Numer pary	Imię i nazwisko studenta	Wydział kierunek grupa
Data	Imię i nazwisko prowadzącego	Uwagi | Zaliczenie

W4. Analiza widmowa progu słyszalności ucha ludzkiego

Zagadnienia.
Fale akustyczne. Relacje między częstotliwością fali, prędkością i długością. Rozchodzenie się fal akustycznych w różnych ośrodkach. Zjawisko Dopplera. Natężenie dźwięku i jego jednostki. Prawo Webera-Fechnera, głośność. Symulacja: sound_pl.jar
J 15.2.5.; 15.2.6., 15.4.1.1., 15.4.1.2. **P** Rozdział VI - 1. Działanie fal akustycznych (493-505)

Przyrządy: generator akustyczny, częstościomierz, słuchawki.

Akustyka

Zjawiska akustyczne powstają w wyniku drgań cząstek materialnych środowiska. Fala akustyczna wiąże się z ruchem cząsteczek ośrodka. Jeżeli ruch jest powtarzalny to mówimy o drganiach periodycznych generujących periodyczne fale akustyczne. Możemy taka falę opisać wielkością nazywana częstotliwością (**f**), która to wielkość opisuje ilość (n) periodycznych drgań zachodzących w jednostce czasu. Jednostką częstotliwości jest herc (Hz).

1 Hz = [1 drganie] / [1 sekunda]

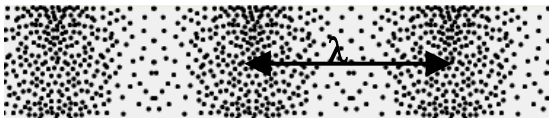
Odwrotnością częstotliwości **f** jest wielkość nazywana okresem drgań ,**T**, która podaje ile czasu zajmuje wykonanie jednego pełnego drgania

T = [ile sekund] / [1 drganie]

Zakres częstotliwości zjawisk akustycznych rozciąga się od wartości ułamkowych aż do 10^{10} Hz. Obecnie stosowany jest następujący podział fal akustycznych

Infradźwięki	poniżej 16 Hz
Dźwięki słyszalne	od 16 Hz do 16 kHz
Ultradźwięki	od 16 kHz do 10 GHz
Hyperdzwięki	powyżej 10 GHz

Oprócz częstotliwości do innych cech charakterystycznych fal należą jej długość, λ, oraz prędkość. Falę akustyczna możemy przedstawić jako periodyczne zaburzenie zagęszczeń i rozrzedzeń ośrodka. Długość fali λ określamy jako odległość dwóch najbliższych drgających cząsteczek znajdujących się w tej samej fazie wychylenia, Rys. 1.



$$f = \frac{v}{\lambda}$$

Rys. 1. Schematyczne przedstawienie fali akustycznej jako zmiany ciśnienia akustycznego związane z lokalnym zagęszczeniem i rozrzedzeniem cząsteczek ośrodka

Zaburzenie w danym ośrodku materialnym rozchodzi się z jednostajną prędkością v, zależną od takich właściwości ośrodka jak sprężystość i gęstość. Natomiast prędkość ta nie zależy od częstotliwości drgań.

Rozchodzeniu się fal akustycznych towarzyszy przenoszenie energii w kierunku rozprzestrzeniania się fali. Następuje to w wyniku przekazywania energii począwszy od źródła dźwięku poprzez kolejne cząsteczki ośrodka. Wartość przekazywanej energii określamy jako natężenie dźwięku. W akustyce definiujemy je jako ilość energii przypadającej (przechodzącej) przez powierzchnie prostopadłą do kierunku rozchodzenia się fali w jednostce czasu, a jednostka jest równa stosunkowi mocy do powierzchni i wyraża się jako W/m^2. Dla 1000 Hz próg słyszalności $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2, natomiast minimalne natężenie przy którym zaczynamy odczuwać dyskomfort to tzw. próg bólu, dla 500 Hz wynosi on 1 W/m^2. Oznacza to, że zakres natężeń odbierany przez człowieka pokrywa 12 rzędów wielkości. Ze względów praktycznych do oceny natężenia

dźwięku wprowadzono jednostkę względna w stosunku do progu słyszalności i zastosowano skalę logarytmiczną, decybelową (dB), w której jako natężenie progowe przyjęto natężenie $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2.

Natężenie dźwięku **L** w decybelach (dB) obliczmy ze wzoru $$L = 10\log\frac{I}{I_0}$$

Przebieg pomiarów:

1. Przed włączeniem generatora GAG810 do sieci należy ustawić następujące położenia przycisków. RANGE **x1**; WAVE FORM przycisk wyciśnięty , ATTENUATOR (dB) – **0**, AMPLITUDE ustawiona na **min(1)**, tarcza częstotliwości ustawiona na wartość **50**.
Cyfrowy częstościomierz ustawiony w pozycji **Hz**
Sprawdź czy częstościomierz i słuchawki są podłączone do wyjścia generatora, jeżeli tak to włącz generator przyciskiem MAINS po prawej stronie przyrządu.
3. Słuchawki zakłada badany student i zajmuje pozycję tyłem do generatora. Drugi student obsługuje generator. Po wykonaniu serii pomiarowej studenci zamieniają się miejscami.
4. Pokrętłem AMPLITUDE należy ustawić poziom głośności maksymalnie na wartość 7. **Wartość ustawionej amplitudy musi być stała dla danej częstotliwości.** W opisanych stawieniach częstościomierz powinien wskazywać 50 Hz a w jednej ze słuchawek powinien być słyszany dźwięk.
5. Korzystając z pokrętła na tarczy generatora oraz wyświetlacza częstościomierza ustawić częstotliwość 50 Hz, i odczytać jego dokładność **Δf =**

Pomiar dla malejącego natężenia dźwięku ↓.
6. Osoba obsługująca generator pokrętłem ATTENUATOR zmienia wartości od 0 dB co 10 dB dopóki badany student słyszy sygnał. Do Tabelki wpisuje się tę wartość tłumienia dla której brak dźwięku w słuchawce badany student sygnalizuje przez podniesienie ręki.
Pomiar dla rosnącego natężenia dźwięku ↑.
8. Dla tej samej częstotliwości osoba obsługująca generator zaczyna zmniejszać wartość tłumienia rozpoczynając od wartości **-50 dB**.
9. W momencie gdy badany student usłyszy dźwięk, co sygnalizuje przez podniesienie ręki, obsługujący generator ponownie zapisuje wartość tego progu.
10. Następnie osoba obsługująca generator ustawia kolejne częstotliwości 100 Hz, 200 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2 kHz, 3 kHz, 5 kHz, 8 kHz, 10 kHz, 12 kHz, 15 kHz, 18 kHz lub inne podane przez prowadzącego i wykonuje pomiary jak w punktach 6 do 10.
Każdy student wykonuje pomiary dla obydwu uszów.

Tabela 1. Próg słyszalności dB w skali częstotliwości Hz

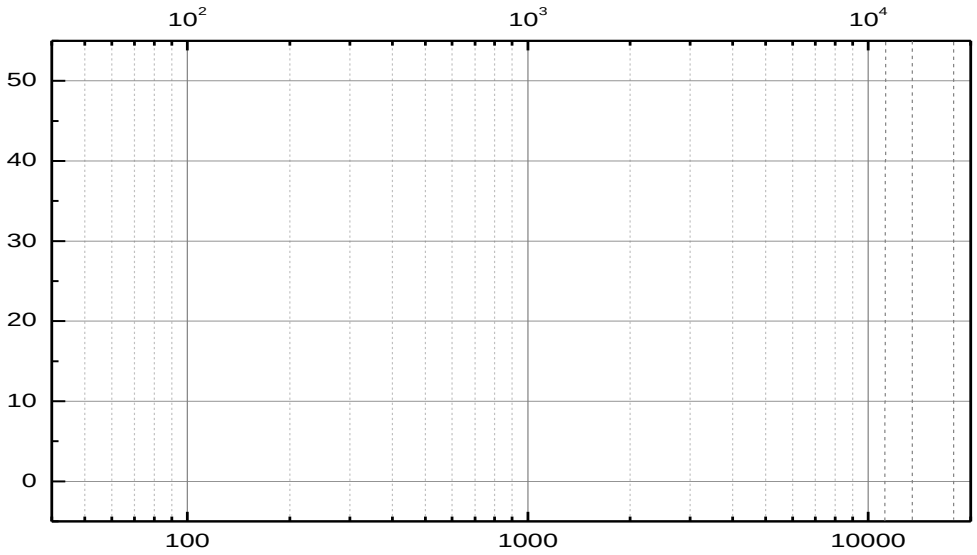
ucho lewe

częstotliwość →

Hz	**50**	**100**	**200**	**500**	**1k**	**2k**	**5k**	**10k**	**12k**	**15k**	**18k**
amplituda	7	7	5	3	1	1	2	2	3	3	3
próg dB ↓											
próg dB ↑											
próg$_{śr}$ dB											

ucho prawe

częstotliwość →

Hz	**50**	**100**	**200**	**500**	**1k**	**2k**	**5k**	**10k**	**12k**	**15k**	**18k**
amplituda	7	7	5	3	1	1	2	2	3	3	3
próg dB ↓											
próg dB ↑											
próg$_{śr}$ dB											

11. Student przedstawia na wykresie w skali logarytmicznej wyniki średniego natężenia progowego (dB) w zależności od częstotliwości dźwięku uzyskane dla każdego ucha, zastosuj różne symbole. Opisz osie wykresu oraz podaj jednostki.