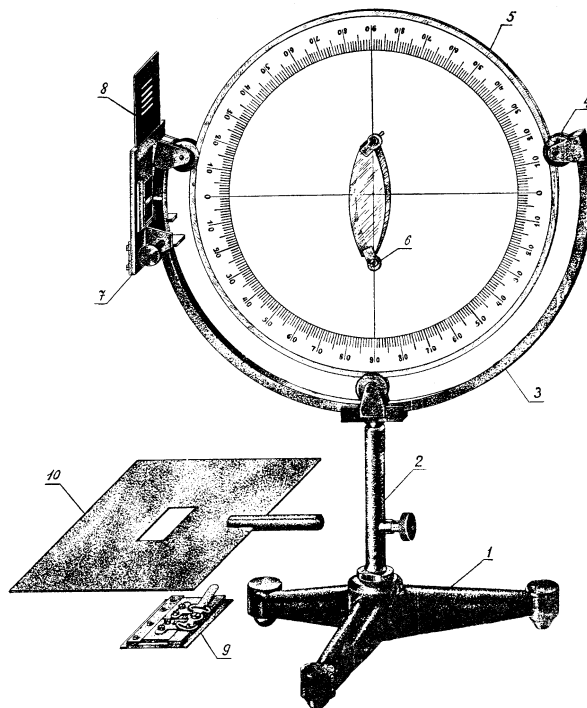


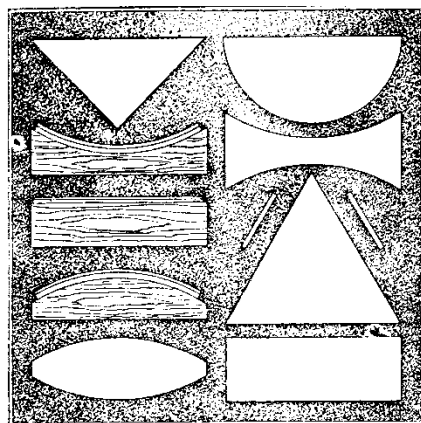
TARCZA KOLBEGO Z KOMPLETEM WYKROJÓW¹**V 7 - 22**

Przyrząd służy do zasadniczych pokazów z optyki geometrycznej, dotyczących odbicia i załamania światła. Ma on budowę wskazaną na rys. 1.



Rys. 1. Wymiary w mm: 370 x 260 x 670, masa – 5,2 kg.

Na trójnożnej podstawie (1) jest umocowany pionowy pręt (2) ze sprężynującym półkolistym pałąkiem (3), zaopatrzonym w trzy rolki z rowkami (4). Między rolkami jest osadzona tarcza (5). Urządzenie takie daje możliwość obracania tarczy koło osi poziomej. Tarcza ma podziałkę kątową i dwie wzajemnie prostopadłe średnice 0–0 i 90–90. Jest zaopatrzona w dwie łapki (6) ze sprężynami. Służą one do umocowania na powierzchni tarczy wykrojów optycznych, którymi są: wąskie wycinki zwierciadeł i soczewek, półkrogiem cylindryczny, płytka płaskorównoległa oraz pryzmaty. Wykroje optyczne są ułożone w pudełku (rys. 2) przeznaczonym do ich przechowywania.



Rys. 2.

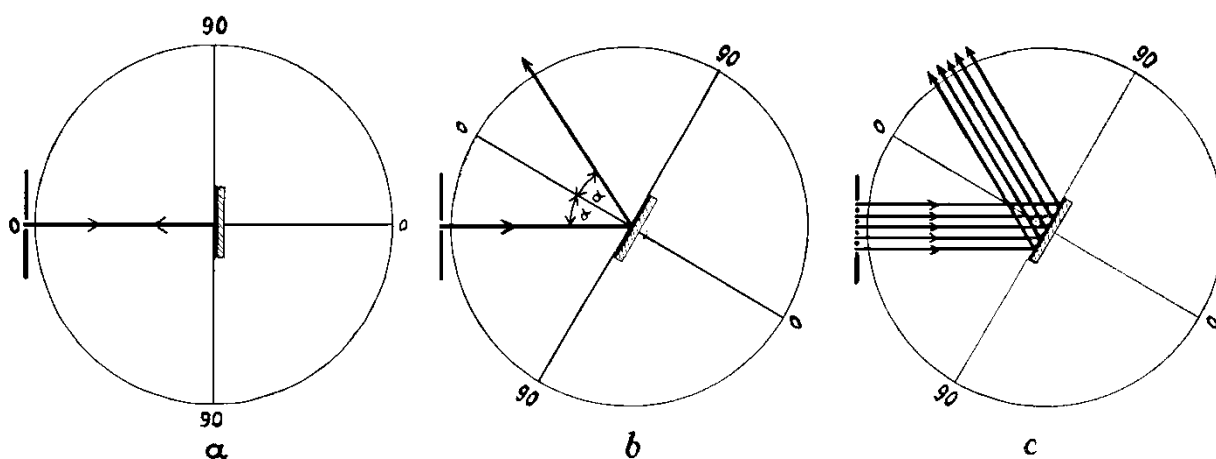
¹ Porównaj z przyrządem do ćwiczeń uczniowskich – Stolik optyczny V7-19.

Najodpowiedniejszym źródłem światła dla tarczy Kolbego jest lampa łukowa Classena. Można się posługiwać również lampą 6 V w osłonie. Źródło światła ustawiamy z boku tarczy w odległości około 0,5 metra od niej.

Światło kierujemy stycznie do powierzchni tarczy. Do otrzymania wąskiej smugi światła, czyli tak zwanego w optyce geometrycznej promienia świetlnego, służy przesłona (7) z otworem prostokątnym, którą się przykręca do pałąka na takiej wysokości, aby środek otworu znalazł się na wysokości środka tarczy. Przesłona ma prowadnicę. W nią wsuwa się płytkę z jedną, trzema i pięcioma szczelinami (8). Zależnie od położenia tej płytki otrzymujemy na tarczy jeden, trzy lub pięć promieni. Równoległość promieni można korygować przesuwając w tę lub tamtą stronę kondensator przy lampie. Jeżeli potrzebny jest pojedynczy promień o zmiennej szerokości, to do prowadnicy przesłony (7) wsuwamy szczelinę regulowaną (9). Kontrast między promieniami a tłem tarczy powiększa się, jeżeli między lampą a tarczą umieścimy na statywie przesłonę (10) zaopatrzoną w uchwyt. Otwór przesłony powinien być na wysokości szczelin. Promienie świetlne powinny być widoczne wzdłuż całej szerokości tarczy. Aby to osiągnąć, obracamy nieznacznie podstawę tarczy w jedną i drugą stronę koło osi pionowej przechodzącej przez środek tarczy.

Za pomocą tarczy Kolbego można przerobić następujące doświadczenia.

1. Odbicie światła. Zwierciadło płaskie (rys. 3)



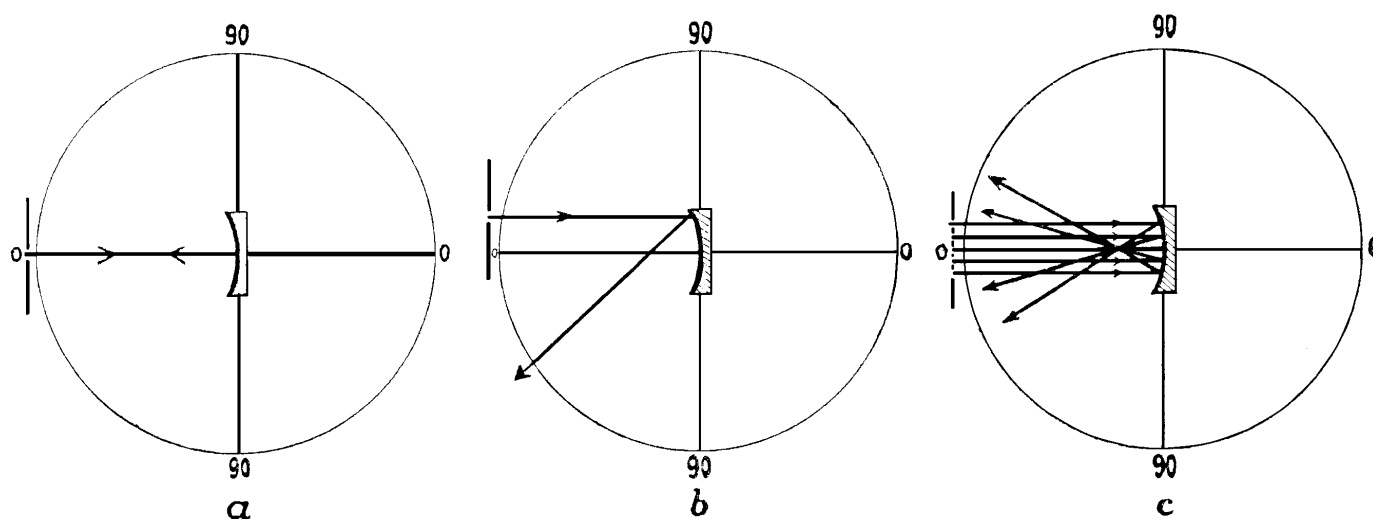
Rys. 3.

Teraz obracamy tarczę o pewien kąt. Normalna zwierciadła, czyli średnica 0–0, odsuwa się od promienia padającego o ten sam kąt. Odsuwa się też i promień odbity. W każdej pozycji tarczy można odczytać na skali kąty padania i odbicia. Kąty te są równe (rys. 3b i 3c).

Może się zdarzyć, że promienia odbitego nie będzie widać na tarczy lub też będzie on widoczny tylko w pobliżu zwierciadła. Ten przypadek zachodzi wówczas, gdy płaszczyzna zwierciadeł nie jest prostopadła do płaszczyzny tarczy. Należy wtedy pod jedną lub drugą krawędź zwierciadła podłożyć skrawek grubszego papieru. Doświadczenie powtarzamy stosując przesłonę z 3 i 5 szczelinami.

Uwaga. Doświadczenie opisane wyżej – poza stwierdzeniem zasadniczego prawa odbicia światła – daje okazję do zwrócenia uwagi na następującą zależność. Kiedy względem nieruchomego promienia świetlnego padającego na zwierciadło obrócimy to zwierciadło o kąt φ , to promień odbity odchyli się od swego poprzedniego kierunku o kąt 2φ .

2. Zwierciadło wklęsłe (rys. 4)

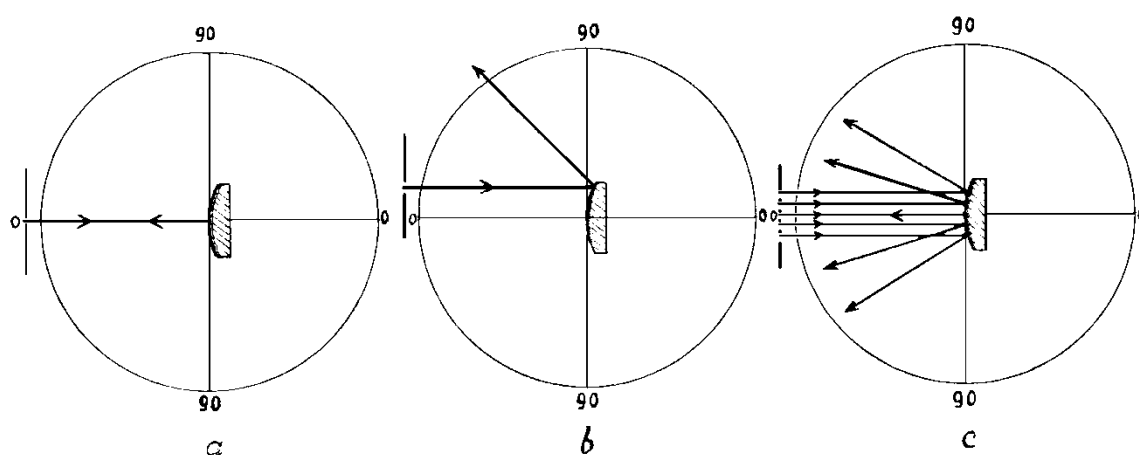


Rys. 4.

Pod łapkami umieszczamy zwierciadło wklęsłe tak, aby średnica 0–0 była jego główną osią optyczną. Kierujemy promień pojedynczy wzdłuż osi. Promień odbity pokrywa się z padającym (rys. 4a). Obracamy tarczę o pewien kąt. Promień padający i odbity tworzą z osią równy kąt. Przesuwamy na pałku przesłonę ze szczeliną do góry. Podwyższamy cokolwiek lampę, aby promień biegł równoległe do osi zwierciadła i padał na nie blisko górnego brzegu. Promień odbity przecina oś zwierciadła w ognisku głównym – rzeczywistym (rys. 4b).

Kierujemy na zwierciadło wiązkę pięciu promieni równoległych, przy tym tak, że środkowy będzie wzdłuż średnicy 0–0. promienie po dobieciu przecinają się na osi zwierciadła w ognisku rzeczywistym (rys. 4c).

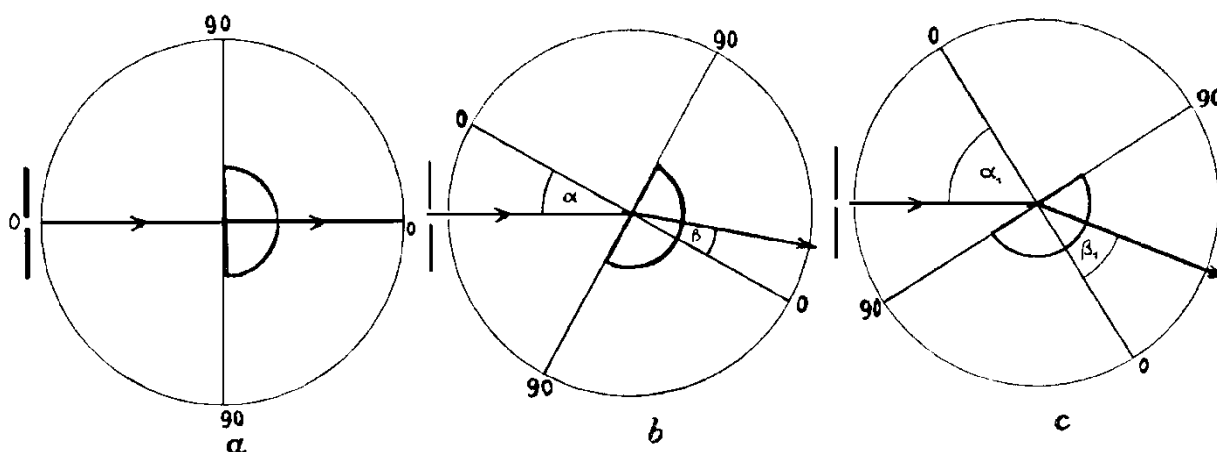
3. Zwierciadło wypukłe (rys. 5)



Rys. 5.

Zwracamy zwierciadło stroną wypukłą ku szczelinom i przerabiamy te same doświadczenia co w p. 2. Wynik ich: zwierciadło rozprasza promień, ognisko jest urojone

4. Załamanie światła. Współczynnik załamania (rys. 6)



Rys. 6.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = \text{const.}$$

Na tarczy umieszczamy półkružek szklany tak, że płaska jego ścianka przylega do średnicy 90–90, a średnica 0–0 trafia w środek geometryczny dolnej podstawy. Tarczę ustawiamy tak, aby promień z pojedynczej zwężonej szczeliny biegł wzdłuż średnicy 0–0.

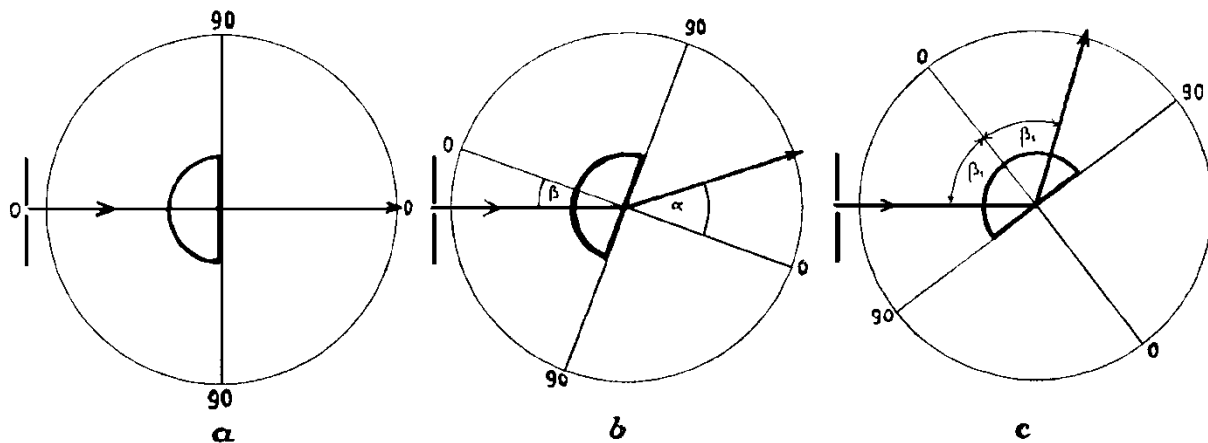
Kąt padania jest 0, promień wchodzi bez załamania do szkła i trafia na powierzchnię walcową również pod kątem 0. Wychodzi więc ze szkła do powietrza bez załamania.

Obracamy tarczę o kąt α ; odcytujemy go na skali między promieniem padającym a średnicą 0–0. Zjawia się promień odbity, nachylony do normalnej pod kątem α (na rysunku nie wskazany). Widać też promień załamany w szkłe. Tworzy on z normalną kąt β i pada na walcową powierzchnię w szkłe pod kątem 0. Wobec tego promień ten przy wyjściu ze szkła do powietrza nie doznaje załamania i wskazuje na skali kąt . W tablicach funkcji trygonometrycznych znajdujemy $\sin \alpha$ i $\sin \beta$. Stosunek $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ – wyliczamy. Jest to współczynnik za-

mania szkła względem powietrza.

Wybierając dowolne kąty padania α_1, α_2 itd., znajdujemy odpowiadające im kąty załamania β_1, β_2 itd. We wszystkich przypadkach stosunek sinusa kąta padania do sinusa kąta załamania jest ten sam.

5. Całkowite wewnętrzne odbicie (rys. 7)



Rys. 7.

Na tarczy – półkružek jak w p. 4, ale tarcza obrócona o 180° . Promień światła pada na walcową powierzchnię półkružka wzdłuż średnicy 0–0 (rys. 7a).

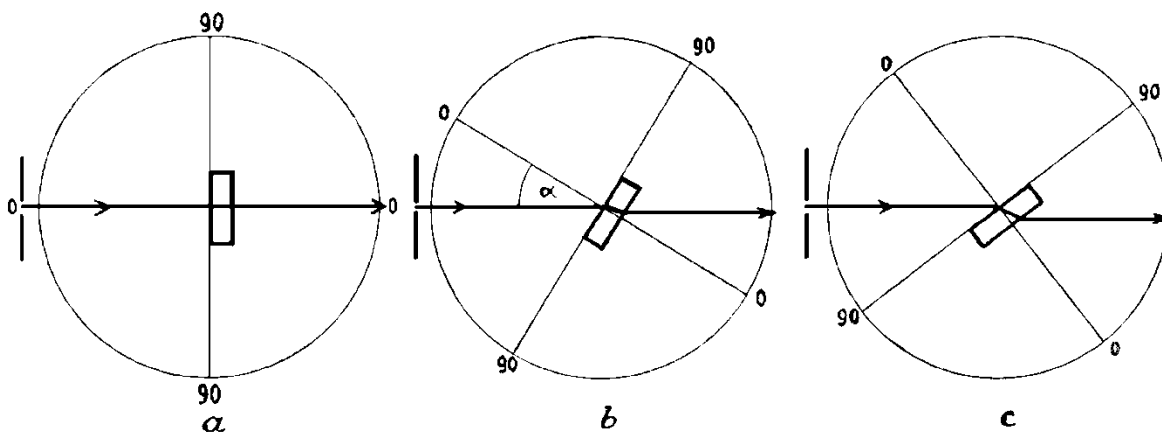
Nie doznaje tu załamania, biegnie w dalszym ciągu wzdłuż średnicy 0–0, pada na powierzchnię płaską też pod kątem 0 i wychodzi ze szkła do powietrza wzdłuż średnicy 0–0.

Obracamy tarczę o pewien kąt, np. 20° . Kąt ten odczytujemy na skali między średnicą 0–0 a promieniem padającym. Teraz promień, wychodzący ze szkła do powietrza tworzy w szkłe kąt β a w powietrzu kąt załamania α . Stosunek ($\sin\alpha/\sin\beta$) jest współczynnikiem załamania powietrza względem szkła (rys. 7b).

Przez obracanie tarczy powiększamy kąt padania w szkłe. Powiększa się i kąt α w powietrzu zbliżając się do 90° . Gdy α osiągnie wartość 90° , kąt β jest około 42° . Jeżeli przez dalsze, choćby najmniejsze, obrócenie tarczy powiększymy kąt β , to promień, który wychodził przez płaską powierzchnię kružka, zniknie. Zjawi się natomiast wewnątrz szkła promień odbity od tej po wierzchni jak od zwierciadła (rys. 7c).

Szczegółowe opisy pięciu powyższych doświadczeń oraz rysunki wystarczają do nabrania umiejętności posługiwania się tarczą Kolbego. Dlatego też w dalszym ciągu są podane tylko tematy i rysunki wyjaśniające sposób wykonania doświadczeń.

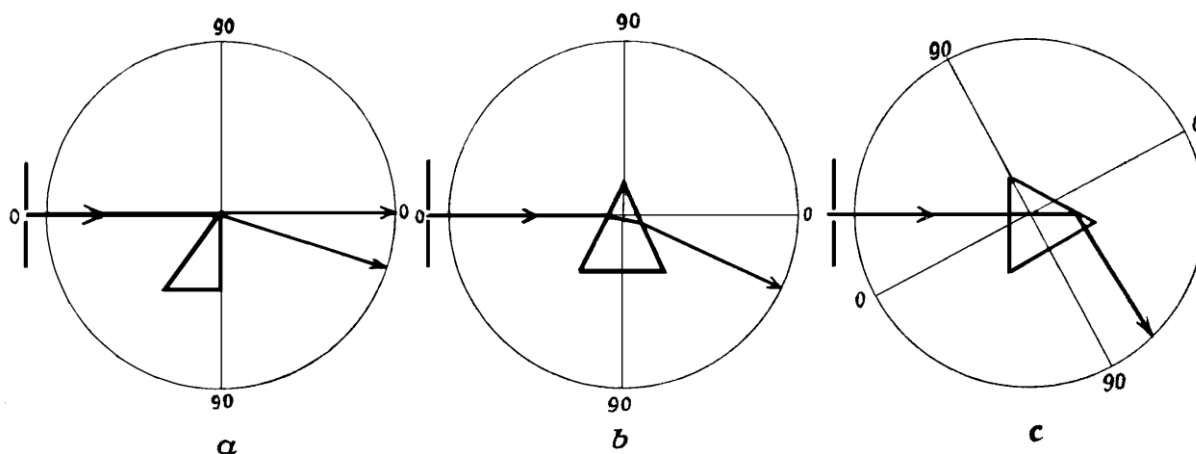
6. Płytką płaskorównoległą (rys.8)



Rys. 8.

7. Załamanie światła w pryzmacie (rys. 9)

Pokaz załamania światła w pryzmacie można uzupełnić, używając światła jednobarwnego.

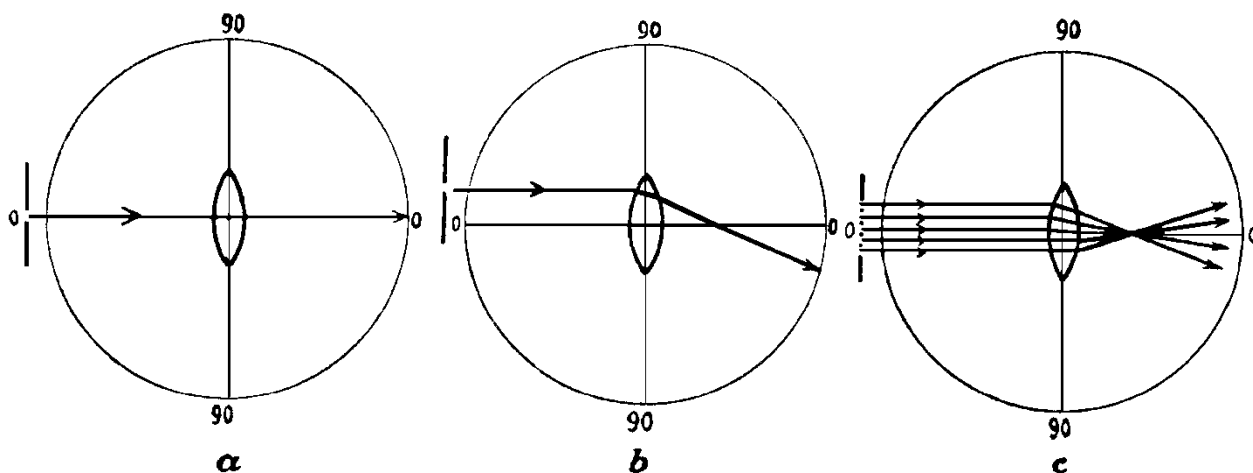


Rys. 9.

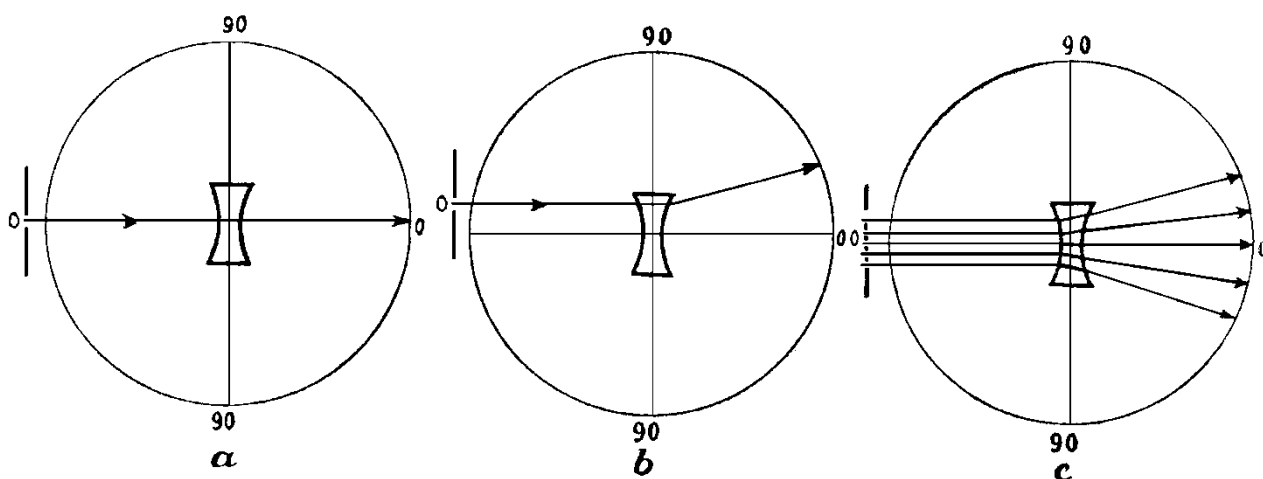
W tym celu trzeba zasłonić szczelinę szkleni barwnym, raz ciemnoczerwonym, drugi raz ciemnoniebieskim, nie zmieniając położenia ani pryzmatu na tarczy, ani samej tarczy. Można wtedy wykazać, że wychodzący z pryzmatu promień niebieski odchyła się więcej ku podstawie pryzmatu niż czerwony.

Pryzmat prostokątny służy do wykazania, że w pryzmacie szklanym o kącie łamiącym 90° promień świetlny doznaje zawsze całkowitego wewnętrznego odbicia na ścianie wyjściowej.

8. Załamanie światła w soczewce wypukłej (rys. 10)



Rys. 10.

9. Załamanie światła w soczewce wklęsłej (rys. 11)

Rys.11

Opracowano w Pracowni Dydaktyki Fizyki i Astronomii Uniwersytetu Szczecińskiego pod kierunkiem *Tadeusza M. Molendy* na podstawie:

Tarcza Kolbego wraz z kompletem wykrojów

Nr kat. V 7 – 22

Produkowano:

BIOFIZ

ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU POMOCY NAUKOWYCH I ZAOPATRZENIA SZKÓŁ WARSZAWA

Fabryka Pomocy Naukowych w Poznaniu, następnie w Częstochowie

Zestaw wraz z instrukcją został zatwierdzony przez Ministerstwo Oświaty 27 maja 1955 roku do użytku szkolnego.

Źródło: ze zbiorów Pracowni Dydaktyki Fizyki i Astronomii Uniwersytetu Szczecińskiego