

Część pracy magisterskiej
napisanej przez
Marcina Januszewskiego
pod kierunkiem
promotora
dr Tadeusza Molendy

Rozchodzenie się światła w optycznie niejednorodnym ośrodku

Jeżeli chcemy zaobserwować doświadczalnie zjawisko rozchodzenia się światła w optycznie niejednorodnym ośrodku, musimy najpierw stworzyć taki ośrodek. W tym celu należy umieścić w szklanym prostopadłościennym naczyniu dwie mieszające się ze sobą cieczki o różnych współczynnikach załamania światła w taki sposób aby jedna znajdowała się nad drugą. Cieczone będą ulegały wzajemnej dyfuzji i po jakimś czasie, powstanie między nimi przejściowa warstwa z płynną zmianą współczynnika załamania, skierowaną pionowo [4]. Następnie w tę warstwę dyfuzyjną trzeba skierować wąską wiązkę światła, którą w naszym przypadku będzie stanowił promień światła laserowego.



Rys. I.1

W litrze przegotowanej wody lub wody z kranu (musi zostać nalana na dobę przed wykonaniem doświadczenia aby nie było w niej pęcherzyków powietrza) rozpuszczamy 350g soli kuchennej (ma być roztwór nasycony) i wlewamy ten roztwór do szklanego naczynia. Do innego szklanego naczynia nalewamy litr czystej wody.

Następnie, do ustawionej poziomo, płasko równoległej kuwety (Rys. I.1) nalewamy czystej wody (tej bez soli). Na koniec dużego lejka nakładamy gumowy wąż i mocujemy

lejek nad kuwetą w łapce statywu (lejek można trzymać ręką, jeśli doświadczenie wykonują dwie osoby). Palcami (lub ściskiem Hoffmanna) zaciskamy wąż i nalewamy do lejka roztwór soli kuchennej. Dalej, zanurzamy wąż w wodzie, w kuwecie i kierujemy jego ujście na ściankę kuwety przy dnie. Powoli palcami osłabiamy zacisk węża. Na początku z otworu węża będą wychodzić pęcherzyki powietrza, a potem zaczną wyciekać roztwór soli, który będzie się rozchodzić po dnie kuwety i wypychać wodę w górę.

Wykonując czynności opisane powyżej, zamiast lejka z węzłem można zastosować dużych rozmiarów strzykawkę, np. 100ml, oraz odpowiedni dla niej gumowy wężyk.

Wszystkie wyżej opisane czynności należy wykonywać powoli, aby ciecze się nie mieszały ze sobą. Kiedy roztwór soli przejdzie w całości z lejka do dolnej części kuwety, ponownie zacisnąć wąż i ostrożnie lecz szybko usunąć go z kuwety.

Aby promień światła laserowego przechodzący przez warstwę dyfuzyjną był dobrze widoczny należy zaciemnić pomieszczenie, w którym doświadczenie jest przeprowadzane. Można również zabarwić poszczególne roztwory tworzące niejednorodny ośrodek esencją herbacianą, która dodatkowo rozpraszałaby wiązkę laserową.

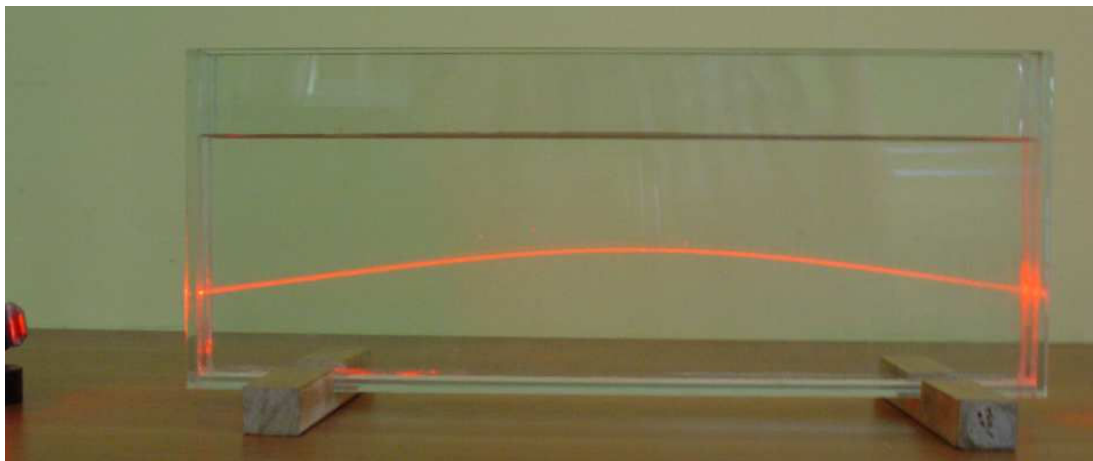
Następnie należy ustawić laser, i skierować jego promień na boczną ściankę kuwety tak, żeby padał od dołu na granicę między obiema cieczami. W tym przypadku, w ciemności będzie widoczna ładna wiązka światła, która ulega pełnemu wewnętrznemu załamaniu na granicy podziału cieczy, jeśli pada na tę granicę pod kątem większym niż kąt graniczny [1- 4].

I.1.2a Ugięcie wiązki światła

W ciągu jakiejś godziny (Rys. I.4), w wyniku dyfuzji granica rozmazuje się i promień światła laserowego w warstwie przejściowej między cieczami nie rozprzestrzenia się już prostoliniowo. W warstwie dyfuzyjnej promień światłny zostaje ugięty (Zdj. I.2).

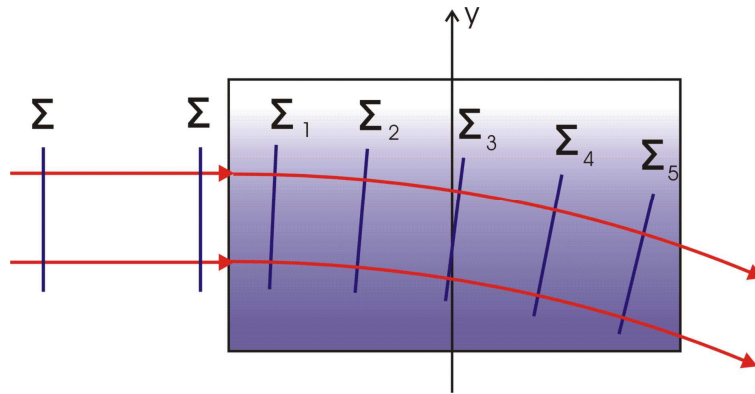


Rys. I.4



Zdj. I.2

W dolnej części kuwety znajduje się roztwór soli kuchennej, posiadający większą gęstość optyczną niż położona nad nim woda. Dlatego współczynnik załamania cieczy, w powstającej w wyniku dyfuzji warstwie przejściowej między roztworem soli i wodą, zmienia się wzdłuż pionowej osi y (Rys. I.5), zmniejszając się zgodnie z kierunkiem osi y . Ponieważ bezwzględny współczynnik załamania światła jest równy stosunkowi prędkości światła w próżni do prędkości światła w ośrodku, tj. $n = \frac{c}{v}$, prędkość rozprzestrzeniania się światła w górnych warstwach cieczy jest większa niż w dolnych.



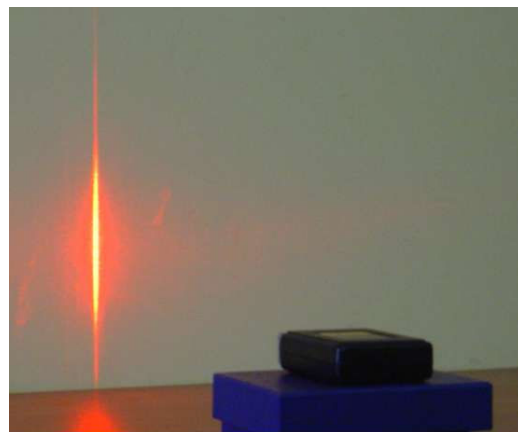
Rys. I.5. *Warstwa dyfuzyjna*

Jeżeli na kufetę, prostopadle do osi y (Rys. I.5), pada wiązka światła laserowego, to płaska powierzchnia falowa Σ wewnątrz cieczy będzie skręcać (zgodnie z zasadą Huygensa), kolejno zajmując położenia $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3, \Sigma_4, \Sigma_5$. Promienie światła zawsze są prostopadłe do powierzchni falowych. Dlatego, razem z skręceniem powierzchni falowej zajdzie również zmiana kierunku promieni i wiązka światła zagnie się w stronę od mniejszych ku większym wartościom współczynnika załamania cieczy. Im gwałtowniejsze zmiany współczynnika załamania wzdłuż osi y , tym większe ugięcie wiązki świetlnej.

Mając do dyspozycji laser wyposażony w specjalną nakładkę rozpraszającą wiązkę laserową w sposób pokazany na Zdj. I.4.

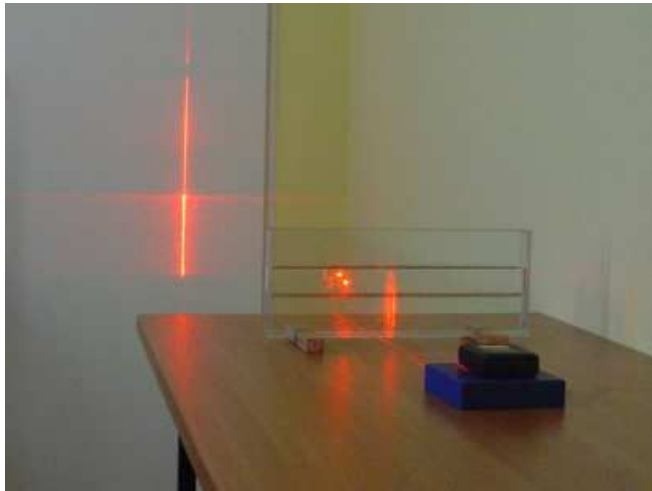


Zdj. I.3.

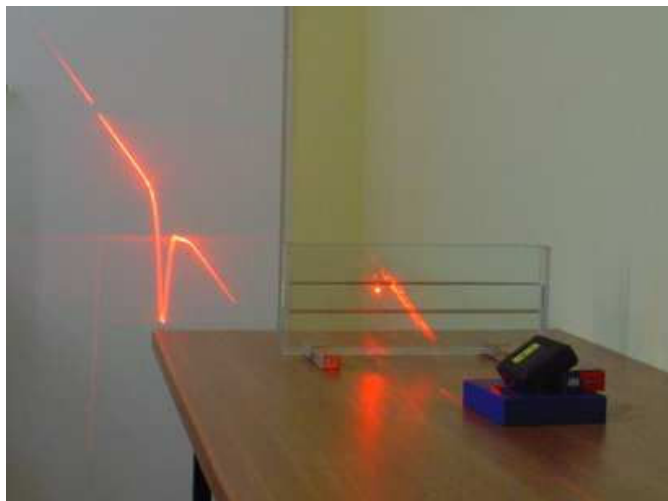


Zdj. I.4.

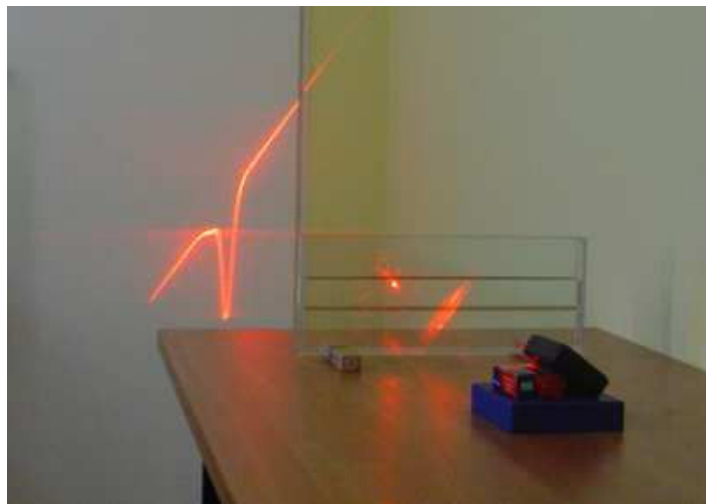
możemy zaobserwować ugięcie obrazu prostej rzutowanej przez laser, na ekran znajdującym się za kufetą. Wystarczy tylko skierować rozproszoną wiązkę laserową prostopadle do kufety. Jeżeli wiązka laserowa nie jest odchylona od pionu, po jej przejściu przez kufetę nie obserwujemy żadnych zmian (Zdj. I.5a).



Zdj. I.5a



Zdj. I.5b



Zdj. I.5c

Jeżeli natomiast przechylimy laser w lewo lub prawo, na ekranie za kufetą zobaczymy ugięcie linii rzutowanej przez laser (Zdj. I.5b, I.5c).