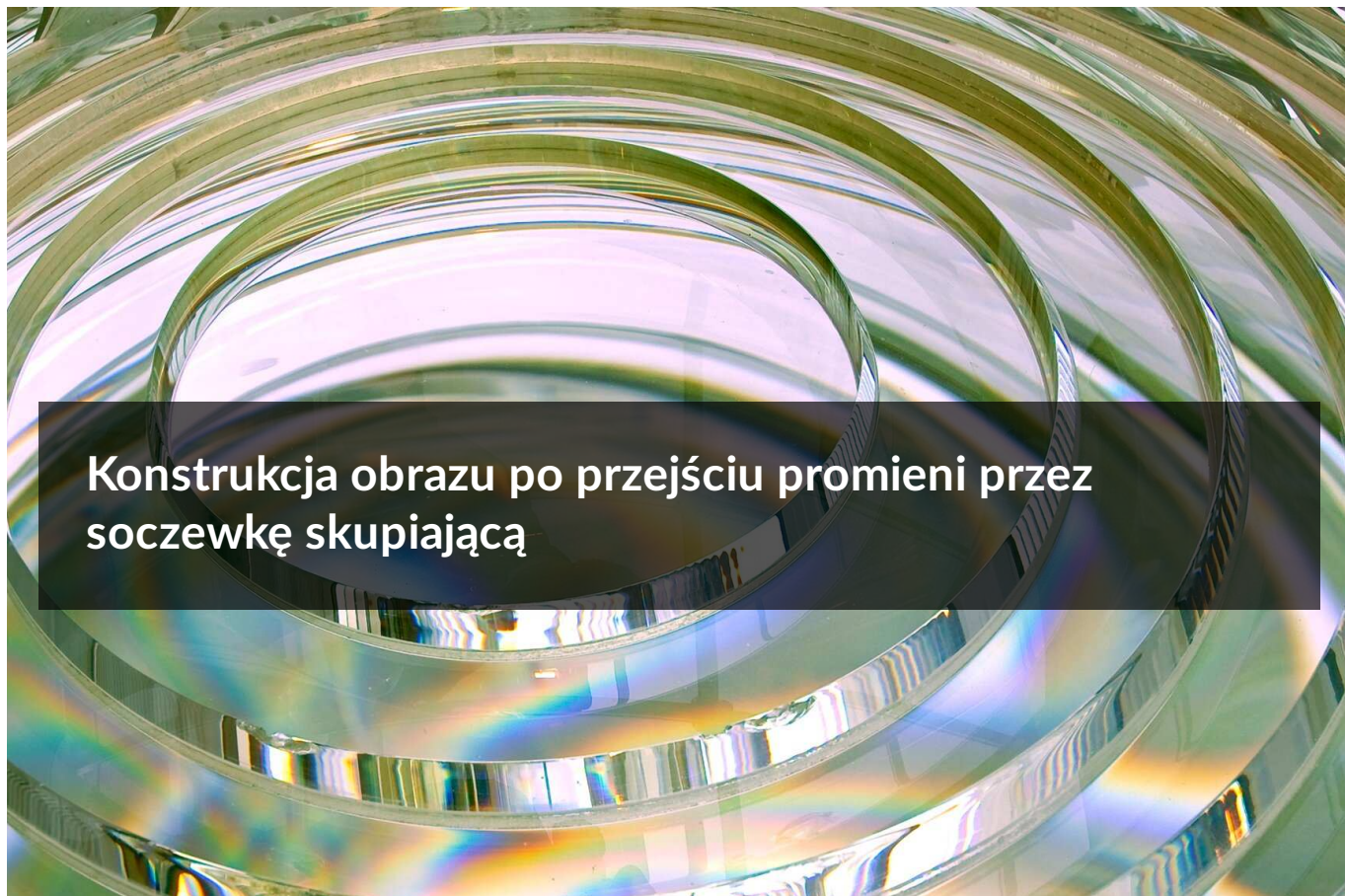


Konstrukcja obrazu po przejściu promieni przez soczewkę skupiającą

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Konstrukcja obrazu po przejściu promieni przez soczewkę skupiającą

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.istockphoto.com/pl/zdjęcie/soczewki-fresnela-beacon-latarnia-morska-gm98731954-3896761> [dostęp 7.03.2022].

Czy to nie ciekawe?

Osoby, które nie widzą wyraźnie znajdujących się w bliskiej odległości liter, zakładają do czytania okulary, dzięki którym mogą zapoznać się z interesującym ich tekstem. Co mają w sobie te okulary, że czynią takie cuda? Odpowiedź jest prosta: soczewki skupiające. Czym cechują się te elementy optyczne? W jaki sposób skonstruować obraz powstający po przejściu przez nie promieni? O tym w niniejszym materiale.



Rys. a. Soczewka skupiająca - niezbędne narzędzie w plecaku każdego miłośnika survivalu.

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.pexels.com/photo/selective-focus-photo-of-magnifying-glass-1194775/> [dostęp 2.05.2022].

Twoje cele

Przeczytanie niniejszego materiału sprawi, że:

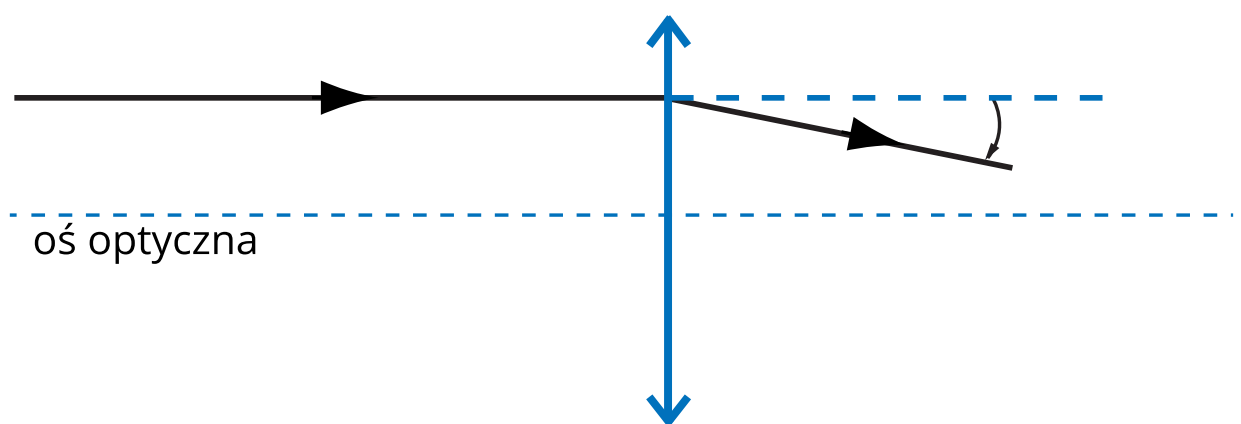
- dowiesz się, czym są i jaką rolę spełniają w optyce soczewki skupiające,
- zobaczysz, jak wygląda bieg promienia po przejściu przez soczewkę skupiającą,
- poznasz cechy obrazów powstających po przejściu promieni przez soczewkę skupiającą,
- skonstruujesz obrazy powstające z wykorzystaniem soczewki skupiającej.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Soczewka to bryła wykonana z przezroczystego dla światła materiału (zwykle ze szkła lub tworzywa sztucznego), ograniczona co najmniej z jednej strony powierzchnią sferyczną. Promień świetlny padając równoległe do **osi optycznej** (czyli prostej przechodzącej przez środki elementów optycznych) na powierzchnię soczewki może:

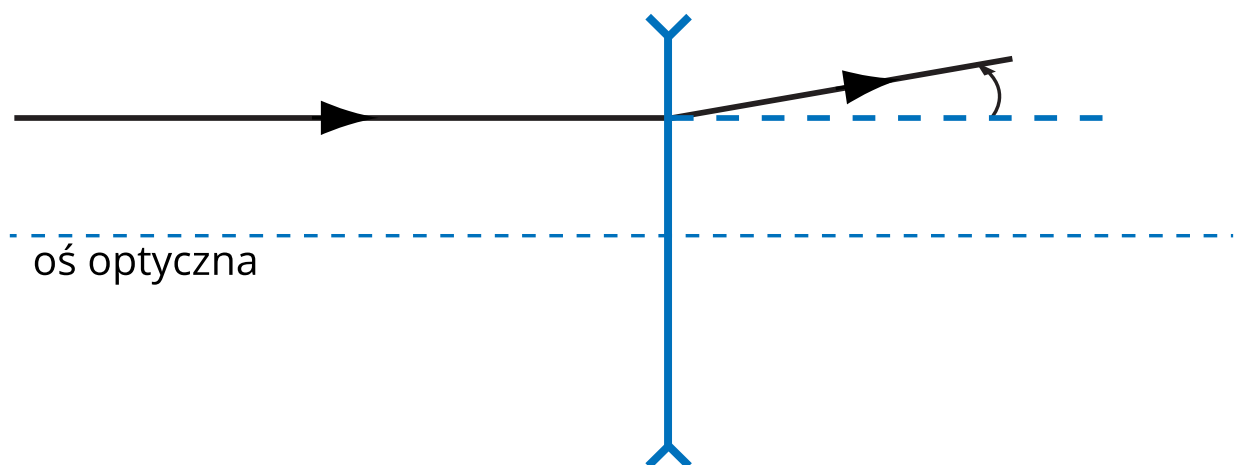
1. zostać odchylony w kierunku osi optycznej – mówimy wówczas o soczewce skupiającej (Rys. 1).



Rys. 1. Bieg promienia przechodzącego przez soczewkę skupiającą

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

2. zostać odchylony od osi optycznej – mówimy wówczas o soczewce rozpraszającej (Rys. 2).



Rys. 2. Bieg promienia przechodzącego przez soczewkę rozpraszającą

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

W niniejszym materiale zajmiemy się przypadkiem pierwszym. Jednakże należy pamiętać, że soczewka, która w powietrzu jest skupiająca, po zanurzeniu w odpowiedniej cieczy (o współczynniku załamania większym od współczynnika załamania materiału, z którego została wykonana) może stać się rozpraszająca.

Spróbujemy skonstruować obraz przedmiotu powstający z użyciem soczewki skupiającej. Najpierw jednak kilka podstawowych informacji:

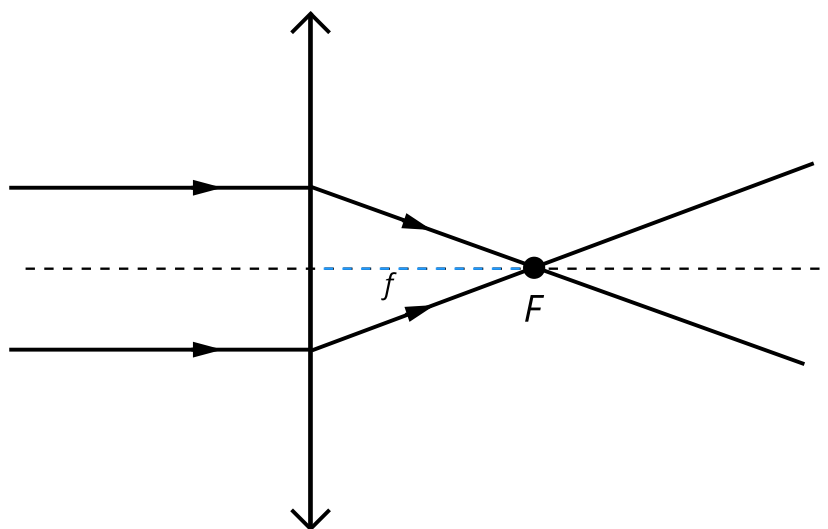
1. W konstrukcjach geometrycznych soczewkę skupiającą oznaczamy następującym symbolem:



Rys. 3. Symbol soczewki skupiającej

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>

2. Równoległa do osi optycznej wiązka promieni padających na soczewkę skupiającą, po przejściu przez nią, przecina oś optyczną w jednym punkcie. Punkt ten nazywamy **ogniskiem** i oznaczamy literą F (Rys. 4).



Rys. 4. W przypadku soczewki skupiającej promienie równoległe po załamaniu w soczewce przecinają się w ognisku (F)

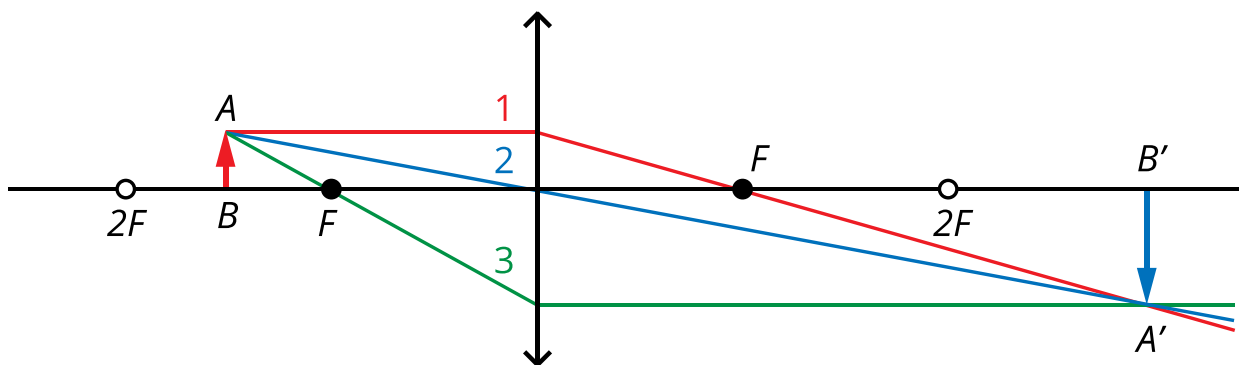
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>

3. Odległość ogniska F od soczewki nazywamy **ogniskową**, oznaczamy literą f i wyrażamy w metrach.

Omawiane w materiałach soczewki będziemy traktowali jako soczewki cienkie, czyli takie, których grubość jest zanedbywalnie mała w stosunku do promieni krzywizny (równych $2f$) - pozwala to zaniechać **aberrację chromatyczną**. Będziemy rozważać dla nich jedynie **promienie przyosiowe** (dzięki czemu można zaniechać **aberrację sferyczną**). Należy jednak pamiętać, że jest to wyłącznie model ułatwiający opis biegu promieni w układzie.

Chcąc skonstruować powstający w soczewce skupiającej obraz należy wybrać dwa promienie wychodzące z oświetlonego przedmiotu AB spośród następujących:

1. Promień równoległy do osi optycznej po przejściu przez soczewkę skupiającą przechodzi przez jej ognisko położone po drugiej stronie soczewki (Rys. 5. - promień 1).
2. Promień przechodzący przez środek soczewki zachowuje swój kierunek (Rys. 5. - promień 2) - wynika to z przybliżenia przyjętego dla soczewki cienkiej. By promień mógł przejść przez środek soczewki, musi znajdować się blisko jej osi optycznej. Sytuacja wygląda podobnie jak w przypadku płytki równoległościennej. Przechodzący promień może zostać zatem przesunięty, lecz kierunek jego biegu nie ulega zmianie. Jeśli jednak założymy, że soczewka jest bardzo cienka, to przesunięcie to jest znikome.
3. Promień przechodzący przez ognisko przed soczewką, po przejściu przez nią, stanie się równoległy do osi optycznej (Rys. 5. - promień 3) - wynika to z symetrii biegu promieni.



Rys. 5. Bieg promieni po przejściu przez soczewkę skupiającą

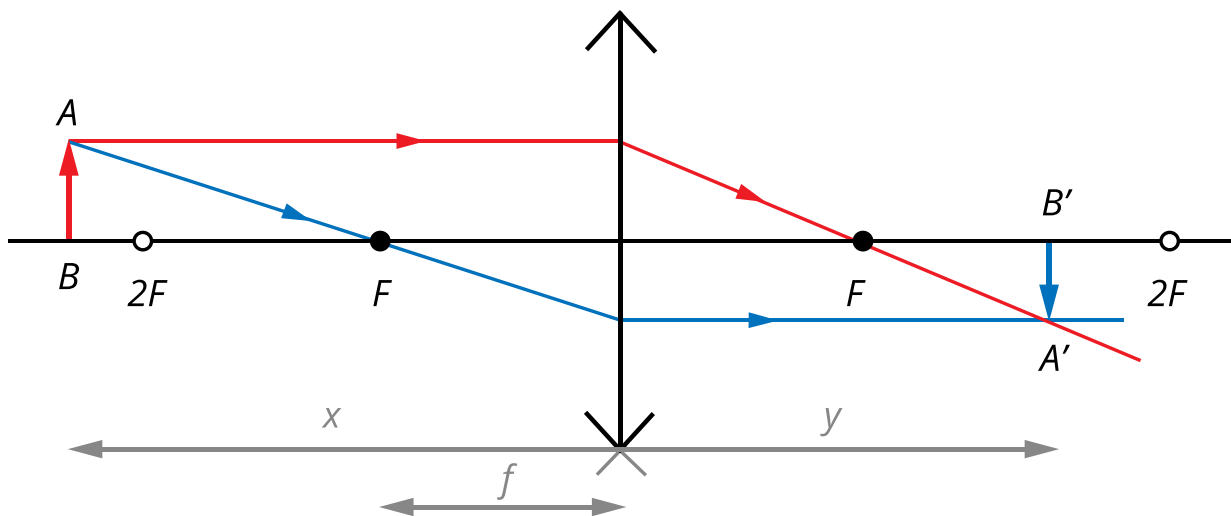
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

W punkcie przecięcia się tych promieni (lub ich przedłużeń) powstaje obraz przedmiotu $A'B'$.

W zależności od tego, w jakiej odległości od soczewki znajduje się przedmiot, powstające obrazy będą charakteryzowały się różnymi cechami. Załóżmy, że jeśli przez x oznaczymy

odległość przedmiotu od soczewki skupiającej, zaś przez y – odległość powstałego obrazu, to dla:

a) $x > 2f$



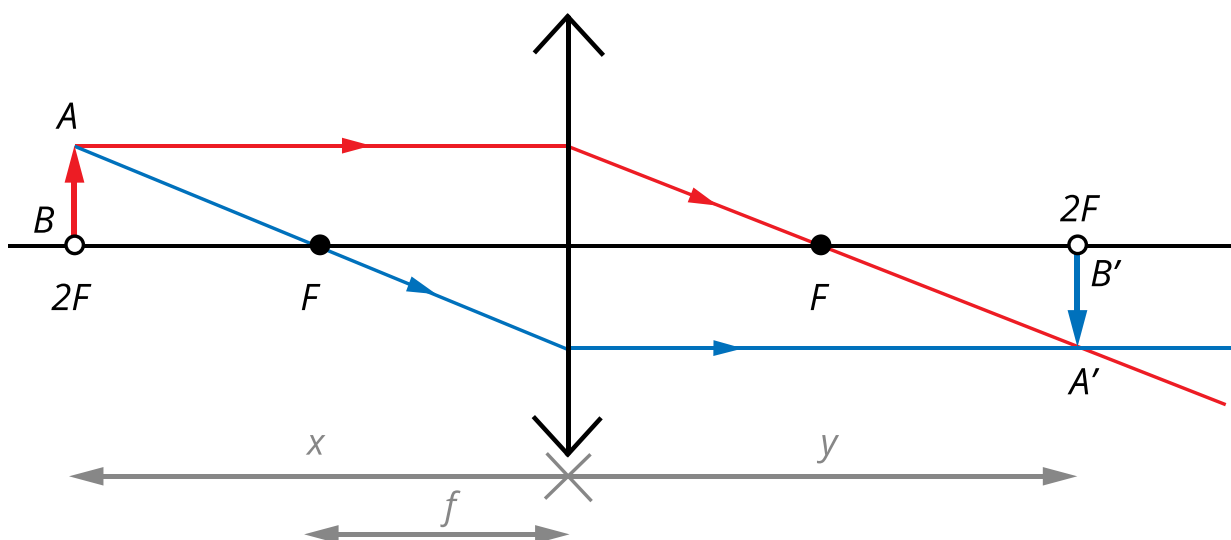
Rys. 6. Konstrukcja obrazu $A'B'$ dla soczewki skupiającej, gdy przedmiot AB znajduje się w odległości $x > 2f$

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Otrzymany obraz jest **rzeczywisty**, zmniejszony i odwrócony.

b) $x = 2f$



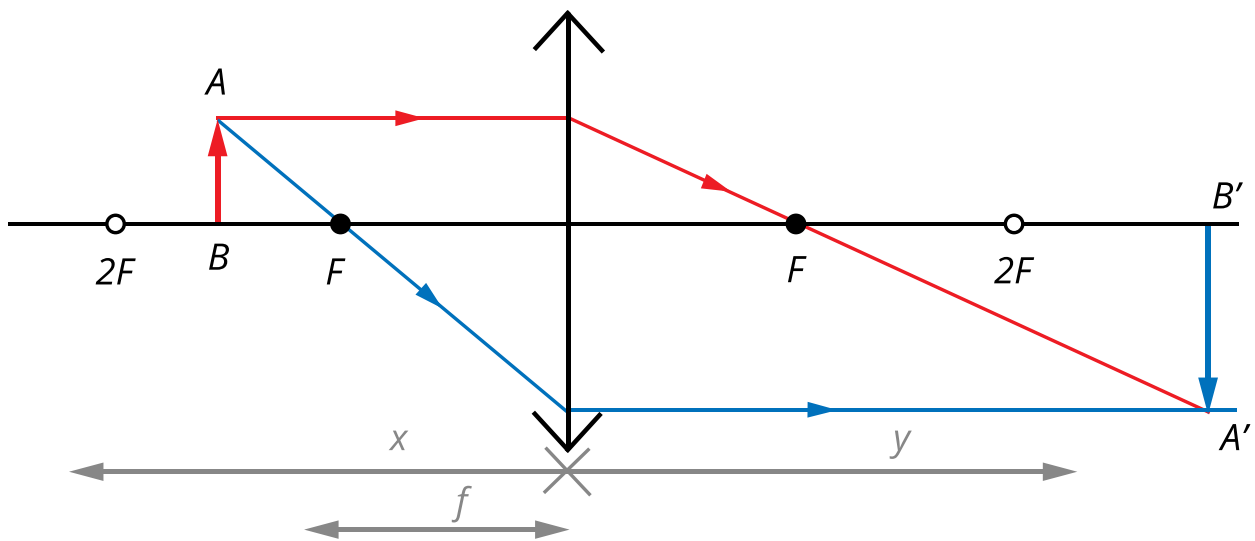
Rys. 7. Konstrukcja obrazu $A'B'$ dla soczewki skupiającej, gdy przedmiot AB znajduje się w odległości $x = 2f$

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Otrzymany obraz jest rzeczywisty, zmniejszony oraz ma taką samą wielkość, co przedmiot.

c) $2f > x > f$

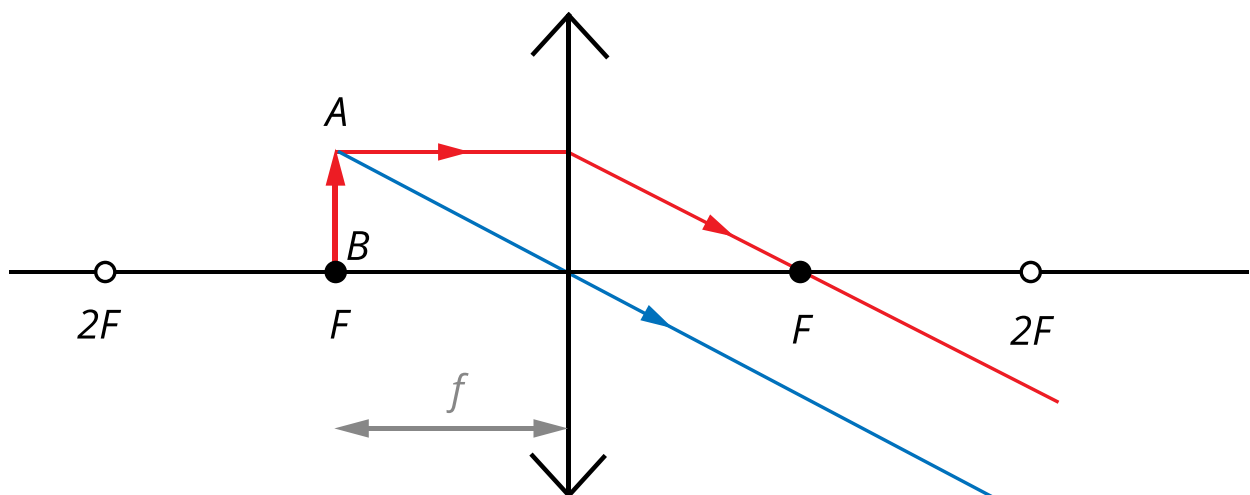


Rys. 8. Konstrukcja obrazu $A'B'$ dla soczewki skupiającej, gdy przedmiot znajduje się w odległości $f < x < 2f$ od soczewki

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Otrzymany obraz jest rzeczywisty, odwrócony i powiększony.

d) $x = f$



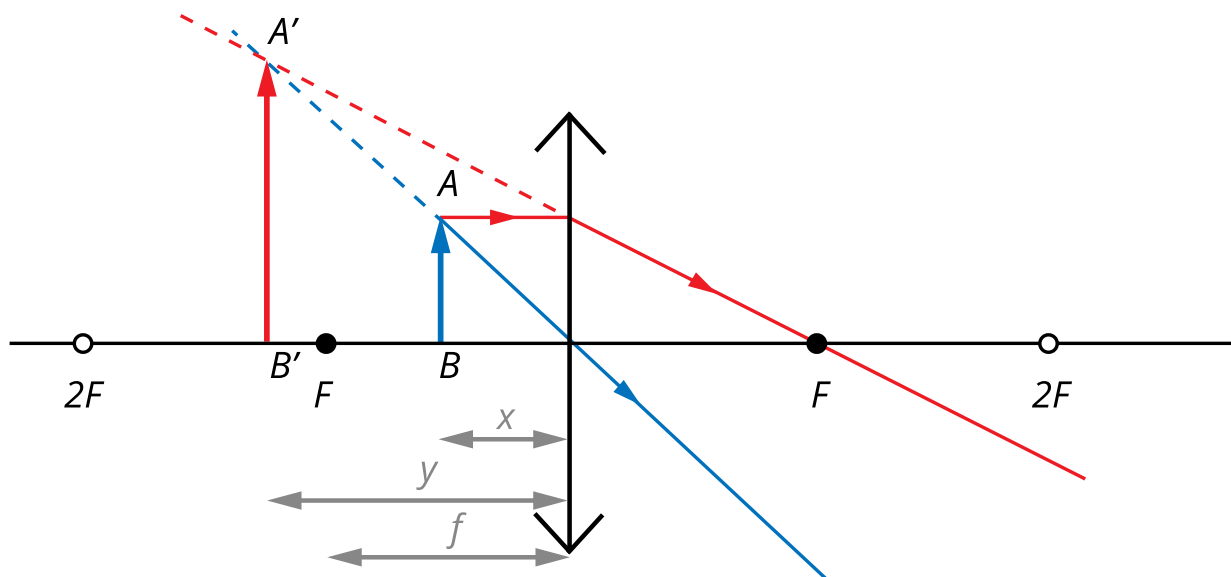
Rys. 9. Konstrukcja obrazu $A'B'$ dla soczewki skupiającej, gdy przedmiot AB znajduje się w odległości $x = f$ od soczewki

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Jeśli przedmiot znajduje się w ognisku, to obraz nie powstaje.

e) $f > x > 0$

Po wykonaniu konstrukcji możemy zauważyć, że promienie przechodzące przez soczewkę są rozbieżne, więc się nie przecinają. W takiej sytuacji należy narysować ich przedłużenia i znaleźć punkt ich przecięcia. W tym miejscu powstaje **obraz pozorny**, czyli taki, który nie jest widoczny na ekranie, np. na kartce – powstaje on w mózgu człowieka na skutek przetworzenia promieni świetlnych, nie jest więc możliwy do otrzymania bez obecności obserwatora.



Rys. 10. Konstrukcja obrazu $A'B'$ dla soczewki skupiającej, gdy przedmiot AB znajduje się w odległości $0 < x < f$ od soczewki

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Otrzymany obraz jest pozorny, prosty i powiększony.

Słowniczek

Aberracja chromatyczna (ang. chromatic aberration)

wada optyczna polegająca na tym, że po przejściu przez soczewkę światło ulega rozszczepieniu; wynika to z różnych odległości ogniskowania dla różnych długości fali.

Aberracja sferyczna (ang. spherical aberration)

wada optyczna polegająca na tym, iż promienie optyczne nie ogniskują się w jednym punkcie; jest to związane z ich położeniem pomiędzy środkiem a brzegami układu optycznego.

Obraz pozorny (ang. virtual image)

obraz, który nie jest widoczny na ekranie, powstaje w mózgu człowieka na skutek przetworzenia promieni świetlnych, nie jest więc możliwy do otrzymania bez obecności

obserwatora; tworzy się w miejscu przecięcia się przedłużeń promieni przechodzących przez soczewkę.

Obraz rzeczywisty (ang. real image)

obraz, który można uzyskać na ekranie, powstający w miejscu przecięcia się promieni przechodzących przez soczewkę.

Ognisko (ang. focus)

punkt układu optycznego, leżący na osi optycznej, charakteryzujący się tym, że promienie początkowo równoległe do osi optycznej po przejściu przez soczewkę przecinają się w nim.

Ogniskowa (ang. focus length)

odległość pomiędzy ogniskiem a środkiem soczewki mierzona wzdłuż osi optycznej.

Oś optyczna (ang. optical axis)

prosta przechodząca przez środki elementów optycznych znajdujących się w układzie.

Promienie przyosiowe (ang. paraxial rays)

promienie biegnące blisko osi optycznej.

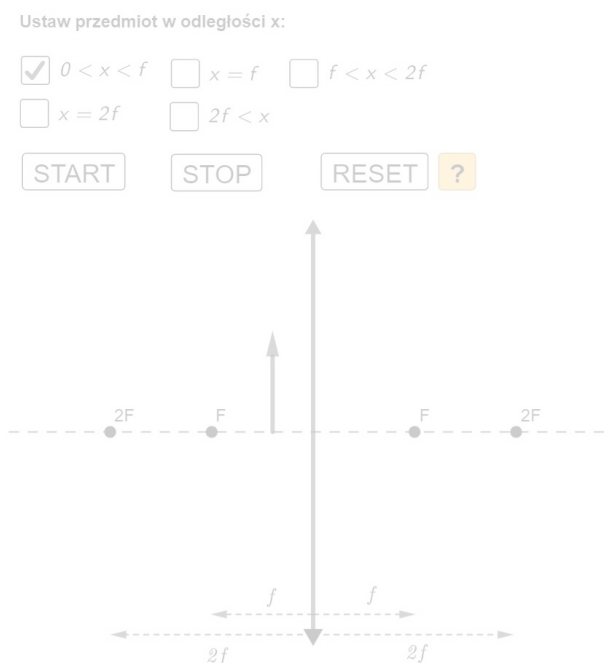
Symulacja interaktywna

Konstrukcja obrazu po przejściu promieni przez soczewkę skupiającą

Niniejsza animacja pozwoli Ci lepiej zrozumieć, w jaki sposób powstają obrazy po przejściu promieni przez soczewkę skupiającą oraz nauczy określać cechy tych obrazów.

Polecenie 1

Twoim zadaniem jest ustawienie przedmiotu w określonej odległości poprzez wybranie odpowiedniego przycisku. Następnie naciśnij przycisk „START” i obserwuj bieg promieni przy przejściu przez soczewkę skupiającą. Możesz też po każdym etapie zatrzymywać animację i próbować przewidzieć, jaki będzie wyglądał następny etap konstrukcji obrazu.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D13uwUb8z>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Polecenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 3



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 4



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Dla nauczyciela

Konspekt (scenariusz) lekcji

Imię i nazwisko autora:	Ewelina Kędzierska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Konstrukcja obrazu po przejściu promieni przez soczewkę skupiającą
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.</p> <p>Zakres rozszerzony</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi;</p> <p>11) opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość.</p> <p>X. Fale i optyka. Uczeń:</p> <p>18) rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki; stosuje do obliczeń równanie soczewki.</p>
Kształtowane kompetencje kluczowe:	<p>Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:</p> <ul style="list-style-type: none">• kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,• kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,• kompetencje cyfrowe,• kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. wyjaśni, czym są i jaką rolę spełniają w optyce soczewki skupiające, 2. opíše konwencję stosowania symboli soczewek, 3. określi, jak wygląda bieg promienia po przejściu przez soczewkę skupiającą, 4. skonstruuje obrazy powstające z wykorzystaniem soczewki skupiającej, 5. zidentyfikuje cechy obrazów powstających po przejściu promieni przez soczewkę skupiającą.
Strategie nauczania:	ISBE
Metody nauczania:	merytoryczna dyskusja wprowadzająca, obserwacja, podsumowująca rozmowa kierowana
Formy zajęć:	- dyskusja grupowa, - praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	tablica multimedialna / rzutnik
Materiały pomocnicze:	soczewka skupiająca, świeczka, kartka, zestaw do prezentacji doświadczeń z optyki
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Pierwszym celem, jak i kluczowym aspektem działań nauczyciela, jest wprowadzenie do tematu i zaciekawienie uczniów poprzez odniesienie do życia codziennego, np. opowiedzenie im o tym, gdzie w otaczającej ich rzeczywistości mogą spotkać soczewki skupiające – pokazanie kilku przykładów w klasie. Należy także pokazać uczniom, w jaki sposób działają soczewki – z wykorzystaniem zestawu bądź (jeśli takowego nie ma w szkolnej pracowni) świeczki i lupy. Następnie, nauczyciel rozpoznaje wiedzę wyjściową uczniów w kontekście realizowanego tematu oraz nawiązuje do tej wiedzy w merytorycznej dyskusji wprowadzającej. W tej części prowokuje uczniów do tego, by przypomnieli sobie podstawowe informacje na temat rozchodzenia się światła oraz soczewek.</p>	
Faza realizacyjna:	

- Konstruowanie wiedzy z zakresu nowego tematu:
 - nauczyciel za pomocą zestawu do doświadczeń z optyki lub świeczki, soczewki skupiającej i kartki pokazuje uczniom sposób powstawania obrazu oraz to, jak cechy tego obrazu zmieniają się wraz ze zmianą odległości świeczki od powierzchni odbijającej,
 - uczniowie wyciągają wnioski z zaprezentowanego doświadczenia,
 - nauczyciel podaje uczniom „przepis” na konstrukcję obrazu w soczewce skupiającej oraz wykonuje z uczniami rysunek dla $x > 2f$,
 - nauczyciel omawia z uczniami cechy obrazów powstających w soczewkach skupiających oraz dokładnie tłumaczy ich sens.

- Kolejny etap lekcji obejmuje rekonstruowanie wiedzy uczniów:
 - uczniowie na podstawie informacji uzyskanych od nauczyciela konstruują samodzielnie mierzą się z problemem, którym jest skonstruowanie obrazów dla: $x = 2f$; $2f > x > f$; $x = f$; $f > x > 0$,
 - uczniowie dobierają się w pary i sprawdzają sobie nawzajem narysowane konstrukcje próbując omówić ewentualne problemy,
 - nauczyciel podchodzi do każdej z par i sprawdza wyniki pracy.

Faza podsumowująca:

Nauczyciel przeprowadza z uczniami rozmowę, podczas której omawiają uzyskane w czasie lekcji obrazy podając ich cechy. Następnie przeprowadza z uczniami rozmowę, w trakcie której uczniowie zadają pytania dotyczące niejasnych kwestii, a następnie odpowiadają na krótkie pytania nauczyciela dotyczące materiału przedstawionego na bieżącej lekcji.

Praca domowa:

Zadania 1-8 z zestawu ćwiczeń, zapoznanie się z filmem samouczkiem.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Należy zachęcić ucznia do zapoznania się w domu z załączonym multimedium. Może ono również posłużyć do utrwalenia wiadomości przed sprawdzianem.