

28 Otrzymywanie obrazów za pomocą soczewek

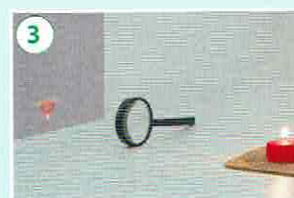
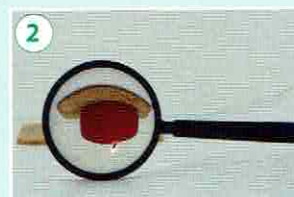
Cel lekcji: Dowiesz się, jak konstruuje się obrazy powstające w soczewkach i jakie cechy mają te obrazy. Poznasz zastosowania soczewek. Dowiesz się, na czym polegają krótkowzroczność i dalekowzroczność oraz w jaki sposób koryguje się te wady wzroku.

Otrzymywanie obrazów w soczewkach skupiających

Spróbuj zaobserwować obrazy tworzone przez soczewkę skupiającą. Wykonaj doświadczenie.

DOŚWIADCZENIE 58

1. Przygotuj: soczewkę skupiającą (np. lupę), świeczkę, białą kartkę i plastelinę.
2. Postaw na stole zapaloną świeczkę i popatrz na nią przez soczewkę.
3. Zmieniaj odległość soczewki od świeczki i obserwuj, co się dzieje z obrazem. Co zauważasz?
4. Ustaw zapaloną świeczkę, soczewkę skupiającą i białą kartkę tak jak na zdjęciu 3.
5. Zbliżając lub oddalając ekran od soczewki (kartki papieru), postaraj się otrzymać ostry obraz zapalanej świeczki. Jakie cechy ma ten obraz?
6. Spróbuj uzyskać obraz takiej samej wielkości jak przedmiot.
7. Powtórz punkty 5 i 6 doświadczenia dla różnych odległości świeczki od soczewki. Czy udało ci się uzyskać obraz na ekranie, gdy świeczka była blisko soczewki?
8. Zgaś świeczkę po zakończeniu obserwacji.



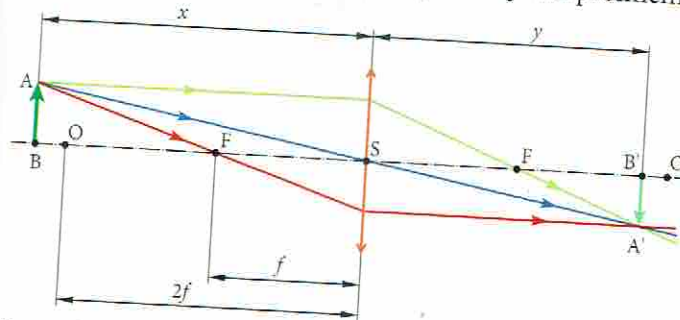
Obraz rzeczywisty można zobaczyć zarówno na ekranie, jak i bezpośrednio. Możesz usunąć ekran i spojrzeć na obraz zza miejsca, gdzie ekran się znajdował.

Podobnie jak zwierciadła, również soczewki tworzą obrazy, które można wyznaczać konstrukcyjnie. Rysunek na str. 261 przedstawia konstrukcję geometryczną jednego z uzyskanych obrazów. Oświetlony (lub świecący) przedmiot AB umieszczony jest w większej odległości od soczewki niż podwójna ogniskowa: $x > 2f$.

Z punktu A prowadzimy trzy charakterystyczne promienie:

- **promień równoległy do osi optycznej**, który po załamaniu w soczewce przejdzie przez ognisko;
- **promień przechodzący przez środek soczewki**, który nie ulega załamaniu;
- **promień przechodzący przez ognisko**, który po przejściu przez soczewkę będzie równoległy do osi optycznej.

Opisane promienie oraz wszystkie inne wychodzące z punktu A i przechodzące przez soczewkę przetną się w punkcie A'. Pamiętaj, że do skonstruowania obrazu – podobnie jak w zwierciadłach – wystarczą dwa promienie.



Dla $x > 2f$ obraz A'B' przedmiotu AB jest:

- rzeczywisty,
- odwrócony,
- pomniejszony.

Konstrukcja obrazu otrzymanego za pomocą soczewki skupiającej, gdy $x > 2f$.

Jeśli ustawisz się tak, że promienie po przecięciu w punkcie A' wpadną do twojego oka, zobaczysz obraz „zawieszony” w powietrzu w miejscu, gdzie wcześniej był ekran.

Powiększenie p , podobnie jak dla zwierciadeł, można obliczyć ze wzorów:

$$\text{powiększenie} = \frac{\text{wysokość obrazu}}{\text{wysokość przedmiotu}}$$

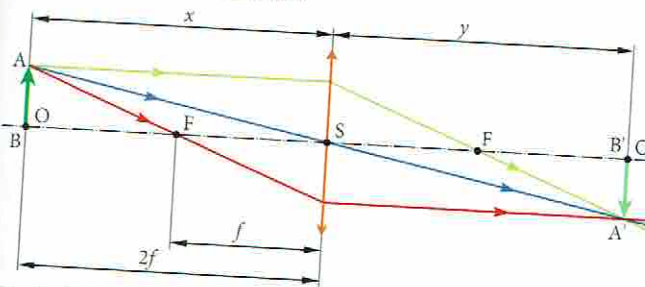
$$p = \frac{h_2}{h_1}$$

lub

$$\text{powiększenie} = \frac{\text{odległość obrazu od zwierciadła}}{\text{odległość przedmiotu od zwierciadła}}$$

$$p = \frac{y}{x}$$

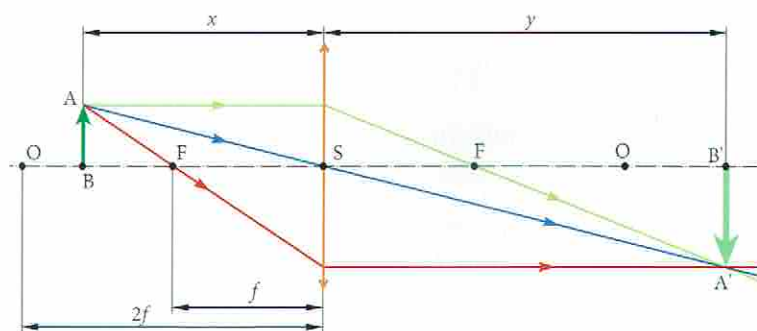
Na kolejnych rysunkach przedstawiono konstrukcje obrazów dla innych odległości przedmiotu od soczewki.



Gdy $x = 2f$, obraz jest:

- rzeczywisty,
- odwrócony,
- tej samej wielkości co przedmiot ($p = 1$).

Konstrukcja obrazu otrzymanego za pomocą soczewki skupiającej, gdy $x = 2f$.

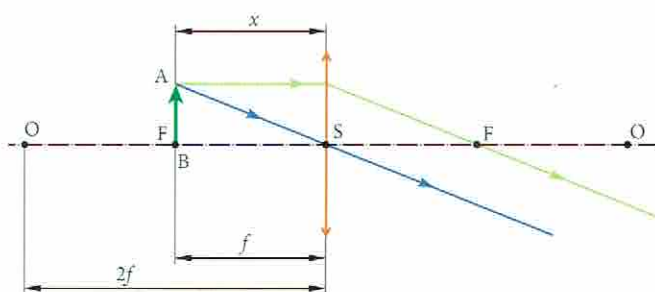


Jeśli $f < x < 2f$,
powstaje
obraz:

- rzeczywisty,
- odwrócony,
- powiększony ($p > 1$).

Konstrukcja obrazu otrzymanego za pomocą soczewki skupiającej, gdy $f < x < 2f$.

Wiesz już, że promienie świetlne wychodzące z ogniska, po załamaniu w soczewce tworzą wiązkę promieni równoległych. Przeprowadźmy konstrukcję obrazu, gdy przedmiot AB znajduje się w odległości równej ogniskowej ($x = f$).

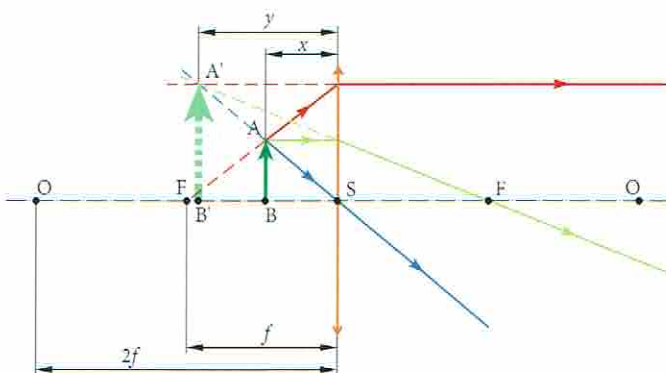


Gdy $x = f$, promienie
załamane po prze-
ściu przez soczewkę są
równoległe i **obraz nie
powstaje**.

Konstrukcja obrazu, gdy przedmiot znajduje się w odległości równej ogniskowej.

Jeżeli przedmiot znajduje się między soczewką a ogniskiem ($x < f$), to konstrukcja jego obrazu przebiega inaczej niż w poprzednich przypadkach.

Promienie załamane są rozbieżne i nie przecinają się po przejściu przez soczewkę, więc obraz rzeczywisty nie powstaje. Przecinają się natomiast przedłużenia promieni załamanych, tworząc w punkcie A' pozorny obraz punktu A.



Gdy $x < f$, obraz A'B'
jest:

- pozorny,
- prosty,
- powiększony ($p > 1$).

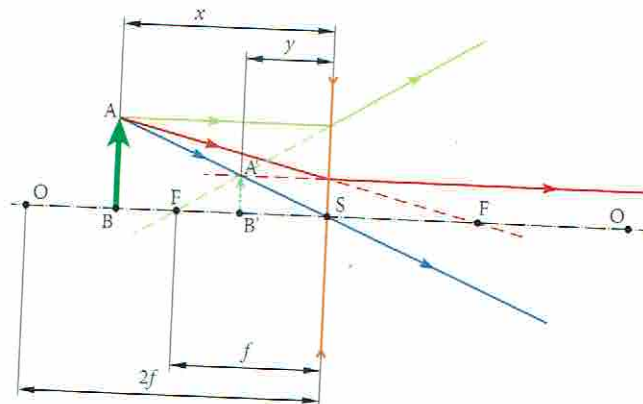
Konstrukcja obrazu pozornego otrzymanego za pomocą soczewki skupiającej, gdy $x < f$.

Obraz pozorny jest położony po tej samej stronie soczewki co przedmiot.

Obrazu pozornego nie można otrzymać na ekranie, dlatego w doświadczeniu 58 poniżej pewnej odległości przedmiotu od soczewki nie udało się uzyskać obrazu na ekranie.

Obraz tworzony przez soczewkę rozpraszającą

Obraz tworzony przez soczewkę rozpraszającą konstruuje się w ten sam sposób niezależnie od odległości przedmiotu od soczewki.



Za pomocą **soczewek rozpraszających** uzyskuje się zawsze (bez względu na odległość przedmiotu od soczewki) obraz:

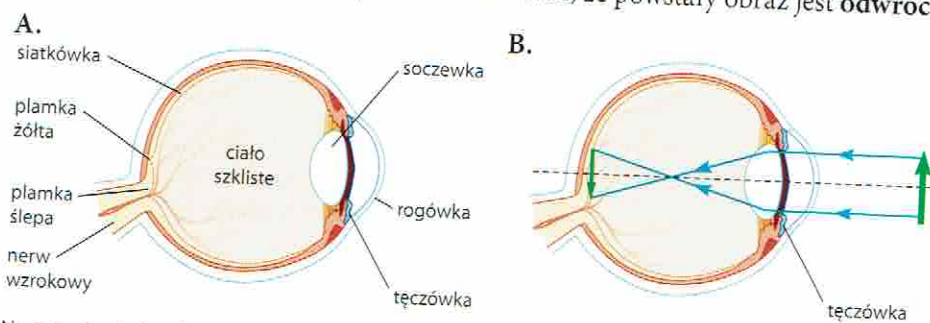
- **pozorny,**
- **prosty,**
- **pomniejszony.**

Konstrukcja obrazu otrzymanego za pomocą soczewki rozpraszającej.

Promienie załamane nie przecinają się, nie powstaje więc obraz rzeczywisty. Obraz pozorny powstaje w miejscu przecięcia się przedłużeń promieni załamanych.

Akomodacja oka

Wiesz już, w jaki sposób powstaje obraz po przejściu światła przez soczewkę skupiającą. Takie samo zjawisko zachodzi w oku. Budowę oka oraz powstawanie obrazu na siatkówce przedstawiono na rysunkach. Zauważ, że powstały obraz jest **odwrócony**.



Na rysunkach: A. schemat budowy oka, B. tworzenie obrazu na siatkówce.

Ponieważ odległość y obrazu od soczewki dla danego oka jest ustalona, przy zmiennej odległości x przedmiotu od soczewki musi być możliwość zmiany ogniskowej. Gdy patrzysz na obiekty bliskie lub dalekie, soczewka zmienia grubość, dzięki czemu zmienia ogniskową, aby ją dostosować do różnych odległości.

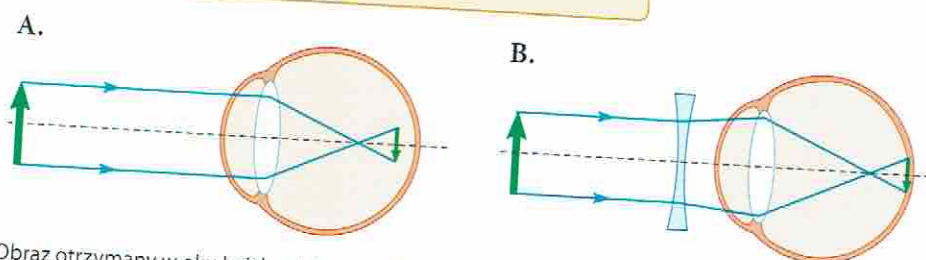
Zdrowe oko ludzkie ma zdolność **akomodacji**, czyli zmiany ogniskowej soczewki. Umożliwia to ostre widzenie przedmiotów mniej lub bardziej odległych od oka. Jednak niemożliwe jest ostre widzenie równocześnie przedmiotów bliskich i dalekich. Soczewka dopasowuje bowiem ogniskową do odległości od tego przedmiotu, na który w danej chwili człowiek patrzy. Jeśli przedmiot jest blisko oka, soczewka staje się bardziej wypukła (jej ogniskowa się zmniejsza), a gdy obserwowany przedmiot jest odległy, soczewka staje się bardziej płaska (jej ogniskowa się zwiększa).

Krótkowzroczność i dalekowzroczność

U wielu ludzi występują **wady wzroku**. Należą do nich m.in. **krótkowzroczność i dalekowzroczność**.

Krótkowidz dobrze widzi przedmioty położone blisko. W oku krótkowidza miejsce, w którym powstawałby ostry obraz odległego przedmiotu, znajduje się przed siatkówką, obraz powstający na siatkówce jest więc nieostry. Aby poprawić widzenie i uzyskać na siatkówce ostry obraz, należy przed soczewką oczną krótkowidza umieścić soczewkę rozpraszającą. Mówi się potocznie, że krótkowidz nosi okulary „minusy”, np. -2 . Oznacza to, że jego okulary zbudowane są z soczewek rozpraszających o zdolności skupiającej -2 D (minus dwie dioptrie).

Wzrok **krótkowidza** koryguje się, stosując soczewki rozpraszające.

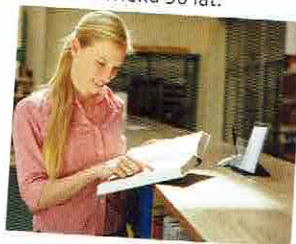


Obraz otrzymany w oku krótkowidza: A. bez soczewki okularów, B. z soczewką rozpraszającą okularów.

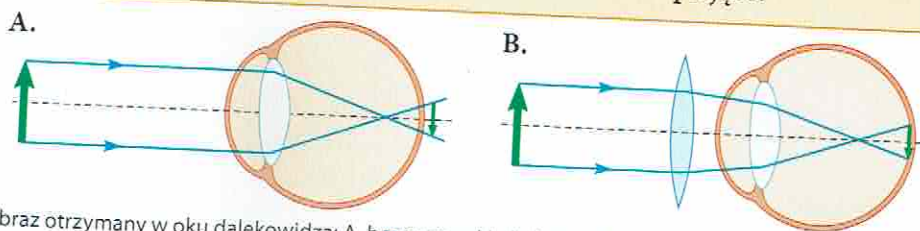
Dalekowidz dobrze widzi przedmioty odległe. W oku dalekowidza miejsce, gdzie powstawałby ostry obraz przedmiotu oglądanego z bliska, znajduje się za siatkówką. Aby skorygować tę wadę wzroku, należy przed okiem umieścić soczewkę skupiającą. Okulary dalekowidza to zatem soczewki skupiające o zdolności skupiającej dodatniej, np. $+2$ D (plus dwie dioptrie).

CIEKAWOSTKA

Czytając drukowany tekst lub oglądając szczegóły, człowiek o zdrowych oczach odruchowo umieszcza oglądany przedmiot w odległości około 25 cm od oka. Jest to tzw. odległość dobrego widzenia dla zdrowego oka. Najmniejsza odległość, z której człowiek potrafi widzieć ostro szczegóły, nosi nazwę odległości minimalnej. Odległość minimalna zmienia się w ciągu życia człowieka od około 12 cm w wieku 20 lat do 40 cm w wieku 50 lat.



Wzrok **dalekowidza** koryguje się, stosując soczewki **skupiające**.



Obraz otrzymany w oku dalekowidza: A. bez soczewki okularów, B. z soczewką skupiającą okularów.

Bardzo często występującą wadą wzroku jest **astygmatyzm** spowodowany zmienionym kształtem rogówki albo soczewki ocznej, której powierzchnia nie stanowi idealnego fragmentu sfery, tak jak powinna. Deformacja powierzchni łamiącej światło skutkuje zaburzeniem biegu promieni świetlnych. Przejawia się to brakiem ostrości widzenia. Astygmataizm często jest połączony z krótkowzrocznością lub dalekowzrocznością.

Niektórzy ludzie cierpią na zaburzenia barwnego widzenia otaczającego świata. Zaburzenia rozpoznawania barwy czerwonej i zielonej nazwano **daltonizmem**, od nazwiska znanego uczonego Johna Daltona, który dopiero w wieku 26 lat stwierdził u siebie tę wadę wzroku. Jest to wada wrodzona i dziedziczna, trudna do rozpoznania przez samego chorego. Często ujawnia ją dopiero badanie lekarskie. Częściej spotyka się ją u mężczyzn – dotyka 1,5% ich populacji. U kobiet występuje trzykrotnie rzadziej.

TO NAJWAŻNIEJSZE

- Rodzaj obrazu otrzymanego za pomocą **soczewki skupiającej** zależy od odległości x przedmiotu od soczewki. Jeśli:
 - dla $x > 2f$, to obraz jest rzeczywisty, odwrócony i pomniejszony,
 - dla $x = 2f$, to obraz jest rzeczywisty, odwrócony i tej samej wielkości,
 - dla $f < x < 2f$, to obraz jest rzeczywisty, odwrócony i powiększony,
 - dla $x = f$, to obraz nie powstaje,
 - dla $x < f$, to obraz jest pozorny, prosty i powiększony.
- Soczewki rozpraszające** tworzą zawsze (bez względu na odległość przedmiotu od soczewki) obraz: pozorny, prosty, pomniejszony.
- Powiększenie obrazu** wyraża się wzorem:

$$p = \frac{h_2}{h_1} \quad \text{lub} \quad p = \frac{y}{x}$$

gdzie: h_1 i h_2 – wysokość odpowiednio przedmiotu i obrazu, x – odległość przedmiotu od soczewki, y – odległość obrazu od soczewki.

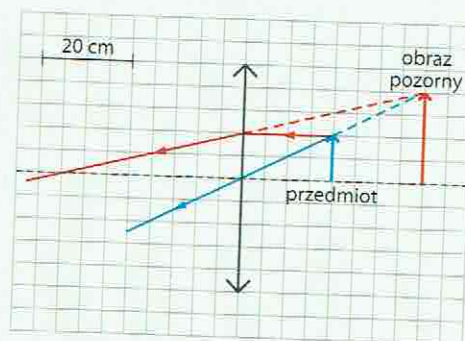
- Najczęstsze wady wzroku to **krótkowzroczność** i **dalekowzroczność**. Można je korygować, stosując odpowiednie soczewki (okulary).

Rozwiąż zadania

ROZWIĄZANIA
ZAPISZ W ZESZYCIE

- 1 Wybierz odpowiednie opisy pasujące do soczewek: skupiającej oraz rozpraszającej. **Uwaga.** Do danego rodzaju soczewki może pasować więcej niż jeden opis, ale nie wszystkie opisy trzeba wykorzystać.
- A. Wytwarza tylko obrazy pozorne.
 - B. Wytwarza tylko obrazy rzeczywiste.
 - C. Może wytwarzać obrazy rzeczywiste oraz pozorne.
 - D. Obraz może znajdować się po tej samej stronie soczewki co przedmiot lub po przeciwnej stronie.
 - E. Obraz znajduje się zawsze po tej samej stronie soczewki co przedmiot.
 - F. Obraz zawsze znajduje się po przeciwnej stronie soczewki niż przedmiot.

- 2 Na rysunku przedstawiono konstrukcję obrazu w soczewce skupiającej.



Wskaż zdania prawdziwe.

- A. Jeżeli ustawimy przedmiot w odległości 10 cm od soczewki, to jego obraz nie powstanie.
 - B. Gdy przedmiot znajdzie się w odległości 40 cm od soczewki, powstanie obraz pozorny.
 - C. Jeżeli przedmiot znajdzie się w odległości 80 cm od soczewki, to powstanie obraz rzeczywisty tej samej wielkości co przedmiot.
 - D. Gdy ustawimy przedmiot w odległości 120 cm od soczewki, jego obraz będzie pomniejszony i odwrócony.
- 3 Przerysuj poniższe schematy do zeszytu i skonstruuj obrazy przedmiotów. Podaj cechy oraz wysokość powstałych obrazów. Przyjmij, że jedna kratka na rysunku odpowiada jednej kratce w zeszytce.

