

Laboratorium w domu

Mgr Andrzej
GOŁĘBIEWSKI

Akustyka —
— ależ to bardzo proste

O falach stojących

Jeżeli jeden koniec węża gumowego zostanie pobudzony do drgań, to wzdłuż niego będą biec fale ku drugiemu końcowi. Pobudzmy teraz drugi koniec do drgań z tą samą częstotliwością. Powstaną dwa ciągi fal: jeden biegnący w lewo, drugi — w prawo, które nakładają się na siebie. Zauważymy, że wąż podzieli się na odcinki drgające przedzielone punktami nieruchomymi. Tak powstaną fale stojące. Punkty, które mają największe amplitudy, nazywamy strzałkami, zaś nieruchome — węzłami (rys. 1).

Spróbujcie sprawdzić to zjawisko doświadczalnie. Zamiast węża gumowego możecie użyć np. sznura od bielizny. Dwóch eksperymentatorów powinno pobudzać jego końce do drgań z tą samą częstotliwością.

Falę określa okres T i długość λ . Położenia miejsc odpowiadających strzałkom fali stojącej muszą spełniać warunek:

$$\cos 2\pi \frac{x}{\lambda} = \pm 1, \text{ skąd } 2\pi \frac{x}{\lambda} = n\pi, \text{ czyli } x = n \frac{\lambda}{2}.$$

Odległość sąsiednich strzałek równa jest więc połowie długości fali. Również odstęp pomiędzy dwoma węzłami wynosi $\lambda/2$.

W wężu gumowym obserwujemy fale poprzeczne, to jest takie, w których drgania cząsteczek są prostopadłe do kierunku rozchodzenia się fali.

Fale akustyczne odbierane przez nas w postaci wrażeń słuchowych rozchodzą się w powietrzu w postaci zgęszczeń i rozrzedzeń cząsteczek, czyli zmian ciśnienia. Jest to charakterystyczne dla fal podłużnych. Warto dodać, że w fali stojącej w powietrzu węzłom drgań cząsteczek odpowiadają strzałki fali zmian ciśnienia i odwrotnie.

A teraz eksperyment

Wykorzystując wiadomości o falach stojących można doświadczalnie wyznaczyć częstotliwość drgań źródła dźwięku. I to chciałem Wam właśnie zaproponować.

Zakładamy, że prędkość v fali akustycznej jest stała, wtedy $\lambda = vT$.

Pomiędzy okresem a częstotliwością f zachodzi zależność $T = \frac{1}{f}$, więc $f = \frac{v}{\lambda}$.

Prędkość fali akustycznej w powietrzu możemy przyjąć równą 340 m/s.

Ale jak znaleźć długość fali? Oczywiście eksperymentalnie.

Schemat ideowy doświadczenia przedstawia rys. 2. Rolę dwóch źródeł dźwięku spełniają odbiornik radiowy i połączony z nim głośnik dodatkowy, ustawione w odległości 1,5–2 m. Czy jednak taki układ może generować wyraźny sygnał o stałej częstotliwości? Okazuje się, że tak. Rozpoczęcie programu telewizyjnego jest poprzedzone przez okres 10–15 minut emisją nieprzyjemnego dla ucha sygnału, potrzebnego do strojenia odbiorników w punktach serwisowych. Będzie to właśnie nasz generator akustyczny.

Wystarczy ustalić czas rozpoczęcia emisji programu, włączyć nieco wcześniej odbiornik na zakresie fal UKF, ustawić dodatkowy głośnik i przeprowadzić doświadczenie.

Jako detektora-odbiornika sygnału użyjemy mikrofonu połączony z magnetofonem, który włączamy na „zapis”; taśma nie jest potrzebna. Przesuwając mikrofon wzdłuż linii łączącej głośniki i obserwując wskaźnik występowania zapisu znajdziemy strzałki i węzły fali stojącej. Należy zmierzyć, używając linijki z podziałką, odległość między dwoma węzłami lub strzałkami. Odległość ta równa jest połowie długości fali.

I na tym można by zakończyć opis doświadczenia. Ale ...

Uwagi praktyczne

W magnetofonach szpulowych podczas pomiarów przełącznik powinien być ustawiony w pozycji „zapis ustawiony”, zaś w magnetofonach kasetowych należy wyłączyć automatyczne wysterowanie poziomu zapisu. Dopiero wówczas wskaźnik będzie wyraźnie reagował na zmiany amplitudy fali stojącej.

Potencjometr regulujący głośność należy ustawić tak, aby przy maksymalnym sygnale wskaźnik nie wykazywał przestrojenia.

Przymiar powinien być dość długi, około 1 m, i ustawiony na osi łączącej głośniki.

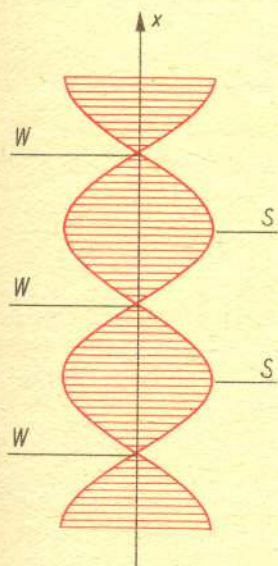
Podczas obliczania częstotliwości sygnału akustycznego telewizyjnego nie zapomnijcie właściwie ustalić jednostki wielkości danych i mierzonych. Zastanówcie się, od czego zależy błąd pomiaru i spróbujcie go oszacować. Dla ułatwienia dodam, że wynik pomiaru powinien być „okrągłą liczbą”.

Czy można zobaczyć dźwięk?

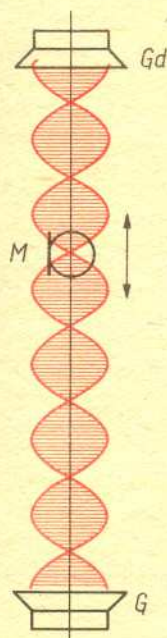
W fizyce doświadczalnej stosowane są przyrządy do optycznego „zapisu” drgań dźwiękowych. Noszą one nazwę fonografów optycznych.

Zapoznajcie się z odpowiednią literaturą, np. Tadeusza Dryńskiego *Doświadczenia pokazowe z fizyki*, i spróbujcie zaprojektować fonograf optyczny. Dowcip polega na tym, aby przyrząd mógł zrobić każdy w przeciętnych warunkach domowych.

Przyślijcie swoje pomysły. Nie zapomnijcie sprawdzić ich praktycznie. Jeżeli okażą się rewelacyjne, to opublikujemy, a Redakcja pomyśli o nagrodach. Zachęcam do eksperymentowania!



Rys. 1



Rys. 2 G — głośnik odbiornika
Gd — głośnik dodatkowy
M — mikrofon