

## Kamerton 1

Program: **Coach 6**  
Projekt: na ZMN060F  
CMA Coach Projects\PTSN Coach 6\Dźwięk\  
Ćwiczenia: kamerton.cma



### Cel ćwiczenia

1. Rola pudła rezonansowego w wytwarzaniu fal dźwiękowych i tłumieniu drgań kamertonu.

#### Problem 1:

*Dlaczego kamerton umieszczony na pudle rezonansowym słyszemy głośniej? Skąd bierze się dodatkowa energia?*

### Układ pomiarowy

- Mikrofon podłączony do konsoli pomiarowej CoachLabII.
- Kamerton na pudle rezonansowym i kartonik do zasłaniania otworu pudła.

#### Przygotowanie programu COACH5:

- Wczytać do magazynu czujników odpowiedni sterownik czujnika dźwięku (np. sound sensor 015&bt CMA)
- Przenieść ikonę sterownika na odpowiednie wejście na rysunku konsoli CoachLabII
- Ustawić parametry pomiaru



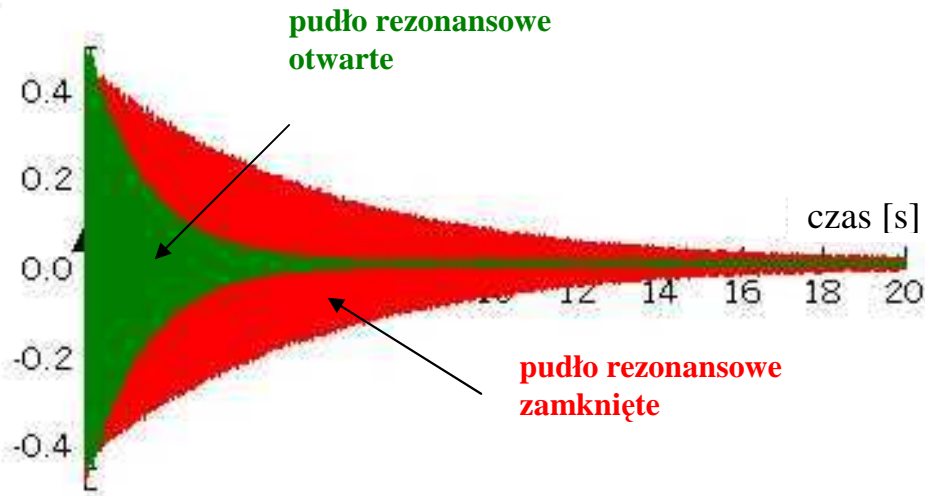
Proponowane ustawienia:

czas pomiaru	20 s
częstotliwość próbkowania	300/s
trygerowanie	Up, poziom 0.1

### Pomiar

- Porównać natężenie dźwięku wytwarzanego przez widełki kamertonu trzymane w ręce, umieszczone na pudle rezonansowym i na pudle z zasłoniętym otworem.
- Zarejestrować dźwięk kamertonu umieszczonego na pudle rezonansowym z zasłoniętym otworem. Skopiować wyniki do nowej kolumny (polecenie "Copy column"). Powtórzyć pomiar dla kamertonu na pudle otwartym.

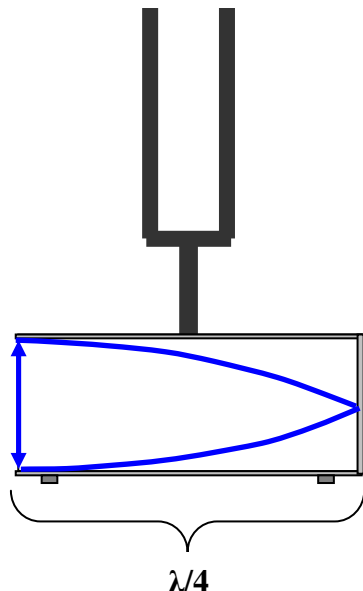
## Wyniki



(Dla zamkniętego pudła rezonansowego natężenie emitowanego dźwięku jest zdecydowanie mniejsze dlatego pomiary zostały wykonane dla mniejszej odległości między kamertonem i mikrofonem w porównaniu z pomiarami dla otwartego pudła rezonansowego)

## Spostrzeżenia:

Drgania kamertonu umieszczonego na pudle rezonansowym z zasłoniętym otworem są tłumione zdecydowanie słabiej.



## Komentarz:

Widelki kamertonu są słabo tłumionym układem drgającym, pudło rezonansowe silnie tłumionym. Razem tworzą sprzężony, rezonansowy układ drgający.

Energia przepływa od wzbudzonych do drgań widelki kamertonu do pudła rezonansowego, które jest głównym źródłem fali dźwiękowej. Dzięki sprzężeniu z pudłem rezonansowym energia widelki kamertonu jest rozpraszana szybciej - słyszymy dźwięk o większym natężeniu. Zamknięcie otworu pudła rezonansowego zmniejsza rozpraszanie energii i w konsekwencji tłumienie drgań układu. Słyszymy dźwięk o mniejszym natężeniu, ale za to dłużej.

## Wnioski:

Pudło rezonansowe jest silnie tłumionym układem drgającym, sprzężonym z widelkami kamertonu. Dzięki niemu określona energia drgań widelki jest emitowana, w postaci fali dźwiękowej, w krótszym czasie - słyszymy dźwięk o większym natężeniu, ale przez krótszy czas.

## Kamerton 2

Program: **Coach 6**  
Projekt: na ZMN060F  
CMA Coach Projects\PTSN Coach 6\  
Dźwięk\  
Ćwiczenia: kamerton obrót n0



### Cel ćwiczenia

2. Pokazanie rozkładu kąтового natężenia fal dźwiękowych emitowanych przez widełki kamertonu.

### Problem 2:

*Dlaczego widełki kamertonu są słabym źródłem fal dźwiękowych (złym promiennikiem fal) ?*

### Układ pomiarowy

- Mikrofon podłączony do konsoli pomiarowej CoachLabII .
- Widełki kamertonu (bez pudła rezonansowego) ustawione na czujniku kąta.

### Przygotowanie programu COACH5:

- Przygotowanie sterowników czujnika dźwięku (np. sound sensor 015 & CMA) i czujnika kąta (np. Self made - własna liniowa kalibracja [0 .. 315] X0: 0.006, Y0: 0, X1: 3.116, Y1: 180).
- Przygotowanie wykresów prezentujących rejestrowaną falę dźwiękową w funkcji czasu i w funkcji kąta.



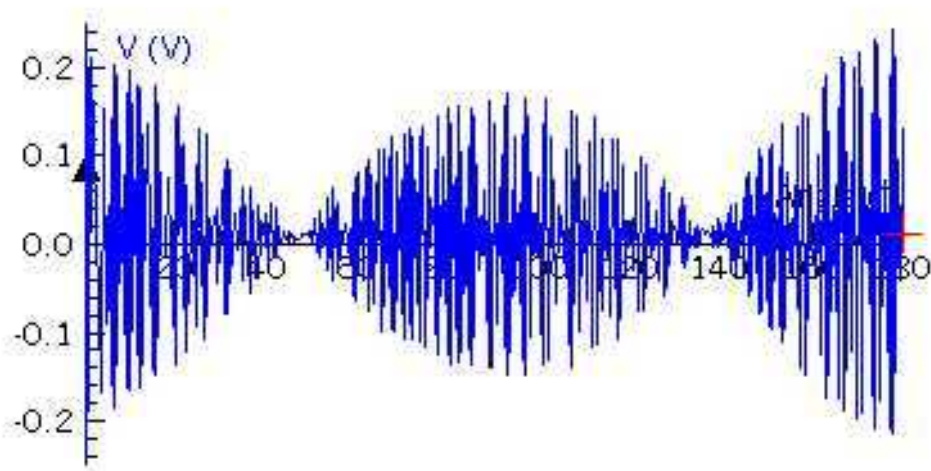
Proponowane ustawienia:

czas pomiaru	20 s
częstotliwość próbkowania	300/s
trygerowanie	Up , poziom 0.1

### Pomiar

- Uderzyć w widełki kamertonu i obracać je trzymając w pobliżu ucha.
- Ustawić widełki na czujniku kąta, rozpocząć pomiar (zielony przycisk), uderzyć w kamerton i wykonać obrót kamertonu wraz z czujnikiem kąta.

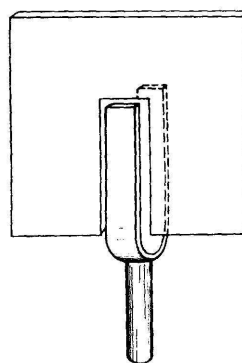
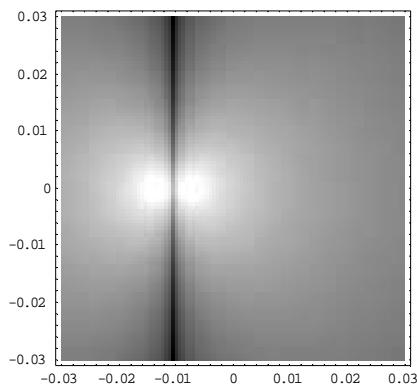
## Wyniki



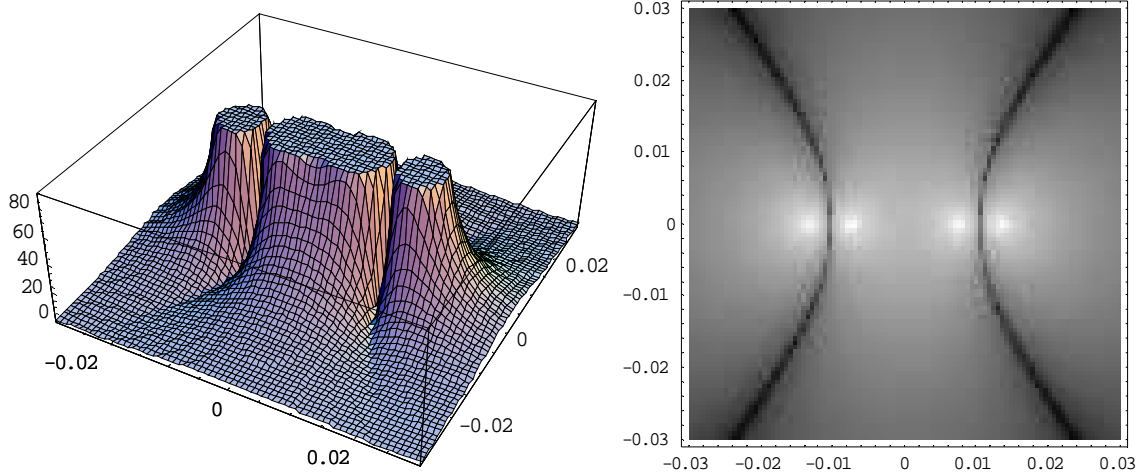
- Obracając kamerton w pobliżu ucha o pełny kąt słyszymy czterokrotne, silne osłabienia natężenia dźwięku.
- Pomiary potwierdzają tę obserwację - dla pewnych pozycji kamertonu względem detektora dźwięku następuje niemal całkowite wygaszenie dźwięku.

### Komentarz:

Każdy z drgających prętów kamertonu, w danej chwili, wytwarza z jednej strony fale zgęszczeń, a z drugiej rozrzedzeń. Jest więc źródłem dwóch fal o przeciwnych fazach wychodzących z punktów rozsuniętych o szerokość widełek kamertonu (np. 0.6 cm). Jest to bardzo niewiele w porównaniu z długością fali dźwiękowej (np. 77 cm dla  $f = 440$  Hz). W konsekwencji, na skutek interferencji, fale te bardzo silnie się wygaszają, a w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku drgań wygaszają się całkowicie. Można wzmocnić brzmienie widełek kamertonu, osłabiając interferencje fal wychodzących z dwóch stron jednego z drgających prętów, poprzez ustawienie tego pręta w wycięciu arkusza kartonu (S. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna cz. 1, str. 621).



Fale wytwarzane przez oba ramiona kamertonu interferując, wygaszają się niemal całkowicie wzdłuż linii tworzących na prezentowanych rysunkach gałęzie hiperboli. Jest to przyczyną obserwowanych, czterokrotnych wygaszeń dźwięku.



Interferencyjne wygaszanie fal dźwiękowych emitowanych przez widełki kamertonu powoduje, że są one złym promiennikiem fal. Na wygenerowanym wykresie (wykres trójwymiarowy) widać bardzo silne malenie natężenia dźwięku z odległością. Na następnym rysunku natężenie dźwięku zostało zaprezentowane w skali logarytmicznej, dlatego ten efekt jest słabiej widoczny.