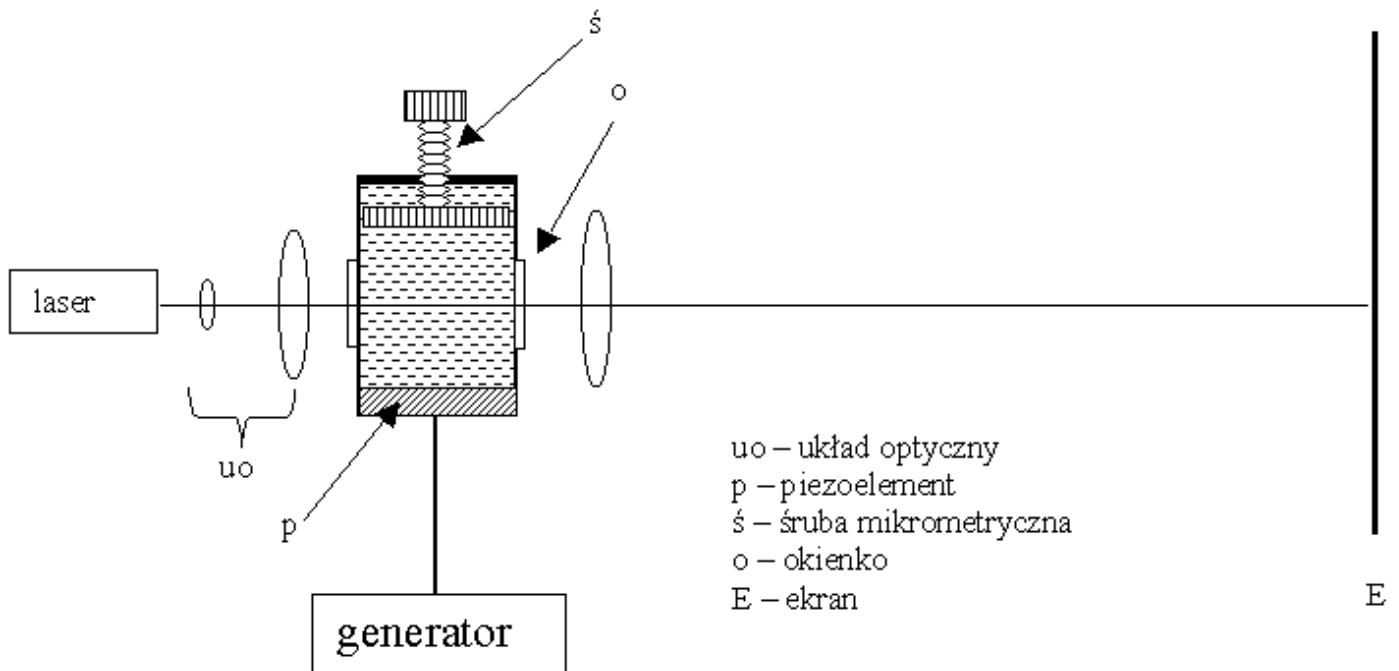


Ćwiczenie polega na wytworzeniu stojącej fali akustycznej w cieczy, stwierdzeniu, że jest to jednoznaczne z kreacją optycznej siatki dyfrakcyjnej oraz na pomiarze stałej tej siatki dwiema metodami:

- metodą bezpośrednią,
- metodą pomiaru obrazu dyfrakcyjnego.

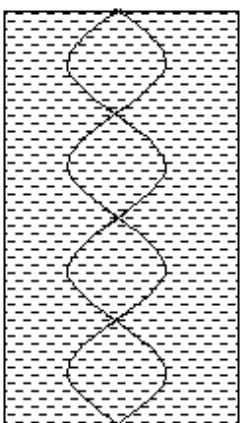
Od studenta wymaga się, oprócz wiedzy na tematy wyszczególnione na poprzedniej stronie, znajomości warunków przy których powstaje obraz interferencyjny w doświadczeniu Younga (będącym prototypem siatki dyfrakcyjnej), a więc także: pojęcia spójności czasowej i **przestrzennej**.

Układ pomiarowy wygląda następująco:



Komora z cieczą posiada wbudowany w dnie piezoelement natomiast "sufit" komory stanowi rodzaj nieszczelnego tłoka, który może być przesuwany w kierunku pionowym za pomocą śruby mikrometrycznej. Piezoelement zasilany napięciem sinusoidalnym z generatora wykonuje synchroniczne z tym napięciem drgania (zwiększa i zmniejsza swoją grubość) dzięki czemu przekazuje falę drgań cieczy. Płaska fala akustyczna rozchodzi się do góry, odbija od "sufitu" komory i wraca do źródła tworząc **falę stojącą**.

Mamy zatem sytuację przedstawioną na poniższym rysunku:



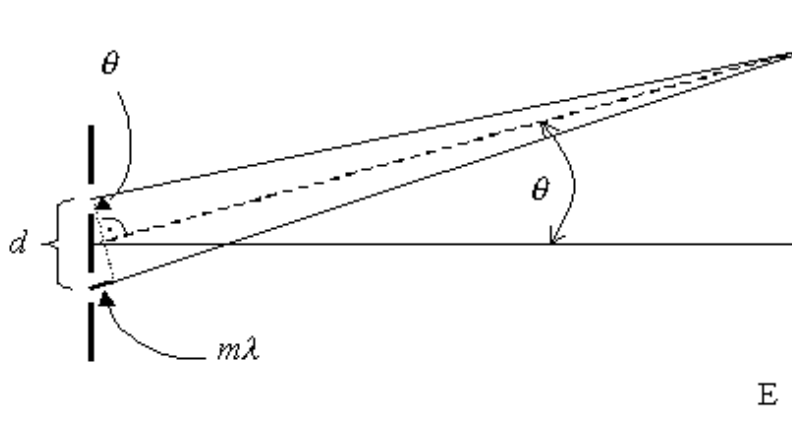
W cieczy pojawiają się węzły i strzałki charakteryzujące tę falę stojącą, tzn. miejsca gdzie amplituda drgań jest zerowa i miejsca gdzie drgania osiągają maksymalną amplitudę. To musi się przełożyć na odpowiednią modulację przestrzenną współczynnika załamania cieczy. Jak się można domyślić, skoro tam gdzie są węzły mamy do czynienia z lokalnymi zagęszczeniami ośrodka a tam gdzie są strzałki – z lokalnymi rozrzedzeniami ośrodka - to współczynnik załamania będzie większy tam gdzie są węzły a mniejszy tam gdzie są strzałki (patrz pozycja [2]). Z punktu widzenia wiązki światła padającej na taki układ z "lewej strony" jest to po prostu siatka dyfrakcyjna, w której przestrzenna modulacja współczynnika załamania pełni rolę szczelin i przerw między szczelinami. Jeśli tak to stałej  $d$  takiej siatki dyfrakcyjnej odpowiadać będzie wartość połowy długości fali akustycznej w cieczy:  $\lambda/2$ .

Pamiętamy wzór siatki dyfrakcyjnej (wynikający z prostej dyskusji doświadczenia Younga):

$$m\lambda = d \sin \Theta$$

jest to warunek na położenie maksimów interferencyjnych na ekranie, na który pada światło po przejściu przez siatkę. W powyższym wzorze  $m$  oznacza tzw. rząd siatki,  $\lambda$  jest długością fali wiązki światła padającego na

siatkę,  $d$  jest tzw. stałą siatki czyli odległością pomiędzy środkami sąsiednich szczelin a  $\theta$  jest kątem pod którym siatka ugięła wiązkę padającą (patrz rysunek poniżej).



Na przedstawionym rysunku widać wprost skąd się bierze powyższy wzór siatki dyfrakcyjnej. Jednocześnie jest to wskazówka, co powinien zrobić student aby określić z doświadczenia długość fali  $\lambda$  w naszym ośrodku ( $\lambda = 2d$ ) widząc (i rejestrując) na ekranie E kolejne prążki odpowiadające kolejnym rzędom ugięcia siatki. Tak więc  $d = \lambda/2$  obliczamy tutaj biorąc pod uwagę odległość danego prążka interferencyjnego od środka obrazu, jego rząd, oraz odległość ekranu od siatki dyfrakcyjnej a więc od środka komory z

naszą cieczą. W realnym układzie jest jeszcze soczewka pomiędzy komorą z cieczą a ekranem – inwencji studenta pozostawia się jej uwzględnienie w wyliczeniach. W ten sposób opisaliśmy **pierwszą metodę** określenia długości fali stojącej w cieczy.

**Drugą metodą** określenia długości fali stojącej w cieczy jest metoda **bezpośrednia**. Polega ona na stopniowym obniżaniu lub podwyższaniu (za pomocą śruby mikrometrycznej) "sufitu" komory z cieczą i jednoczesnej obserwacji ekranu. Wtedy idąc np. od góry do dołu widzimy na ekranie co pewien czas (tzn. dla pewnych położenia) prążki interferencyjne. Świadczy to o tym, że dla tych położenia "sufitu" wytworzyła się fala stojąca – innymi słowami – "sufit" znalazł się w położeniu danego węzła fali stojącej. Jeśli tak, to rejestrując położenie śruby mikrometrycznej dla kolejnych aktów pojawienia się prążków – rejestrujemy położenia kolejnych węzłów – a więc pomiar różnicy sąsiednich położenia jest po prostu bezpośrednim pomiarem połowy długości fali stojącej w cieczy. Student może pomyśleć, jak zwiększyć dokładność tego typu pomiaru.

Tak więc zadaniem studenta jest przeprowadzenie pomiaru długości fali ultradźwiękowej w cieczy dwiema metodami: metodą siatki dyfrakcyjnej i metodą bezpośrednią, określenie za każdym razem błędu pomiaru oraz krytyczne omówienie czynników wpływających na niepewność pomiaru.

Należy podkreślić, że powyższe metody mają sens o tyle o ile naszą siatkę dyfrakcyjną można traktować jako **siatkę cienką**. Decyduje o tym tzw. Parametr Kleina-Cooka (patrz pozycja [2]).