Laserowy zestaw dydaktyczny LX- 2906 do prezentacji
zjawisk optyki falowej laserowym źródłem światła

INSTRUKCJA OBSŁUGI

Przed użyciem lasera należy zapoznać się w całości z niniejszą instrukcją!

Wszelki prawa zastrzeżone.
Kopiowanie zabronione

SPIS TREŚCI

1. Wstęp 3

2. Przeznaczenie zestawu 4

3. Elementy wchodzące w skład zestawu 5

4. Opis budowy, działania i przygotowanie zestawu do prezentacji wybranych zjawisk optyki falowej 6

4.1. Opis budowy 6
4.2. Opis działania 7
4.3. Przygotowanie zestawu do prezentacji 7

5. Wybrane przykłady zastosowań elementów optycznych zestawu 8

5.1. Dyfrakcja światła 8
5.1.1. Dyfrakcja światła na siatce dyfrakcyjnej 8
5.1.2. Dyfrakcja światła na okrągłym i kwadratowym otworze 11
5.2. Interferencja światła 12
5.2.1. Interferencja światła na szkiełku mikroskopowym 12
5.2.2. Interferometr Michelsona 13
5.3. Holografia 15
5.4. Polaryzacja światła 17
5.5. Absorpcja światła 18

6. Inne przykłady zastosowań laserowego źródła światła w szkole 20

6.1. Dyspersja światła w powietrzu 20
6.2. Dyspersja światła w krysztale 20
6.3. Odbicie lustrzane i rozproszone 20
6.4. Wewnętrzne odbicie 21
6.5. Dyfrakcja na krawędzi ostrza żyletki 21
6.6. Dyfrakcja na wąskiej szczelinie 21

7. Ogólne uwagi dotyczące gwarancji 22

1. WSTĘP

Gratulujemy Państwu wyboru niezwykle przydatnego na lekcjach fizyki zestawu do prezentacji zjawisk optyki falowej wykonanego w oparciu o skolimowaną wiązkę światła laserowego.

W urządzeniu tym wykorzystano powszechnie znane właściwości światła laserowego. W przeciwieństwie do dotychczas stosowanych klasycznych źródeł światła, zastosowanie lasera umożliwia precyzyjną prezentację zjawisk optycznych, bez konieczności stosowania kłopotliwych, dodatkowych zaciemnień pomieszczenia w czasie pokazu. Cechy promieniowania laserowego, takie jak: kolimacja i koherencja wiązki, czy duża intensywność światła przy określonej barwie (długości fali), niejednokrotnie stanowią dla nauczyciela jedyną szansę demonstracji niektórych zjawisk fizycznych. Dodatkową innowacją w niniejszym zestawie jest pomysłowe umieszczenie elementów optycznych zestawu w oprawkach slajdowych, co znacznie rozszerza zakres możliwych do przeprowadzenia prezentacji doświadczeń.

W dalszej części instrukcji przedstawiony jest szczegółowy opis i informacje o przykładowych możliwościach zestawu. Mamy nadzieję, że niniejsze opracowanie jest napisane przystępnym językiem i zrozumiałe. W przypadku jakichkolwiek niejasności lub uwag, prosimy bezpośrednio kontaktować się z przedstawicielami firmy. Liczymy na szereg uwag z Państwa strony, które mogłyby się stać inspiracją do rozszerzenia możliwości prezentowanego zestawu.

2. PRZEZNACZENIE ZESTAWU

Chcąc ułatwić Państwu nauczanie optyki w szkołach przedstawiamy nowy laserowy zestaw Model LX-2906. „Zestaw do prezentacji zjawisk optyki falowej” nowocześnie i przystępnie przedstawia trudne w zrozumieniu zjawiska fizyki. Zestaw ten, przy pomocy źródła światła spójnego (lasera), pozwala realizować i demonstrować doświadczenia niemożliwe do pokazania przy użyciu klasycznych pomocy naukowych znajdujących się w większości szkół. W tani i bardzo prosty sposób umożliwia prezentację falowych cech światła poprzez zjawiska takie jak: dyfrakcja, interferencja czy polaryzacja. Elementy optyczne zestawu pozwalają także modelować zasady działania urządzeń optycznych takich jak interferometr.

Cały zestaw zapakowany jest w walizkę wewnątrz dokładnie dopasowaną do kształtów poszczególnych elementów, co chroni przed uszkodzeniem podczas przenoszenia. Dodatkowo zestaw wyposażony jest w tablicę magnetyczną, którą można wykorzystywać nie tylko do ustawiania pomocy naukowych, ale również do pisania po niej zmazywalnymi flamastrami (konstrukcja umożliwia przymocowanie tablicy do ściany).

Niniejsza instrukcja zawiera najważniejsze informacje dotyczące budowy, konserwacji i posługiwania się zestawem. Przestrzeganie zawartych w niej wskazówek, dotyczących wykorzystania zestawu gwarantuje jego długą i bezawaryjną pracę. Instrukcja została opracowana z uwzględnieniem wymagań pedagogicznych w nauczaniu fizyki. Za wykorzystanie niniejszej pomocy dydaktycznej odpowiedzialność ponosi nauczyciel.

3. ELEMENTY WCHODZĄCE W SKŁAD ZESTAWU

- laserowy generator światła, 1mW, 635nm
- soczewka
- polaryzator
- zwierciadła 2szt.
- zwierciadło półprzepuszczalne
- matówka
- ekran
- filtr kolorowy absorpcyjny 3szt.
- okrągły otwór dyfrakcyjny 2szt.
- kwadratowy otwór dyfrakcyjny 2szt.
- siatka dyfrakcyjna 4szt.
- hologram
- płytka płasko-równoległa (szkiełko mikroskopowe)
- gniazdo z bateriami zasilającymi 2 x 1.5V, AA
- uchwyty elementów optycznych
- tablica magnetyczna
- nóżki gumowe 4szt.
- instrukcja obsługi z przykładami doświadczeń

Wszystkie części mocowane są do tablicy magnetycznej przy pomocy pasków magnetycznych.

4. OPIS BUDOWY, DZIAŁANIA I PRZYGOTOWANIE ZESTAWU DO PREZENTACJI WYBRANYCH ZJAWISK OPTYKI FALOWEJ

4.1. Opis budowy

Tradycyjna ława optyczna lub pewna modyfikacja zestawów dotychczas stosowanych wymagała zaciemnionego pomieszczenia i znacznie ograniczała możliwości obserwacji prezentowanych zjawisk optycznych. Przedstawiany zestaw pozwala nauczycielowi na modelowanie zjawisk optycznych w znacznie szerszym zakresie i zaprezentowanie ich większej liczbie studentów. Wykorzystany w nim miniaturowy laser diodowy daje wystarczająco dobrze widzialne światło, które po przejściu przez wybrane do danego eksperymentu elementy optyczne można obserwować na białym ekranie. W celu uzyskania precyzyjnego prowadzenia wiązki laserowej uchwyty elementów optycznych posiadają dodatkową regulację. Każdy uchwyt wykonany jest z plastyku i podklejony folią magnetyczną dającą lepszą stabilność położonych elementów. Urządzenie zasilane jest napięciem bezpiecznym 3V z zasilacza transformatorowego lub baterii. Na poniższej fotografii przedstawiono podstawowe elementy zestawu.

Fot. 1. Generator światła laserowego i elementy optyczne zestawu.

4.2. Opis działania

Położoną tablicę podpartą na czterech gumowych nogach wyposażamy w elementy z których składamy jeden z prezentowanych przykładów. Dodatkowo do niektórych doświadczeń możemy wykorzystać dwie wiązki dzięki wykorzystaniu zwierciadła półprzepuszczalnego. W niektórych przypadkach niezbędne jest rozproszenie światła przy pomocy soczewki rozpraszającej lub uzyskanie nielaserowego monochromatycznego źródła światła wykorzystując w tym celu matówkę.

Zastosowane źródło światła w generatorze laserowym to dioda laserowa o monochromatycznym świetle czerwonym (o długości fali emisji 635nm) i mocy 1mW. Zaletą tego typu źródła jest duża spójność (koherencja) wiązki światła, istotna przy wielu doświadczeniach z optyki falowej. Pozostaje inwencją nauczyciela stopień rozszerzenia tego zagadnienia o typowe rodzaje laserów, moce i zakresy widmowe emitowanego przez nie światła, sposoby ich wykorzystania i ochrona przed promieniowaniem.

4.3. Przygotowanie zestawu do prezentacji

Metalowa tablica do prezentacji może być umieszczona w wygodnym dla nauczyciela miejscu, oparta o biurko lub położona na specjalnych gumowych nóżkach. Następnie należy zamocować generator światła laserowego oraz złożyć odpowiedni do tematu układ optyczny i wybrać właściwą liczbę wiązek świetlnych. W doświadczeniu można użyć tablicy z zestawu lub wykorzystać - coraz częściej dostępne - szkolne tablice metalowe. Efekt wielu doświadczeń można zwiększyć poprzez zadymienie. W takim przypadku można dodatkowo obserwować tory wiązek rozproszonych w dymie.

5. WYBRANE PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ ELEMENTÓW OPTYCZNYCH ZESTAWU

5.1. Dyfrakcja światła

Fizyczne zjawisko dyfrakcji światła – ugięcia promieni świetlnych na przeszkodzie – potwierdza falową teorię rozchodzenia się światła. W przypadku propagacji światła przez małe otwory lub na małych nieprzezroczystych obiektach (np. włos, szpilka czy krawędź żyletki) na odpowiedniej odległości można zaobserwować efekty dyfrakcyjne. Jako pierwszy zaobserwował to Francesco Grimaldi. Pracę prekursora kontynuował A.J.Fresnel, który w wyjaśnieniu tego zjawiska poczynił wielki krok na przód. Przy tej okazji szczególną uwagę należy zwrócić na dyfrakcję światła na równooddalonych od siebie szczelinach czyli siatkach dyfrakcyjnych. Niemiecki optyk J. Fraunhofer rozpoczął konstruowanie urządzeń wykorzystujących właściwości siatek dyfrakcyjnych. Przy ich pomocy zmierzył długość fali światła ściśle związaną z barwą światła. Interferencja i ugięcie światła stały się też podstawą holografii optycznej, tzn. metody zapisu i rekonstrukcji przestrzennego przedstawienia obrazów. Tą metodę odkrył w 1948 roku fizyk angielski węgierskiego pochodzenia D.Gábor. Jednakże ponieważ w tamtym czasie nie miał do dyspozycji źródła światła spójnego, metoda ta musiała poczekać na wynalezienie lasera. Wtedy rozpoczął się nowy etap rozwoju holografii.

5.1.1. Dyfrakcja światła na siatce dyfrakcyjnej

Siatką dyfrakcyjną nazywamy płytkę lub metalowe zwierciadło z dużą liczbą równolegle rozmieszczonych szczelin otworami, które są w równej odległości od siebie. W szerszym tego słowa znaczeniu siatką jest struktura periodyczna, która w określony sposób wpływa na fazę lub amplitudę pada-

jącej fali świetlnej. My będziemy zajmować się dyfrakcją na siatce i małym otworze.

Doświadczenie: Oglądanie obrazu dyfrakcyjnego przy przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną.

Pomoce: laser 635nm, cztery siatki dyfrakcyjne o różnej strukturze i gęstości szczelin, ekran, uchwyt na siatki w oprawkach slajdowych.

Przebieg doświadczenia: Doświadczenie proponujemy realizować zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 1. Aby móc dobrze obserwować obraz dyfrakcyjny, prosimy umieścić ekran w znacznej odległości od źródła (przynajmniej 0.5m). Po włączeniu źródła laserowego promieniowania na ekranie pojawia się obraz dyfrakcyjny. Oprócz zerowych maksimum i minimum można zaobserwować także dalsze prążki interferencyjne o słabnącym natężeniu. Następnie doświadczenie można powtórzyć na innych siatkach dyfrakcyjnych. Im większa jest liczba szczelin tym węższe i jaśniejsze są prążki interferencyjne. Kąt ugięcia, przy którym powstają jasne prążki, jest dla obrazu otrzymywanego za pomocą siatki dyfrakcyjnej określony wzorem:

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

gdzie α - kąt ugięcia

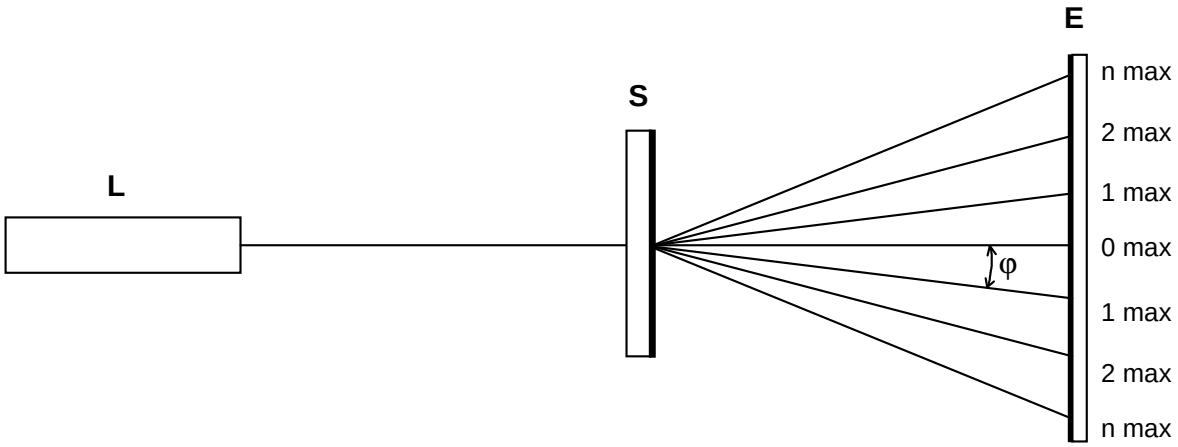
n – numer prążka liczony od zerowego maksimum w centrum (0, 1, 2, ...)

d - gęstość siatki (wyrażona odległością pomiędzy szczelinami siatki)

λ - długość fali światła

Przy dużej ostrości szeroko rozstawionych prążków (w przypadku dużej ilości szczelin przypadających na milimetr siatki) łatwo można zmierzyć odległość między nimi z dużą dokładnością, a następnie znając odległość siatki

od ekranu wyznaczyć długość fali promieniowania padającego na siatkę. Metoda ta jest wykorzystywana w zasadzie działania spektrometru.



L - laser

S – siatka dyfrakcyjna

E – matówka lub ekran

Rys. 1. Schemat doświadczenia dyfrakcji światła na siatce.

Fot. 2. Przykład obrazu dyfrakcyjnego na siatce.

<u>Pytania:</u>

1. Co możemy powiedzieć o wzajemnej odległości kolejnych maksimów przy wykorzystaniu poszczególnych siatek?

2. Jak zmienia się obraz dyfrakcyjny przy zastosowaniu różnych siatek?

Ćwiczenia uzupełniające: Proponujemy wykorzystać źródło światła laserowego do pokazu dyfrakcji na włosie ludzkim i na ostrej krawędzi (np. żyletki).

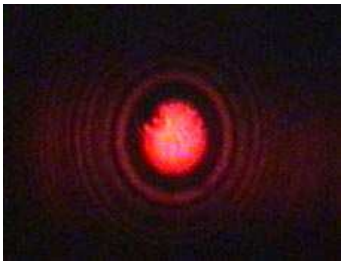
5.1.2. Dyfrakcja światła na okrągłym i kwadratowym otworze

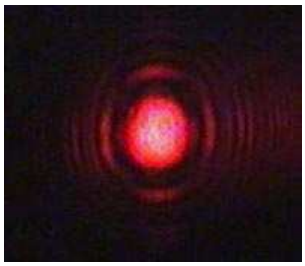
Zasada zjawiska dyfrakcji jest taka sama z jedyną różnicą, że zamiast siatki wykorzystany będzie okrągły lub kwadratowy otwór.

Doświadczenie: Obserwacja obrazu dyfrakcyjnego powstałego podczas przejścia światła przez okrągły i kwadratowy otwór.

Pomoce: Laser, ekran, okrągły i kwadratowy otwór.

Przebieg doświadczenia: Proszę postępować jak w poprzednim ćwiczeniu. W miejsce siatki dyfrakcyjnej należy wstawić okrągły lub kwadratowy otwór. Po przejściu światła przez otwór będziemy obserwować powstały obraz dyfrakcyjny, który tworzy promieniście rozchodzące się okręgi z wspólnym najbardziej intensywnym środkiem. Przy kwadratowym otworze jest to zbiór kwadratów ze wspólnym środkiem o największej intensywności promieniowania.





Fot. 3. Obraz dyfrakcyjny przy okrągłym i kwadratowym otworze.

Kąt ugięcia podobnie jak w przypadku siatki wyraża wzór:

$\sin\alpha = k\lambda/D$

gdzie: α - kąt ugięcia

k - 0, 1, 2, ... itd. numer wybranego maksimum dyfrakcji

D - średnica okrągłego otworu

λ - długość fali światła

Pytania:

1. Jaką zauważamy różnicę w obrazie na ekranie przy zastosowaniu dwóch różnych wielkości okrągłych otworów?
2. Czy występuje różnica przy otworze kwadratowym jeśli zwiększymy odległość ekranu od otworu?

5.2. Interferencja światła

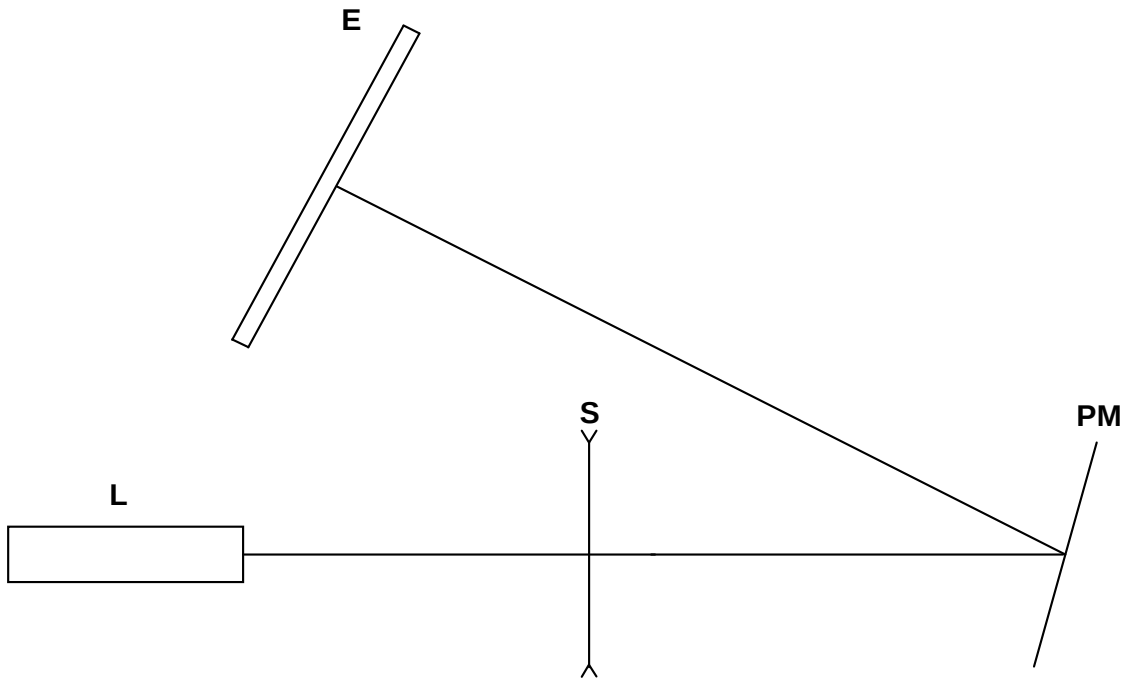
Interferencja jest to zjawisko typowe dla ruchu falowego. W najprostszym przypadku jest to nakładanie się dwu ciągów fal, przy którym w pewnych miejscach następuje wzmocnienie, a w innych osłabienie lub całkowity zanik drgań. Zjawisko to odegrało znaczącą rolę w rozwoju optyki, ponieważ na początku XVIIIw. zostały postawione dwie sprzeczne teorie dotyczące struktury światła. Pierwszą przedstawił Huygens (teoria falowa) a drugą Newton (teoria korpuskularna). Bardziej prawdopodobna wydawała się teoria falowa, po tym jak angielski lekarz i fizyk T. Young odkrył w 1801 roku zjawisko interferencji przy rozprzestrzenianiu się światła i logicznie wyjaśnił posługując się teorią falową. Po nim francuski fizyk J.A.Frensel wykorzystał pomysł Huygensa na zjawiska ugięcia i interferencji.

5.2.1. Interferencja światła na szkiełku mikroskopowym

Doświadczenie: Obserwacja obrazów interferencyjnych.

Pomoce: Laser 635nm, szkiełko mikroskopowe, ekran (lub matówka).

Przebieg doświadczenia: Doświadczenie proponujemy realizować zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 2. Podczas przechodzenia wiązki laserowej przez płaskorównoległą płytkę szklaną, część światła odbija się wewnętrznie w szkle. Ponieważ światło odbite stopniowo wychodzi z obu stron szkiełka mikroskopowego w określonych interwałach wzdłuż tych powierzchni, następuje pomiędzy tymi wiązkami interferencja. Na ekranie ustawionym prostopadle do wiązki odbitej lub przechodzącej za płytką szklaną możemy zaobserwować prążki interferencyjne.



L - laser

S – soczewka

PM – płytka szklana (mikroskopowa)

E – matówka lub ekran

Rys. 2. Schemat doświadczenia interferencji światła na szklanej płytce płaskorównoległej (np. szkiełku mikroskopowym).

Pytanie:

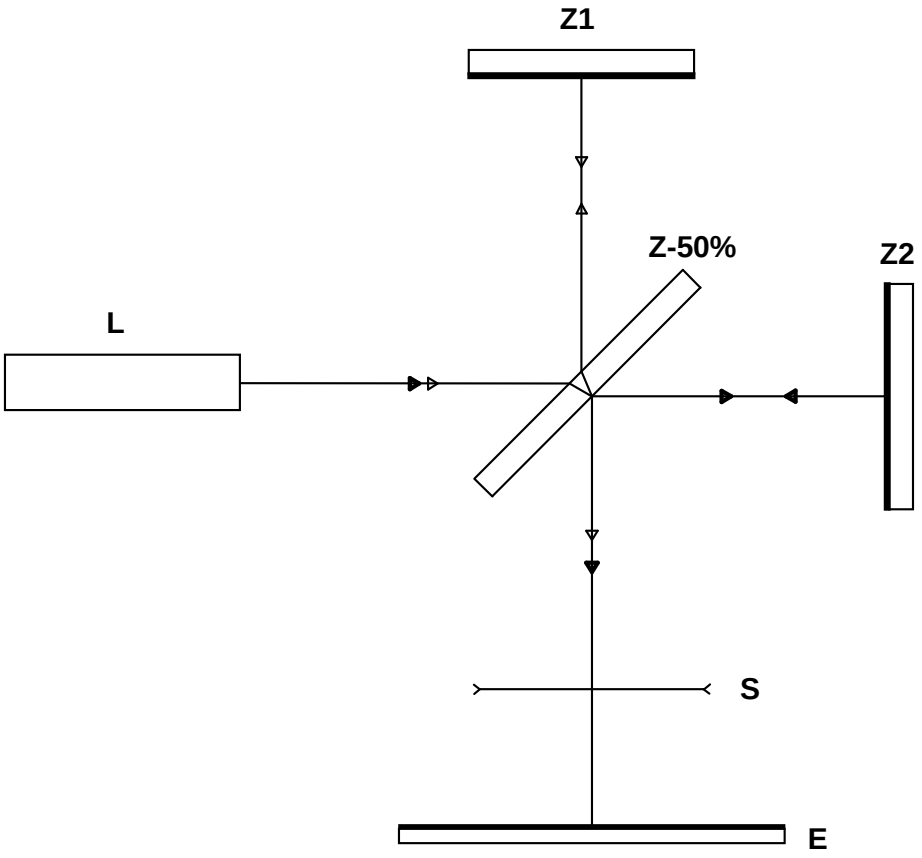
1. Proszę spróbować wyjaśnić dlaczego obrazy interferencyjne mają odwrotne rozmieszczenie natężenia światła.

5.2.2. Interferometr Michelsona

Doświadczenie: Zasada działania interferometru Michelsona.

Pomoce: laser 635nm, matówka (lub ekran), zwierciadło - 2szt., zwierciadło półprzepuszczalne, soczewka rozpraszająca.

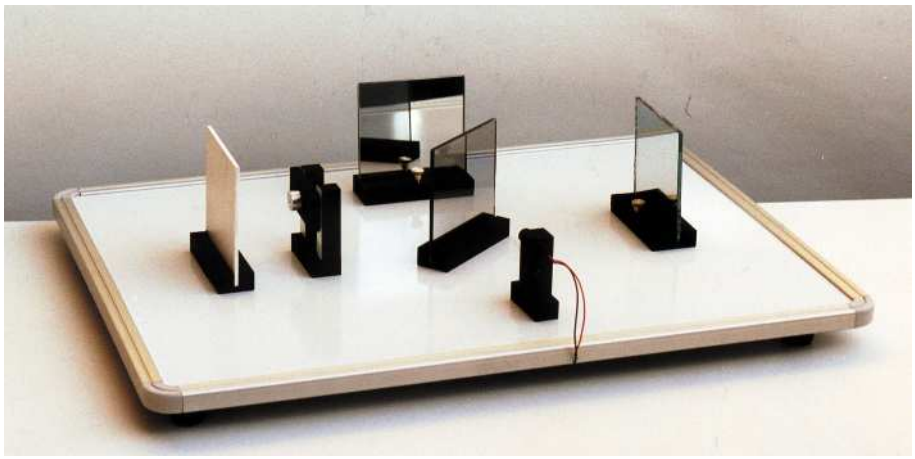
Przebieg doświadczenia: Poszczególne pomoce proponujemy ustawić według przedstawionego schematu na rysunku 3 i fotografii 4. Po przejściu przez zwierciadło półprzepuszczalne wiązka padająca ulega rozszczepieniu na dwie wiązki o jednakowym dwa razy mniejszym natężeniu światła. Następnie obie wiązki kierujemy zwierciadłami odbijającymi tak aby oba promienie znalazły się w jednym punkcie na matówce lub ekranie. W celu lepszej obserwacji zjawiska należy przed ekranem wstawić w wiązkę soczewkę. Na ekran należy patrzeć prostopadle. Potem należy spróbować pochylać poprzez regulację uchwytu każde ze zwierciadeł osobno a następnie oba jednocześnie. Powinno być zauważalne pulsujące „oko” jak na fotografii 5.



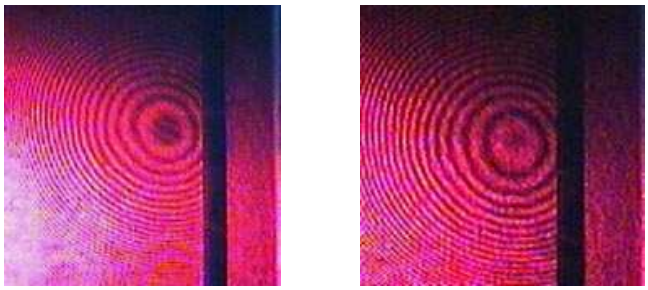
Rys. 3. Schemat konstrukcji interferometru Michelsona

gdzie: L – laser; Z-50% - zwierciadło półprzepuszczalne;

Z1, Z2 – zwierciadła; S – soczewka; M – matówka lub ekran



Fot. 4. Interferencja światła interferometrem Michelsona.



Fot. 5. Obrazy interferencyjne z interferometru Michelsona.

Pytania:

1. Jak wytłumaczycie powstanie "pulsującego oka"?
2. Dlaczego podczas poruszania zwierciadłem widać raz tylko jedno „oko”, a czasami dwa?

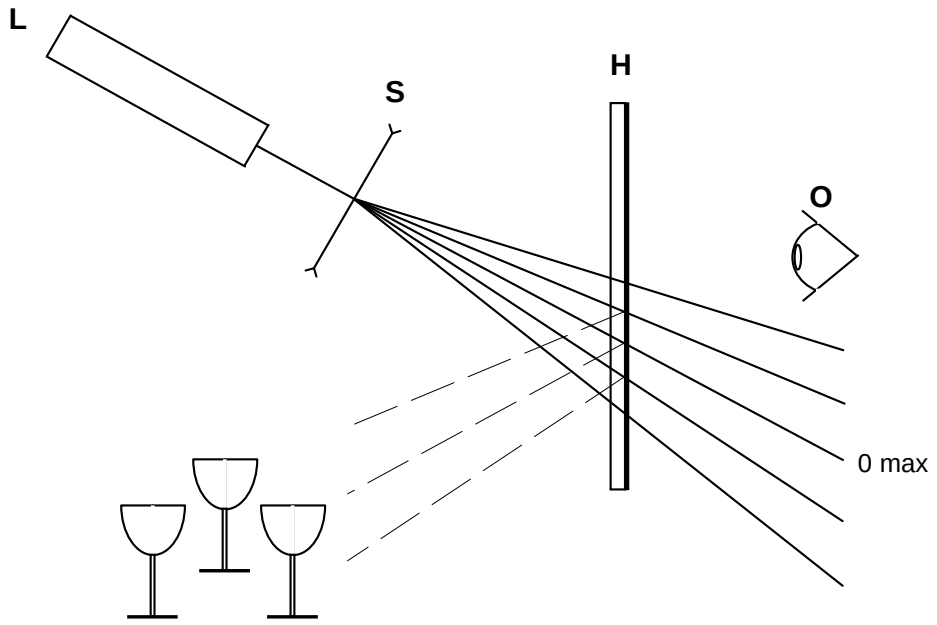
5.3. Holografia

Jak wspominaliśmy na początku, podstawą holografii optycznej jest dyfrakcja i interferencja światła. Przy pomocy posiadanego źródła światła spójnego można obejrzeć jeden z zapisanych przestrzennych obrazów zwanych hologramami.

Doświadczenie: Obserwacja obrazu holograficznego.

Pomoce: laser 635nm, soczewka, hologram.

Przebieg eksperymentu: Pomoce należy rozmieścić zgodnie z rysunkiem 4. Na hologramie powinny być zauważalne trzy kieliszki (Fot.6.). Można także zobaczyć stół na którym stoją. Należy próbować zoptymalizować kąt oświetlenia światłem laserowym i kąt obserwacji. Można obrócić hologram i oświetlić drugą jego stronę oraz zmienić kąt padania światła oświetlającego na przeciwny. Czy obserwujemy jakąś zmianę obrazu?



L - laser

S - soczewka

H - hologram

O - oko

Rys. 4. Rekonstrukcja obrazu holograficznego.

Pytania:

1. Czy mieliście już kiedyś okazję oglądać hologram?

2. Jakie znaczenie według was ma holografia optyczna w przyszłości?

Fot. 6. Przykładowy obraz holograficzny.

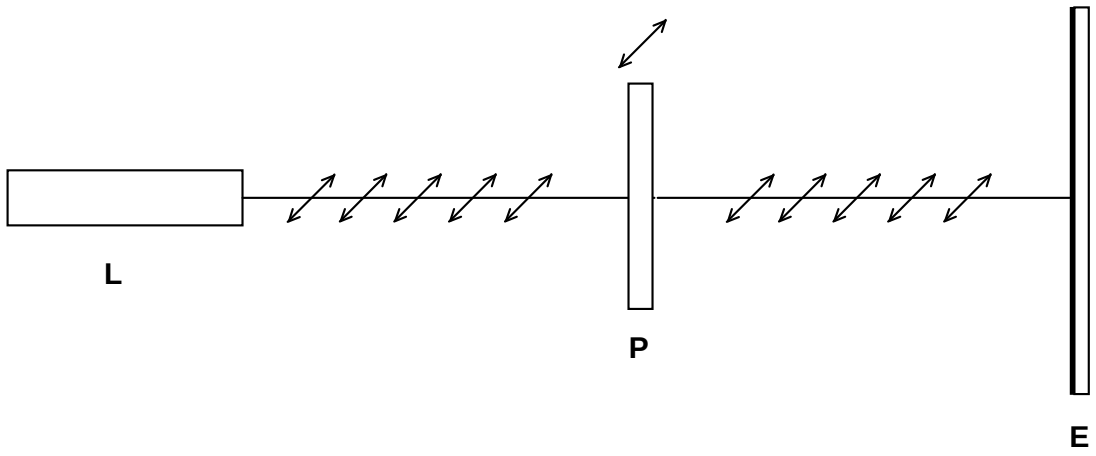
5.4. Polaryzacja światła

Do stworzenia światła spolaryzowanego wykorzystuje się kryształy i inne materiały, które posiadają nie tylko różne wartości załamania dla światła polaryzowanego w różnych kierunkach, ale także różne współczynniki absorpcji. Sztucznie wytworzone elementy polaryzujące światło nazywa się polaroidami.

Doświadczenie: Obserwacja polaryzacji światła.

Pomoce: laser 635nm (liniowo spolaryzowane światło), matówka lub ekran, filtr polaryzacyjny.

Przebieg doświadczenia: Doświadczenie należy przygotować według schematu przedstawionego na rysunku 5. Po włożeniu filtru polaryzacyjnego w wiązkę światła laserowego, które jest już liniowo spolaryzowane należy nim powoli obracać. Prosimy obserwować na matówce lub ekranie co dzieje się ze światłem. W określonym położeniu plamka światła powinna znacznie zmniejszyć natężenie lub praktycznie zupełnie zniknąć.



L - laser

P - polaryzator

E – ekran lub matówka

Rys. 5. Demonstracja polaryzacyjnych właściwości światła.

5.5. Absorpcja światła

Absorpcję światła w jednorodnym środowisku optycznym wyraża twierdzenie Bougera. Według niego relatywna strata natężenia światła ϕ dla określonej grubości środowiska absorbującego wyraża się wzorem:

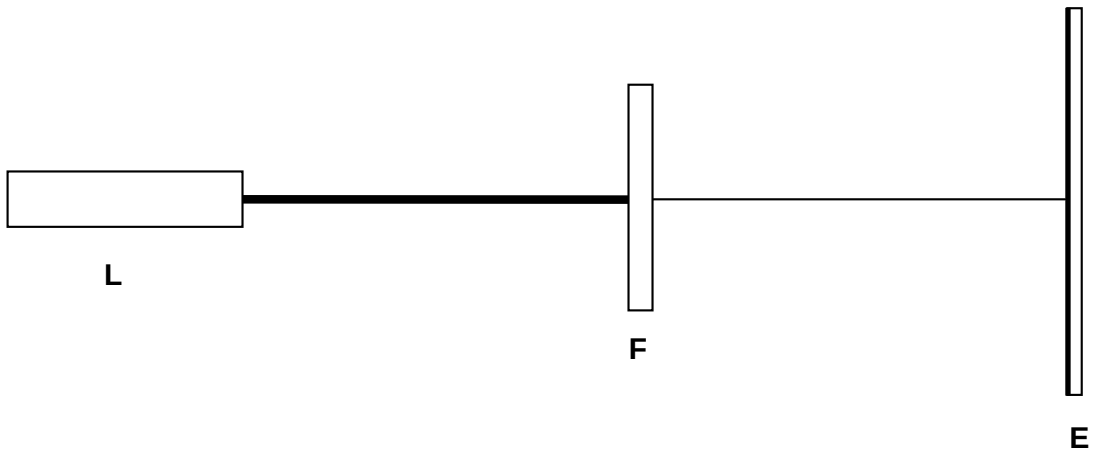
$$\phi = \phi_0 e^{-kx}$$

gdzie ϕ_0 jest wielkością natężenia światła na wejściu do środowiska absorpcyjnego (o współczynniku absorpcji k), a ϕ stanowi jego wielkość po przejściu przez warstwę absorpcyjną o grubości x.

Doświadczenie: Obserwacja absorpcji światła przez kolorowe filtry

Pomoce: laser 635nm, matówka lub ekran, filtry kolorowe

Przebieg doświadczenia: Doświadczenie należy przygotować według schematu przedstawionego na rysunku 6. Źródło światła należy skierować na kolorowy filtr i na ekranie obserwować czy promieniowanie laserowe przeszło i czy jego natężenie zmieniło się. To samo należy powtórzyć dla innych filtrów.



L - laser

F - filtr kolorowy

E – ekran

Rys. 6. Demonstracja absorpcji światła przy zastosowaniu filtrów.

6. INNE PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ LASEROWEGO ŹRÓDŁA ŚWIATŁA W SZKOLE

6.1. Dyspersja światła w powietrzu

Promieniowanie laserowe jest niewidzialne w czystym środowisku. Jeśli jednak w powietrzu znajdują się cząsteczki kurzu (np. z kredy) można na nich zaobserwować rozproszenie światła (dyspersję). Dzięki temu wiązka światła może być widoczna. Najbardziej efektowna demonstracja tego zjawiska może mieć miejsce w zaciemnionym pomieszczeniu. Bardzo przydatna może tu też być sztucznie wytworzona mgła podobna do tych używanych w dyskotekach lub dym papierosa. Jednakże ze względów zdrowotnych ostatniej pomocy nie zalecamy.

6.2. Dyspersja światła w krysztale

W przypadku gładkiej, wypolerowanej powierzchni szklanej światło przechodzi bez przeszkód zachowując swoje właściwości laserowe takie jak spójność czy kolimacja wiązki. Jednakże gdy światło przechodzi przez nierówno nacięty kryształ dostępny w większości domów można zaobserwować jak światło rozprasza się w różnych kierunkach. Najbardziej efektownie można zademonstrować tę prezentację w zaciemnionym pomieszczeniu lub wieczorem (wygląda to jak małe show laserowe).

6.3. Odbicie lustrzane i rozproszone

Obiekty lustrzane powodują zwierciadlane odbicie światła, które zmienia swój kierunek rozchodzenia się bez rozproszenia. Natomiast przedmioty o nierównej (matowej) powierzchni powodują rozproszenie światła odbitego. Światło padające na różne obiekty (np. zwierciadła lub matówki) odbija się z różną intensywnością pod różnymi kątami.

6.4. Wewnętrzne odbicie

Można skierować wiązkę lasera na półprzepuszczalne zwierciadło i obserwować odbite światło na ekranie. Można zaobserwować wiele dodatkowych plamek światła związanych z wielokrotnym wewnętrznym odbiciem.

6.5. Dyfrakcja na krawędzi ostrza żyletki

Laser daje możliwości efektownej demonstracji potwierdzającej dyfrakcję (ugięcie) światła na małych obiektach. W doświadczeniu należy skierować wiązkę promieniowania laserowego na ekran umieszczone w odległości około 2m od źródła światła. Następnie należy umieścić ostrze nowej żyletki w wiązce laserowej w taki sposób, że jej ostra krawędź będzie znaj-

dować się w centrum wiązki a część promieniowania będzie wciąż trafiać w ekran. Na ekranie nie będzie widoczny ostry obraz oświetlanej krawędzi ostrza lecz typowy obraz dyfrakcyjny utworzony przez równolegle położone ciemne i jasne minima i maksima dyfrakcyjne.

6.6. Dyfrakcja na wąskiej szczelinie.

Następnym eksperymentem, który stanowi kontynuację powyżej omówionego przykładu w punkcie 6.5. Po przeciwnej stronie wcześniej umieszczonej w wiązce laserowej żyletki wprowadzamy symetrycznie drugą. W efekcie na ekranie pojawią się dwa obrazy dyfrakcyjne. Następnie można obserwować jak zmienia się ten obraz gdy ostrza obu żyletek zbliżamy do siebie tworząc bardzo wąską szczelinę przez którą przechodzi światło. Można obserwować zmiany intensywności prążków interferencyjnych i odległości między nimi w funkcji zmiany szerokości szczeliny.

7. OGÓLNE UWAGI DOTYCZĄCE GWARANCJI

Powyższy opis zawiera wybrane propozycje doświadczeń wraz z rysunkami pomocniczymi. Autorzy zestawu pozostawiają inwencji nauczyciela dydaktyczne i metodyczne ujęcie zagadnień w programach szkół z zakresu fizyki (w dziale optyki). Materiał przedstawiony w niniejszym opracowaniu jest czytelny i w dużym stopniu wyczerpuje zakres materiału nauczania. Zastosowany laser nie stanowi niebezpieczeństwa (klasa II bezpieczeństwa laserowego), aczkolwiek celowe jest podkreślenie, iż bezpośrednie patrzenie w źródło światła może uszkodzić wzrok.

Urządzenie nie wymaga specjalnej konserwacji. Dla zachowania estetycznego wyglądu dopuszcza się czyszczenie elementów miękką, antystatyczną ściereczką.

Uwaga! Podczas czyszczenia urządzenie musi być odłączone od sieci zasilającej. Zestaw należy składować w pomieszczeniu o temperaturze powietrza ≥5°C i wilgotności ≤85%.

Firma LASOTRONIX udziela 12 miesięcy gwarancji. Wszelkie naprawy urządzenia wykonuje producent lub przez niego wskazany autoryzowany punkt serwisowy. Wszelkie próby naprawy we własnym zakresie powodują utratę gwarancji. Producent gwarantuje użytkownikowi bezpłatny przegląd aparatu w przypadku jakichkolwiek wątpliwości co do sprawności technicznej urządzenia.