



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

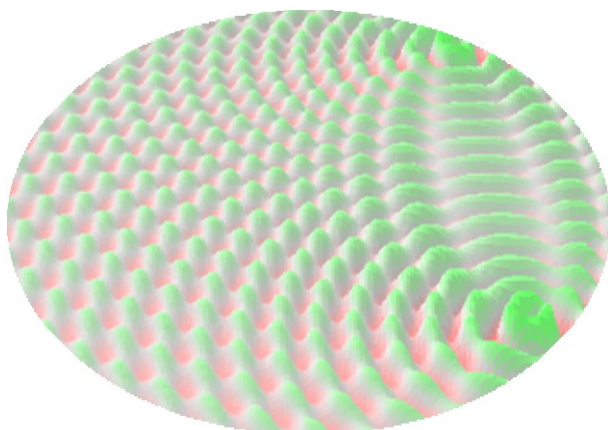


WARSZAWSKA
WYŻSZA SZKOŁA
INFORMATYKI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



WYZNACZANIE DŁUGOŚCI FALI DŹWIĘKOWEJ NA PODSTAWIE OBRAZU INTERFERENCYJNEGO (instrukcja do wykonania ćwiczenia)



Opracowanie:
Mirosław Trociuk
Stanisław Kwaśniewicz

WYZNACZANIE DŁUGOŚCI FALI DŹWIĘKOWEJ NA PODSTAWIE OBRAZU INTERFERENCYJNEGO - OPIS ĆWICZENIA UCZNIOWSKIEGO

I. Cel.

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie długości fali dźwiękowej w powietrzu w oparciu o wyniki badania pola akustycznego.

II. Przyrządy: Generator akustyczny z wyposażeniem, komputer z mikrofonem, program komputerowy *The PC Soundcard Oscilloscope V1.41*. [www.zeitnitz.de/Christian/scope_en?mid=4.01], liniał oraz taśma miernicza.

III. Zagadnienia teoretyczne: Interferencja fal, fale akustyczne, długość fali.

IV. Wymagane umiejętności: Obsługa generatora akustycznego i oscyloskopu (programu komputerowego *The PC Soundcard Oscilloscope V1.41*).

V. Wprowadzenie.

Falę dźwiękową (dźwięk) określamy jako zmiany ciśnienia akustycznego (podłużne fale mechaniczne) rozchodzące się w powietrzu, wodzie i innych ośrodkach, które mogą zostać wykryte przez ucho ludzkie i na które organ słuchu reaguje.

Jednym ze zjawisk decydujących o falowym charakterze, jest interferencja. Zjawisko to odnosi się do fizycznych efektów nie zakłóconego nakładania się dwóch lub więcej ciągów falowych. Doświadczenie wskazuje, że fale mogą przebiegać ten sam obszar przestrzeni niezależnie od siebie — każda fala rozchodzi się w przestrzeni tak, jakby nie było innej. Oznacza to, że przy opisie zjawisk interferencyjnych można stosować tzw. zasadę superpozycji fal, która głosi, że: *jeśli do wybranego punktu ośrodka dociera jednocześnie kilka fal, to punkt ten doznaje wychyleń, będącego sumą wychyleń, wywołanych przez poszczególne fale.*

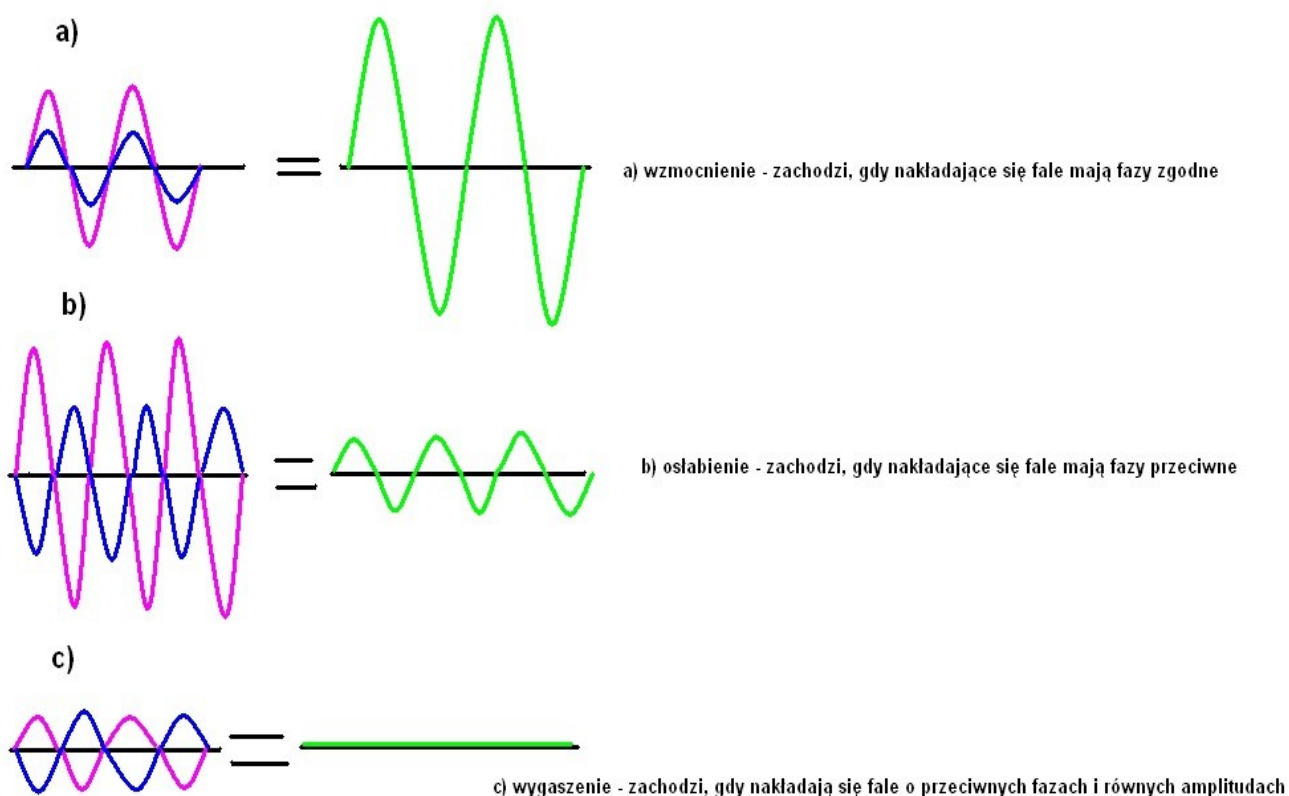
Zjawisko interferencji zachodzi podczas nakładania się fal tzw. spójnych (koherentnych), czyli fal o tych samych częstotliwościach (długościach) poruszających się z tymi samymi prędkościami (identyczne fale) i różniących się jedynie przebytą drogą (mające stałą różnicę faz). Takie fale można uzyskać

dysponując dwoma identycznymi źródłami lub jedno źródło fali przechodzącej przez dwie (lub więcej) szczelin. Wynikiem nałożenia fal spójnych jest wzmocnienie lub wygaszenie fal. Wzmocnienie obserwuje się gdy różnica dróg przebytych przez fale jest całkowitą wielokrotnością długości fali, czyli

$$\Delta s = n\lambda$$

gdzie $n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$ i oznacza numer wzmocnienia (rzęd). Gdy natomiast różnica dróg przebytych przez fale jest nieparzystą wielokrotnością połówek długości fali, wtedy nastąpi wygaszenie fal:

$$\Delta s = (2n + 1)\lambda/2$$

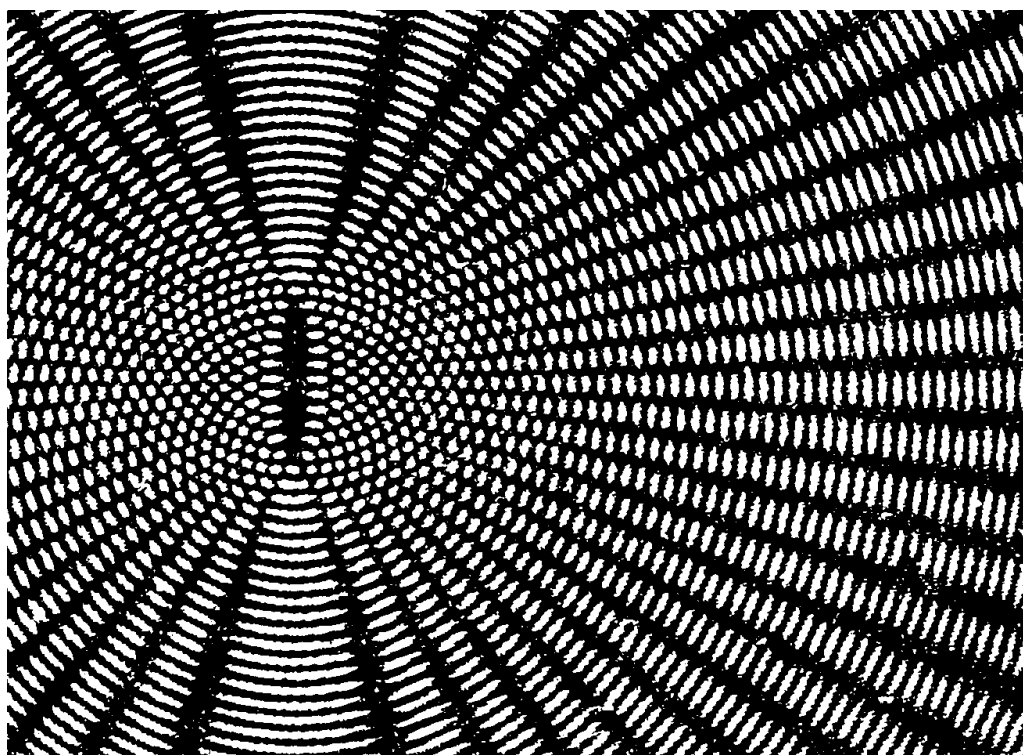


Rys. 1. Istota zjawiska interferencji fal

VI. Wyznaczanie długości fali dźwiękowej rozchodzącej się w powietrzu.

W doświadczeniu tym wykorzystujemy analogię do doświadczenia z wyznaczaniem długości fali światła za pomocą siatki dyfrakcyjnej.

Otóż jeśli w pewnej odległości od siebie znajdują się dwa źródła monochromatycznej fali kulistej, to w przestrzeni otaczającej je powstaje skomplikowane pole akustyczne. Sytuację tę przedstawia rysunek 2 przy założeniach, że źródła akustyczne pracują w zgodnej fazie oraz odległość źródeł d jest całkowitą wielokrotnością długości fali λ .



Rys. 2. Interferencja fal kulistych

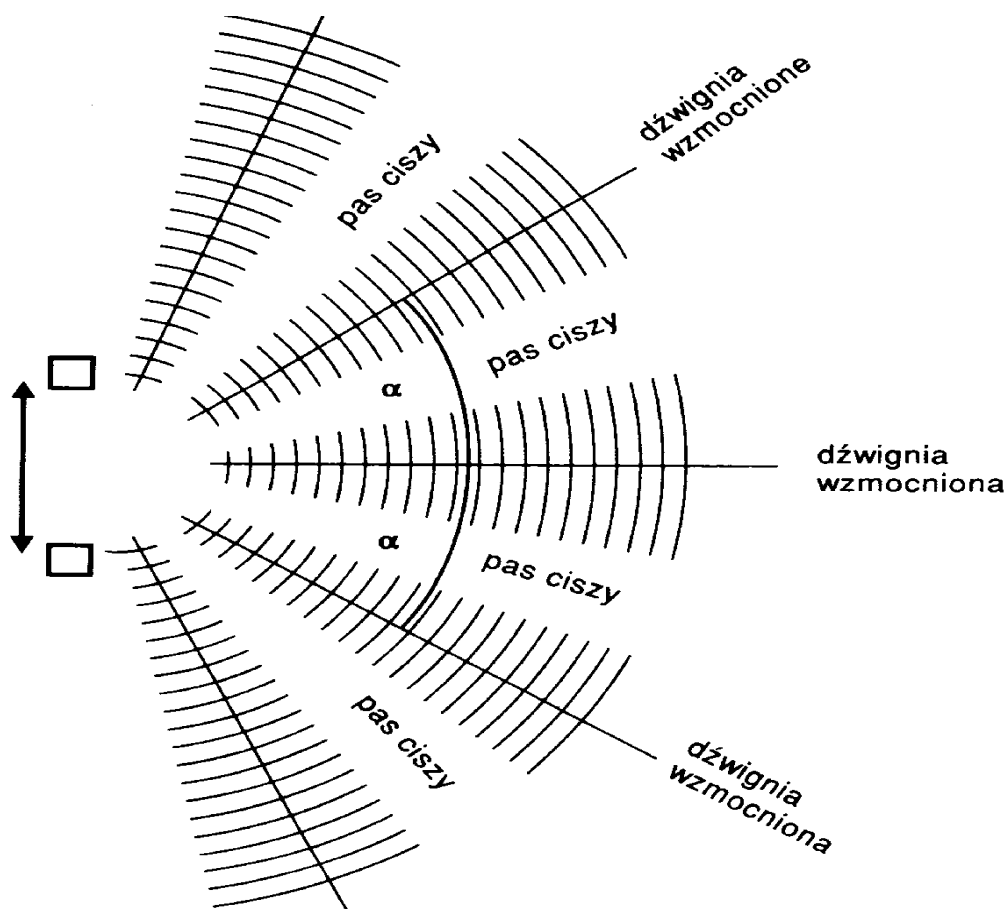
Pola jasne na rysunku odpowiadają miejscom pola akustycznego, dla których na skutek interferencji fal akustycznych występuje ich wzmocnienie (spotykają się tutaj fale w zgodnej fazie lub niewielkiej różnicy faz), a pola czarne odpowiadają miejscom pola akustycznego, w którym następuje wzajemna redukcja fal (spotykają się fale mające fazy przeciwne lub prawie równe π). Jak widać na rysunku miejsca wzajemnego wzmocnienia i wzajemnej redukcji fal w pewnej odległości od źródeł tworzą linie rozchodzące się promieniście od punktu leżącego po środku między źródłami. Linie te biegną

pod pewnymi kątami względem prostopadłej do osi źródeł akustycznych. Kąty te można określić na podstawie następującego rozumowania. Warunek wzmocnienia fal w danym miejscu pola akustycznego odpowiada sytuacji, gdy różnica odległości (różnica dróg) od obu źródeł do danego miejsca pola jest całkowitą wielokrotnością długości fali

$$d \sin \alpha = n\lambda$$

gdzie $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

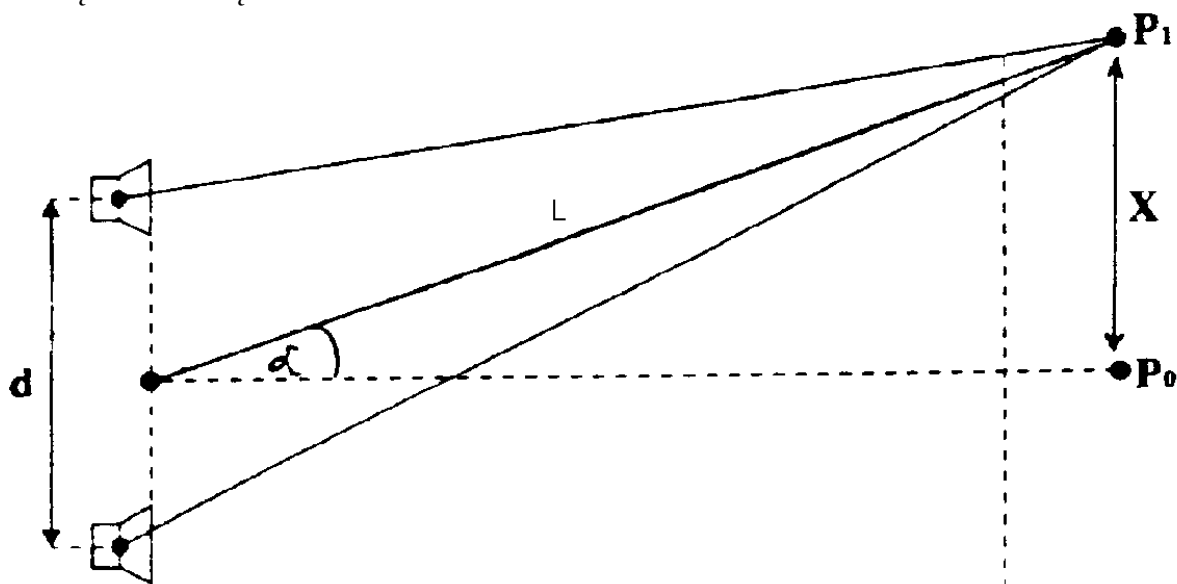
W doświadczeniu korzystamy ze szkolnego generatora akustycznego oraz głośników wchodzących w skład jego wyposażenia, które łączymy za pomocą przewodu rozgałęzionego. Ustawiamy je na jednym ze stolików uczniowskich w odległości np. 1 m od siebie (rys. 3).



Rys. 3. Zestaw do badania pola akustycznego

Włączamy generator ustawiając zakres częstotliwości np. 800 lub 1200 Hz, a pokręteł wzmocnienia na niski, słyszalny poziom natężenia dźwięku. Następnie przy pomocy mikrofonu podłączonego do oscyloskopu ustalamy miejsca wzmocnień, które widoczne są na ekranie oscyloskopu jako wzrost amplitudy. Czynimy to przemieszczając mikrofon w polu falowym wzdłuż linii równoległych do głośników w coraz większej od nich odległości.

Przyjmując, że użyte głośniki są spójnymi źródłami fal akustycznych mierzymy odległość d między nimi (rys. 4), odległość x wyznaczonego punktu P_1 , w którym mamy wzmocnienie pierwszego rzędu w polu falowym od położenia punktu P_0 wzmocnienia centralnego oraz odległość l między punktem P_1 a środkiem odległości między głośnikami. Wykorzystujemy w tym celu taśmę mierniczą.



Rys. 4. Ilustracja do wielkości wyznaczanych w doświadczeniu

Korzystając z wcześniej zapisanej zależności oraz na podstawie rysunku 4 mamy:

$$n\lambda = d \cdot x/l$$

gdzie $x/l = \sin\alpha$, a $n = 1$ dla punktu P_1 pierwszego wzmocnienia. Otrzymujemy zatem zależność na długość fali:

$$\lambda = (d \cdot x/l)/n$$

Po wyznaczeniu długości fali otrzymanej z generatora i znając częstotliwość drgań ν , możemy dodatkowo obliczyć prędkość dźwięku w powietrzu.

$$u = \lambda v$$

Szacujemy niepewność pomiarową maksymalną przyjmując, że częstotliwość v drgań generowanych przez generator nie jest obciążona błędem.

VII. Literatura

1. J. Blinowski, J. Trylski: Fizyka dla kandydatów na wyższe uczelnie, PWN Warszawa 1976.
2. E. Dubowik: Badanie własności fal dźwiękowych. Wyznaczanie szybkości dźwięku w powietrzu, w: Zjawisko rezonansu w Fizyce Technice i Medycynie, Materiały z III-cich Letnich Warsztatów Fizycznych, UAM Poznań 1996.
3. Fizyczne laboratorium mikrokomputerowe, skrypt pod redakcją H. Szydłowskiego dla studentów, Nakładem Zakładu Nauczania Eksperymentu Fizycznego Instytutu Fizyki UAM w Poznaniu 1994.
4. Generator akustyczny - instrukcja obsługi szkolnego generatora akustycznego.
5. W. Gorzkowski, A. Szymacha: Pola i ruch, WSiP Warszawa 1986.
6. J. Karniewicz, T. Sokołowski: Podstawy fizyki laboratoryjnej, Politechnika Łódzka Łódź 1996.
7. M. Rocznik: Fizyka hałasu, cz. I, Podstawy akustyki ośrodków gazowych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej Gliwice 1996.
8. H. Szydłowski: Pomiary Fizyczne. Podręcznik dla nauczycieli, PWN Warszawa 1977.