



Wrocław  
University  
of Science  
and Technology

# Fizyka

## semestr letni

### 2020/2021

**Grupa B: Piątek, 15:00 - 16:30**

**Grupa A: Piątek, 16:40 - 18:10**

**sala wirtualna**

**– zajęcia online**

**Sylwia Majchrowska**

**[sylwia.majchrowska@pwr.edu.pl](mailto:sylwia.majchrowska@pwr.edu.pl)**

**<https://majsylw.netlify.app/teaching/>**

**pokój 213, budynek L-1**

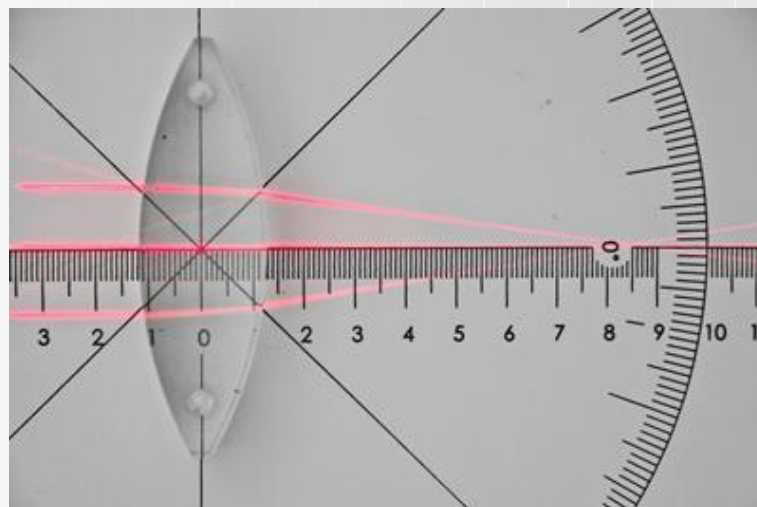
Na podstawie podręcznika Fizyka dla szkół wyższych. Tom 3

<http://www.e-fizyka.info>



# Optyka geometryczna

Omawiając dyfrakcję i interferencję fal wielokrotnie podkreślaliśmy, że zjawiska te zachodzą również dla światła. Świadczą one o falowym charakterze promieniowania elektromagnetycznego. Aby je obserwować trzeba subtelnych doświadczeń. Część optyki zajmującą się tymi zagadnieniami nazywamy optyką falową. Istnieje druga część optyki, tzw. optyka geometryczna, która nie zwraca uwagi na falowy charakter światła. Optyka geometryczna przyjmuje za Newtonem, że światło rozchodzi się po liniach prostych, o czym świadczy chociażby cień rzucany przez przedmioty. Składa się ono z drobin, które biegną po liniach prostych, do których teoria falowa nie ma zastosowania. Przyjęcie za Newtonem korpuskularnej (drobinowej) teorii światła pozwala wyjaśnić wiele zagadnień związanych z odbiciem i załamaniem światła, a więc zasadę działania lupy, mikroskopu, teleskopów zwierciadlanych i soczewkowych, obiektywu kamery.



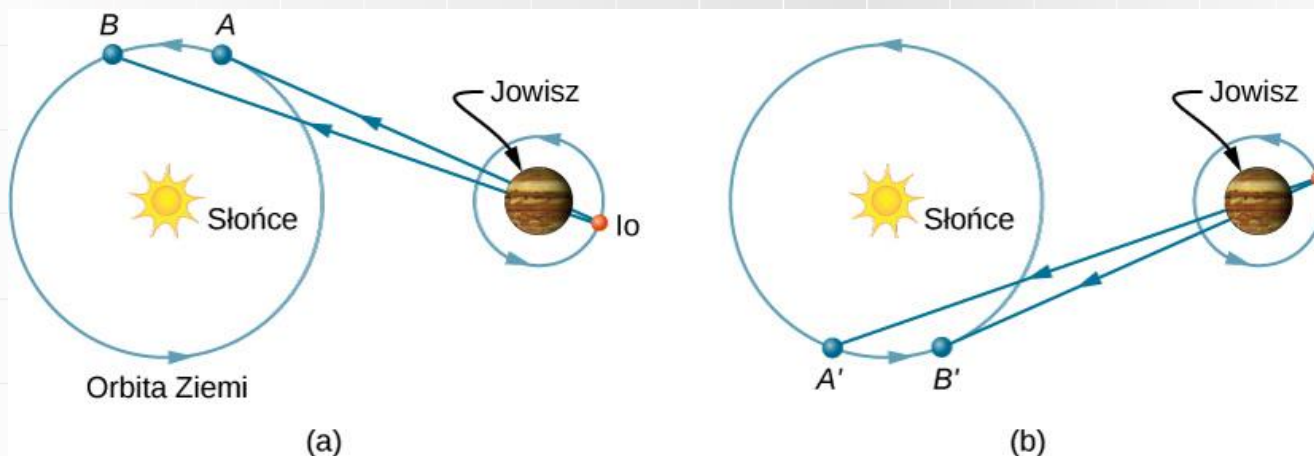


# Prędkość światła

Prędkość światła w ośrodku materialnym jest mniejsza niż w próżni, ponieważ światło oddziałuje z atomami w danym ośrodku. Prędkość światła zależy silnie od rodzaju ośrodka, ponieważ jego oddziaływanie z materią zmienia się dla różnych atomów, sieci krystalicznych i innych struktur. Można zdefiniować stałą materiałową, która opisuje prędkość światła w danym ośrodku, zwaną współczynnikiem załamania  $n$  (ang. index of refraction).

$$n = \frac{c}{v}$$

Ponieważ prędkość światła w ośrodku materialnym jest zawsze mniejsza od  $c$  i równa  $c$  tylko w próżni, współczynnik załamania jest zawsze większy od jeden lub równy jeden dla próżni ( $n \geq 1$ ).



Astronomiczna metoda Rømera służąca do wyznaczenia prędkości światła. Pomiar okresu Io wykonany w konfiguracjach przedstawionych w części (a) i (b) rysunku różni się, ponieważ długość drogi i czas potrzebny do jej pokonania zwiększają się z A do B (a), ale maleją z A' do B' (b).



# Wiązka, a promień światła

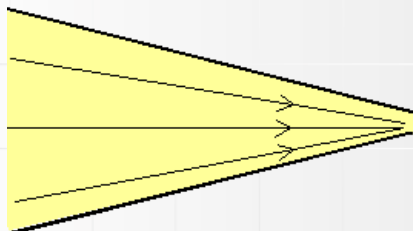
W optyce geometrycznej posługujemy się dwoma pojęciami dość podstawowymi:

- promieniem światła
- wiązką świetlną

**Promień światła** jest jakby pojedynczym, bardzo cienkim i rozchodzącym się w jednym kierunku "fragmentem" światła". Wiele promieni rozchodzących się w zbliżonym kierunku tworzy **wiązkę** świetlną.

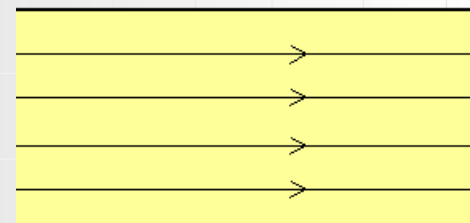
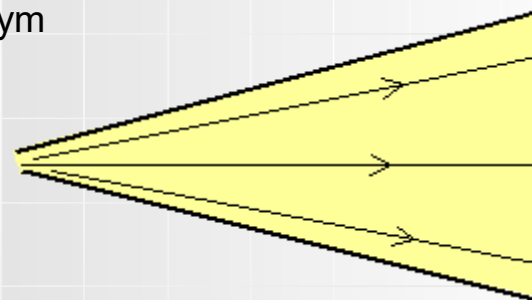
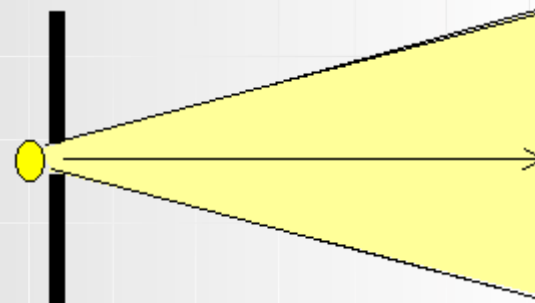
Wiązka rozbieżna powstaje ze strumienia światła pochodzącego od źródła punkowego.

Trzeba tylko wyciąć z całego światła, część ograniczoną przez przysłonę.



Wiązkę zbieżną daje się wytworzyć m.in. za pomocą soczewek, lub zwierciadeł z wiązki promieni równoległych.

Wiązkę równoległą można uzyskać z wiązki rozbieżnej jeśli będziemy ją obserwowali na małym obszarze, w dużej odległości od źródła światła (wtedy rozbieżność przestaje być zauważalna) – taką sytuację mamy w odniesieniu do promieni Słońca, które w typowej sytuacji w pobliżu Ziemi są w przybliżeniu równoległe.





# Przykład 1.1

## Prędkość światła w biżuterii

Obliczmy prędkość światła w cyrkonie – materiale, który w jubilerstwie imituje diament. Współczynnik załamania dla cyrkonu wynosi 1,923.

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 * 10^8 m/s}{1.923} = 1.56 * 10^8 \frac{m}{s}$$

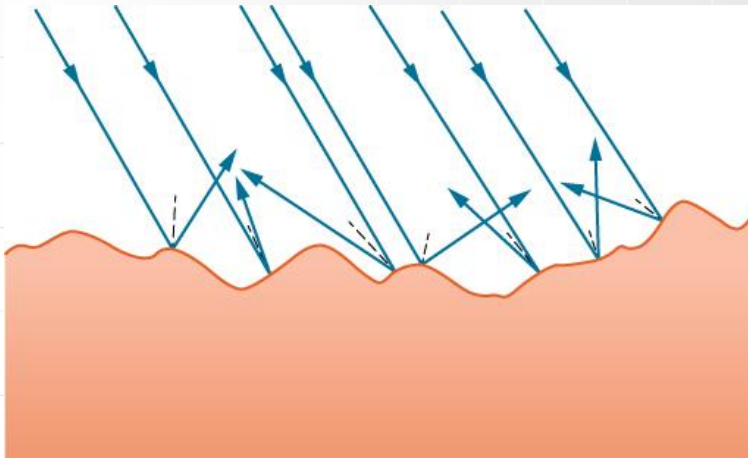
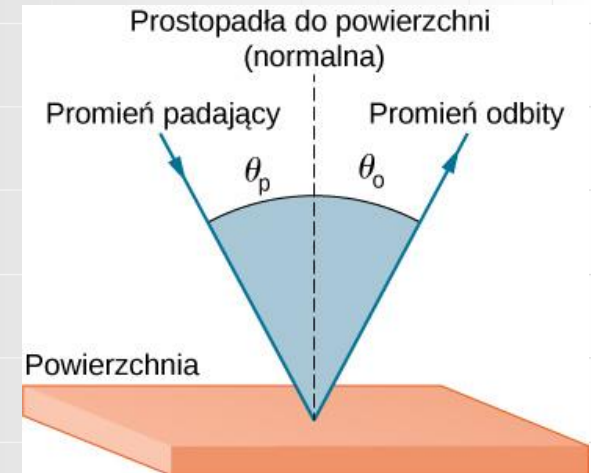
Obliczona prędkość jest tylko nieznacznie większa od połowy prędkości światła w próżni, ale i tak bardzo duża w porównaniu z prędkościami, jakich doświadczamy w życiu codziennym. Duży współczynnik załamania cyrkonu powoduje występowanie silniejszych rozbłysków światła niż w szkle, ale słabszych niż w diamencie.



# Prawo odbicia

*Kąt odbicia jest równy kątowi padania. Promień padający, promień odbity i normalna do powierzchni odbijającej, wstawiona w punkcie padania, leżą w jednej płaszczyźnie.*

$$\theta_p = \theta_o$$



Światło jest **rozpraszane**, gdy odbija się od chropowatej powierzchni. Na powierzchnię pada wiele równoległych promieni, ale są one odbijane pod wieloma różnymi kątami, ponieważ powierzchnia jest chropowata tzn. różne części powierzchni mają inne normalne, które nie są do siebie równoległe.

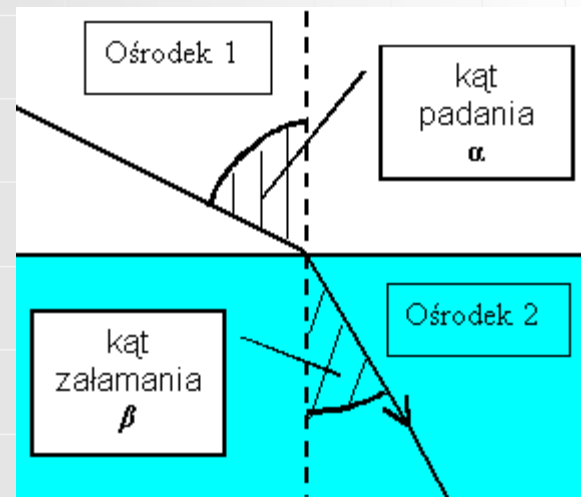
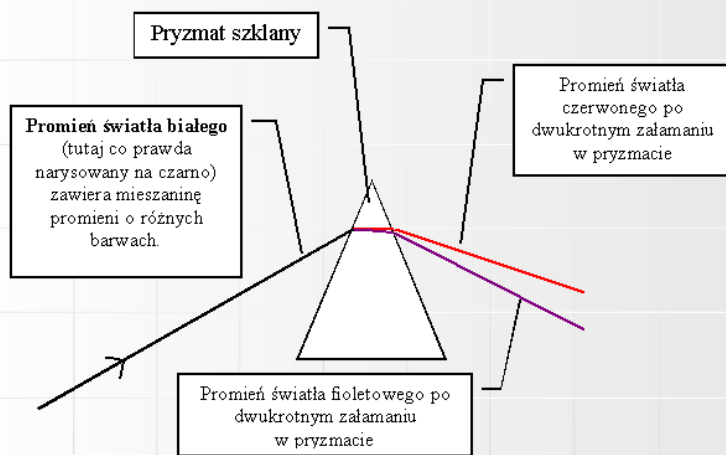




# Prawo załamania światła

Prawo Snelliusa mówi, że promienie padający i załamany oraz prostopadła padania (normalna) leżą w jednej płaszczyźnie, a kąty spełniają zależność

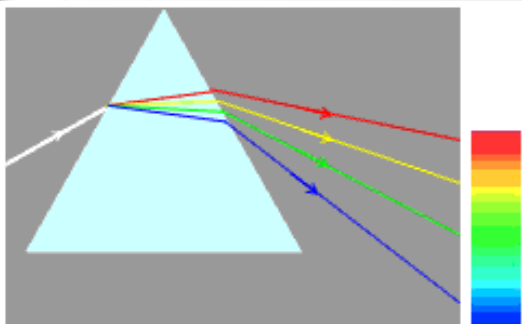
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$



Rozszczepienie światła spowodowane jest różną prędkością rozchodzenia się promieni świetlnych o różnych barwach. Różna prędkość rozchodzenia się światła owocuje oczywiście różnym współczynnikiem załamania światła i różnym kątem załamania. Rozszczepienie najłatwiej jest zaobserwować w pryzmacie (w porównaniu do tego samego efektu padającego na zwykłą granicę dwóch ośrodków), ponieważ załamuje on i rozszczepia światło dwukrotnie dzięki czemu barwne promienie są silniej rozbieżne niż w przypadku załamania jednokrotnego.



# Rozszczepienie światła białego



Rysunek z lewej strony przedstawia promień światła białego padający na pryzmat. Światło białe w pryzmacie rozszczepia się na barwy podstawowe, których dalej rozszczepić już nie można. Barwna wstęga to widmo światła białego otrzymywane na ekranie po przejściu światła białego przez pryzmat. Zauważmy, że najbardziej odchylone zostają promienie fioletowe. Światło w próżni rozchodzi się z prędkością  $c = 300\,000\text{ km/s}$ . W powietrzu prędkość światła niewiele się różni od  $c$ .

Każdej częstotliwości odpowiada inna długość fali.

Barwa światła związana jest z jej częstotliwością.

Przy przechodzeniu światła do innego ośrodka:

- jego prędkość i długość fali ulegają zmianie,
- jego częstotliwość (a więc i jego barwa) nie ulegają zmianie.

Najdłuższe są fale czerwone, a najkrótsze fioletowe.

Barwa	Długość fali
Czerwony	770-640 nm
Pomarańczowy	640-580 nm
Żółty	580-550 nm
Zielony	550-490 nm
Niebieski	490-450 nm
Fioletowy	450-360 nm



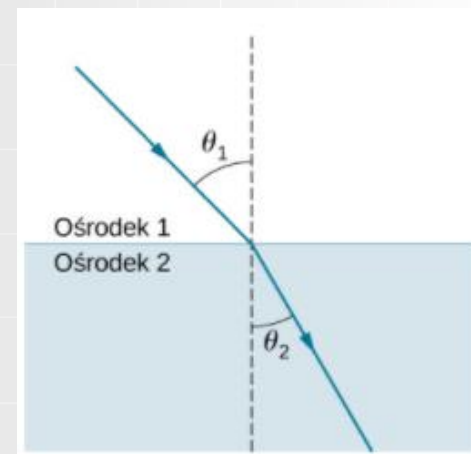


# Przykład 1.2

## Wyznaczanie współczynnika załamania światła

Wyznamy współczynnik załamania światła dla ośrodka 2 z rysunku, przyjmując, że ośrodkiem 1 jest powietrze, kąt padania wynosi  $30^\circ$ , a kąt załamania  $22^\circ$ . Przyjmij, że współczynnik załamania światła dla powietrza przyjmuje wartość 1.

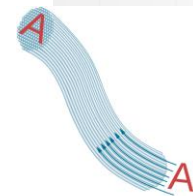
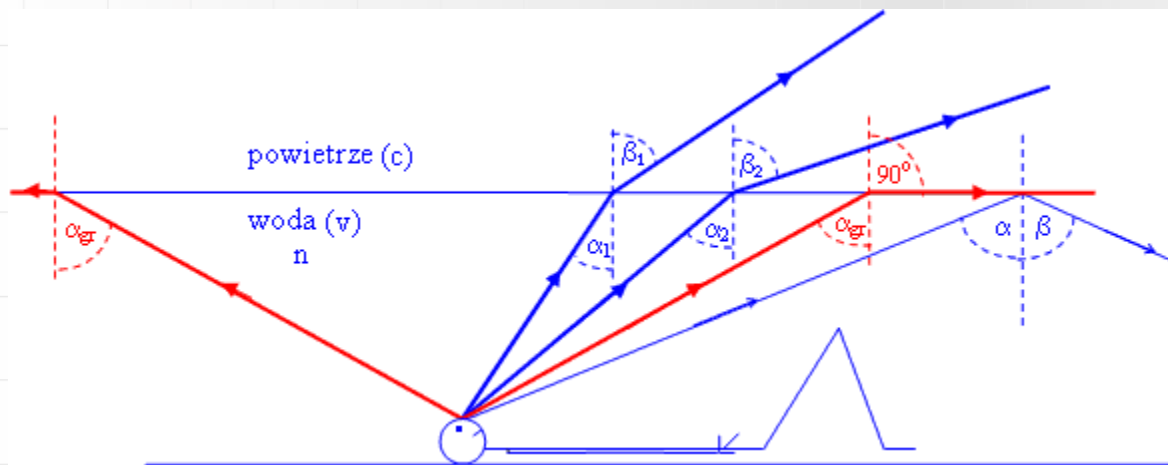
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \rightarrow n_2 = n_1 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$
$$n_2 = 1 * \frac{\sin 30^\circ}{\sin 22^\circ} = \frac{0.5}{0.375} = 1.33$$



Jest to współczynnik załamania światła w wodzie, który Snell mógł wyznaczyć, mierząc kąty i wykonując obliczenia. Wyznaczona wartość wynosi 1,33, co jest odpowiednią wartością współczynnika załamania dla wody w każdej sytuacji, np. gdy promień światła przechodzi ze szkła do wody. Dzisiaj możemy łatwo sprawdzić, że współczynnik załamania zależy od prędkości światła w ośrodku, mierząc tę prędkość bezpośrednio.



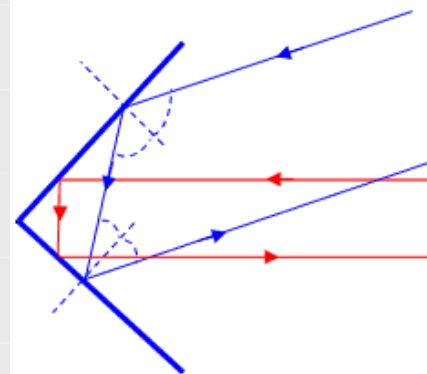
# Całkowite wewnętrzne odbicie



Górny rysunek przedstawia kilka promieni odbitych od głowy człowieka leżącego na dnie jeziora, które przechodzą z wody do powietrza. Coraz to większym kątom padania odpowiadają coraz to większe kąty załamania. Pewnemu kątowi, zwanemu kątem granicznym, odpowiada kąt załamania równy  $90^\circ$ .

$$\frac{\sin \alpha_{gr}}{\sin \beta} = \frac{v}{c} = \frac{1}{\frac{c}{v}} = \frac{1}{n}, \quad \text{skoro } \beta = 90^\circ \text{ to } \sin \beta = 1$$

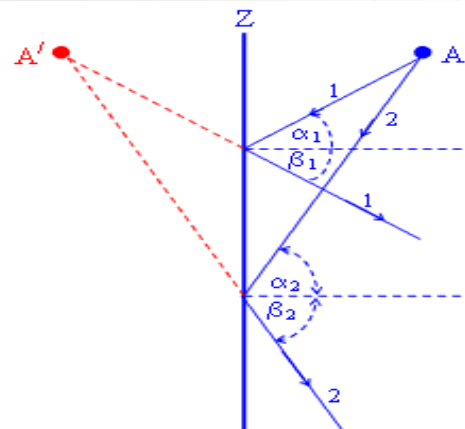
$$\sin \alpha_{gr} = \frac{1}{n}$$





# Zwierciadło płaskie

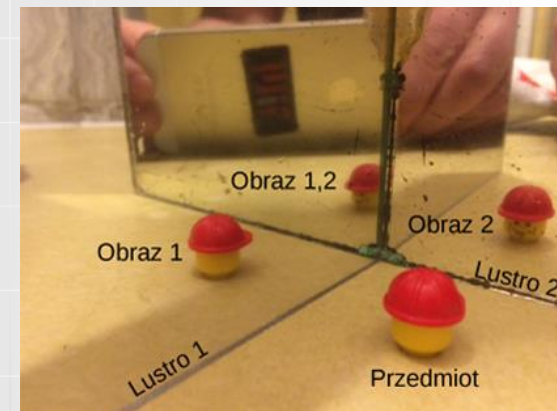
Aby znaleźć obraz punktu w zwierciadle płaskim należy z tego punktu poprowadzić dwa dowolne promienie i stosując prawo odbicia znaleźć promienie odbite. Jeśli przetną się promienie odbite, to w tym miejscu powstanie obraz rzeczywisty punktu. Jeśli promienie się nie przetną, to wtedy obraz punktu powstanie w miejscu przecięcia się przedłużeń promieni odbitych i będzie to obraz pozorny.



Obraz utworzony w zwierciadle płaskim jest **prosty i pozorny**.

Powiększenie  $p = \frac{h'}{h}$  przyjmuje wartości:

- $p > 1$  – obraz jest większy od przedmiotu (powiększony),
- $p = 1$  – obraz jest tej samej wielkości co przedmiot,
- $p < 1$  – obraz jest mniejszy od przedmiotu (pomniejszony).





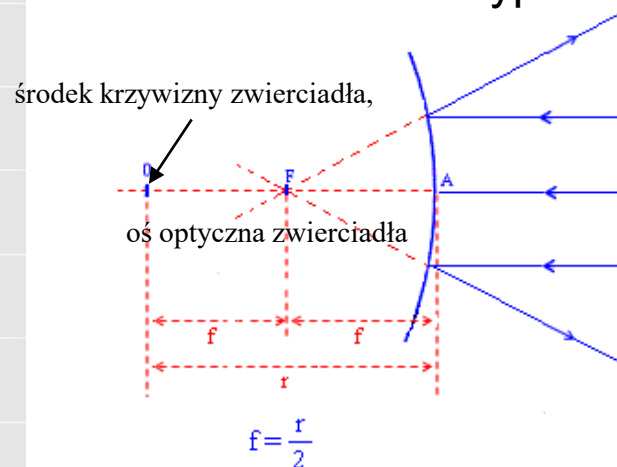
# Zwierciadło kuliste

Gdy powierzchnią odbijającą światło jest wewnętrzna powierzchnia kuli, to mamy zwierciadło kuliste wklęsłe. Zwierciadło kuliste wypukłe mamy wtedy, gdy powierzchnią odbijającą jest zewnętrzna powierzchnia kuli.

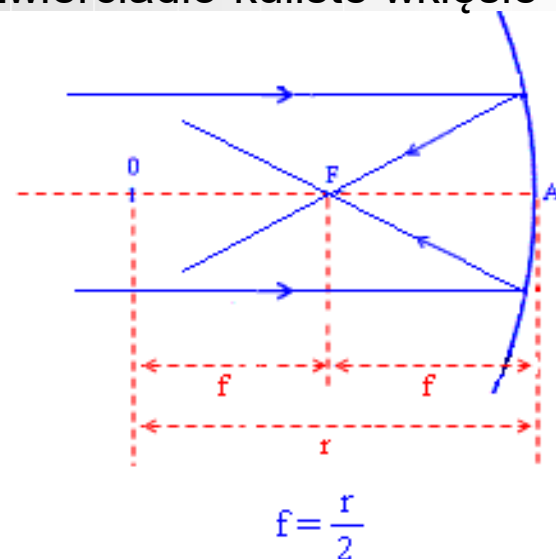
Jeśli na zwierciadło pada wiązka promieni równoległych do jego osi, wtedy stosując prawo odbicia, znajdziemy promienie odbite. Okazuje się, że przechodzą one przez jeden punkt F na osi optycznej zwany ogniskiem - promienie odbite tworzą wiązkę skupiającą. Ognisko jest rzeczywiste, gdy powstaje w wyniku skupienia się promieni odbitych.  $f$  to ogniskowa, czyli odległość ogniska od wierzchołka zwierciadła A.

$$\text{Równanie zwierciadła: } \frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f}$$

## Zwierciadło kuliste wypukłe



## Zwierciadło kuliste wklęsłe

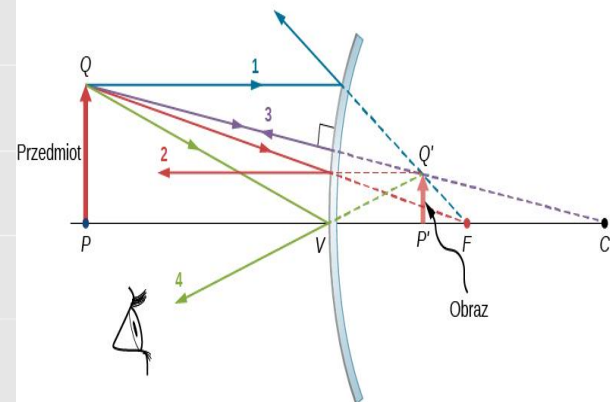
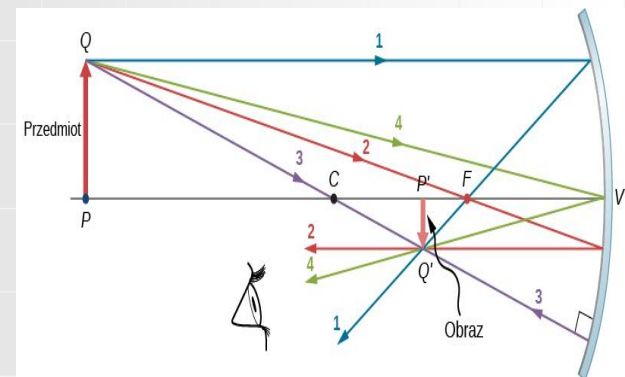




# Zasady konstrukcji biegu promieni

Konstrukcja biegu promieni jest bardzo przydatna w przypadku zwierciadeł. Oto krótkie podsumowanie jej zasad:

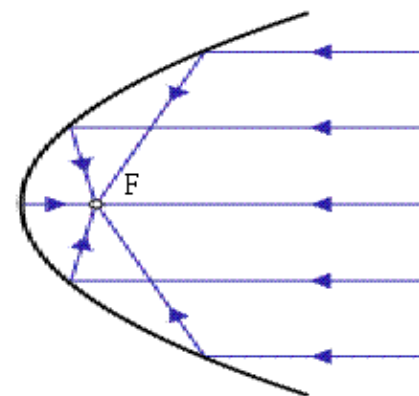
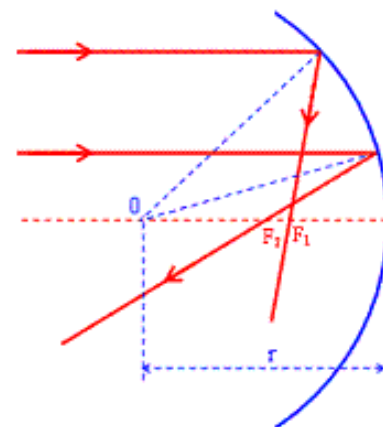
- Promień biegnący równolegle do osi optycznej zwierciadła sferycznego zostaje odbity wzdłuż linii przecinającej ognisko zwierciadła (promień 1).
- Promień biegnący wzdłuż prostej, która przechodzi przez ognisko zwierciadła sferycznego, zostaje odbity równolegle do osi optycznej (promień 2).
- Promień biegnący wzdłuż prostej, która przechodzi przez środek krzywizny zwierciadła sferycznego, zostaje odbity wzdłuż tej samej prostej (promień 3).
- Promień, który pada na wierzchołek zwierciadła sferycznego, zostaje odbity symetrycznie względem osi optycznej zwierciadła (promień 4).





# Aberracja sferyczna

Wśród wielu znaczeń słowo *aberracja* znaczy odchylenie od normy. Odchylenie to w fizyce dotyczy biegu promieni odbitych od zwierciadła kulistego. Wcześniej podkreślaliśmy, że ognisko zwierciadła kulistego leży w połowie promienia krzywizny zwierciadła tylko dla promieni przyosiowych. A jak to wygląda dla promieni leżących daleko i blisko od osi optycznej zwierciadła kulistego? Przedstawia to rysunek górny. Gdy zastosujemy prawo odbicia i zmierzmy kąty padania i odbicia, to okaże się, że ogniska są różne dla różnych promieni. Bierze się to stąd, że kąty padania na powierzchnię zwierciadła są różne, a więc i różne są kąty odbicia. Ognisko i obraz są wtedy rozmyte. Jest to poważna wada zwierciadeł kulistych. Usuwamy ją wprowadzając przysłony, które ograniczają pole widzenia tylko do promieni przyosiowych - wtedy aberracja jest niewielka. Aberracji sferycznej nie mają zwierciadła paraboliczne (rysunek dolny). Takie zwierciadła mają jedno ognisko.



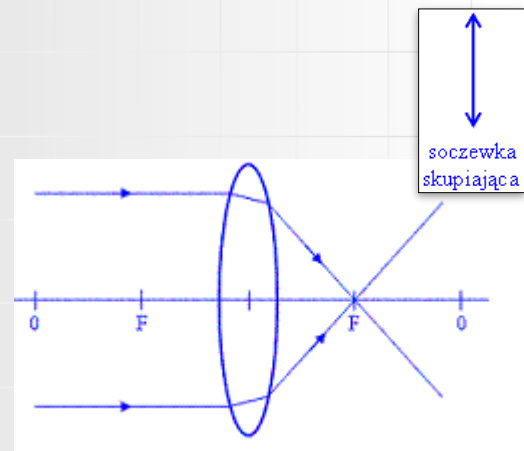




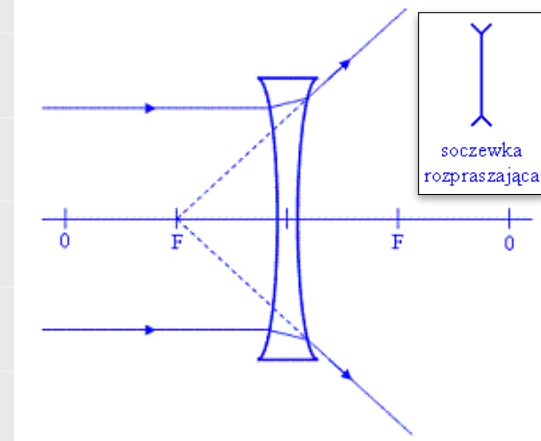
# Soczewki

Soczewka to ciało przezroczyste ograniczone dwiema powierzchniami, z których jedna nie jest płaszczyzną.

a) *soczewka skupiająca*. Rysunek górny przedstawia soczewkę dwuwypukłą. Jest to soczewka skupiająca, ponieważ promienie równoległe do osi optycznej soczewki przechodzą przez nią i są skupiane w ognisku F. Taka soczewka ma ognisko rzeczywiste, ponieważ powstaje ono w miejscu przecięcia się promieni wychodzących z soczewki.



b) *soczewka rozpraszająca*. Rysunek dolny przedstawia soczewkę dwuwklęsłą. Jest to soczewka rozpraszająca, ponieważ promienie równoległe do osi optycznej soczewki po przejściu przez soczewkę rozpraszają się tak, że ich przedłużenia przechodzą przez ognisko F. Taka soczewka ma ognisko pozorne, ponieważ powstaje ono w miejscu przecięcia się przedłużeń promieni wychodzących z soczewki.



Zdolność skupiającą soczewki  $Z$  nazywamy odwrotność ogniskowej.

$$Z = \frac{1}{f} \left[ 1D = 1 \frac{1}{m} \right]$$

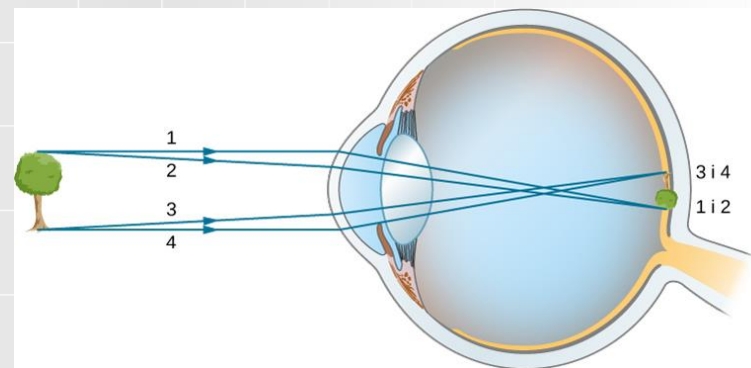


# Przykład 1.3

## Efektywna ogniskowa oka

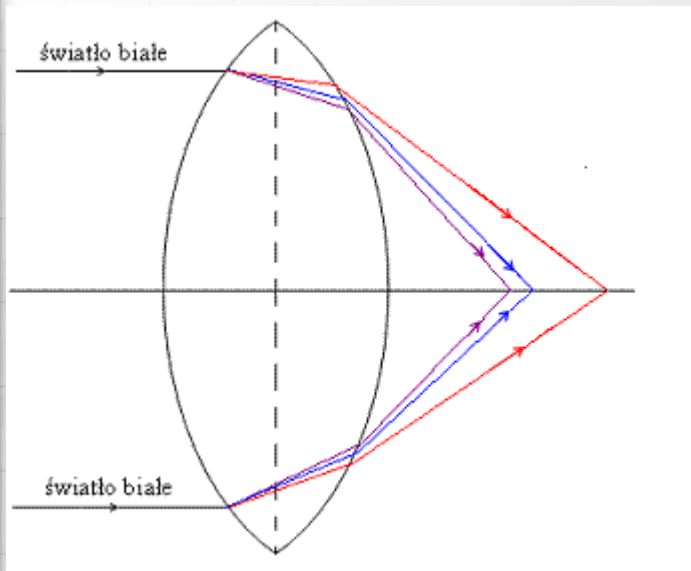
Rogówka i soczewka oka mają ogniskowe o długości 2,3cm i 6,4cm.  
Oblicz długość ogniskowej i zdolność skupiającą oka.

$$\begin{aligned}Z_{oka} &= Z_{rogówki} + Z_{soczewki} \\ \frac{1}{f_{oka}} &= \frac{1}{f_{rogówki}} + \frac{1}{f_{soczewki}} \\ \frac{1}{f_{oka}} &= \frac{1}{2.3cm} + \frac{1}{6.4cm} \\ f_{oka} &= 1.69cm \\ Z_{oka} &= \frac{1}{f_{oka}} = \frac{1}{0.0169m} = 59D\end{aligned}$$



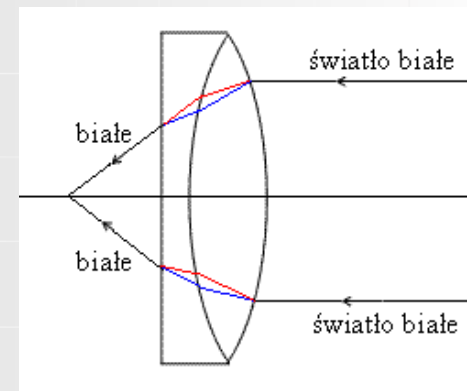


# Aberracja chromatyczna



Każda soczewka rozszczepia światło białe i w związku z tym każda barwa ma ognisko w innym miejscu. Rozmycie ogniska spowodowane rozszczepieniem światła białego nazywamy aberracją sferyczną. Ognisko barwy fioletowej jest najbliżej soczewki, a czerwonej najdalej. Soczewki posiadają aberrację sferyczną jak i chromatyczną. Wady te nakładając się na siebie powodują, że subtelne pomiary za pomocą soczewek są obarczone poważnymi błędami.

Istnieją sposoby ograniczania aberracji chromatycznej poprzez wykonywanie tzw. soczewek achromatycznych. Jest to układ dwóch soczewek: skupiającej i rozpraszającej. Rozpraszająca ma tak dobrany współczynnik załamania, że znosi rozszczepienie światła białego dawane przez soczewkę skupiającą.





# Słowniczek

**całkowite wewnętrzne odbicie (ang. total internal reflection)**

– zjawisko zachodzące na granicy dwóch ośrodków, podczas którego całe światło jest odbijane i nie występuje załamanie

**dyspersja (ang. dispersion)**

– rozkład światła w ciągłe widmo długości fal

kąt graniczny (ang. critical angle)

– kąt padania, dla którego kąt załamania przyjmuje wartość  $90^\circ$

**optyka geometryczna (ang. geometric optics)**

– dział optyki tłumaczący zjawiska optyczne za pomocą pojęcia promienia świetlnego

**optyka falowa (ang. wave optics)**

– część optyki zajmująca się falową naturą światła

**promień (ang. ray)**

– linia prosta wychodząca z pewnego punktu

**prawo odbicia (ang. law of reflection)**

– kąt odbicia jest równy kątowi padania

**prawo załamania (ang. law of refraction)**

– kiedy promień światła przechodzi z jednego ośrodka do drugiego, jego kierunek zmienia się zależnie od wartości współczynników załamania każdego z ośrodków i sinusów kąta padania i kąta załamania

**reflektor narożny (ang. corner reflector)**

– przedmiot składający się z dwóch (lub trzech) wzajemnie prostopadłych, odbijających powierzchni, działający tak, że światło padające na taki układ jest odbijane dokładnie równolegle względem kierunku padania

**światłowód (ang. optical fiber)**

– plastikowe lub szklane włókno pozwalające przesyłać światło dzięki zjawisku całkowitego wewnętrznego odbicia

**współczynnik załamania (ang. index of refraction)**

– dla materiałów jest to stosunek prędkości światła w próżni do prędkości światła w tym materiale

**załamanie światła (ang. refraction)**

– zmiana kierunku promienia światła zachodząca, gdy światło przechodzi przez niejednorodności materii (różne ośrodki)



# Słowniczek

**aberracja (ang. aberration)**

– zniekształcenie obrazu będące wynikiem odejścia od przybliżenia małych kątów

**aberracja sferyczna (ang. spherical aberration)**

– zniekształcenie obrazu utworzonego przez zwierciadło sferyczne; powstaje, gdy nie wszystkie promienie skupiają się w tym samym punkcie

**akomodacja (ang. accommodation)**

– proces dostosowania kształtu soczewki oka, przy użyciu mięśni rzęskowych, do oglądania przedmiotów znajdujących się w różnych odległościach; dostosowanie ogniskowej układu optycznego oka, tak aby na siatkówce oka powstał ostry obraz oglądanego przedmiotu

**głębokość pozorna (ang. apparent depth)**

– głębokość, na jakiej wydaje się, że przedmiot się znajduje, mierzona względem powierzchni oddzielającej dwa ośrodki o różnych współczynnikach załamania

**konstrukcja biegu promieni (ang. ray tracing)**

– technika wykorzystująca konstrukcje geometryczne, aby znaleźć i scharakteryzować obraz tworzony przez układ optyczny

**krótkowzroczność (ang. nearsightedness, myopia)**

– wada wzroku, w wyniku której obraz odległych przedmiotów jest nieostry, ponieważ promienie skupiają się przed siatkówką zamiast na siatkówce; krótkowidz widzi bliskie przedmioty wyraźnie

**lupa (ang. simple magnifier)**

– szkło powiększające z uchwytem

**mikroskop optyczny (ang. compound microscope)**

– mikroskop zbudowany z dwóch soczewek wypukłych, z których jedna służy jako okular, a druga jako obiektyw

**nadwzroczność (dalekowzroczność) (ang. farsightedness, hyperopia)**

– wada wzroku, w wyniku której obraz bliskich przedmiotów jest nieostry, ponieważ promienie skupiają się za siatkówką zamiast na niej; dalekowidz widzi odległe przedmioty wyraźnie

**odległość obrazu (ang. image distance)**

– odległość obrazu od osi przechodzącej przez środek elementu optycznego tworzącego obraz



# Słownik

**odległość przedmiotu (ang. object distance)**

– odległość przedmiotu od osi przechodzącej przez środek elementu optycznego tworzącego obraz

**obraz rzeczywisty (ang. real image)**

– obraz, który może być wyświetlony na ekranie, ponieważ promienie światła przechodzą przez ten obraz

**obraz pozorny (ang. virtual image)**

– obraz, który nie może być wyświetlony na ekranie, ponieważ promienie światła nie przechodzą przez ten obraz, a jedynie wydają się z niego wychodzić

**ogniskowa (ang. focal length)**

– odległość wzdłuż osi optycznej od elementu optycznego skupiającego promienie do ogniska

**ognisko (ang. focal point)**

– punkt, w którym skupione promienie się przecinają (zwierciadło wypukłe), lub punkt, z którego promienie światła zdają się wychodzić (zwierciadło wklęsłe)

**oś optyczna (ang. optical axis)**

– oś symetrii (obrotowa) zwierciadła

**okular (ang. eyepiece)**

– soczewka (lub połączenie soczewek) w przyrządzie optycznym znajdująca się najbliżej oka obserwatora

**obiektyw (ang. objective)**

– soczewka znajdująca się najbliżej obserwowanego przedmiotu

**powiększenie (ang. magnification)**

– stosunek wymiarów obrazu do wymiarów obiektu

**płaszczyzna ogniskowa (ang. focal plane)**

– płaszczyzna zawierająca ognisko i jego prostą prostopadłą do osi optycznej

**powiększenie liniowe (ang. linear magnification)**

– stosunek wysokości obrazu do wysokości przedmiotu

**przybliżenie małych kątów (ang. small-angle approximation)**

– przybliżenie stosowane, gdy rozmiar zwierciadła sferycznego jest znacznie mniejszy niż jego promień; w tym przybliżeniu aberracja sferyczna jest pomijalna i zwierciadło ma dobrze określony punkt, w którym znajduje się ognisko





# Słowniczek

## **płaszczyzna ogniskowa (ang. focal plane)**

– płaszczyzna przechodząca przez ognisko i prostopadła do osi optycznej

## **przybliżenie cienkiej soczewki (ang. thin-lens approximation)**

– założenie, że soczewka jest bardzo cienka w porównaniu z pierwszą odległością obrazu

## **punkt dali (ang. far point)**

– najdalszy punkt, który oko widzi wyraźnie

## **punkt bliży (ang. near point)**

– najbliższy punkt, który oko widzi wyraźnie

## **skupiająca (wypukła) soczewka (ang. converging lens, convex lens)**

– równoległe promienie światła po przejściu przez soczewkę są skupiane w jednym punkcie po drugiej stronie soczewki

## **rozpraszająca (wklęsła) soczewka (ang. diverging lens, concave lens)**

– równoległe promienie światła po przejściu przez soczewkę odchylają się od jej osi optycznej

## **szkło powiększające (ang. magnifying glass)**

– soczewka skupiająca, która tworzy powiększony obraz pozorny przedmiotu znajdującego się w odległości mniejszej niż ogniskowa

## **wierzchołek (ang. vertex)**

– punkt, w którym powierzchnia zwierciadła przecina oś optyczną

## **zwierciadło płaskie (ang. plane mirror)**

– płaska (gładka) powierzchnia odbijająca

## **zwierciadło wklęsłe (ang. concave mirror)**

– zwierciadło sferyczne z powierzchnią odbijającą po wewnętrznej stronie sfery

## **zwierciadło wypukłe (ang. convex mirror)**

– zwierciadło sferyczne z powierzchnią odbijającą po zewnętrznej stronie sfery

## **zwierciadło zakrzywione (ang. curved mirror)**

– zwierciadło utworzone przez zakrzywioną powierzchnię, na przykład sferyczną, eliptyczną lub paraboliczną

## **zdolność skupiająca (ang. optical power)**

– oznaczana  $Z$ , jest to odwrotność ogniskowej soczewki wyrażonej w metrach; jednostką zdolności skupiającej soczewki jest dioptria.



# Praca domowa

## - wytyczne

1. Format: plik pdf lub skan/zdjęcie (upewnij się, że Twoje pismo jest czytelne!)
2. Czytaj uważnie polecenia i wykonuj zawarte w nich zadania.
3. Pamiętaj aby **podpisać** swoją pracę.
4. Do rozwiązania dołącz:
  1. Rysunek – szkic sytuacji przedstawionej w zadaniu lub wykres wraz z danymi z zadania.
  2. Obliczenia – razem z przekształceniami wzorów, jeśli jest to konieczne.
  3. Wnioski sformułowane na podstawie dokonanej analizy.
5. Pamiętaj aby przesłać rozwiązania w terminie na swoją przestrzeń na dysku gogle (lub na adres email prowadzącej).



Wrocław  
University  
of Science  
and Technology

# Terminy

	LUTY	MARZEC					KWIECIEŃ					MAJ					CZERWIEC				LIPIEC	
PN	22	1	8	15	22	29	5	12 Pn N	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5		
WT	23	2	9	16	23	30 Pt P	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	6		
ŚR	24	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2 Cz P	9	16	23	30	7		
CZ	25	4	11	18 H1	25 H2	1	8 H3	15 H4	22 H5	29 H6	6 H7	13 H8	20 H9	27 H10	3	10	17	24	1	8		
PT	26	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9		
SO	27	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10		
N	28	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11		
P - PARZYSTY N - NIEPARZYSTY	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P		

H6: 30.04.21 godz. 12:00

Email: [sylwia.majchrowska@pwr.edu.pl](mailto:sylwia.majchrowska@pwr.edu.pl)