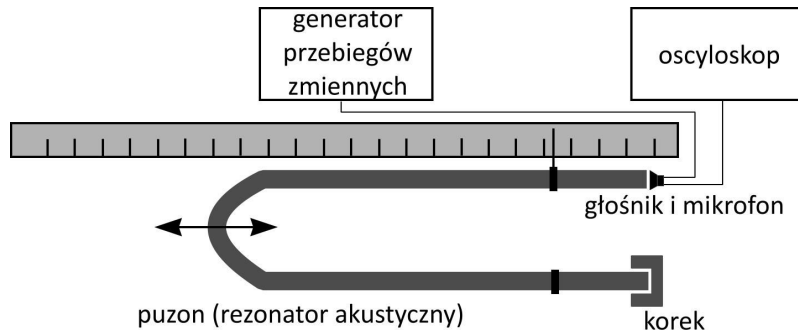


POMIAR PRĘDKOŚCI DŹWIĘKU ZA POMOCĄ PUZONU

PYTANIA KONTROLNE

1. Fala akustyczna, równanie fali, wielkości charakteryzujące falę akustyczną
2. Fala stojąca, węzły i strzałki fali
3. Prędkość dźwięku w różnych ośrodkach (powietrze, woda, ciała stałe)
4. Zależność prędkości dźwięku w powietrzu od ciśnienia i temperatury, wykładnik adiabaty

UKŁAD POMIAROWY



Układ pomiarowy składa się z generatora, wzmacniacza, głośnika, puzonu (rezonatora akustycznego) i oscyloskopu. Puzon pozwala płynnie zmieniać długość drogi przebytej przez falę dźwiękową. Dla częstotliwości zmieniającej się w zakresie od 0,5 do 5 kHz można poprzez zmianę długości puzonu otrzymać fale stojące. Źródłem fali jest wysokotonowy głośnik, na który podawany jest sygnał z generatora przebiegów zmiennych o regulowanej częstotliwości. W miejscu głośnika zamontowany jest mikrofon. Sygnał z mikrofonu jest obrazowany na ekranie oscyloskopu. Obserwacja sygnału z mikrofonu pozwala na takie dobranie długości rezonatora, dla której możliwe jest powstanie fali stojącej.

POMIARY

1. Zanotować temperaturę i ciśnienie powietrza.
2. Włączyć generator sygnału zmiennego oraz oscyloskop.
3. Ustawić na generatorze częstotliwość przebiegu zmiennego podawanego na głośnik: 1100 Hz.
4. Amplitudę dobrać w ten sposób, aby dźwięk nie był zbyt donośny.
5. Zmieniając długość rezonatora (rozsuwając puzon) notować położenia (x_1, x_2), przy których natężenie dźwięku osiąga wartość maksymalną. Natężeniom tym odpowiadają odpowiednio maksymalne wartości napięcia rejestrowanego przez oscyloskop. Pomiary wykonać dla zamkniętego i otwartego rezonatora.
6. Powtórzyć dla innych, wyższych częstotliwości, ustalonych przez prowadzącego (5 różnych).

TABELA POMIAROWA (dla jednej częstotliwości)

Temperatura otoczenia _____ °C, ciśnienie _____ hPa

Mikrofon otwarty/zamknięty

$f, \text{ Hz}$	Położenie wskaźnika odległości $x_i, \text{ cm}$						
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5		
1100 Hz							
	$\Delta x_{1,2} =$		$\Delta x_{3,4} =$			$\Delta x_{sr} =$ _____ m	$u_c(\Delta x_{sr}) =$ _____ m
						$L_{sr} =$ _____ m	$u_c(L_{sr}) =$ _____ m
		$\Delta x_{2,3} =$		$\Delta x_{4,5} =$		$c =$ _____ m/s	$u(c) =$ _____ m/s

OBLICZENIA

1. Obliczyć odległości między kolejnymi wystąpieniami maksimów
$$\Delta x = x_{i+1} - x_i.$$
2. Obliczyć średnią wartość Δx_{SR} , oraz jej niepewność całkowitą (uwzględnić dokładność przyrządu użytego do pomiaru odległości oraz niepewność uśrednienia dla krótkiej serii).
3. Obliczyć średnią odległość L_{SR} między strzałkami fali stojącej. Odległość ta równa jest podwojonej wartości różnicy położenia wskaźnika odległości
$$L_{SR} = 2\Delta x_{SR}.$$
4. Obliczyć prędkość dźwięku wg wzoru
$$c = 2fL_{SR},$$
gdzie f – częstotliwość napięcia zmiennego podawanego na głośnik.
5. Korzystając z prawa przenoszenia niepewności obliczyć niepewność wyznaczonej prędkości
6. Analogiczne obliczenia przeprowadzić dla pozostałych częstotliwości fali akustycznej.

Metoda 1.

7. Obliczyć średnią ważoną prędkości powietrza oraz niepewność średniej ważonej. Zapisać wynik w odpowiednim formacie.
8. Obliczyć niepewność rozszerzoną i porównać wynik z wartością teoretyczną prędkości dźwięku dla suchego powietrza i w temperaturze panującej w laboratorium.
9. Obliczyć wykładnik równania adiabaty:

$$\kappa = \frac{\mu c^2}{RT},$$

gdzie $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ - uniwersalna stała gazowa,
 $\mu = 28,87 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ - masa molowa powietrza,
 T - temperatura powietrza, wyrażona w K.

10. Korzystając z prawa przenoszenia niepewności obliczyć niepewność otrzymanego współczynnika adiabaty i zapisać w odpowiednim formacie.
11. Porównać wynik κ z wartością tablicową.

Metoda 2.

12. Sporządzić wykres $L_{sr} = f(f)$, nanosząc słupki niepewności punktów pomiarowych.
13. Metodą regresji liniowej dopasować prostą do punktów pomiarowych.
14. Obliczyć prędkość dźwięku na podstawie zależności z punktu 3.
15. Obliczyć niepewność standardową i rozszerzoną prędkości dźwięku i ponownie porównać wynik z wartością teoretyczną.
16. Porównać ze sobą wyniki otrzymanych prędkości dźwięku.
17. Wyznaczyć oporność falową powietrza $Z = \rho c$
gdzie

$$\rho = \rho_0 \frac{pT_0}{p_0T},$$

T_0, p_0 – temperatura i ciśnienie w warunkach normalnych,
 ρ_0 – gęstość powietrza w warunkach normalnych.

18. Korzystając z prawa przenoszenia niepewności obliczyć niepewność oporności falowej powietrza.