

Instrukcja do ćwiczenia Nr 23

BADANIE ABSORPCJI ULTRADŹWIĘKÓW W POWIETRZU

I. Cel ćwiczenia:

Poznanie podstawowych pojęć związanych z rozchodzeniem się fal ultradźwiękowych w różnych ośrodkach: odbicie, załamanie, tłumienie, interferencja, rozpraszanie.
Sprawdzanie prawa absorpcji fali ultradźwiękowej w powietrzu.
Zapoznanie ze sposobem wytwarzania i zastosowania ultradźwięków.

II. Zagadnienia do kolokwium:

1. Rozchodzenie się fal dźwiękowych w ciałach stałych, ciekłych i gazowych. Równanie fali.
2. Współczynniki odbicia, transmisji i pochłaniania fal.
3. Efekty oddziaływania fal ultradźwiękowych na organizm (mechaniczne, chemiczne i biologiczne).
4. Wytwarzanie fal ultradźwiękowych (zjawisko piezoelektryczne proste i odwrotne).

III. Literatura:

1. A. Pilawski, Podstawy biofizyki, PZWL, W-wa, 1975.
2. B. Mycek, M. Wójcik-Jawień, S. Bożek, W. Jawień, Ćwiczenia laboratoryjne z biofizyki, www.farmacja.cm-uj.krakow.pl
3. R. Resnick, D. Halliday, Fizyka, t.1, PWN, W-wa, 1999.

IV. Przebieg ćwiczenia:

Ultradźwiękami nazywamy mechaniczne zjawiska falowe występujące w ośrodkach stałych, cieczach i gazach o częstotliwości większej niż 20 kHz.

Warunki rozchodzenia się fal ultradźwiękowych są zależne od własności ośrodka, w którym one występują. Na skutek tarcia wewnętrznego, przewodnictwa cieplnego itd., część energii fali jest stale tracona. W rezultacie amplituda ciśnienia fali zmniejsza się w funkcji odległości. Mówimy, że fala jest tłumiona. Za miarę tłumienia przyjmujemy współczynnik tłumienia - α , który określamy jako względną zmianę ciśnienia fali przypadającą na jednostkę długości. Wówczas amplitudę ciśnienia fali ultradźwiękowej P w funkcji odległości - x możemy opisać wyrażeniem:

$$(1) \quad P(x) = P_0 \exp(-\alpha x)$$

gdzie P_0 jest amplitudą fali w odległości $x = 0$.

Współczynnik tłumienia α w powietrzu jest wielkością zależną od częstotliwości fali, temperatury i wilgotności.

Sprawdzenia prawa absorpcji fali ultradźwiękowej i pomiar współczynnika pochłaniania danej fali dokonujemy poprzez przeprowadzenie pomiarów amplitudy ciśnienia fali rejestrowanej przez odbiornik ultradźwięków (*receiver*), która jest emitowana przez przetwornik ultradźwiękowy (*transmitter*), w funkcji odległości - x odbiornika od źródła fali, stosując zestaw pomiarowy zamieszczony na rys.1.

Przedstawiając funkcję $P(x) = U(x)$ w relacji (1), w pół-zlogarytmowanym układzie współrzędnych, otrzymamy prostą o równaniu $Y = aX + b$, gdzie $Y = \ln U$, $X = x$, natomiast współczynnik $a = -\alpha$.



Rys.1. Zestaw pomiarowy do sprawdzania prawa absorpcji ultradźwięków w powietrzu.

V. Przebieg pomiarów:

1. Zestawić układ pomiarowy według schematu na rys.1.
2. Ustawić zakres woltomierza - 20 V, dla prądu stałego (DC).
3. Umieścić nadajnik fali ultradźwiękowej – **transmitter** na tej samej wysokości co odbiornik – **receiver**.
4. Podłączyć nadajnik do gniazda - **TR1** generatora ultradźwięków pracującym w trybie ciągłym „**Con**”.
5. Podłączyć odbiornik do lewego gniazda wzmacniacza.
6. Dobrać takie wzmocnienie wejściowe odbiornika **Pre.Ampl.** i amplitudę nadajnika **Ampl.** aby dioda „**OVL**” nie zapaliła się.
7. Zmieniać położenie odbiornika względem nadajnika z krokiem np. 2 cm i odczytywać wskazania woltomierza **U** (pomiar przeprowadzić dla różnych wzmocnień, zachowując warunek (6) w danej serii pomiarów) dla 8-10 kroków zmian odległości – **X**. Wyniki umieścić w tabeli.

VI. Opracowanie wyników:

1. Obliczyć $\ln U(x)$ dla każdego **X**, wyniki przedstawić w formie graficznej w układzie współrzędnych ($X = x$, $Y = \ln U$). Metodą regresji liniowej wyznaczyć parametry **a** i **b** oraz ich odchylenia standardowe σ_a i σ_b .
2. Wartość współczynnika nachylenia **a** prostej **$Y = ax + b$** stanowi wartość współczynnika absorpcji α fali ultradźwiękowej w powietrzu o danej wilgotności i temperaturze.