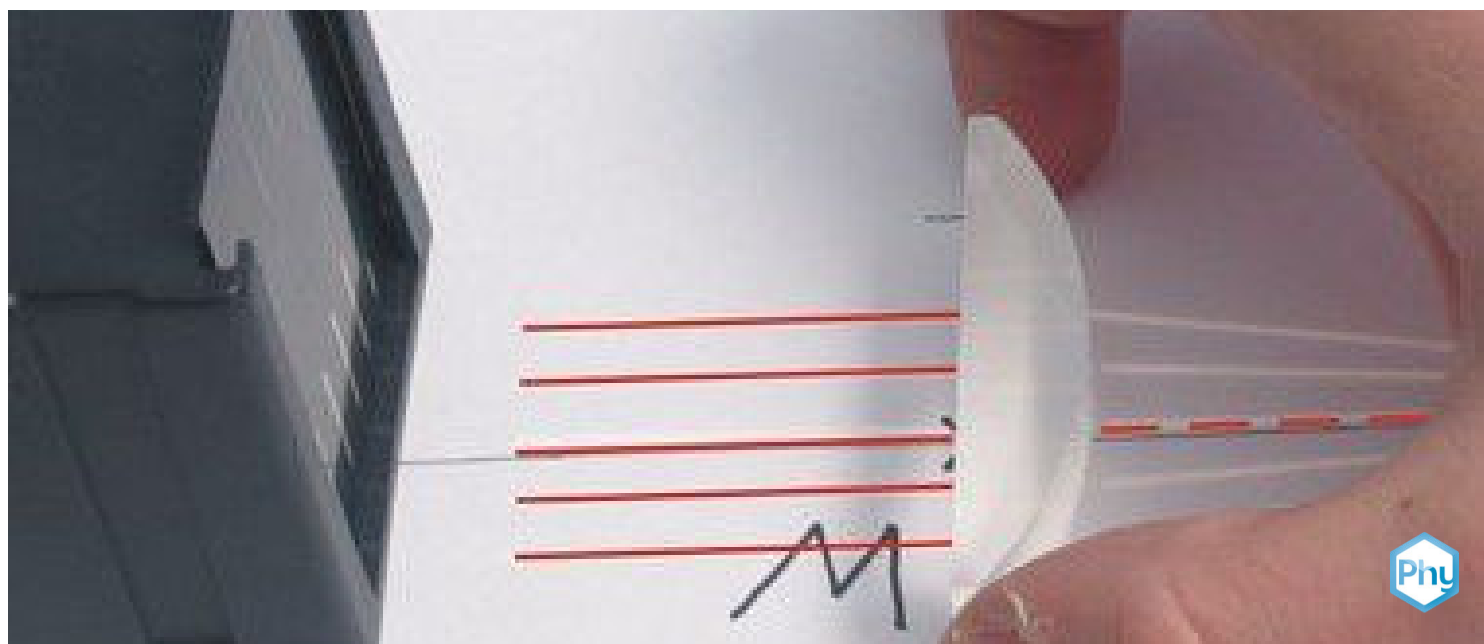


Kompletny zestaw eksperymentalny: Aberracja chromatyczna



Po pierwszym częściowym eksperymencie (duża apertura), w którym można łatwo zaobserwować kolorowe krawędzie stożków świetlnych, celem dalszych eksperymentów jest zidentyfikowanie wyraźnej dekompozycji kolorów poprzez badanie wąskich wiązek światła blisko i daleko od osi.

Physics

Light & Optics

Optical devices & lenses



Poziom trudności

średni



Wielkość grupy

2



Czas przygotowania

10 minuty



Czas wykonania

10 minuty

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/6095157c23e49d00031bd128>

PHYWE

Informacje dla nauczyciela



Zastosowanie

PHYWE



aberracje chromatyczne

Aberracja sferyczna i chromatyczna to dwie najbardziej znane aberracje soczewek, a w celu ich skorygowania w wysokiej jakości urządzeniach optycznych wbudowane są złożone układy soczewek (achromaty).

Aberracja chromatyczna jest spowodowana zależną od długości fali refrakcją na soczewce. Światło krótkofalowe (niebieskie) jest zwykle załamywane silniej niż światło długofalowe (czerwone). Po załamaniu za soczewką promienie świetlne nie spotykają się w jednym punkcie na osi optycznej, co powoduje błędy w obrazowaniu.

Inne informacje dla nauczyciela (1/4)

PHYWE

Wymagana wiedza



Uczniowie powinni posiadać już wiedzę na temat biegu promieni na soczewkach wypukłych i pryzmatach oraz umieć stosować prawo załamania światła.

Zasada



Gdy światło białe jest załamywane przez soczewkę płasko-wypukłą, następuje rozszczepienie poszczególnych wiązek światła na barwy widmowe w zależności od odległości padających wiązek światła od osi optycznej.

Inne informacje dla nauczyciela (2/4)

PHYWE

Cel



Ten eksperyment stwarza dobrą okazję do powtórzenia na zakończenie rozdziału "Załamania światła na soczewkach" zarówno prawa załamania światła, jak i załamania światła na pryzmacie poprzez zastosowanie posiadanej wiedzy w nowej sytuacji. Z drugiej strony, eksperyment ten daje wgląd w różnobarwny skład światła białego, oraz w zależność załamania od długości fali.

Zadania



Po realizacji pierwszej części eksperymentu (duża otwór przysłony), w którym można łatwo zaobserwować kolorowe krawędzie stożków świetlnych, celem dalszych eksperymentów jest zidentyfikowanie wyraźnego rozszczepienia kolorów poprzez badanie wąskich wiązek światła padających blisko i daleko od osi optycznej.

Inne informacje dla nauczyciela (3/4)

PHYWE

Uwaga

Przy okazji badania zjawiska rozszczepienia barw na soczewce wklęsłej można omówić możliwości korekcji aberracji obiektywu za pomocą odpowiedniej kombinacji soczewek wypukłych i wklęsłych.

Ponieważ punkt przecięcia załamanych wiązek światła nie może być jednoznacznie ustalony ze względu na występującą aberrację sferyczną i małą ogniskową, badanie załamania światła monochromatycznego na soczewce płasko-wypukłej nie dałoby jednoznacznych wyników.

Inne informacje dla nauczyciela (4/4)

PHYWE

Uwagi dotyczące przygotowania i realizacji

Utrzymując określone położenie soczewki i źródła światła oraz starannie ustawiając elementy układu eksperymentalnego za pomocą wiązki światła padającej wzdłuż osi optycznej, uzyskujemy optymalny wynik eksperymentu. Płaska powierzchnia soczewki musi leżeć dokładnie na pionowej linii układu krzyżowego naszkicowanego na kartce.

Rozszczepienie barw na soczewce wklęsłej jest znacznie mniej widoczne niż na soczewce wypukłej. Występuje ono tylko wtedy, gdy promień światła przechodzi przez soczewkę bardzo daleko od osi optycznej.

Ponieważ soczewka źródła światła również wykazuje aberrację chromatyczną, w czwartej części eksperymentu konieczne jest wykorzystanie wiązki światła wytwarzanej przez przysłonę jednoszczelinową, która na osi optycznej przechodzi przez soczewkę źródła światła.

Jeśli pomieszczenie jest odpowiednio zaciemnione, można zaobserwować prawie wszystkie kolory widma.

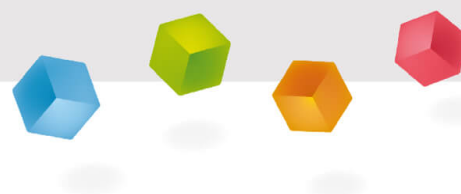
Instrukcje BHP

PHYWE

Do tego eksperymentu mają zastosowanie ogólne wskazówki dotyczące bezpiecznego przeprowadzania eksperymentów na lekcjach przedmiotów przyrodniczych.

PHYWE

Informacje dla uczniów

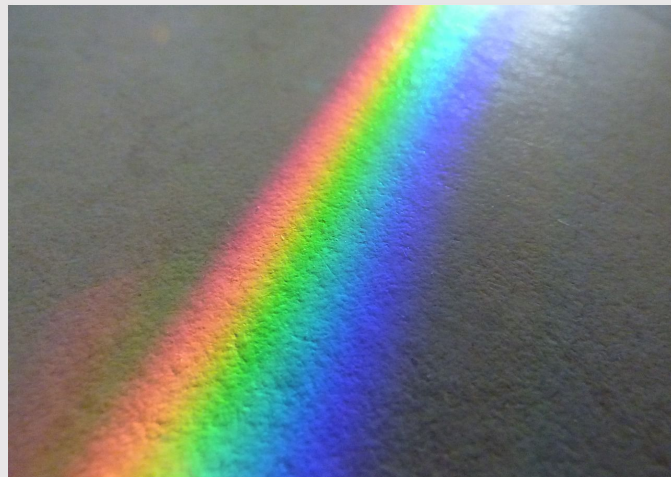


Motywacja

PHYWE

Aberracja sferyczna i chromatyczna to dwie najbardziej znane aberracje soczewkowe, a w celu ich skorygowania w wysokiej jakości urządzeniach optycznych montowane są złożone układy soczewek (achromaty).

Aberracja chromatyczna jest spowodowana załamaniem światła w sposób zależny od długości fali. Na przykład, załamanie światła w pryzmacie powoduje, że białe światło rozszczepia się na swoje kolory widmowe i można zaobserwować tęczę.



rozszczerpienie światła na jego barwy spektralne

Zadanie

PHYWE



Układ eksperymentalny

Czym są wady barwne soczewek?

- Zbadaj rozszczepienie barwne światła białego, załamanywanego na soczewce płasko-wypukłej.

Materiały

Stanowisko	Materiał	Nr artykułu	Ilość
1	Halogenowe źródło światła 12V/20 W	09801-00	1
2	Model soczewki płasko-wypukłej $f = +100$ mm	09810-04	1
3	Model soczewki płasko-wklęsłej $f = -100$ mm	09810-05	1
4	PHYWE Zasilacz, zgodny z RiSU 2019, DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

Materiały dodatkowe

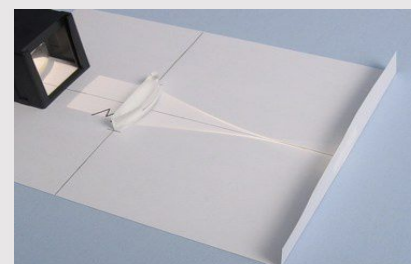
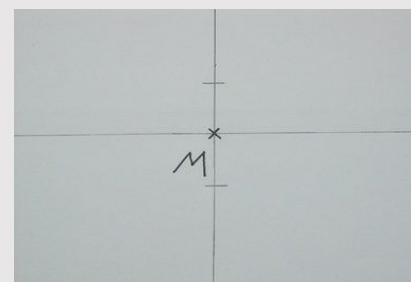
PHYWE

Poz.	Artykuł	Ilość
1	Linijka (ok. 30cm)	1
2	Biały papier (DIN A4)	1
3	Gumka	1

Przygotowanie

PHYWE

- W odległości około 12 cm od lewej krawędzi arkusza narysuj 2 linie skrzyżowane pod kątem prostym. Niech punktem przecięcia tych linii będzie M .
- Zaznacz w odległości 3 cm od M po jednym punkcie na linii pionowej.
- Złóż arkusz do góry jako ekran około 2 cm od prawej krawędzi.
- Umieść soczewkę płasko-wypukłą (szorstką stroną do dołu) powierzchnią płaską dokładnie na pionowej linii układu krzyżowego w obrębie dwóch znaczników.
- Umieść źródło światła stroną z obiektywem, ale bez przysłony, na lewej krawędzi arkusza naprzeciwko płaskiej powierzchni modelu soczewki.



Realizacja (1/4)

PHYWE

- Podłącz źródło światła do zasilacza (12 V ~).

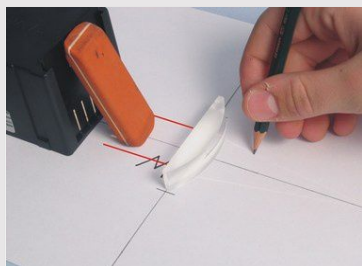
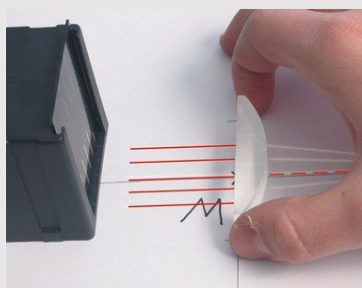
1. część eksperymentu

- Przesuwaj źródło światła, aż szeroka wiązka światła będzie padać w całości przez soczewkę w kierunku osi optycznej.
- Obserwuj krawędzie stożków świetlnych w obszarze ogniska. Zapisz swoje spostrzeżenia.



Wdrożenie (2/4)

PHYWE

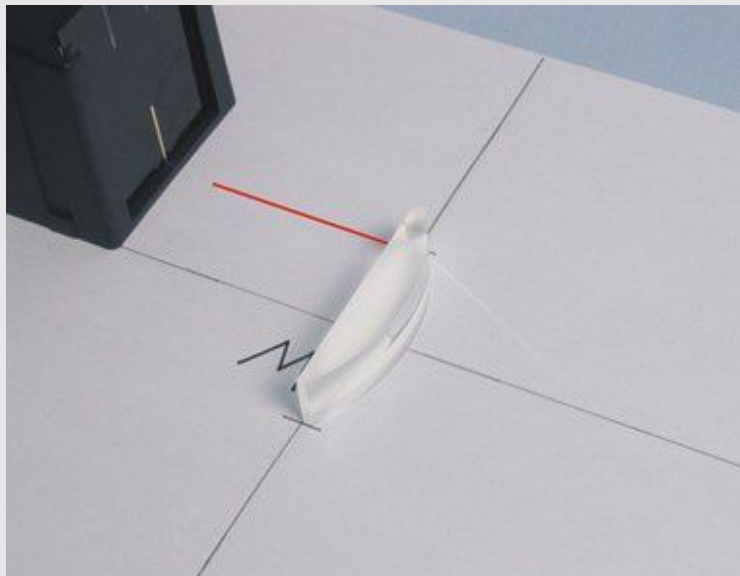


2. część eksperymentu

- Umieść przysłonę pięcioszczelinową na źródle światła po stronie obiektywu i przesunąć źródło tak, aby środkowa wiązka światła przebiegała dokładnie wzdłuż osi optycznej.
- Obserwuj krawędzie wąskich wiązek światła, gdy docierają one do ekranu i zanotuj swoje spostrzeżenia.
- Zasłoń wewnętrzne trzy wiązki światła i zaznacz na złożonej krawędzi (ekranie) czerwoną i niebieską kredką krawędzie pozostałych dwóch wiązek światła, jak również środek każdej z nich bezpośrednio za soczewką.
- Prześledź drogę światła czerwonego lub niebieskiego, tzn. połącz środek wiązki światła (soczewka) z czerwoną lub niebieską krawędzią (ekran).

Wdrożenie (3/4)

PHYWE



3. część eksperymentu

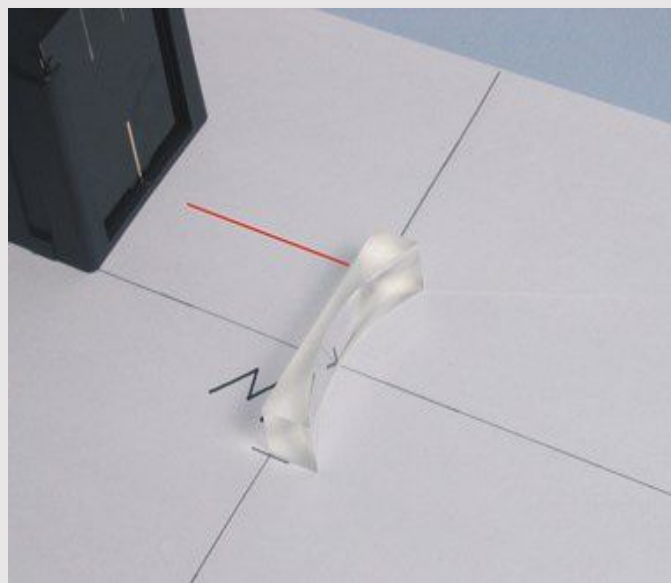
- Umieść przysłonę jednoszczelinową na źródle światła i przesuwaj źródło w górę lub w dół, aż promień światła będzie przechodził przez soczewkę przy samej krawędzi.
- Opisz położenie i kolejność barw obserwowanych za soczewką.

Wdrożenie (4/4)

PHYWE

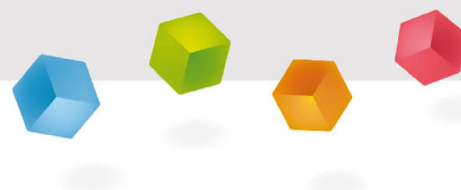
4. część eksperymentu

- Teraz zamień soczewkę płasko-wypukłą na soczewkę płasko-wklęsłą i powtórz procedurę z 3. części eksperymentu.
- Zapisz swoje spostrzeżenia.
- Wyłącz zasilacz i zdejmij źródło światła i model soczewki z papieru.



PHYWE

Protokół



Zadanie 1

10° PHYWE



Jaki zjawisko barwne występuje, gdy białe światło jest załamane przez soczewkę płasko-wypukłą?

W zależności od odległości padających wiązek światła od osi optycznej następuje rozszczepienie poszczególnych wiązek światła na barwy widmowe.

Białe światło jest załamane na soczewce płasko-wypukłej i po załamaniu nadal jest rozpoznawalne jako białe.

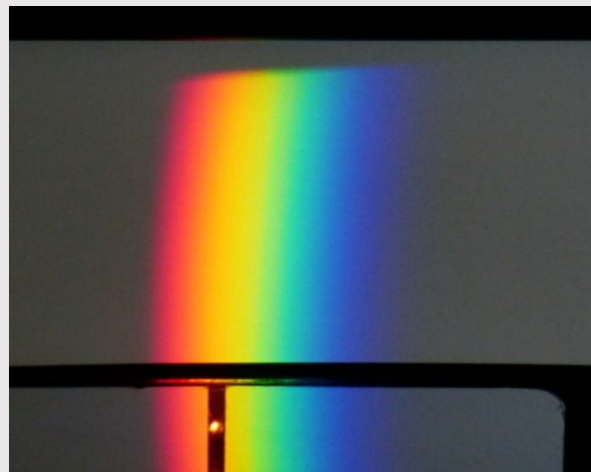
W zależności od odległości padających wiązek światła od osi optycznej, poszczególne wiązki światła są rozszczepiane na dwa kolory (czerwony i żółty).

Zadanie 2

10° PHYWE

Oceń prawdziwość następującego stwierdzenia:

Im bardziej promienie świetlne oddalają się od osi optycznej za wspólnym punktem przecięcia, tym lepsze i intensywniejsze rozszczepienie kolorów (promienie świetlne oddalone od osi optycznej).

☐ Prawidłowo☐ Nieprawidłowy☒ Sprawdź

Reprezentacja kolorów spektralnych

Zadanie 3

PHYWE

Co może być powodem różnej intensywności zjawiska rozszczepienia barw na soczewce wypukłej?

Przeciągnij słowa do właściwych pól!

Wiązki światła białego padające [] osi optycznej nie są [] załamywane podczas przechodzenia przez soczewkę płasko-wypukłą, jak te biegnące [] od osi.

Ale w tym ostatnim przypadku, rozszczepienie barw jest o wiele [] widoczne, zatem musi istnieć związek między załamaniem światła a jego barwą.

tak silnie

daleko

lepiej

blisko

☒ Sprawdź

Zadanie 4

PHYWE

Które stwierdzenie wynika z drugiej części doświadczenia, dotyczącej ogniskowej dla światła czerwonego i niebieskiego?

- ☐ Ognisko dla światła czerwonego znajduje się nieco bliżej soczewki niż dla światła niebieskiego, dlatego ogniskowa jest inna.
- ☐ Ognisko dla światła niebieskiego jest w tym samym miejscu co dla światła czerwonego, więc ogniskowa jest identyczna.
- ☐ Ognisko dla światła niebieskiego znajduje się nieco bliżej soczewki niż dla światła czerwonego, dlatego ogniskowa jest inna.

[✓ Sprawdź](#)

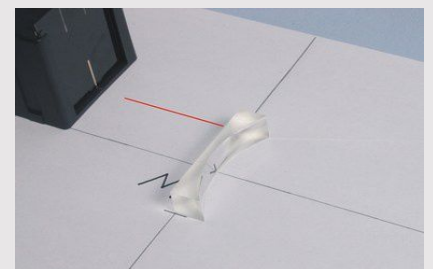
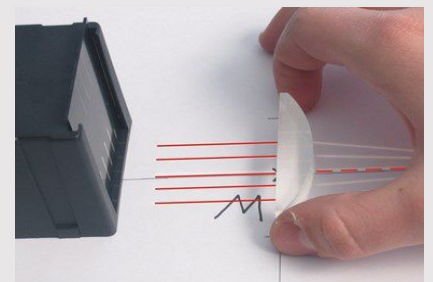
Zadanie 5

PHYWE

Czy położenie i kolejność barw po rozszczepieniu na soczewce wypukłej różni się od tej na soczewce wklęsłej?

W przypadku refrakcji na soczewce wklęsłej kolejność kolorów (względem osi optycznej) jest identyczna z kolejnością rozkładu kolorów na soczewce wypukłej.

W przypadku refrakcji na soczewce wklęsłej kolejność kolorów (względem osi optycznej) jest odwrotna niż kolejność rozkładu kolorów na soczewce wypukłej.



Zadanie dodatkowe

PHYWE



Obiektyw aparatu fotograficznego jako przykład układu soczewek

Oceń prawdziwość następującego stwierdzenia:

Istnieją soczewki lub układy soczewek, które prawie nie wykazują aberracji chromatycznej.

☐ Prawdłowo☐ Nieprawidłowy☒ Sprawdź

Slajd

Wynik / Ogółem

Slajd 19: wygląd koloru przy załamaniu światła białego	0/1
Slajd 20: Intensywność rozkładu koloru	0/1
Slajd 21: Przyczyny różnej intensywności pojawienia się kolorów	0/4
Slajd 22: Ogniskowa światła czerwonego i niebieskiego	0/1
Slajd 23: Różnica w rozkładzie kolorów na różnych soczewkach	0/1
Slajd 24: Systemy soczewek bez wad kolorystycznych	0/1

Ogółem

 0/9 Rozwiązania Powtórz