



# Wyznaczanie prędkości dźwięku w powietrzu metodą rezonansu akustycznego

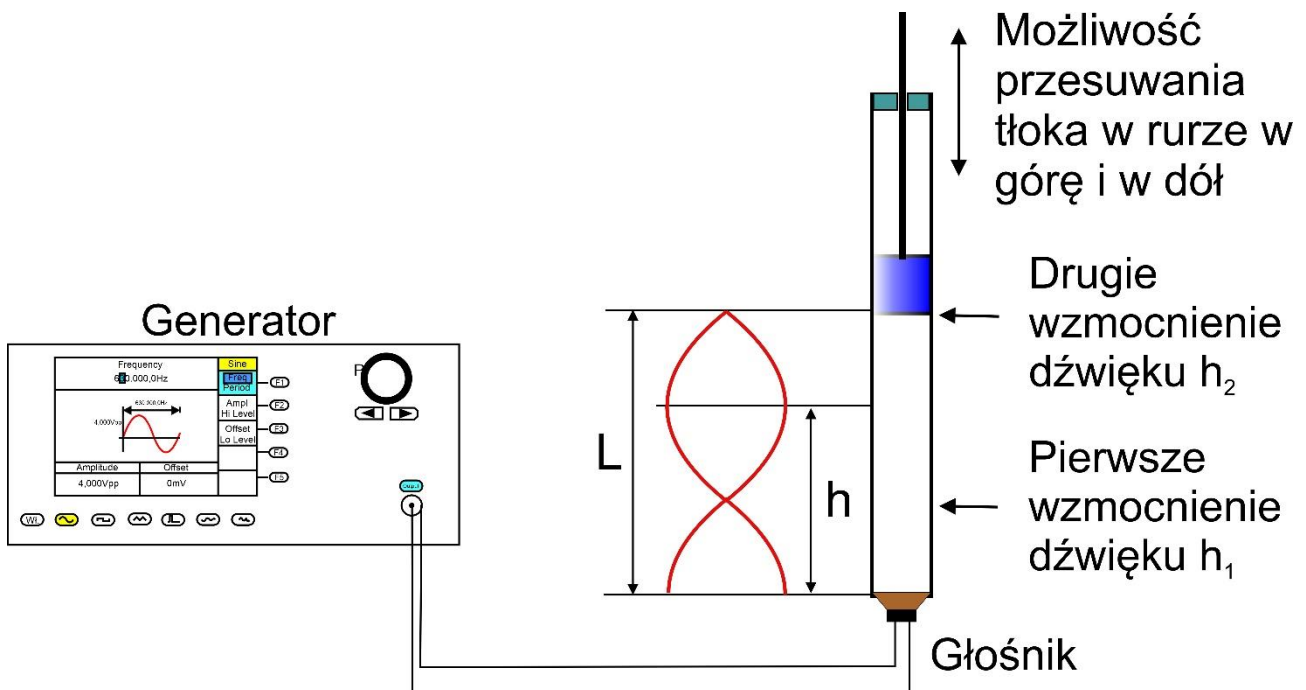
M8

## Przyrządy:

Generator drgań akustycznych z odczytem częstotliwości, głośnik, rura Quinckego z podziałką milimetrową.

## Informacje:

W doświadczeniu wykorzystuje się zjawisko rezonansu między drganiami membrany głośnika a drganiami słupa powietrza pomiędzy tłokiem a głośnikiem. Schemat układu pomiarowego przedstawiono na załączonym rysunku.



Rysunek 1

Odległość  $h$  pomiędzy dwoma sąsiednimi poziomami powietrza, przy których słychać wzmocnienie dźwięku, wiąże się z długością fali  $\lambda$  zależnością

$$h = \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

Znając długość fali  $\lambda$  i częstotliwość  $f$  można wyznaczyć prędkość rozchodzenia się fali z zależności

$$v = f\lambda \quad (2)$$

Częstotliwość drgań własnych słupa powietrza o długości  $L$  w rurze o promieniu  $R$  wynosi

$$f_n = \frac{v(2n-1)}{4(L+0,8R)} \quad (3)$$

gdzie

$n$  – ilość wzmocnień dźwięku,  $v$ - prędkość dźwięku w powietrzu.

### **Kolejność wykonywanych czynności:**

**UWAGA: Na stronie internetowej I Pracowni Fizycznej i w samej Pracowni jest dostępna skrócona instrukcja obsługi generatora.**

Aby zmieniać częstotliwość generatora, przyciskiem F1 znajdującym się z boku ekranu podświetlamy funkcję „Freq” (ustawienie domyślne po włączeniu generatora). Przycisk ten może podświetlić dwie funkcje – „Period” i „Freq”. W drugim z tych trybów pokrętko P służy do zmiany częstotliwości.

W ćwiczeniu najwygodniej (szczególnie w części drugiej) w czasie ustawiania częstotliwości wykorzystać raster 10 Hz (czyli zmieniać częstotliwość co 10 Hz). Po włączeniu generatora obracając pokrętko, domyślnie zmieniamy pierwszą od lewej strony cyfrę określającą częstotliwość. Przykładowo – jeśli w wartości 500,000,00 Hz podświetlona jest cyfra 5, to ona będzie zmieniana przez obrót pokrętki. Jeśli chcemy

zmieniać inną cyfrę w szeregu liczbowym, wykorzystujemy przyciski strzałek w lewo, lub w prawo (umieszczone pod pokrętkiem). W tym ćwiczeniu podświetlenie najlepiej ustawić (przy ciągu liczb – 500,000,0 Hz) na drugiej cyfrze od lewej strony. Dzięki temu obracając pokrętko będziemy zmieniać częstotliwość co 10 Hz.

Inną przydatną funkcją którą aktywujemy przyciskiem funkcyjnym F2 jest nastawa „Ampl” dzięki której możemy regulować poziom wyjściowy (amplitudę) sygnału. W przypadku dołączenia do wyjścia głośnika pozwala to zmieniać natężenie dźwięku generowanego przez ten głośnik (jego głośności).

Aby sygnał z generatora dochodził do głośnika, należy wcisnąć przycisk „Output” znajdujący się nad gniazdem wyjściowym przyrządu w prawym, dolnym rogu przedniej ścianki (gniazdo typu BNC). Przycisk zostanie podświetlony.

1. Połączyć układ według schematu przedstawionego na rysunku.
2. Włączyć generator i ustawić jego pokrętkiem częstotliwość w przedziale od 500 do 800Hz. Wskazania obserwujemy na ekranie generatora. Amplituda sygnału z generatora to  $500\text{mV}_{pp} - 800\text{mV}_{pp}$  ( $V_{pp}$  – napięcie międzyszczytowe, czyli amplituda sygnału pomiędzy maksymalną wartością przebiegu dodatniego i ujemnego).
3. Przesunąć tłok wewnątrz rury jak najbliżej membrany głośnika.
4. Odsuwając powoli tłok od głośnika zanotować dwa sąsiednie położenia  $h_1$  i  $h_2$ , przy których następuje wzmocnienie dźwięku.
5. Ponownie zbliżyć tłok do membrany głośnika i powtórzyć jeszcze dwukrotnie pomiar dla tej samej częstotliwości.
6. Powtórzyć pomiary z punktów 3 - 5 dla dwóch innych częstotliwości z przedziału 500 - 800Hz.
7. Wyniki przedstawić w tabeli

**Tabela 1**

$f$ [Hz]	$h_1$ [m]	$h_2$ [m]	$h_{1 \text{ śr.}}$ [m]	$h_{2 \text{ śr.}}$ [m]	$h$ ( $h_{2 \text{ śr.}} - h_{1 \text{ śr.}}$ ) [m]	$\lambda$ [m]
Częstotliwość 1	Pomiar 1	Pomiar 1				
	Pomiar 2	Pomiar 2				
	Pomiar 3	Pomiar 3				

8. Obliczyć długość fali dla każdej częstotliwości a następnie korzystając z zależności (2) obliczyć prędkość fali.
9. Obliczyć niepewności maksymalne i przedstawić wyniki w postaci  $v = v_{obl} + \Delta v$ .
10. Przesuwając tłok, ustalić dowolną wysokość słupa powietrza L w rurze i zmieniając częstotliwość drgań generatora (co 10 Hz) znaleźć tę częstotliwość, przy której następuje maksymalne wzmocnienie dźwięku.
11. Powtórzyć pomiary z punktu 10 dla dwóch innych wysokości słupa powietrza L.
12. Średnica rury  $2R = 43,88$  mm (niepewność pomiaru -  $\pm 0,02$  mm).
13. Wyniki przedstawić w tabeli.

**Tabela 2**

L	$f_{gen}$	2R	$f_{obl}$
[m]	[Hz]	[m]	[Hz]

14. Obliczyć częstotliwości przy pomocy wzoru (3) i wstawić do tabeli.

**Wymagania:**

- rodzaje fal, opis ruchu falowego [2, 5]
- fale biegnące i fale stojące [2, 5]
- rozchodzenie się i prędkość fal podłużnych [2, 5]
- układy drgające i źródła dźwięku [2, 5]
- rezonans akustyczny [1, 2, 5]