

Ćwiczenie M11

Badanie podłużnych fal dźwiękowych w prętach

M11.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie prędkości rozchodzenia się podłużnej fali dźwiękowej w prętach wykonanych z różnych materiałów, a także wyznaczenie wartości modułu Younga dla tych materiałów.

M11.2. Zagadnienia związane z tematyką ćwiczenia

- Fale mechaniczne – równanie, mechanizm rozchodzenia się, parametry charakterystyczne,
- zjawisko interferencji fal,
- fala stojąca
- własności sprężyste ciał stałych,
- zjawisko rezonansu mechanicznego (rezonans w puszczalkach, prętach, strunach),
- prędkość dźwięku w różnych ośrodkach.

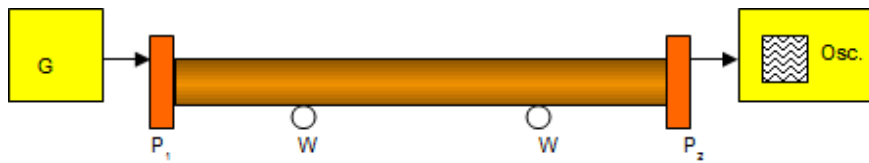
M11.3. Literatura

- [1] Halliday D., Resnick R., Walker J.: *Podstawy fizyki, cz. 1*, PWN, Warszawa.
- [2] Massalski J., Massalska M.: *Fizyka dla inżynierów, cz. 1*, WNT, Warszawa.
- [3] Szczeniowski S.: *Fizyka doświadczalna, cz. 1*, PWN, Warszawa.
- [4] *Metody wykonywania pomiarów i szacowania niepewności pomiarowych*, <http://ftims.pg.edu.pl/documents/10673/20436990/wstep.pdf>

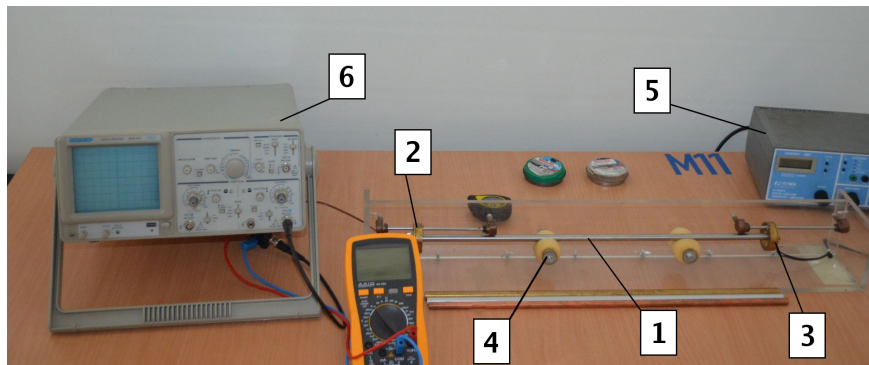
M11.4. Przebieg ćwiczenia i zadania do wykonania

Układ doświadczalny

Rysunek M11.1 przedstawia schemat układu pomiarowego, zaś rysunek M11.2 zdjęcie układu z zaznaczonymi na schemacie elementami. W skład układu wchodzi: **1** – badany pręt, **2, 3** – przetworniki elektroakustyczne (**P1**), (**P2**), **4** – wsporniki pręta (**W**), **5** – generator akustyczny (**G**), **6** – oscyloskop (**Osc.**).



Rysunek M11.1. Schemat układu pomiarowego



Rysunek M11.2. Zdjęcie układu pomiarowego

Przebieg doświadczenia

W układzie doświadczalnym przetwornik (**P1**), zasilany z generatora (**G**), jest źródłem podłużnej fali dźwiękowej poruszającej się w pręcie (**P**), natomiast przetwornik (**P2**) jest detektorem tej fali. Ponieważ pręt leży swobodnie na dwóch, odpowiednio zbudowanych wspornikach (**W**), w pręcie można wzbudzić falę stojącą. Zmieniając częstotliwość generatora (**G**) szukamy częstotliwości rezonansowej f_0 , przy której amplituda sygnału na ekranie oscyloskopu (**O**) gwałtownie wzrasta. W

celu wykreślenia przebiegu krzywej rezonansowej, po wstępnej lokalizacji częstotliwości rezonansowej, zmieniamy częstotliwość generatora w niewielkim zakresie w otoczeniu wartości f_0 . Chcąc zmienić rodzaj badanego pręta należy odsunąć na odpowiednią odległość przetworniki (**P1**) i (**P2**). Następnie, po położeniu nowego pręta na wspornikach (**W**), lekko smarujemy smarem silikonowym końce pręta i przesuwamy przetworniki, „sklejając” je z prętem. Smar zapewnia dobre przekazywanie energii drgań między drgającym układem a odbiornikiem tych drgań.

Zadania do wykonania

- M11.1. Zmierzyć i wykreślić zależność amplitudy drgań od częstotliwości w okolicy częstotliwości rezonansowej dla wybranego pręta. Należy uzyskać przynajmniej 12–14 punktów pomiarowych bliskich częstotliwości rezonansowej. Wyznaczyć prędkość dźwięku w pręcie.
- M11.2. Wyznaczyć prędkość dźwięku w przypadku pozostałych prętów, określając tylko ich częstotliwości rezonansowe. Wyboru materiałów do badań dokonuje prowadzący ćwiczenie.
- M11.3. Sprawdzić dla jednego z prętów, czy można wzbudzić drgania harmoniczne wyższych rzędów ($n = 2$).
- M11.4. Wyznaczyć wartość modułu Younga zbadanych prętów i porównać otrzymane wyniki z wartościami tablicowymi.

Uzupełnienie do zadania M11.4

Materiał	Gęstość [kg/m ³]
stal	$7,88 \cdot 10^3$
miedź	$8,81 \cdot 10^3$
mosiądz	$8,70 \cdot 10^3$
aluminium	$2,72 \cdot 10^3$
pleksi	$1,30 \cdot 10^3$
drewno sosnowe	$(0,30 - 0,5) \cdot 10^3$

Tabela M11.1. Gęstości zastosowanych materiałów

M11.5. Rachunek niepewności

Względna niepewność pomiaru częstotliwości określona przez producenta generatora wynosi 3%, natomiast niepewność pomiaru bezpośredniego długości pręta należy oszacować w trakcie wykonywania pomiarów na podstawie podziałki użytego przymiaru liniowego. Niepewność wyznaczenia prędkości dźwięku i modułu Younga obliczamy jako niepewność wielkości złożonej.