

Zasada pogładowości jest jedną z najważniejszych zasad w dydaktyce. Łatwiej można zrozumieć zagadnienie przedstawione pogładowo i zwiększa to trwałość wiedzy. Wprawdzie pomocy naukowych do fizyki jest obecnie dość dużo, to zastosowanie lasera tworzy nowe, nie znane do tej pory możliwości.

Laser, jak wiadomo, jest źródłem niezwykle silnej i wąskiej wiązki światła spójnego, monochromatycznego o określonej długości fali. Dla lasera helo-

wo-neonowego $\alpha = 0,6328 \mu\text{m}$. Przy pomocy tego urządzenia można pokazać bez zaciemniania okien załamanie światła, odbicie, skupianie i rozpraszanie, dyfrakcję i interferencję. Bardzo pomocna jest tu zwykła ława optyczna. Ławę taką można we własnym zakresie wyposażyć w urządzenia omówione w dalszej części artykułu, wykonane z przezroczystego tworzywa. Są to specjalne „soczewki”, pryzmaty, światłowody, lusterko skojarzone z kątomierzem i prostopadłościenny zbiorniczek szklany z wodą (rys. 14).

Jeżeli szkoła dysponuje kamerą telewizyjną i monitorem, wówczas pokaz będzie wyglądał jeszcze efektowniej, a przekazana w ten sposób wiedza uzyska większą trwałość. Laser użyty do demonstracji (najlepiej wykonany zgodnie z opisem w nrze 11/77 „MT”) powinien dawać wąską wiązkę światła co, zapewnia lepszą widoczność. Ćwiczenia wykonujemy blisko lasera.

Do wyposażenia szkolnej pracowni można również zakupić laser. W placówkach „Czasu” są do nabycia lasery typu LG 200 (wielomodowe) produkcji PZO (cena 28 000 zł). Laser ten wyposażony jest fabrycznie w układ optyczny, który do demonstracji zjawisk fizycznych należy usunąć (wykręcić).

Opisane niżej wyposażenie lasera zostało wykonane i praktycznie wypróbowane w Zespole Szkół Zawodowych nr 1 w Płońsku.

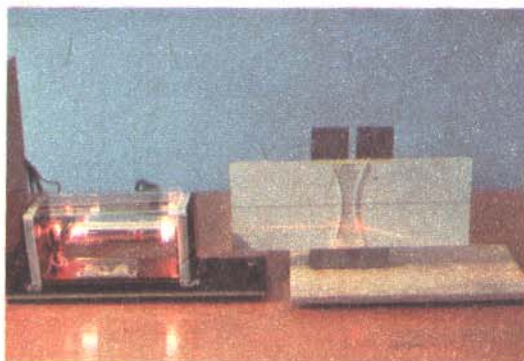
Wyposażenie ławy optycznej

Aby przedstawić przebieg światła w soczewkach, musimy z przezroczystego tworzywa wykonać dwie „soczewki” zgodnie z rys. 1 i 2, „pryzmat” (rys. 3) oraz płytkę (rys. 4). Grubość tych modeli może wynosić 4–10 mm.

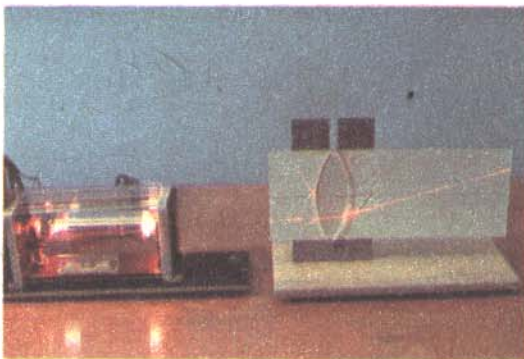
Następnie wykonamy podstawkę (rys. 5) z tworzywa sztucznego, drewna lub blachy. Dolna część podstawki powinna być cięższa, zapewni to stabilność urządzenia w czasie demonstracji.

Z białego brystolu wycinamy arkusze o wymiarach $300 \times 120 \text{ mm}$ i przyklejamy do nich soczewki klejem uniwersalnym lub lepiej Epidianem 5. Karton wraz z soczewką naklejamy na cienką sklejkę lub płytę pilśniową o tych samych wymiarach (rys. 6), a z drugiej strony mocujemy listewki prowadzące. Tak wykonane elementy powinny łatwo się przesuwają w górę i w dół w rowku prowadzącym.

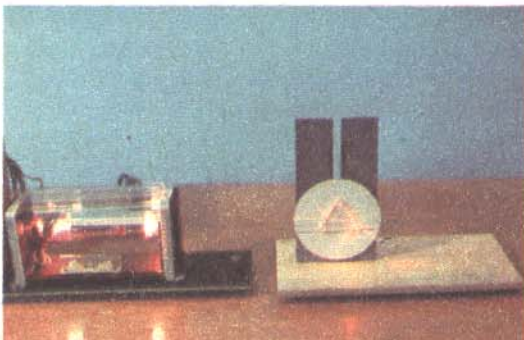
Z cienkiej sklejkę lub płyty pilśniowej wycinamy 3 krążki $\varnothing 110 \text{ mm}$ (rys. 7), do których przyklejamy



Przechodzenie promienia laserowego przez soczewkę rozpraszającą



Przechodzenie promienia laserowego przez soczewkę skupiającą (u góry) i przez pryzmat (u dołu)



Skupianie światła

Epidianem wkręty $M3 \times 20$ mm i całość pokrywamy białym brystolem. Do mocowania krążków w prowadnicy służy specjalna nakrętka $M3$ (rys. 8) z podtoczeniem. Umożliwia to przesuwanie krążków w górę i w dół i zapewnia im jednocześnie możliwość obrotu wokół osi. Każdy z krążków ma inne przeznaczenie. Do jednego przyklejamy pryzmat, do drugiego płytkę (rys. 4), a do trzeciego lustro połączone z kątomierzem (rys. 9). Przykładowe mocowanie przyrządów pokazano na rys. 15.

Omówione przyrządy optyczne, takie jak pryzmat, soczewki czy też płytkę, należy wytrasować, wyciąć ze szkła organicznego pilką i opiliować pilnikiem. Następnie szlifuje się ich boczne powierzchnie drobnym papierem ściernym, skrobie żyletką i dopiero potem poleruje flanelą, na którą nakłada się odrobinę kredowej pasty do zębów, zwilżając ją często wodą.

Tak wykonane przyrządy powinny mieć lustrzaną powierzchnię, co zapewnia właściwy efekt pokazów.

W czasie ćwiczeń należy tak ustawić promień lasera, aby jego część oświetlała biały brystol podłoża, a część przechodziła przez przezroczysty pryzmat czy też soczewkę, dając wyraźnie świecąca linię. Zaciemnienie sali nie jest konieczne, chociaż efekt jest wówczas silniejszy.

Do zademonstrowania zjawiska dyfrakcji należy wykonać płytkę z trzema otworkami (rys. 10). Jako podstawki można użyć jednej z podstawek ławy optycznej.

Odbicie światła i załamanie światła

Zamocowaną w przyrządzie płytkę ustawiamy na drodze promienia lasera (rys. 11). Jeżeli płytkę będzie ustawiona prostopadle do wiązki, to wówczas promień przejdzie na drugą stronę, oczywiście pomijając straty w ośrodku. Przekręcając płytkę wokół osi widzimy, że część światła ulega odbiciu, a część przenika do płytki. Przy dalszym przekręcaniu płytki nastąpi moment, gdy dochodzimy do kąta, przy którym istnieje tylko odbicie.

Następnym ćwiczeniem, które udowodni, że kąt padania światła jest równy kątowi odbicia, jest wspomniane lustro połączone z kątomierzem i umocowane na płytce. Jeżeli będziemy przekręcać przyrząd na osi w promieniu lasera, to na podziałce kątomierza odczytamy kąty padania i odbicia (rys. 12). Tarczę należy tak ustawić, aby część promienia oświetlała skalę, która znajduje się na jego drodze, a pozostała część po odbiciu od lusterka musi oświetlić drugą część skali. Lustro można nieco pochylić w stronę kątomierza.

Aby pokazać, jak się skupia światło, w pewnej odległości od lasera ustawiamy dość silną soczewkę skupiającą, a za nią ekran z czarnego materiału. Może to być zwykła, pomalowana na czarno płytka. Płytkę tę odsuwamy lub przysuwamy do soczewki, znajdując w ten sposób ognisko.

Drugą częścią ćwiczenia jest pokazanie, jak się zachowuje promień świetlny w poszczególnych częściach soczewki i tu skorzystamy z soczewki wykonanej z pleksi ustawiając ją na drodze promienia lasera u góry (rys. 13a), następnie przesuwamy soczewkę w górę (rys. 13b, c). Urządzenie należy tak ustawić, aby widać było promień odbity od soczewki, ten który przebiega w soczewce i wychodzący z soczewki. Na osi soczewki będzie punkt, w którym promień po przejściu przez soczewkę przetnie ją. Będzie to ognisko. Można więc obserwować przesuwanie się promienia. Za pomocą naszej soczewki, która jest właściwie wycinkiem normalnej soczewki – możemy pokazać zachowanie się pojedynczego promienia w poszczególnych jej częściach. Zaznaczając punkt przecięcia się promienia wychodzącego z osi soczewki można udowodnić istnienie zjawiska aberracji sferycznej. Promień przechodzący przez skrajne części soczewki przetnie oś bliżej soczewki niż promień bliższy osi. Wada ta jest przyczyną rozmycia obrazów tworzonych przez pojedynczą soczewkę.

W celu pokazania zjawiska skupiania światła, można z elementów ławy optycznej zbudować układ (rys. 14), który daje doskonałe efekty w wodzie. Widać tu miejsce przecięcia się promieni, ich bieg za i przed ogniskiem.

Następnym przyrządem jest lustro, do którego przyklejamy Epidianem zwykły szkolny kątomierz (rys. 12).

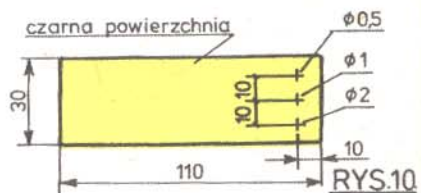
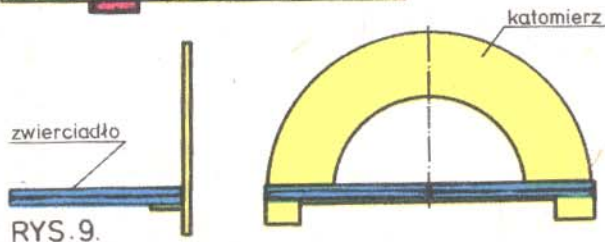
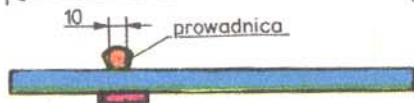
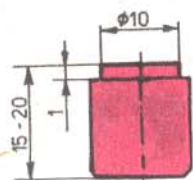
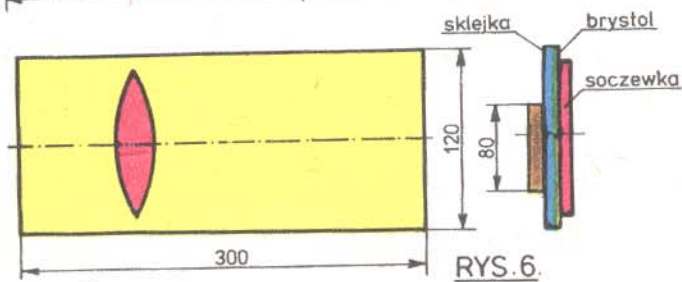
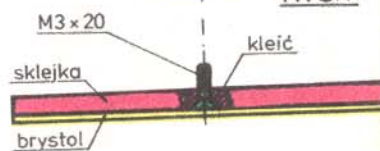
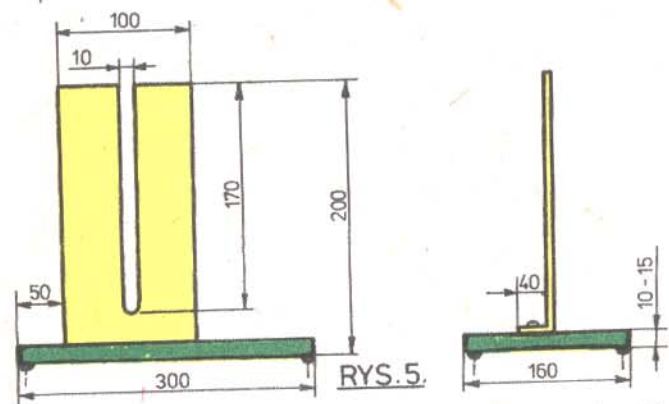
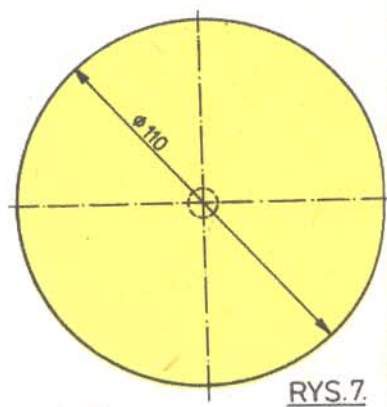
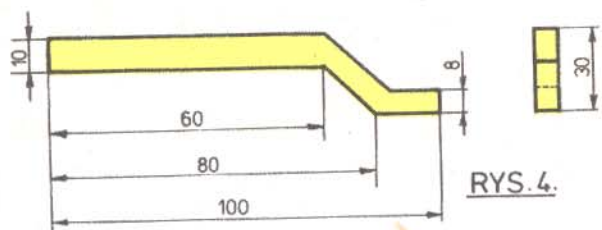
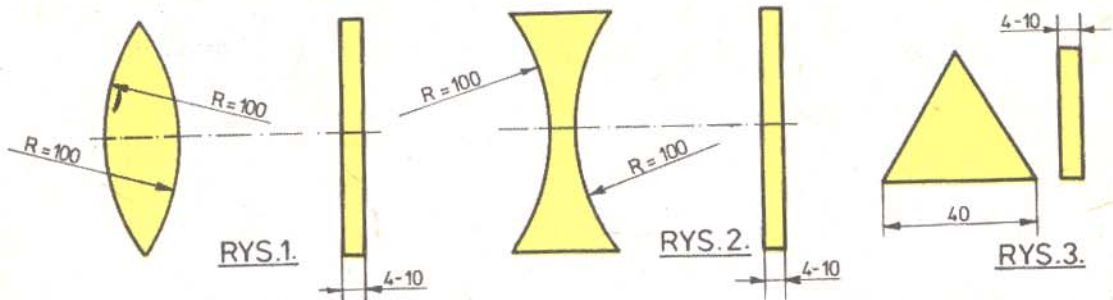
Rozpraszanie światła

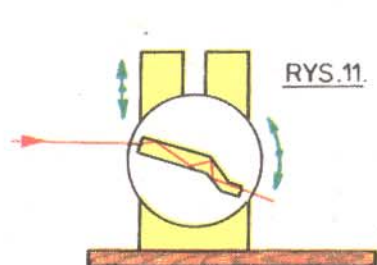
W bieg promienia laserowego wstawiamy zwykłą soczewkę rozpraszającą i na ekranie (czarnym) pokazujemy rozszerzającą się plamę, która świadczyć będzie o rozproszeniu światła.

Następnie użyjemy rozpraszającej soczewki wykonanej z pleksiglasu i, jak przy soczewce skupiającej, pokazujemy bieg promienia u góry soczewki, na środku i na dole, podobnie jak na rys. 13.

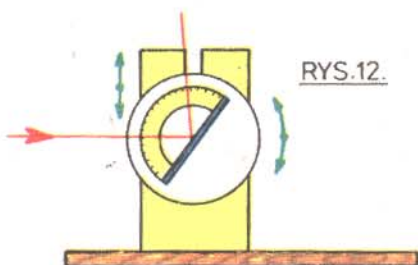
Rozproszenie można również pokazać w wodzie, ustawiając przed zbiornikiem soczewkę rozpraszającą.

Pryzmat wykonany według rys. 3 można wykorzystać również do zademonstrowania przejścia

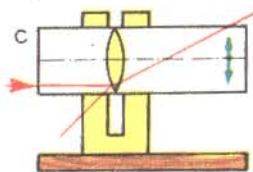
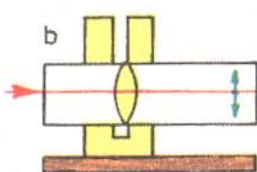
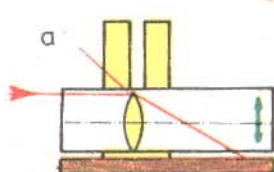




RYS.11.



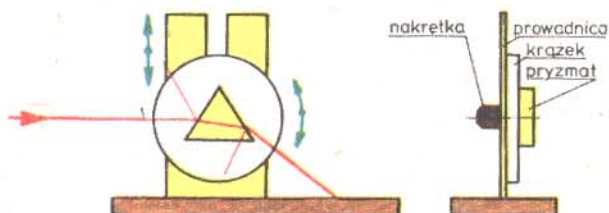
RYS.12.



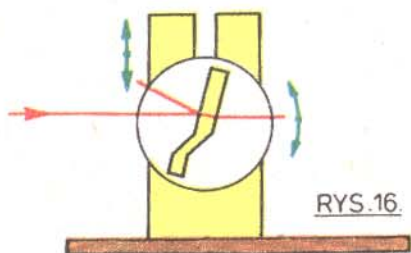
RYS.13.



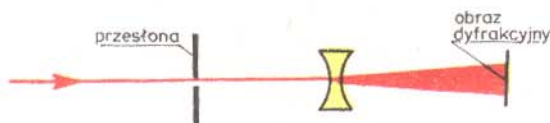
RYS.14.



RYS.15.



RYS.16.



RYS.17.

światła w normalnym pryzmacie (rys. 15). Widzimy tu zarówno część odbitą (jaśniejsze linie), jak też część światła, które przeszło przez przyrząd. Na podstawie stopnia świecenia w poszczególnych partiach pryzmatu można określić, jaka część światła ulega rozproszeniu w przyrządach optycznych.

Przebieg światła przez płaską płytkę przedstawione zostało na rys. 16. Widoczny jest bieg promienia przed płytką, jego załamanie i przejście przez płytkę. W zależności od ustawienia płytki, przesunięcie będzie większe lub mniejsze.

Dyfrakcja

W celu zademonstrowania zjawiska dyfrakcji zestawiamy układ przedstawiony na rys. 17.

Przesłona ma małe otworki, przez który przechodzi światło, uginając się na jego brzegach. Obrazem dyfrakcyjnym będą na ekranie jasne i ciemne koncentryczne prążki. Obraz ten można pokazać większemu audytorium, jeśli powiększymy go przy użyciu soczewki rozpraszającej lub skupiającej i rzucimy na oddalony ekran.

Zamiast otworu w płytce można użyć szpilki, którą wstawiamy w bieg promienia laserowego. Prążki wówczas będą równoległe. Można również użyć ostrza żyłki.

Posługując się siatką dyfrakcyjną można łatwo obliczyć długość fali światła użytego lasera.

Mgr Krzysztof Kopański