



Soczewki wypukłe

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna \(schemat\)](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Soczewki wypukłe

Czy to nie ciekawe?

W dzisiejszym świecie coraz więcej ludzi nosi okulary, jednak mało kto zastanawia się nad kształtem umieszczonych w nich soczewek. Zwykle, jeśli mamy wadę wzroku, nie zastanawiamy się, jak to się dzieje, że w okularach widzimy wyraźnie, a bez nich słabo. W przypadku najpopularniejszych wad – jak krótko- i dalekowzroczność – do korekcji stosuje się soczewki sferyczne, czyli takie, w których obie powierzchnie są kuliste. Zwykle do korekcji dalekowzroczności stosuje się soczewki wypukłe. Czy jednak w każdych warunkach taka soczewka będzie skupiała światło? Czy może się zdarzyć tak, że stanie się ona rozpraszająca? O tym w niniejszym materiale.

Twoje cele

Przeczytanie niniejszego materiału sprawi, że:

- poznasz rodzaje soczewek wypukłych,
- zrozumiesz, od czego zależy zdolność skupiająca soczewek wypukłych,
- przeanalizujesz, jak zmienia się ogniskowa (zdolność skupiająca) soczewki wypukłej w zależności od współczynnika załamania.

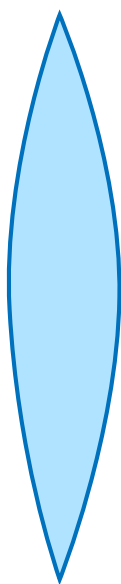
Przeczytaj

Warto przeczytać

Soczewki dzielimy na:

- **wypukłe**, do których zalicza się soczewki:

a) dwuwypukłe – ograniczone z obu stron powierzchniami kulistymi wypukłymi (Rys. 1.)



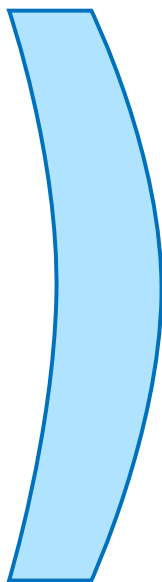
Rys. 1. Soczewka dwuwypukła

b) płasko-wypukłe – ograniczone z jednej strony powierzchnią płaską, z drugiej – kulistą wypukłą (Rys. 2.)



Rys. 2. Soczewka płasko-wypukła

c) wklęsło-wypukłe – ograniczone z jednej strony powierzchnią kulistą wklęsłą, z drugiej – kulistą wypukłą (Rys. 3.)



Rys. 3. Soczewka wklęsło-wypukła

- **wklęsłe**, które zostały dokładnie omówione w e-materiale „Soczewki wklęsłe”.

Na podstawie powyższych Rys. 1. - 3. można zauważyć, że soczewki wypukłe są „grubsze” w środku, zaś cieńsze na końcach. Pozwala to na rozróżnienie ich od soczewek wklęsłych, które są w środku „cieńsze”.

Wiemy, że **zdolność skupiająca** danej soczewki (zwana przez optyków także jej mocą optyczną), zależy od promienia krzywizn obu powierzchni oraz od współczynników załamania materiału, z którego dana soczewka została wykonana oraz otoczenia, w którym ta soczewka się znajduje. Można więc zapisać, że:

$$Z = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Z – **zdolność skupiająca soczewki**, której jednostką podstawową jest $\frac{1}{m}$, czyli dioptria,

f – ogniskowa,

n_2 – współczynnik załamania światła materiału, z którego dana soczewka została wykonana,

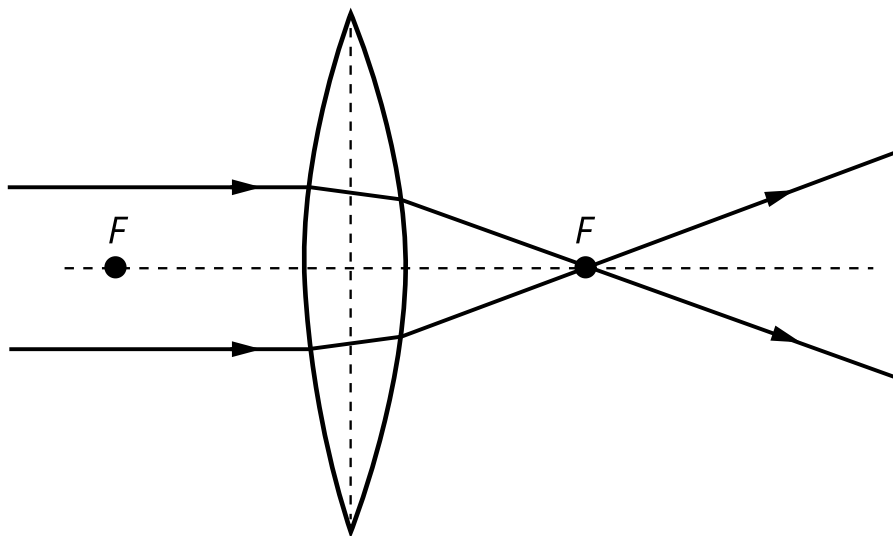
n_1 – współczynnik załamania światła otoczenia, w którym dana soczewka się znajduje,

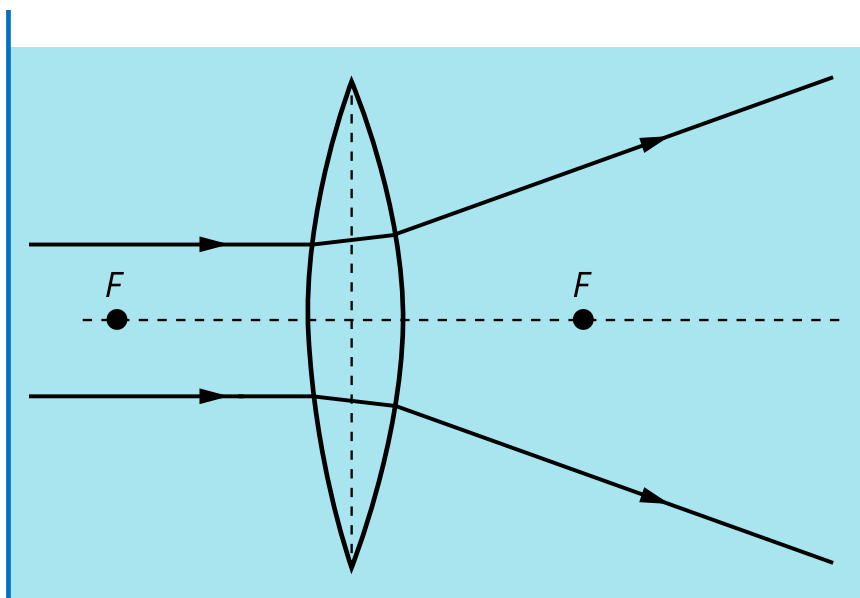
R_1, R_2 – promienie krzywizn soczewki.

Istnieje i będzie tu stosowana następująca konwencja dla promieni krzywizn soczewki: $R > 0$ dla powierzchni wypukłej, $R < 0$ dla powierzchni wklęsłej i $R \rightarrow \infty$ dla powierzchni płaskiej. Zostało to szczegółowo opisane w e-materiale „Opisujemy zależność ogniskowej soczewki od jej krzywizny oraz współczynnika załamania”.

Na podstawie powyższego wzoru ta sama soczewka może zmienić swoją **zdolność skupiającą** w zależności od współczynnika załamania ośrodka, w którym się znajduje.

Soczewka, która w powietrzu jest skupiająca, po zanurzeniu w odpowiedniej cieczy, może stać się rozpraszająca (Rys. 4.).





Rys. 4. Soczewka, która w powietrzu była skupiająca, po zanurzeniu w cieczy o współczynniku załamania większym od jej współczynnika załamania stała się rozpraszająca

Przyjrzyjmy się przykładowi:

Soczewkę dwuwypukłą wykonaną ze szkła o współczynniku załamania $n_s = 1,5$ i ogniskowej wynoszącej w powietrzu $f_1 = 10$ cm zanurzono w wodzie ($n_w = 1,33$). Ile wynosi teraz jej ogniskowa?

Zapiszmy równanie soczewki dla wody i dla powietrza:

dla powietrza:

$$\frac{1}{f_1} = (n_s - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

dla wody:

$$\frac{1}{f_2} = \left(\frac{n_s}{n_w} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Zauważmy, że w obu przypadkach czynnik $\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ jest wielkością stałą. Wyznaczamy go z pierwszego równania i podstawiamy do drugiego:

$$\frac{1}{(n_s - 1) \cdot f_1} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{f_2} = \left(\frac{n_s}{n_w} - 1 \right) \cdot \frac{1}{(n_s - 1) \cdot f_1}$$

Możemy teraz obliczyć wartość ogniskowej soczewki w wodzie:

$$f_2 = \frac{(n_s - 1) \cdot f_1 \cdot n_w}{n_s - n_w}$$

$$f_2 = \frac{(1,5 - 1) \cdot 0,10m \cdot 1,33}{1,5 - 1,33} = \frac{0,0665m}{0,17} \cong 0,39m = 39cm$$

Ogniskowa soczewki w wodzie wynosi zatem 39 cm.

Możemy zatem zauważyć, że wraz ze zmianą ośrodka, w którym znajduje się soczewka, zmienia się jej ogniskowa. W przedstawionym przypadku zmiana ta jest prawie czterokrotna. Ogniskowa się zwiększa. Tym samym zdolność skupiająca ulega zmniejszeniu.

Słowniczek

Ogniskowa

(ang.: *focal length*) - odległość pomiędzy ogniskiem a środkiem soczewki mierzona wzdłuż osi optycznej.

Zdolność skupiająca soczewki

(ang.: *optical power*) - wielkość fizyczna równa co do wartości odwrotności ogniskowej soczewki.

Grafika interaktywna (schemat)

Jak jest zbudowany i jak działa obiektyw aparatu fotograficznego?

Niniejsza grafika pozwoli nam zastanowić się nad tym, jak jest zbudowany i jak działa obiektyw aparatu fotograficznego. Zanim jednak do tego przejdziemy, sprecyzujmy dokładnie, co chcielibyśmy osiągnąć poprzez jego zastosowanie.

Zadaniem obiektywu fotograficznego (będącego pojedynczą soczewką bądź zestawem kilku soczewek ustawionych w odpowiedniej konfiguracji) jest rzutowanie obiektów znajdujących się przed aparatem na ekran (matówkę, błonę fotograficzną, matrycę CCD lub CMOS – w zależności od rodzaju aparatu).

Obecnie stosowane są w obiektywach grupy soczewek spełniające różne zadania. Przyjrzyjmy się załączonej grafice.



Pierwsza grupa soczewek (oznaczona literą A) ma za zadanie skompensować zmianę ostrości obiektu.

2

B

Druga grupa (B) – odpowiada za regulację kąta widzenia, a także pozwala na zmianę odległości pomiędzy grupami soczewek, skutkującą zmianą ogniskowej obiektywu. To właśnie tutaj ustawia się powiększenie całego układu zależne od różnicy długości najwyższej i najniższej ogniskowej.

3

C

Element C to dodatkowa soczewka stabilizująca obraz.

4

D

D – to autofokus odpowiedzialny za automatyczną zmianę położenia soczewek w dwóch pierwszych grupach (A i B), pozwalającą na ustawienie ostrości (mechanizm ten oparty jest na automatycznych pomiarach odległości fotografowanych obiektów).

5

E

Pod literą E kryje się przysłona określająca ilość światła padającego na matrycę (F). Im jest ona mniejsza, tym tego światła jest mniej, a zatem wykonanie zdjęcia wymaga krótszego czasu naświetlania.

6

F

F - matryca, na której rejestrowany jest obraz.

Źródło: Pracownia Elektroniczna przy Zespole Szkół Łączności im. Obrońców Poczty Polskiej w Krakowie - prezentacja "Obiektywy" do zajęć z fotografii

Polecenie 1

Uzupełnij tabelę.

Grupa soczewek obiektywu	Zadanie
A	
B	
C	

- regulacja ilości światła padającego na matrycę
- kompensacja zmiany ostrości obiektu
- regulacja kąta widzenia, zmiana odległości pomiędzy grupami soczewek
- dodatkowa soczewka stabilizująca obraz

Polecenie 2

Wyjaśnij, co to jest autofokus i jaką pełni rolę.

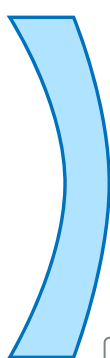
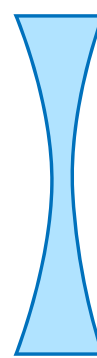
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

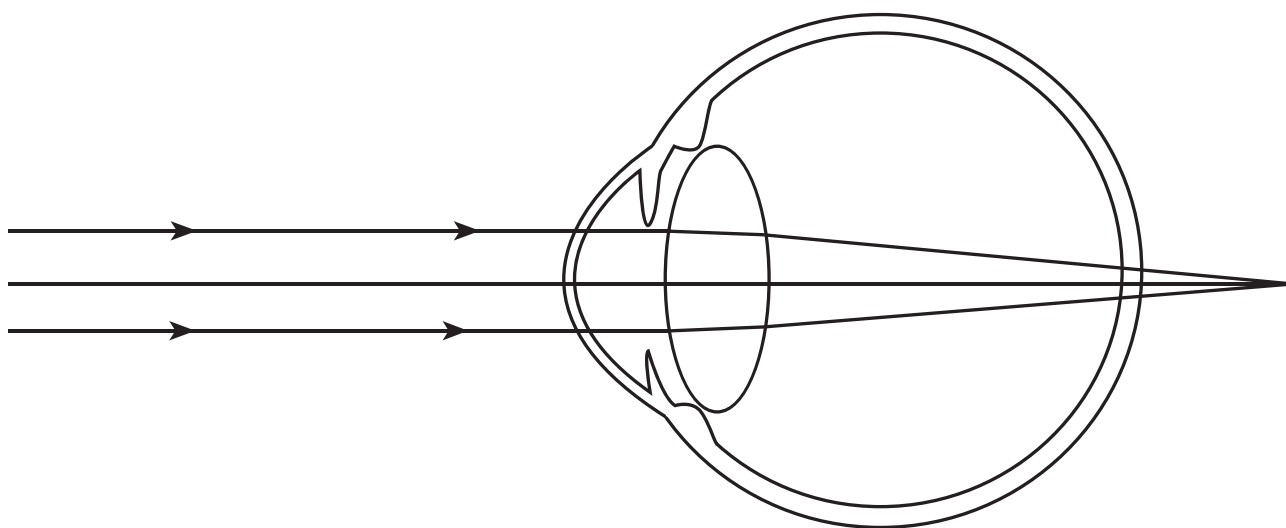
Ćwiczenie 1



Spośród zaprezentowanych soczewek wybierz soczewki wypukłe.

☐☐☐☐☐

Ćwiczenie 2



Na podstawie rysunku uzupełnij zdanie.

Odp.: Przedstawiona na schemacie wada wzroku to dalekowzroczność / krótkowzroczność.
Koryguje się ją soczewkami skupiającymi / rozpraszającymi.

Ćwiczenie 3



Przed soczewką dwuwypukłą umieszczono przedmiot w odległości mniejszej niż ogniskowa tej soczewki. Spośród poniższych cech wybierz te, które charakteryzują powstały obraz.

☐ powiększony

☐ zmniejszony

☐ obraz nie powstaje

☐ obraz powstaje po tej samej stronie, co przedmiot

☐ odwrócony

☐ prosty

☐ rzeczywisty

☐ pozorny

Ćwiczenie 4



Gdy wlejemy olej do wody i gwałtownie je wymieszymy, w warstwie wody powstaną bąbelki. Taki wypukły bąbelek wody w oleju zachowuje się wówczas jak soczewka:

☐ bąbelek nie może być soczewką

☐ skupiająca

☐ rozpraszająca

Ćwiczenie 5



Najprostszy obiektyw aparatu fotograficznego (znajdujący się na przykład w telefonie komórkowym) składa się z jednej soczewki o dużej zdolności skupiającej. Niech wynosi ona (na potrzeby naszego zadania) $Z = 400$ dioptrii. Oblicz, w jakiej odległości powstanie obraz przedmiotów odległych, a w jakiej – oddalonych o 10 cm? Wynik zapisz w milimetrach w zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących.

Odp.:

dla przedmiotów odległych: mm

w przypadku przedmiotów znajdujących się w odległości 10 cm: mm

Ćwiczenie 6



Wiedząc, że obiektyw aparatu fotograficznego składa się z jednej soczewki o ogniskowej $f = 0,0025$ m, a przedmiot znajduje się w odległości $x = 50$ m, oblicz powiększenie tego obiektywu. Wynik zapisz w zaokrągleniu do jednej cyfry znaczącej.

Odp.:

Ćwiczenie 7



Zdolność skupiająca soczewki płasko-wypukłej wykonanej z materiału o współczynniku załamania równym $n = 2$, umieszczonej w powietrzu wynosi $Z = 2$ dioptrie. Oblicz promień krzywizny wypukłej części tej soczewki. Wynik podaj w metrach stosując zapis dziesiętny.

Odp.: m

Ćwiczenie 8



Ile wynosi promień krzywizny dwuwypukłej soczewki symetrycznej wykonanej z materiału o współczynniku załamania $n = 1,5$, jeśli jej ogniskowa jest równa ogniskowej oka tworzącego na siatkówce ostry obraz przedmiotu znajdującego się w odległości $x = 1$ m. Przyjmij, że odległość soczewki od siatkówki wynosi $y = 2,5$ cm. Wynik podaj w centymetrach w zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących.

Odp.: cm

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Ewelina Kędzierska
Przedmiot:	fizyka
Temat zajęć:	Soczewki wypukłe i ich zastosowanie
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; 19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu. X. Fale i optyka. Uczeń: 17) opisuje jakościowo zależność ogniskowej soczewki od jej krzywizny oraz współczynnika załamania; stosuje do obliczeń pojęcie zdolności skupiającej wraz z jej jednostką; 18) rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki; stosuje do obliczeń równanie soczewki.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r. • 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:	Uczeń: 1. wyjaśnia, czym są i jaką rolę spełniają w optyce soczewki wypukłe, 2. wskazuje rodzaje soczewek wypukłych, 3. analizuje, jak zmienia się ogniskowa (zdolność skupiająca) soczewki wypukłej w zależności od promienia jej krzywizny oraz współczynnika załamania.
Strategie nauczania	IBSE
Metody nauczania	merytoryczna dyskusja wprowadzająca, obserwacja, podsumowująca rozmowa kierowana
Formy zajęć:	dyskusja grupowa, praca indywidualna
Środki dydaktyczne:	tablica multimedialna lub rzutnik
Materiały pomocnicze:	świeczka, zestaw do prezentacji doświadczeń z optyki
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
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. Uczeń, po takim wstępie, powinien wiedzieć, że nie uczy się o czymś, co jest oderwane od rzeczywistości. Należy także pokazać uczniom, w jaki sposób działają soczewki – z wykorzystaniem zestawu do doświadczeń z optyki i świeczki. Nauczyciel ustawia źródło światła, soczewkę i ekran tak, by był na nim widoczny obraz uzyskany po przejściu światła przez soczewkę. Nauczyciel rozpoznaje wiedzę wyjściową uczniów w kontekście realizowanego tematu oraz nawiązuje do tej wiedzy w merytorycznej dyskusji wprowadzającej. Nauczyciel prosi uczniów, by przypomnieli sobie podstawowe informacje na temat rozchodzenia się światła oraz soczewek.	
Faza realizacyjna:	

- Konstruowanie wiedzy z zakresu nowego tematu:

– nauczyciel za pomocą zestawu do doświadczeń z optyki i świeczki pokazuje uczniom sposób powstawania obrazu oraz to, jak cechy tego obrazu zmieniają się wraz ze zmianą odległości świeczki od soczewki,

– uczniowie wyciągają wnioski z zaprezentowanego doświadczenia i zapisują je w zeszytach,

– nauczyciel prosi uczniów o odczytanie zapisanych wniosków i ocenia ich poprawność,

– uczniowie korygują ewentualne błędy.

- Kolejny etap lekcji obejmuje rekonstruowanie wiedzy uczniów:

– uczniowie na podstawie informacji uzyskanych od nauczyciela rozwiązują samodzielnie zadania 1-4;

– nauczyciel sprawdza (wspólnie z uczniami) rozwiązania zadań 1-4,

– uczniowie dobierają się w pary - wspólnie rozwiązują zadania 5-6,

– nauczyciel podchodzi do każdej z par i sprawdza wyniki pracy.

Faza podsumowująca:

Nauczyciel przeprowadza z uczniami rozmowę, podczas której reasumuje przedstawione w trakcie lekcji informacje. Następnie uczniowie zadają pytania dotyczące niejasnych kwestii i odpowiadają na krótkie pytania nauczyciela dotyczące materiału przedstawionego na bieżącej lekcji, pozwalające na ocenę stopnia jego zrozumienia.

Praca domowa:

Zadaniem uczniów jest samodzielne rozwiązanie zadań 7-8 oraz opisanie w prosty sposób (na podstawie grafiki interaktywnej lub informacji znalezionych w Internecie), jak działa obiektyw aparatu fotograficznego.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

Z grafiką interaktywną uczniowie mogą zapoznać się w fazie wprowadzającej lekcji lub w fazie podsumowującej w celu zapoznania się z jednym z wielu zastosowań soczewek.