informacje o różnych metodach strojenia gitary. Uczniowie mogą też znać inne sposoby z innych źródeł.

Gitarę można stroić na następujące sposoby:

- Wykorzystując dudnienie:

Jednym ze sposobów jest granie tego samego dźwięku na różnych strunach. Należy grać je równocześnie. Jeżeli struny będą dobrze stroić nie wystąpi dudnienie. Przykład tego typu strojenia kontrabasu można obejrzeć na: <http://youtu.be/a0VWWbr6O1I>.

Na filmie widać i słycać kontrabas, który z początku jest rozstrojony. Dźwięk jest rejestrowany przez program Coach, na ekranie widać pojawiające się dudnienie (ok. 0:32). Po zmianie stroju struny, na ekranie widać mniej dudnienia (0:56), czyli instrument stroi lepiej niż przedtem. Pod koniec filmu widzimy, że dudnienie prawie znika (1:30). Warto zauważyć, iż wszystkie pomiary wykonane są w czasie 3 sekund.

- Używając flażoletów

Grając flażolety na różnych strunach powinno się uzyskać ten sam dźwięk. Uczniowie mają samodzielnie odkryć, które progi do tego służą.

- Wykorzystanie rezonansu

Jeżeli skrócimy niską strunę, jest na niej miejsce, w którym będzie wydawać ona ten sam dźwięk, co struna obok. Należy znaleźć to miejsce i grać na skróconej strunie. Jeżeli struny będą dobrze stroić, nieskrócona struna będzie rezonować.

Przykład rezonujących strun kontrabas: <http://youtu.be/d8uH7SeAtZA>.

Potencjalne pytania:

- Zapytajcie znajomych, którzy grają na gitarze, jaka jest ich ulubiona metoda strojenia.
- Którą z metod Ty być wybrał(a)?

Podrozdział nr 3 – MOWA LUDZKA

Zadanie 3.1. Wykresy fal dźwiękowych
Cele dydaktyczne
<ul style="list-style-type: none">• Wprowadzenie wykresów fal dźwiękowych (amplituda a czas)• Zrozumienie, iż wykresy fal dźwiękowych można wykorzystywać w rozpoznawaniu mowy
Materiały:
<ul style="list-style-type: none">• Komputer do odtwarzania plików MP3 oraz plik mama_papa.mp3. ‘ <p>lub</p> <ul style="list-style-type: none">• Komputer z mikrofonem, kartą dźwiękową oraz program do analizy dźwięków. Przykładowym darmowym programem jest Audacity służący do rejestrowania dźwięku i edycji materiału dźwiękowego. Program można pobrać ze strony: http://audacity.sourceforge.net/download/.
Propozycje;
<p>W tym zadaniu uczniowie zapoznają się z analizą mowy. Wykonują analizy prostych wykresów fal dźwiękowych oraz próbują rozpoznać kształty fal konkretnych sylab i słów. Polecenia dla uczniów znajdują się w Zeszycie Ćwiczeń Dobrym. rozwiązaniem jest poproszenie uczniów o pracę w grupach. Pliki mp3 można odtwarzać na komputerze, najlepiej w programie Audacity.</p> <p>Po ukończeniu pracy nad zadaniami powinna nastąpić dyskusja o tym, czym jest analiza mowy, jakie ma zastosowania, jakich nastęrcza trudności itp. Temat analizy mowy powinien wzbudzić zainteresowanie uczniów.</p>
Potencjalne pytania:
<ul style="list-style-type: none">• Czy wiecie czym jest analiza mowy?• Czy potraficie podać przykłady lub zastosowania analizy mowy?• Co myślicie o obecnym poziomie zaawansowania tej technologii i o jej przyszłym rozwoju?• Czy przychodzi Wam do głowy jakiś sposób wykorzystania/nadużycia tej technologii w aspekcie społecznym• Czy gdybyś był(a) sędzią, to czy przyjąłbyś/przyjęłabyś dowód powstały z analizy mowy?• Czy możliwe są nadużycia w tej dziedzinie?• Spróbujcie zaproponować komercyjne wykorzystanie analizy mowy w dziedzinie reklamy i ochrony bezpieczeństwa.

Zadanie 3.2. Model mowy
Cele dydaktyczne:
<ul style="list-style-type: none"> • Poznanie modelu mowy • Przystwojenie pojęć z dziedziny fizyki (widmo akustyczne, rezonans, formanty)
Materiały:
<ul style="list-style-type: none"> • Tekst o modelu mowy w zeszycie ćwiczeń • Inne źródła internetowe dotyczące modelu mowy
Propozycje:
<p>W tym ćwiczeniu uczniowie skupiają się na modelu aparatu mowy człowieka oraz związanymi z nim pojęciami fizycznymi.</p> <p>Nauczyciel rozdaje <i>Ćwiczenie: Model mowy</i> oraz prosi uczniów o zapoznanie się z tekstem. Dyskusja dotycząca modelu biofizycznego oraz o mechanizmach mowy.</p> <p>Zaleca się pokazanie uczniom animacji ze strony: http://www.humnet.ucla.edu/humnet/linguistics/faciliti/demos/vocalfolds/vocalfolds.htm</p> <p>Przykłady zdjęć rentgenowskich aparatu mowy: http://psyc.queensu.ca/~munhallk/05_database.htm</p> <p>Dyskusję można rozwinąć zadając uczniom poniżej podane pytania.</p>
Potencjalne pytania:
<ul style="list-style-type: none"> • Czy temperatura ma wpływ na wysokość głosu lub ton instrumentu? Jaki? Czy potrafisz wyjaśnić mechanizm sterujący tym zjawiskiem? • Kaczor Donald słynie ze swojego wysokiego głosu. Wdychanie helu daje podobny (krótkotrwały) rezultat. Czy potrafisz to wyjaśnić? Jaka właściwość tego gazu odpowiada za ten efekt? • Jaka jest różnica pomiędzy głosem męskim i damskim, głośnym i cichym, mową a śpiewem? • Jak rozpoznać samogłoski po formantach?

Zadanie 3.3. Analiza sygnałów dźwiękowych
Cele dydaktyczne:
<ul style="list-style-type: none"> • Interpretowanie kształtów nagranych fal dźwiękowych • Określanie formantów na podstawie kształtów nagranych fal dźwiękowych za pomocą narzędzi do analizy sygnałów dźwiękowych (np. Fast Fourier Transform lub Liner Prediction) • Zrozumienie jak działa spektrogram
Materiały:
<ul style="list-style-type: none"> • Czujnik dźwięku, interfejs i oprogramowanie do wyświetlania przebiegu fal dźwiękowych umożliwiające analizę dźwięku (np. CMA Coach 6 lub program Raven Lite, który ma również funkcję spektrogramu)

Propozycje:

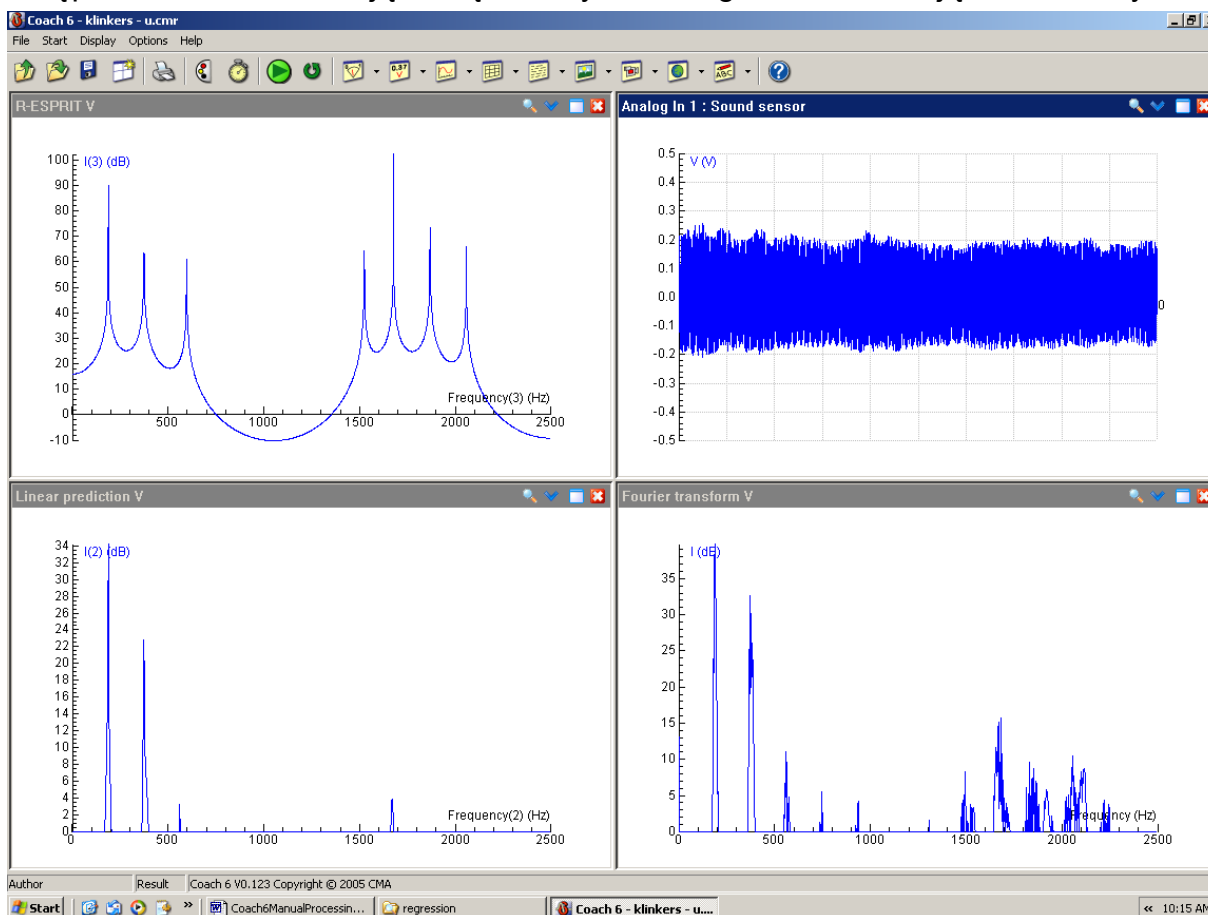
W tym ćwiczeniu uczniowie nagrywają głos ludzki używając czujnika dźwięku. Wymagane jest oprogramowanie do nagrywania i analizy dźwięków. Może być to np.:

- Coach 6 z czujnikiem dźwięku i interfejsu
- Program Raven Lite, darmowa aplikacja pierwotnie używana przez ornitologów badających odgłosy ptaków, które można pobrać ze strony: http://store.birds.cornell.edu/Raven_Lite_p/ravenlite.htm lub
- Aplikacja Java: Model mowy (ang. Model of the Human Speech Production), zawierająca analizę i syntezę dźwięku, dostępna na: http://www2.spsc.tugraz.at/add_material/courses/scl/vocoder/simulation.html

Uczniowie mogą wyświetlać widmo częstotliwościowe nagranych dźwięków używając programów do analizy sygnałów dźwiękowych, np. Fourier Transform lub Linear Prediction.

Analiza prostej fali sinusoidalnej sygnału kamertonu może być szczególnie pouczająca jako że częstotliwości można obliczać na różne sposoby i porównywać ze sobą.

Następnie, uczniowie badają dźwięki różnych samogłosek i określają ich formanty.



Analiza samogłoski 'u' w programie Coach 6.

Nagrany sygnał przedstawia diagram w górnym prawym rogu (nagrano 2 sekundy sygnału dźwiękowego w odstępie 0,2 milisekundy, co daje 1000 danych). Wykres na dole po prawej stronie przedstawia widmo uzyskane metodą Fouriera, wykres po lewej stronie na dole przedstawia wynik metody Linear Prediction, a diagram po lewej stronie na górze metody R-ESPRIT.

Potencjalne pytania:

- Jak rozpoznać samogłoskę po formantach?

- Jakie częstotliwości wskazują różnice pomiędzy dźwiękiem samogłoski „aa” wymawianą przez kobietę i mężczyzną?
- Jakie częstotliwości wskazują różnice pomiędzy samogłoską “aa” i “oo” wypowiedzianymi na tej samej wysokości.

Zadanie 3.4. Analiza mowy ludzkiej

Cele dydaktyczne:

- Badanie formantów różnych samogłosek
- Wymyślenie i sformułowanie pytania badawczego z zakresu analizy mowy

Materiały:

- Oprogramowanie umożliwiające syntezę dźwięku (np. aplikacja Java prezentująca model mowy)
http://www2.spsc.tugraz.at/add_material/courses/scl/vocoder/simulation.html

Propozycje:

W tym zadaniu uczniowie uczą się o analizie mowy.

To jest zadanie typu *open inquiry*, w którym uczniowie uczą się znajdować i formułować własne pytania badawcze nie będąc prowadzeni za rękę przez nauczyciela. Uczą się samodzielnie przeprowadzać eksperyment od początku do końca. Wyciągając wnioski, uczą się krytycznego myślenia. Co więcej, zapoznają się lepiej z zagadnieniem oraz poznają zastosowania społeczne i przemysłowe analizy mowy.

Pytania badawcze poniżej to przykłady pozwalające zobrazować zakres możliwości, który jest niezwykle szeroki. Nie należy ich przekazywać uczniom, jako iż wymyślenie własnego pytania badawczego stanowi istotny element tego zadania.

Proponowane pytania badawcze:

Poniżej przedstawiono listę pytań badawczych:

- Jaka jest różnica (jeżeli jest) w amplitudzie i częstotliwości drgań pomiędzy samogłoskami *a*, *e*, *o* i *u*. Która właściwość pozwala je rozróżniać?
- Gdybyśmy chcieli naśladować dźwięk kamertonu to na jakiej głosce?
- Analiza i określenie kształtu fal dźwiękowych słowa „ziemia” (w ang. wersji: *Earth*)
- Rozpoznawanie płci po sposobie wymawiania samogłosek *a*, *e* i *u*. Różnice pomiędzy kobietą a mężczyzną!
- Czy jest różnica (jeśli tak, to jaka) pomiędzy różnymi sposobami wymawiania samogłoski *a*: z zatkanym nosem, przez materiał, śpiewając, szepcząc, itp.
- Porównanie widma dźwięku fletu i śpiewu na przykładzie tej samej nuty.
- Który formant (z pięciu najniższych) jest typowy dla dźwięku lub głosu, a który dla wysokości dźwięku?
- Która cecha jest najbardziej charakterystyczna, jeżeli dana samogłoska wymawiana jest przez różne osoby: związki pomiędzy częstotliwością formantów oraz ich amplitud czy różnice pomiędzy nimi?

Zadanie 3.5. Synteza mowy
Cele dydaktyczne:
<ul style="list-style-type: none">• Zbadanie, jakie parametry i w jaki sposób wpływają na jakość sztucznej mowy.• Sformułowanie pytania badawczego związanego z tematyką syntezy mowy
Materiały:
<ul style="list-style-type: none">• Oprogramowanie umożliwiające syntezę dźwięku (np. aplikacja Java prezentująca model mowy) http://www2.spsc.tugraz.at/add_material/courses/scl/vocoder/simulation.html
Propozycje:
<p>W tym zadaniu uczniowie uczą się o syntezie mowy.</p> <p>To jest zadanie typu <i>open inquiry</i>, w którym uczniowie uczą się znajdować i formułować własne pytania badawcze nie będąc prowadzeni za rękę przez nauczyciela. Uczą się samodzielnie przeprowadzać eksperyment od początku do końca. Wyciągając wnioski, uczą się krytycznego myślenia. Co więcej, zapoznają się lepiej z zagadnieniem oraz poznają zastosowania społeczne i przemysłowe syntezy mowy.</p> <p>Pytania badawcze poniżej to przykłady pozwalające zobrazować zakres możliwości, który jest niezwykle szeroki. Nie należy ich przekazywać uczniom, jako iż wymyślenie własnego pytania badawczego stanowi istotny element tego zadania.</p>
Potencjalne pytania badawcze:
<p>Poniżej przedstawiono listę pytań badawczych:</p> <ul style="list-style-type: none">• Co trzeba zrobić, aby komputer lub robot mówił?• Jakie parametry wpływają na jakość systemu syntezy mowy?• Jakie są zastosowania technologii syntezy mowy?