

Kompletny zestaw eksperymentalny: Wady soczewek



Doświadczalnie zbadano przebieg równoległych do siebie promieni świetlnych w osi bliskiej i dalekiej podczas załamania na soczewce plano-wypukłej.

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/608fa8149d6f7b0003f20807>

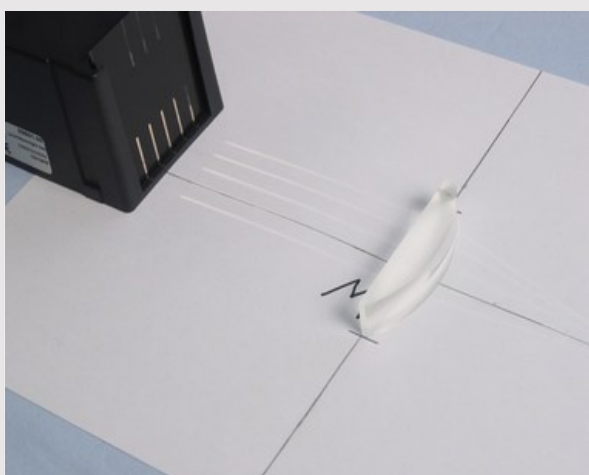
PHYWE

Informacje dla nauczyciela



Zastosowanie

PHYWE



aberracja sferyczna soczewki

Aberracja sferyczna soczewki występuje, gdy światło monochromatyczne pada na soczewkę o dużej krzywiznie. Wiązki oddalone od osi optycznej są załamywane silniej niż promienie w pobliżu osi, przez co załamane promienie nie łączą się już w jednym punkcie na osi optycznej. Powoduje to nieostrość obrazu.

Wady soczewek muszą być uwzględniane podczas projektowania układów soczewek i w pewnych warunkach można je zminimalizować.

Inne informacje dla nauczyciela (1/5)

PHYWE

Wymagana wiedza



Należy znać drogę optyczną światła załamanego na soczewkach płasko-wypukłych.

Zasada



Paraksjalnie padająca wiązka światła jest załamywana podczas przechodzenia przez soczewkę płasko-wypukłą tak, że promienie spotykają się w punkcie na osi optycznej. Punkty przecięcia wiązek światła oddalonych od osi z osią optyczną znacznie odbiegają od tego punktu i znajdują się bliżej soczewki.

Inne informacje dla nauczyciela (2/5)

PHYWE

Cel



Dzięki temu eksperymentowi uczniowie poznają jedną z najbardziej powszechnych aberracji soczewki - aberrację sferyczną. W połączeniu z eksperymentami dot. układów soczewek pozwala to zrozumieć, dlaczego wysokiej jakości urządzenia optyczne zawsze zawierają skomplikowane układy soczewek. Ponadto, wiedza o załamaniu światła na soczewkach wypukłych zostaje utrwalona i przeniesiona na nową sytuację.

Zadania



Doświadczalnie zbadamy przebieg równoległych do siebie promieni świetlnych w pobliżu i z dala od osi optycznej podczas załamania na soczewce płasko-wypukłej.

Inne informacje dla nauczyciela (3/5)

PHYWE

Uwagi dotyczące przygotowania i realizacji

Również w tym eksperymencie należy zwrócić szczególną uwagę na to, by ustawienie układu eksperymentalnego za pomocą wiązki światła padającej wzdłuż osi optycznej zostało wykonane przez ucznia bardzo starannie. Płaska powierzchnia soczewki musi znajdować się dokładnie na pionowej linii układu krzyżowego.

Późniejsze uzupełnienie przebiegu promieni również dla obszaru wewnątrz soczewki stanowi dobry punkt wyjścia do utrwalenia prawa załamania światła.

Inne informacje dla nauczyciela (4/5)

PHYWE

Uwaga

Aberracja chromatyczna, którą można zauważyć przy dokładnej obserwacji, może zostać nadmieniona, ale jej bardziej szczegółowe badanie nie jest przeprowadzane w tym momencie.

W ramach przygotowania można również przeprowadzić eksperyment z dużym otworem przysłony (bez przysłony pięcioszczelinowej). W tym przypadku można zaobserwować wewnętrzne, jasne pole świetlne, zakończone długim wierzchołkiem, oraz leżący poniżej, słabszy i krótki stożek świetlny.

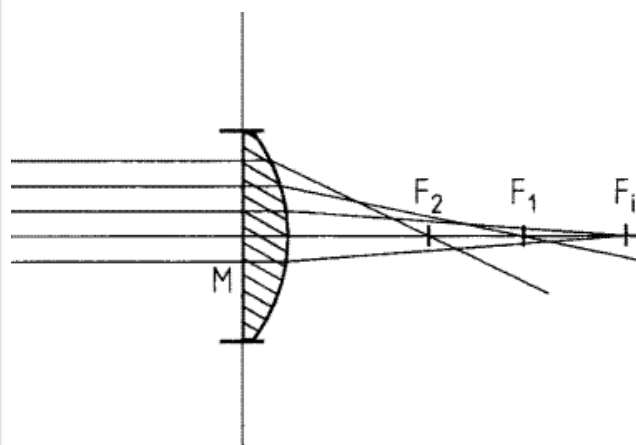
Inne informacje dla nauczyciela (5/5)

PHYWE

Komentarz na temat wyników

Notatki uczniów powinny być podobne do tych na ilustracji.

W celu zachowania przejrzystości pominięto oznaczenia wiązek świetlnych.



Przedstawienie toru wiązki

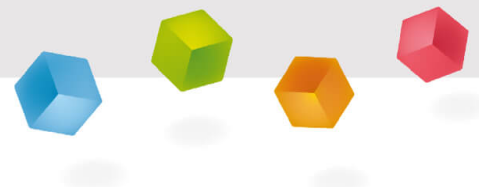
Instrukcje BHP

PHYWE

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

PHYWE

Informacje dla uczniów



Motywacja

PHYWE

Aberracje soczewkowe to odchylenia od idealnego obrazu optycznego spowodowane przez układ optyczny, taki jak obiektyw fotograficzny. Powodują one zniekształcenie lub nawet rozmycie obrazu.

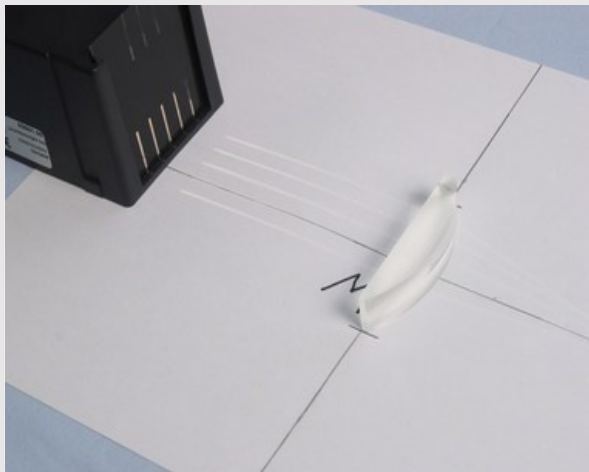
W przypadku aberracji sferycznej promienie świetlne, które są oddalone i równoległe do osi optycznej, są załamywane silniej na soczewce płasko-wypukłej niż promienie świetlne znajdujące się blisko osi optycznej. W rezultacie promienie za soczewką nie przecinają się w jednym punkcie, co powoduje, że obraz jest rozmaźany. Wiedza o takich aberracjach soczewek jest niezbędna do projektowania złożonych układów soczewek.



Obiektywy do aparatów fotograficznych jako przykład układów soczewek z aberracją sferyczną

Zadanie

PHYWE



Układ eksperymentalny

Czym są aberracje soczewkowe?

- Zbadaj drogę promieni świetlnych padających na soczewkę płasko-wypukłą w pobliżu osi optycznej i z dala od niej.

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	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

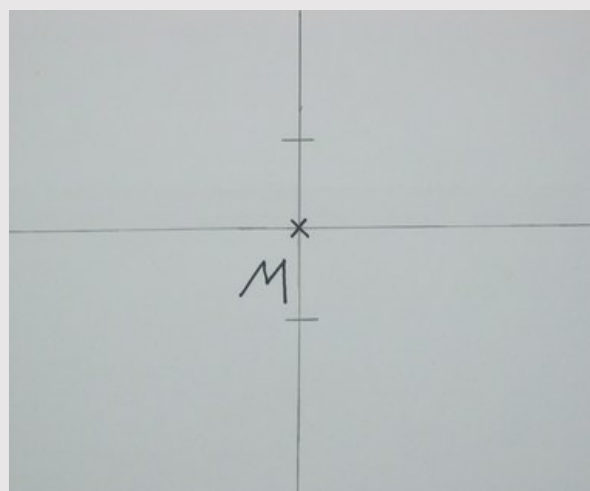
Przygotowanie (1/2)

PHYWE

Uwaga!

Upewnij się, że soczewka we wszystkich doświadczeniach znajduje się powierzchnią płaską dokładnie na linii pionowej układu krzyżowego.

- Narysuj na środku arkusza 2 prostopadłe skrzyżowane linie. Niech punktem przecięcia będzie M .
- Zaznacz w odległości 3 cm od M po jednym punkcie na linii pionowej.

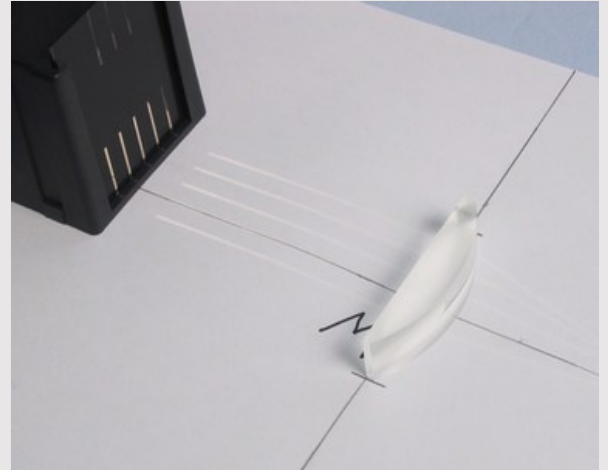


Przygotowanie

Przygotowanie (2/2)

PHYWE

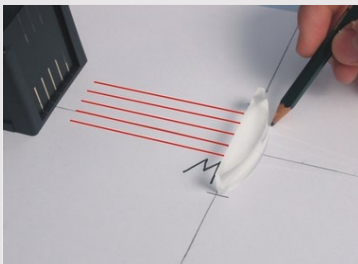
- Umieścić soczewkę płasko-wypukłą (szorstką stroną do dołu) powierzchnią płaską dokładnie na pionowej linii układu krzyżowego w obrębie dwóch znaczników.
- Umieścić przysłonę pięcioszczelinową na źródle światła od strony obiektywu i umieścić źródło w odległości około 10 cm od krawędzi arkusza.



Przygotowanie

Realizacja (1/3)

PHYWE

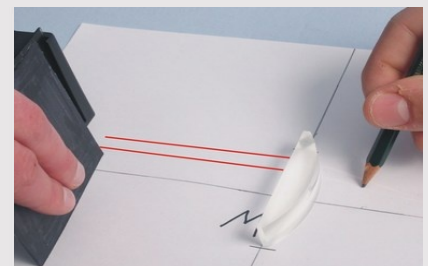
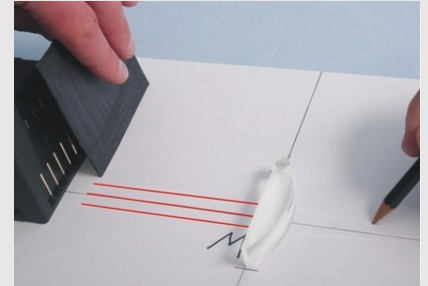


- Podłączyć źródło światła do zasilacza (12 V ~).
- Przesuń źródło światła lekko w górę, aż trzy wiązki światła będą biegły powyżej i równoległe do osi optycznej. Czwarta wiązka światła powinna trafiać w soczewkę dokładnie wzdłuż osi optycznej i przechodzić przez nią bez załamania.
- Zaznacz kontur soczewki cienkim ołówkiem.
- Opisz drogę promienia świetlnego po przejściu przez soczewkę.

Realizacja (2/3)

PHYWE

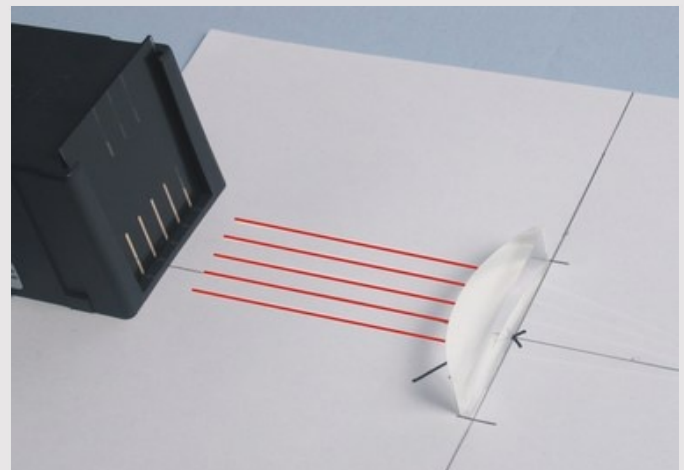
- Zakryj dwa górne otwory przysłony tak, aby w soczewkę trafiły tylko trzy promienie świetlne znajdujące się blisko osi. Obserwuj i zanotuj swoje spostrzeżenia.
- Zaznacz punkt przecięcia wiązek światła na osi optycznej i oznacz go symbolem F_1 . Zaznacz przebieg wiązek światła.
- Teraz zasłoń trzy dolne otwory przysłony tak, aby w obiektyw trafiły tylko dwie górne wiązki światła oddalone od osi. Obserwuj przebieg wiązek światła i zanotuj wyniki.
- Zaznacz przebieg obu wiązek światła i oznacz punkty przecięcia z osią optyczną jako F_1 i F_2



Realizacja (3/3)

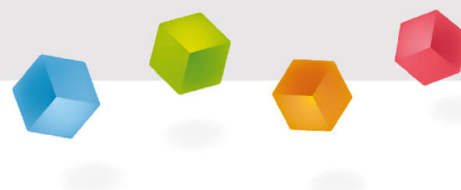
PHYWE

- Teraz obróć soczewkę o 180° tak, aby zakrzywiona powierzchnia była skierowana w stronę źródła światła.
- Powtórz poszczególne etapy eksperymentu, ale bez zaznaczania wiązek światła i ognisk. Zaobserwuj i porównaj wyniki. Co zauważyłeś?
- Wyłącz zasilacz i zdejmij źródło światła i model soczewki z papieru.
- Po połączeniu odpowiednich znaczników widoczny staje się przebieg wiązek światła.

Obróć soczewkę o 180°

PHYWE

Protokół



Zadanie 1

10° PHYWE

Sformułuj twierdzenie o położeniu punktów przecięcia z osią optyczną dla wiązek równoległych światła padającego na soczewkę płasko-wypukłą blisko lub daleko od osi optycznej.

Uzupełnij poniższe zdanie:

Promienie świetlne padające równoległe do osi optycznej są załamywane podczas przechodzenia przez soczewkę płasko-wypukłą tak, że w punkcie na osi optycznej. Wiązki światła padające odchylają się znacznie od tego punktu i leżą soczewki.

Zadanie 2

10° PHYWE



Jakie położenie soczewki płasko-wypukłej daje lepszą zgodność punktów przecięcia promieni równoległych padających blisko i daleko od osi optycznej?

Gdy zakrzywiona powierzchnia soczewki płasko-wypukłej jest zwrócona w kierunku przeciwnym do źródła światła, punkt przecięcia promieni światła biegnących z dala od osi optycznej znajduje się bliżej punktu przecięcia promieni biegnących blisko osi optycznej.

Gdy zakrzywiona powierzchnia soczewki płasko-wypukłej jest skierowana w stronę źródła światła, punkt przecięcia promieni światła biegnących z dala od osi znajduje się bliżej punktu przecięcia promieni biegnących blisko osi optycznej.

Zadanie 3

PHYWE

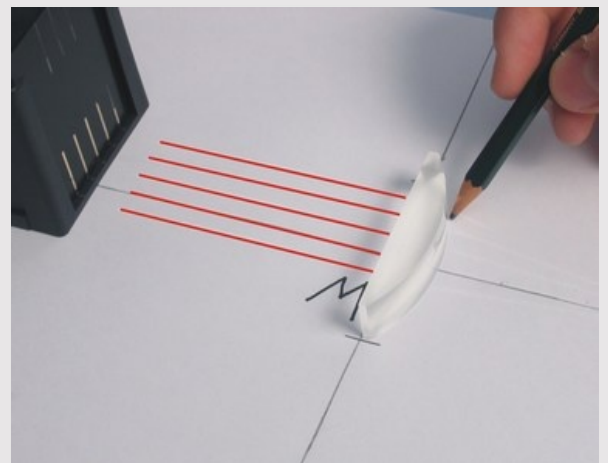
W jaki sposób badana przez Ciebie aberracja soczewki wpływa na obraz przedmiotu uzyskany za pomocą soczewki wypukłej?

Obraz przedmiotu jest obrócony o 180°.

Obraz przedmiotu jest nieostry.

Obraz przedmiotu jest zniekształcony.

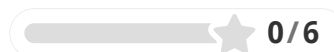
Obraz przedmiotu jest odbijany w poziomie.



powierzchnia załamująca

Slajd	Wynik / Ogółem
Slajd 20: Punkty przecięcia wiązki z osi bliskiej i wiązki z osi da...	0/4
Slajd 21: Położenie soczewki plano-covex	0/1
Slajd 22: Wpływ aberracji obiektywu na obraz	0/1

Ogółem

 Rozwiązania Powtórz