

# TEMAT: OBSERWACJA ZJAWISKA DUDNIEŃ FAL AKUSTYCZNYCH

Autor: Tomasz Kocur

## Podstawa programowa, III etap edukacyjny

### Cele kształcenia – wymagania ogólne

II. Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

### Treści nauczania – wymagania szczegółowe

#### 6. Ruch drgający i fale.

4) Uczeń posługuje się pojęciami: amplitudy, okresu i częstotliwości, prędkości i długości fali do opisu fal harmoniczych oraz stosuje do obliczeń związku między tymi wielkościami.

5) Uczeń opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych.

6) Uczeń wymienia, od jakich wielkości fizycznych zależy wysokość i głośność dźwięku.

#### 9. Wymagania doświadczalne

13) Uczeń wytwarza dźwięk o większej i mniejszej częstotliwości od danego dźwięku za pomocą dowolnego drgającego przedmiotu lub instrumentu muzycznego.

## Cele

### Cele ogólne

1. Poznanie sposobu pracy z autonomicznym rejestratorem danych (datalogger).
2. Wykorzystanie aplikacji komputerowej współdziałającej z rejestratorem danych.
3. Utrwalenie podstawowych pojęć odnoszących się do drgań i fal.
4. Poznanie i obserwacja zjawiska dudnień fal akustycznych, jako efektu nakładania się fal.

### Cele operacyjne

*Uczeń nabywa umiejętności:*

- wytwarzania dźwięku o różnej częstotliwości za pomocą kamertonu,
- zaplanowania i przeprowadzenia doświadczenia pozwalającego zaobserwować zjawisko dudnień fal akustycznych,
- uzyskania wyników pomiaru natężenia dźwięku od czasu,
- sporządzenia wykresu zależności natężenia od czasu,
- porównania otrzymanych wyników z wartościami teoretycznymi.

### Metoda pracy

Praktyczne ćwiczenia laboratoryjne wspomagane komputerowo, demonstracja nauczyciela.

### Forma pracy

Praca z całą klasą lub w grupach pod kierunkiem nauczyciela.

### Środki dydaktyczne i materiały

Autonomiczny rejestrator danych, zestaw doświadczalny (opis w dalszej części opracowania), instrukcja do ćwiczeń.

# Przebieg doświadczenia i rejestracja pomiarów

## Wprowadzenie teoretyczne

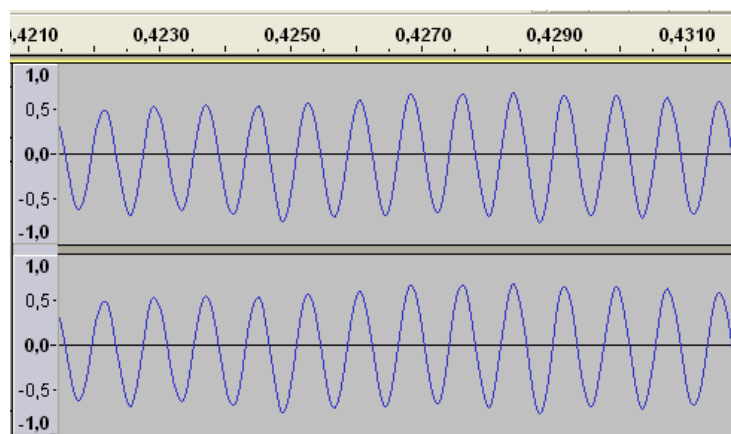
Fala akustyczna, to zaburzenie gęstości ośrodka materialnego rozchodzące się w postaci fali podłużnej. Zaburzeniu towarzyszą oscylacje cząsteczek ośrodka wokół położenia równowagi.

Źródłem fal dźwiękowych są ciała drgające z określoną częstotliwością. W zakresie 0 – 16 Hz to infradźwięki, 16 – 20000 Hz to dźwięki słyszalne przez człowieka oraz powyżej 20000 Hz to ultradźwięki.

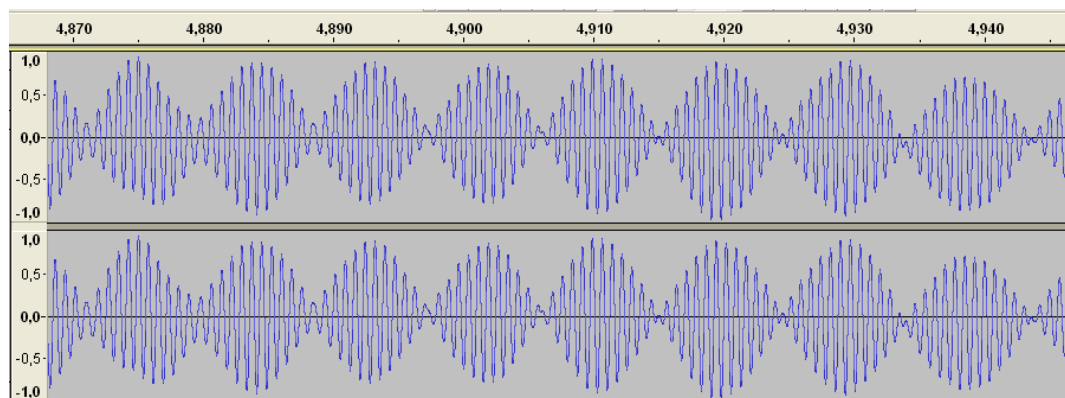
Dźwięki charakteryzują się wysokością, barwą i natężeniem. Wysokość dźwięku określa częstotliwość – im większa tym dźwięk jest wyższy. Za natężenie dźwięku odpowiada amplituda fali – im większa, tym większe natężenie, a za barwę odpowiada ilość i częstotliwość tonów (składowych harmonicznym dźwięku).

Ucho ludzkie rejestruje dźwięk dzięki temu, że fala akustyczna rozchodząca się w powietrzu pobudza do drgań błonę bębenkową.

Fale akustyczne, jak inne fale, podlegają różnym zjawiskom: odbiciu, ugięciu, nakładaniu się na siebie, czyli interferencji. **Zjawisko dudnień** fal akustycznych powstaje przez nałożenie się na siebie drgań o zbliżonych częstotliwościach i amplitudach. Wskutek tego powstają okresowe zmiany amplitudy drgań złożonych.



Rys. 1. Wykres obrazujący falę akustyczną (sinusoida).



Rys. 2. Wykres obrazujący zjawisko dudnień fal akustycznych (gwizd dwóch osób).

## Część doświadczalna

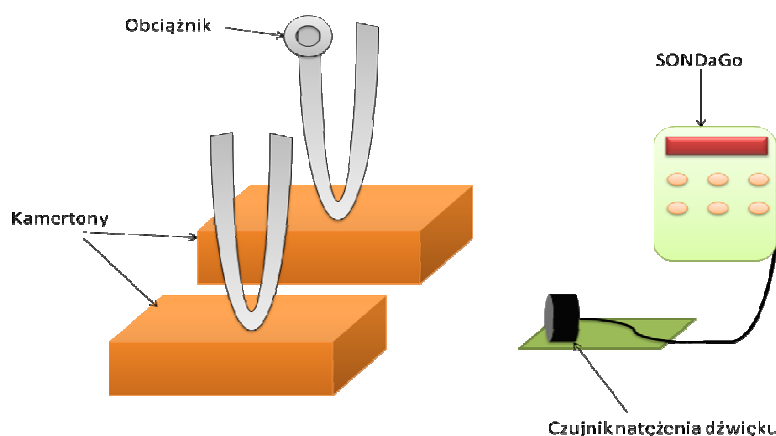
### a) Zaplanowanie i przygotowanie zestawu pomiarowego

W skład zestawu wchodzi następujące elementy:

- autonomiczny rejestrator danych (datalogger),
- czujnik natężenia dźwięku,
- dwa kamertony, metalowy obciążnik widełek stroikowych, młoteczek,
- komputer typu PC, oprogramowanie współdziałające z datalogger'em.

### b) Wykonanie doświadczenia

- Zestaw układ doświadczalny zgodnie z Rys. 3.



Rys. 3. Układ pomiarowy.

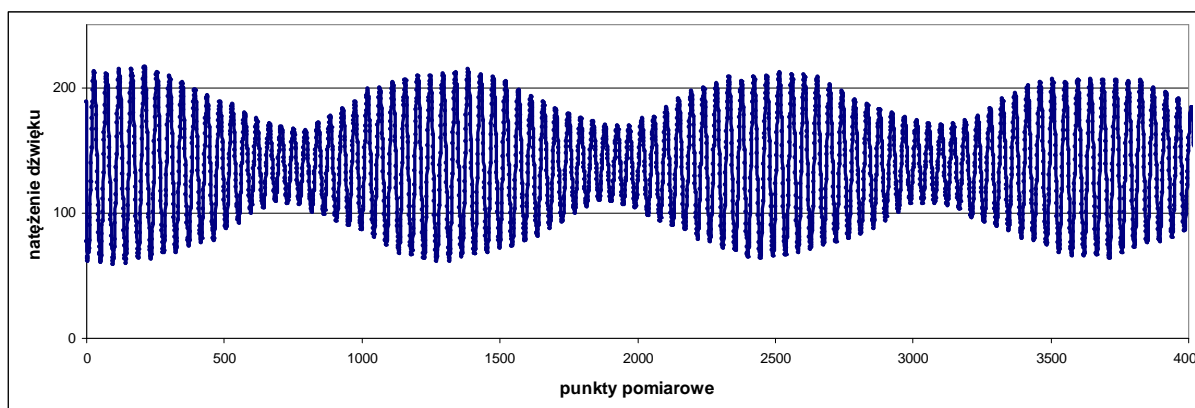
- Włącz rejestrator danych, wybierz przycisk *pomiary*, ustaw odpowiedni kanał z czujnikiem natężenia dźwięku, wybierz czas próbkowania 50  $\mu$ s, rozpocznij pomiar naciskając *start*.
- Wygeneruj dwie fale akustyczne o podobnych częstotliwościach (440Hz i 430Hz) uderzając młoteczką w oba kamertony. Podobny efekt można uzyskać poprzez gwizd dwóch osób. Wtedy czas próbkowania ustaw na 20  $\mu$ s.

- Zakończ pomiar po kilku sekundach w celu uniknięcia rejestracji zbyt dużej ilości wyników.

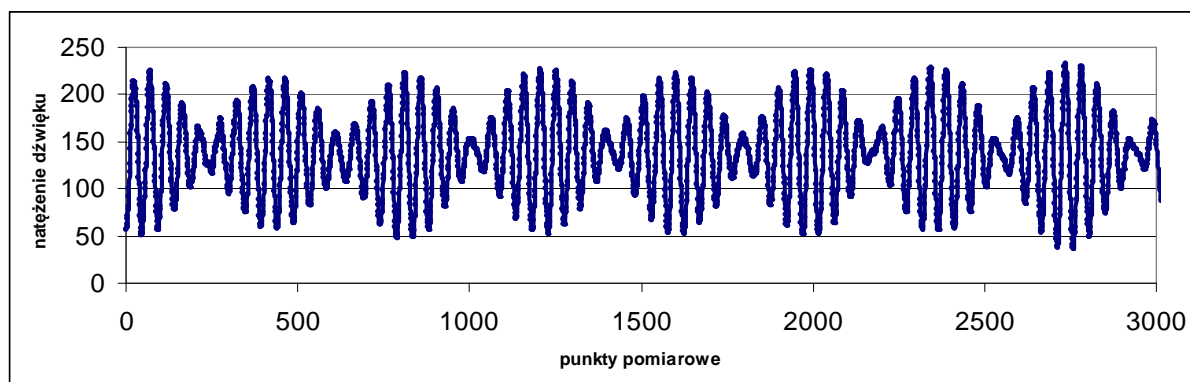
## Opracowanie wyników. Wnioski.

- Wyeksportuj otrzymane dane do aplikacji umożliwiającej sporządzenie wykresu zależności natężenia dźwięku od czasu.
- Porównaj wyniki z wartościami teoretycznymi.

### Przykładowe wyniki



Rys. 4. Dudnienia fal akustycznych – kamertony (czas próbkowania 50  $\mu$ s).



Rys. 5. Dudnienia fal akustycznych – gwizd dwóch osób (czas próbkowania 20  $\mu$ s).

### Wnioski

1. Na Rys. 4 możemy zaobserwować okresową zmianę amplitudy nakładających się fal akustycznych wygenerowanych przez dwa kamertony różniące się nieznacznie częstotliwościami.
2. Ważne jest, aby obciążnik umieścić na górze widełek. Wtedy różnica między częstotliwościami jest najmniejsza.
3. Należy odpowiednio dobrać czas próbkowania, aby móc zaobserwować zjawisko dudnień na wykresie. Jeżeli ustawimy zbyt krótki czas próbkowania, wyniki mogą być

zaciemnione ze względu na bardzo dużą ilość pomiarów. Natomiast, gdy ustawimy względnie długi czas próbkowania nie otrzymamy odpowiedniego przebiegu zmian amplitudy.

4. Na Rys. 5 wyraźnie widać zjawisko dudnień fal akustycznych wygenerowanych przez gwizd dwóch ludzi. Wyniki te pokrywają się z naszymi rozważaniami teoretycznymi.

## Literatura

- [1]. Szydłowski H., *Fizyczne Laboratorium Mikrokomputerowe*, Poznań 1994.
- [2]. Turło J., Karbowski A., Służewski K., Osiński G., Turło Z., *Przykłady wykorzystania technologii informacyjnej w edukacji przyrodniczej*, PME F IF UMK, Toruń 2008.
- [3]. Turło J., Firszt F., Karbowski A., Osiński G., Służewski K., *Laboratorium fizyczne dla nauczyciela przyrody*, Praca zbiorowa pod redakcją Józefiny Turło, PDF IF UMK, Toruń 2003.
- [4]. Roger Frost, *The IT In Science book of Datalogging and control*, IT in Science 1997.
- [5]. Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół.