

Uniwersytet Rzeszowski
LABORATORIUM BIOFIZYKI
Ćwiczenie nr B06

Temat:
FALOWY CHARAKTER ULTRADŹWIEKÓW - DYFRAKCJA

LITERATURA:

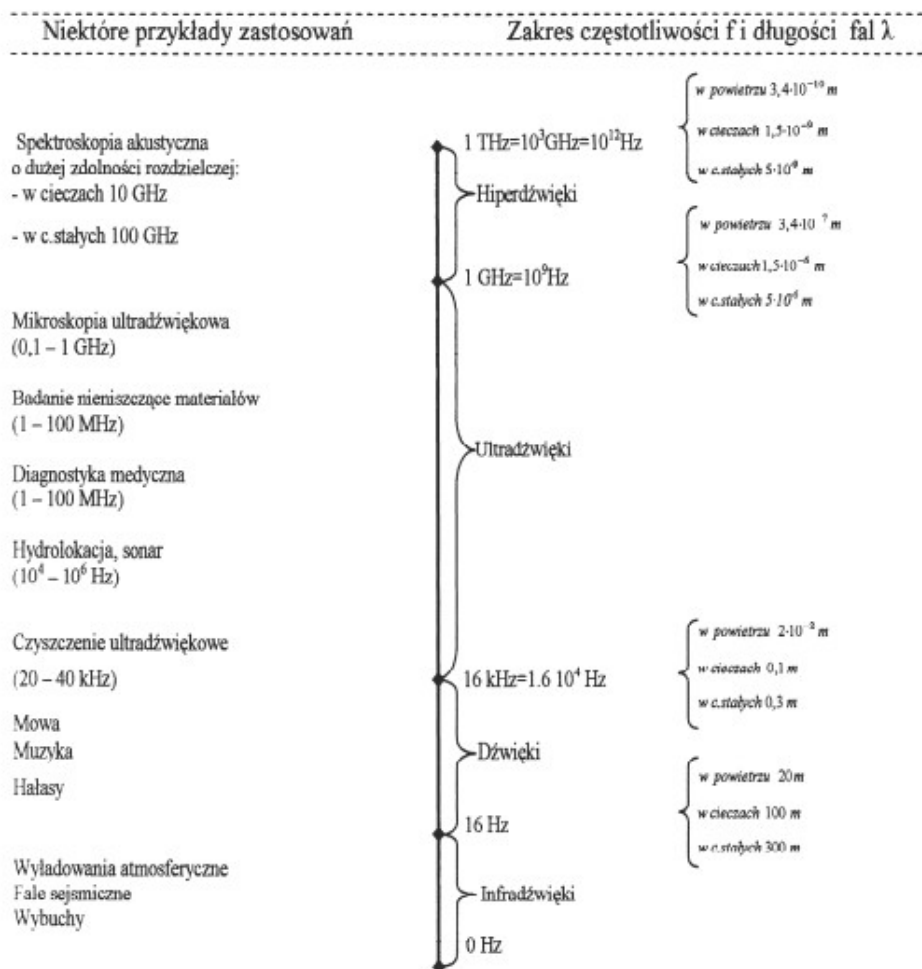
1. D. Holiday, R. Resnick, J. Walker „Podstawy fizyki” PWN, t.2, 4
2. „Feynmana wykłady z fizyki” PWN 2002
3. A.Z. Hryniewicz., E. Rokita: *Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii*. PWN, Warszawa 2013.

ZAGADNIENIA KOŁOKWIALNE:

- fale podłużne
- zasada Huygensa
- interferencja
- dyfrakcja Fraunhofera i Fresnela

WPROWADZENIE DO ĆWICZENIA:

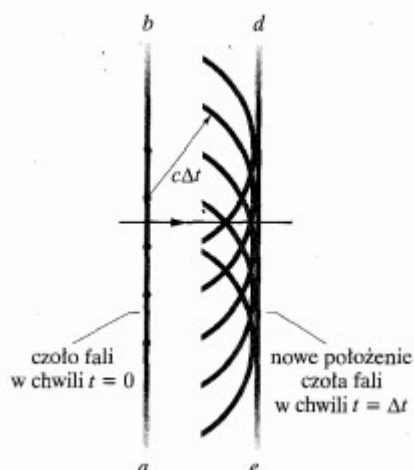
Fale ultradźwiękowe są przykładem drgań mechanicznych. Wykorzystywane są w medycynie do diagnostyki ultrasonograficznej (USG), która stanowi podstawowe narzędzie wykorzystywane do obrazowania narządów i diagnostyki układu krążenia. Zakres drgań mechanicznych możemy podzielić ze względu na częstotliwość. W przypadku ultradźwięków, częstotliwość drgań sięga powyżej 20kHz. Zakres od 1 MHz do około 100 MHz obejmuje nieniszczące badania materiałów i ultradźwiękową diagnostykę medyczną. Poniższa tabela przedstawia zakres widma fal sprężystych z przykładowym zastosowaniem.



Fale ultradźwiękowe przenoszą energię, zaburzając stan ośrodka, w którym, się rozchodzą. Mogą to być ośrodki zarówno gazowe, ciekłe, jak i stałe. W przypadku diagnostyki obrazowej, badany ośrodek, zwłaszcza tkanki miękkie traktujemy jako ciecz, w której rozchodzą się podłużne fale ultradźwiękowe. Fale podłużne to takie fale, w których cząsteczki ośrodka drgają prostoliniowo wzdłuż osi zgodnej z kierunkiem rozchodzenia się fali. W przypadku gdy cząsteczki ośrodka drgają w kierunku prostopadłym do kierunku rozchodzenia się fali, wówczas mówimy o fali poprzecznej. Dodatkowo fale możemy podzielić ze względu na kształt czoła fali. Wyróżniamy fale płaskie oraz fale kuliste. W przypadku gdy drgania rozchodzą się w jednym kierunku, wówczas mówimy o fali płaskiej, ponieważ powierzchnie fali są płaszczyznami. Natomiast fala, która wywołana

jest przez punktowe źródło drgań, rozchodząca się w ośrodku jednorodnym, posiada taką samą prędkość rozchodzenia się we wszystkich kierunkach i jej powierzchnia ma kształt kuli, wówczas mówimy o fali kulistej.

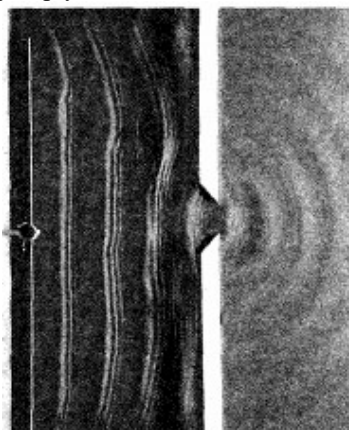
Każdy punkt czoła fali traktuje się jako punktowe źródła elementarnych kulistych fal wtórnych (staje się nowym źródłem fali kulistej), mówi o tym zasada Huygensa.



Powyższy rysunek przedstawia konstrukcję geometryczną Huygensa ilustrującą rozchodzenie się fali płaskiej w próżni.

W przypadku kiedy fale napotykają na swej drodze krawędź lub przeszkodę, bądź otwór o rozmiarach porównywalnych z długością fali, rozprzestrzeniając się za nimi interferują za sobą. Interferencja to wynik nałożenie się fal o tej samej długości. Fale mogą się wzmacniać lub znosić.

W przypadku napotkania przez falę, nieprzezroczystej przeszkody, zgodnie z zasadą Huygensa każdy punkt ośrodka staje się źródłem fali kulistej. Fale wysyłane przez różne punkty ośrodka w sąsiedztwie przegrody, ulegają interferencji, tworząc tak zwane obrazy dyfrakcyjne. Fala ulega ugięciu (dyfrakcji) w całym obszarze poza przeszkodą. Dyfrakcji ulegają wszystkie rodzaje fal. Poniżej przedstawiono przypadek ugięcia fal rozchodzących się na powierzchni wody w płytkim zbiorniku.



Dochodzi do wzmocnienia lub wygaszenia amplitudy fali w wyniku superpozycji dwóch lub więcej fal. Aby mogło dojść do interferencji fali, fale muszą być spójne, koherentne i muszą posiadać taką samą częstotliwość.

Do dyfrakcji może dojść do zmiany kierunku rozchodzenia się fali na krawędziach przeszkód oraz w ich pobliżu. Zjawisko wyraźnie jest obserwowane dla przeszkód o rozmiarach porównywalnych z długością fali, chociaż nie zależy od wielkości przeszkody. Dodatkowo płaskie fale ultradźwiękowe ulegają dyfrakcji na wielokrotnych systemach szczelin.

Celem ćwiczenia jest zbadanie i zarejestrowanie rozkładu i natężenia ugiętych i częściowo nałożonych fal, używając napędzanego silnikiem, obrotowego detektora USG oraz komputera PC.

Układ pomiarowy:

W skład układu pomiarowego wchodzi:

- Goniometr ze zwierciadłem odbijającym
- Zasilacz goniometru
- Zasilacz do zestawu ultradźwięków
- Uchwyt przysłon do goniometru
- Nadajnik ultradźwiękowy
- Odbiornik ultradźwiękowy
- Zasilacz 5 VDC/2,4 A
- Program Goniometr
- Przysłony (z otworem kołowym, z 6 szczelinami...)

Przygotowanie i przebieg ćwiczenia:

1. Należy przygotować eksperyment zgodnie z rysunkiem 1.
Bardzo ważne jest dokładne wyregulowanie instrumentów.



Rys. 1. Przygotowanie układu pomiarowego

Regulacja goniometru

- Za pomocą śruby regulacyjnej z tyłu zwierciadła i podstawy statywu ustaw lustro w położeniu pionowym i dopasuj je do linii zerowej stolika goniometru.
- Przesuń nadajnik blisko lustra i wyrównaj do środka Jergo wysokości.
- Przesuń nadajnik z powrotem umieszczając 16 cm od otworu w środku lusterka. Jego pręt musi wskazywać bezpośrednio środek nadajnika. Jeżeli tak nie jest, możesz ponownie użyć śruby regulacyjnej, aby przestawić lustro. Wyjmij pręt tak, aby nadajnik mógł być umieszczony w ognisku zwierciadła. Odległość od środka lusterka musi wynosić dokładnie 15,5 cm (w celu sprawdzenia użyj taśmy mierniczej).
- Aby ustawić wysokość odbiornika, przemieść go na obrotowym ramieniu jak najbliżej lustra. Może być konieczne odblokowanie blokady transportowej (aby to zrobić, wyciągnij żółtą śrubę wysięgnika stolika goniometru). Doprowadź odbiornik do tej samej wysokości, jak nadajnik.
- Ustaw wysięgnik odbiornika na zero. Oś odbiornika musi odpowiadać linii zerowej goniometru.
- Kiedy korekta jest wykonana poprawnie, osie lustra, nadajnika i odbiornika znajdują się na wspólnej linii, która musi leżeć dokładnie nad linią zerową stolika goniometru.
- Załóż uchwyt obiektu, umieszczając jego środkowy bolec centrujący w centralnym gnieździe stolika goniometru tak, aby nóżka uchwytu wskazywała lustro. Umieść uchwyt na linii 90° linii stolika goniometru.

Połączenie instrumentów:

Połącz nadajnik do gniazda diodowego zasilacza zestawu so ultradźwięków, oznaczonego TR1. Uruchom go w trybie ciągłym „Con”. Podłącz odbiornik do lewego gniazda BNC. Ponadto, należy użyć kabla BNC do podłączenia analogowych wyjść zasilacza do wejścia jednostki sterującej (zwrócić uwagę na polaryzację adaptera), oraz przewodu RS-232 do podłączenia do komputera. Do sterowania goniometru, należy podłączyć gniazdo pod jego płytą do jednostki sterującej. Gdy wciśnięty jest przycisk "CAL" jednostki sterującej (uwalnianie silnika napędu) umieścić wysięgnik na 0°. Następnie, wyłączyć funkcję "Cal". Za pomocą oprogramowania, ustaw zakres wychYLENIA odbiornika na $\pm 50^\circ$. Aby zapewnić proporcjonalność pomiędzy sygnałem wejściowym odbiornika i jego analogowym sygnałem wyjściowym, unikaj pracy wzmacniacza urządzenia ultradźwiękowego w zakresie nasycenia. Jeśli zaświeci się dioda "OVL", obniż amplitudę nadajnika lub wzmocnienie wejścia odbiornika. Celowe jest dostosowanie wzmocnienia w położeniu zerowym – tak, aby dioda "OVL" nie świeciła. Do pomiaru szerokości szczeliny b i stałej siatki dyfrakcyjnej s , użyj suwmiarki. Następnie umieść obiekt w uchwycie. Zwróć uwagę, aby siatka była ułożona symetrycznie względem linii zerowej stolika goniometru.

ZADANIA:

1. Wyznacz rozkład kątowny fali ultradźwiękowej ugiętej przez różne układy wielu szczelin.
2. Wyznacz położenia kątowne maksimów i minimów natężenia i porównaj je z wartościami teoretycznymi.