

## Ćwiczenie Nr 209

Temat: **Wyznaczanie częstotliwości drgań widełek stroikowych (kamertonu) za pomocą rury 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.

### 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:

Częstotliwość drgań widełek stroikowych wyznaczana jest ze wzoru:

$$f = \frac{v_0}{2(\bar{l}_2 - \bar{l}_1)} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

gdzie  $v_0 = (331,3 \pm 0,3)$  m/s jest prędkością dźwięku w powietrzu w temperaturze  $T_0 = 273,15$  K, przy założeniu, że jest to gaz doskonały (patrz Lit.4).

### IV. Zestaw pomiarowy:

Rura Quinckego, miara metrowa z podziałką milimetrową, dwa kamertony, młoteczek do wzbudzania kamertonów (wypożyczyć w pok. **619**).

### V. Wykonanie ćwiczenia:

1. Wprawić większy kamerton w drgania (uderzyć kamerton młoteczką) i umieścić go w pobliżu otwartego końca rury. Obniżyć powoli poziom wody w rurze (obniżając naczynie z wodą i wykorzystując zasadę naczyń połączonych). Zanotować położenie  $l_1$  powierzchni wody w chwili, gdy natężenie dźwięku osiągnie maksimum.  
Pomiar wykonać co najmniej pięciokrotnie, na zmianę, przy obniżaniu i podwyższaniu poziomu cieczy.
2. Obniżając poziom wody (zwiększając długość słupa powietrza w rurze), znaleźć **kolejne** (najbliższe) miejsce wzmocnienia dźwięku. Ten pomiar, oznaczony jako  $l_2$  wykonać tak jak opisano powyżej.
3. Powtórzyć takie same pomiary dla drugiego kamertonu. Zwrócić uwagę, aby zanotować dwa **sąsiednie** wzmocnienia.
4. Zanotować temperaturę otoczenia.

5. Wyniki zebrać w tabeli:

Nr kamertonu	$l_1$ [m]	$\bar{l}_1$ [m]	$l_2$ [m]	$\bar{l}_2$ [m]	$\bar{f}$ [s <sup>-1</sup> ]	$u(f)$ [s <sup>-1</sup> ]	t[°C]=..... T[K]=..... Δ(T)[K]=..... T <sub>0</sub> = 273,15K v <sub>0</sub> = 331,3 m/s Δ(v <sub>0</sub> )=0,3 m/s
I							
II							

6. Obliczyć częstotliwości drgań obu kamertonów oraz niepewności pomiarów. Niepewność całkowitą obliczyć korzystając ze wzoru:

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

Należy pamiętać, że niepewności typu B pewnej wielkości x obliczamy jako  $u_B(x) = \frac{\Delta x}{\sqrt{3}}$ , gdzie Δx

oznacza niepewność maksymalną wielkości x. Na przykład dla odległości  $l_2$ :

Niepewność typu A obliczamy jako

$$u_A(\bar{l}_2) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (l_i - \bar{l}_2)^2}{5 \cdot (5-1)}} \quad (\text{dla pięciu pomiarów } l_2),$$

a niepewność typu B jako

$$u_B(\bar{l}_2) = \frac{\Delta \bar{l}_2}{\sqrt{3}}$$

- gdzie Δ $l_2$  to dokładność odczytu położenia poziomego wody na tle skali w momencie, gdy słyszymy wzmocnienie. Należy je oszacować samodzielnie, ale zazwyczaj przyjmowane jest w zakresie 0,5-1cm).

Dla prędkości  $v_0$  oraz temperatury T możemy podać tylko niepewności typu B.

7. Zapisać wyniki końcowe dla każdego kamertonu w postaci

$$f = \bar{f}(u(\bar{f}))$$

[Np.  $x=71(5)$  oznacza, że  $\bar{x} = 71$  a  $u(\bar{x}) = 5$ ]