

Ćwiczenie Nr 210

Temat: Wyznaczanie prędkości głosu za pomocą interferometru Quinckego

I. Literatura:

1. Sz. Szczeniowski, Fizyka dośw., cz.I, PWN, W-wa, rozdz. XV i XVI,
2. R. Resnick, D. Halliday, Fizyka, t. I, PWN, W-wa, rozdz. 19 i 20,
3. Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki w politechnice, praca zbiorowa pod red.T.Rewaja.
4. <http://www.ar.krakow.pl/fizyka/cwicz10.pdf>

II. Tematy teoretyczne:

1. Ruch falowy: rodzaje fal, równanie fali płaskiej, wielkości charakteryzujące ruch falowy.
2. Zjawisko interferencji fal, fala stojąca, warunki powstawania fali stojącej metody wyznaczania parametrów opisujących rozchodzenie się fal dźwiękowych w ośrodku.

III. Metoda pomiarowa:

Prędkość głosu wyznaczana jest z zależności:

$$v = 2 \cdot f \cdot (l_2 - l_1) \quad (\text{dla temperatury otoczenia } T)$$

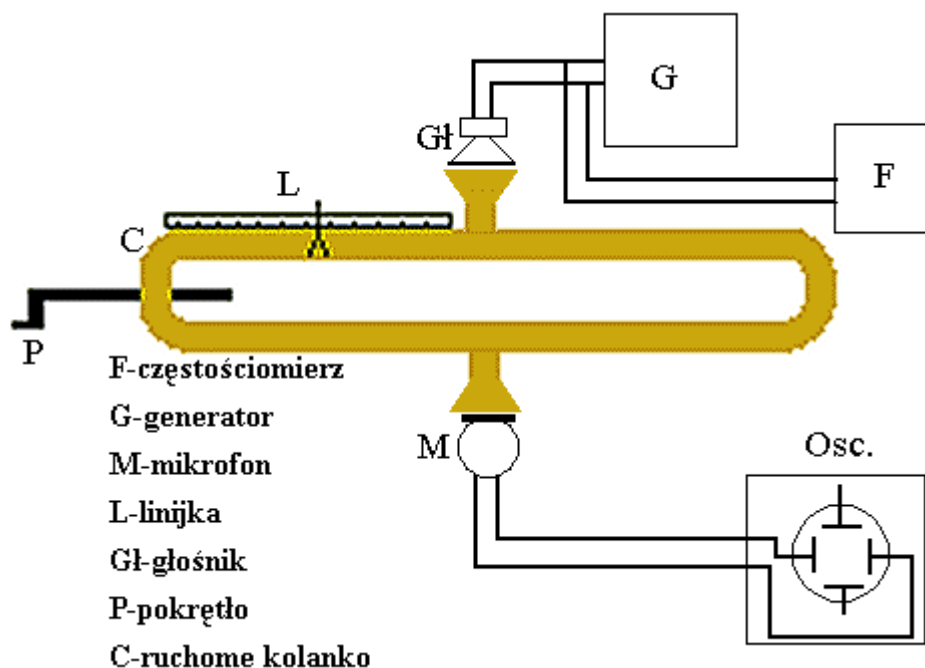
$$v_0 = 2 \cdot f \cdot (l_2 - l_1) \cdot \sqrt{\frac{T_0}{T}} \quad (\text{dla temperatury } T_0 = 273,15 \text{ K})$$

IV. Zestaw pomiarowy:

Interferometr akustyczny Quinckego z przymiarem i śrubą przesuwającą ruchome kolanko, głośnik, mikrofon, generator akustyczny z wbudowanym częstotliwościomierzem, oscyloskop.

V. Wykonanie ćwiczenia:

1. Włączyć generator i oscyloskop.



2. Wybrać zakres drgań generatora 0-2kHz (Przycisk 2k na generatorze)
3. Ustalić częstotliwość drgań generator akustycznego wybierając pokrętłem częstotliwość z przedziału od 1200Hz do 2000Hz.

4. Przesuwając kolanko interferometru C przy pomocy śruby P uzyskać minimalną wartość amplitudy sygnału na oscyloskopie.
5. Odczytać na skali L wartości l_1 odpowiadającą temu minimum.
6. Przesuwać dalej kolanko C aż do uzyskania kolejnego minimum amplitudy na ekranie oscyloskopu.
7. Odczytać na skali L wartości l_2 odpowiadającą temu drugiemu minimum.
8. Pomiary z punktów 4-7 powtórzyć co najmniej trzykrotnie, notując kolejne wartości l_1 i l_2 .
9. Pomiary opisane w punktach 3-8 powtórzyć dla jeszcze dwóch innych częstotliwości drgań z przedziału 1200Hz-2000Hz.
10. Zanotować temperaturę otoczenia, dokładność termometru ΔT oraz dokładność częstotliciomierza Δf .
11. Wyniki pomiarów i obliczeń zapisać w tabeli.

Nr pomiaru	f [s ⁻¹]	l_1 [m]	\bar{l}_1 [m]	l_2 [m]	\bar{l}_2 [m]	\bar{v} [m/s]	$u(v)$ [m/s]	\bar{v}_0 [m/s]	$u(v_0)$ [m/s]
1									
2									
3									

$t[^\circ\text{C}] = \dots\dots\dots$, $T[\text{K}] = \dots\dots\dots$, $\Delta T = \dots\dots\dots$, $\Delta f = \dots\dots\dots$, $T_0 = 273,15\text{K}$,

12. Obliczyć prędkości dźwięku w powietrzu korzystając ze wzorów:

$$v = 2f \cdot |\bar{l}_2 - \bar{l}_1| \quad i \quad v_0 = 2f \cdot |\bar{l}_2 - \bar{l}_1| \cdot \sqrt{\frac{T_0}{T}}$$

13. Niepewności dla każdego pomiaru ($u(v_1), u(v_2), u(v_3), u(v_{01}), u(v_{02}), u(v_{03})$), obliczyć ze wzorów:

$$u(v) = v \cdot \sqrt{\frac{u_B^2(f)}{f^2} + \frac{[u_A^2(\bar{l}_2) + u_B^2(\bar{l}_2)] + [u_A^2(\bar{l}_1) + u_B^2(\bar{l}_1)]}{(\bar{l}_2 - \bar{l}_1)^2}} \quad i \quad u(v_0) = v_0 \cdot \sqrt{\frac{u^2(v)}{v^2} + \frac{u_B^2(T)}{4 \cdot T^2}}$$

W tym wzorze niepewności typu A i B obliczamy tak jak podano przy opisie ćwiczenia 209 z tym, że Δl_2 to w tym przypadku dokładność odczytu położenia wskazówki interferometru na tle skali w momencie, gdy na ekranie obserwujemy minimum, a liczba pomiarów wartości l wynosi 3.

14. Obliczyć średnią ważoną prędkości dźwięku w powietrzu i jej niepewność (w zakresie częstotliwości akustycznych dyspersja fali dźwiękowej w powietrzu nie występuje):

$$\bar{v} = \frac{\sum w_i \cdot v_i}{\sum w_i} = \frac{\frac{v_1}{u^2(v_1)} + \frac{v_2}{u^2(v_2)} + \frac{v_3}{u^2(v_3)}}{\frac{1}{u^2(v_1)} + \frac{1}{u^2(v_2)} + \frac{1}{u^2(v_3)}}; \quad u(\bar{v}) = \frac{1}{\sqrt{\sum w_i}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{u^2(v_1)} + \frac{1}{u^2(v_2)} + \frac{1}{u^2(v_3)}}}$$

15. Wynik końcowy przedstawić jako $v = \bar{v}(u(\bar{v}))$
 [Np. $x=71(5)$ oznacza, że $\bar{x} = 71$ a $u(\bar{x}) = 5$]