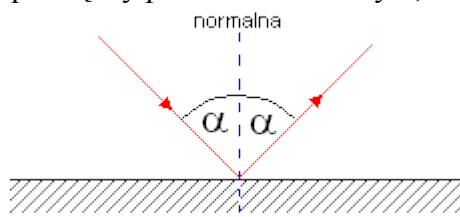


Zjawisko odbicia

Zgodnie z zasadą Fermata światło zawsze wybiera taką drogę między dwoma punktami, aby czas potrzebny na jej przebycie był najkrótszy (dla ścisłości: lub najdłuższy). Konsekwencją tego jest stwierdzenie, że światło będzie się poruszać po linii prostej (najkrótszej drodze z punktu A do B). W optyce geometrycznej przy konstrukcji obrazów powstających w układach optycznych będziemy korzystać z promienia świetlnego, który zgodnie z tym, co było pisane wcześniej, będzie przedstawiany na rysunkach linią prostą.

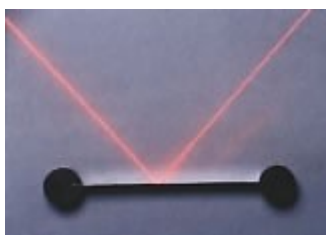
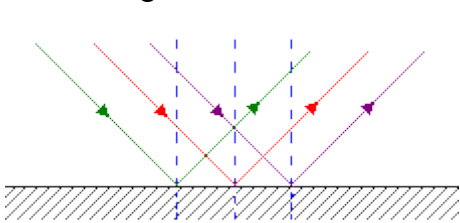
Konstruując obrazy kluczowym faktem będzie zasada zgodnie, z którą kąt padania równy jest kątowi odbicia (rys. 3). Kątem padania nazywamy kąt pomiędzy promieniem padającym na powierzchnię odbijającą, a normalną (prostą prostopadłą do powierzchni odbijającej), natomiast kątem odbicia nazywamy kąt pomiędzy promieniem odbitym, a normalną.



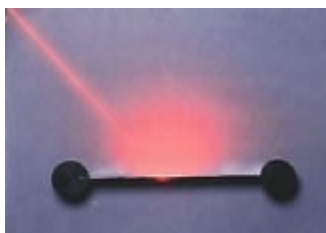
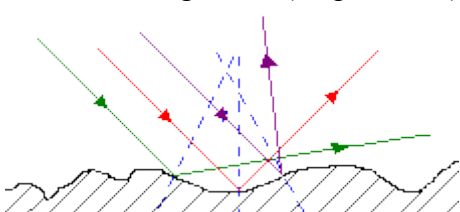
rys. 3

Przyjrzyjmy się teraz jak odbija się wiązka promieni świetlnych:

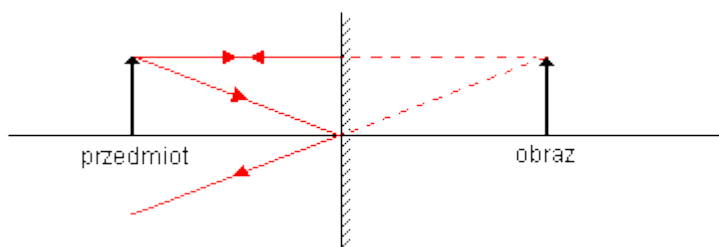
Odbicie regularne



Odbicie nieregularne (rozproszone)



Zwierciadło płaskie



Na przykładzie zwierciadła płaskiego omówimy własności obrazów powstających w układach optycznych (zwierciadłach, soczewkach). Tak, więc w zwierciadle płaskim obraz przedmiotu jest:

- **pozorny**, czyli został utworzony przez przedłużenia promieni świetlnych.

Pozorny obraz to również taki, który jest utworzony przez przedłużenia promienia świetlnego i promień świetlny (np. w przypadku soczewki rozpraszającej). Natomiast gdy przecinają się

promienie świetlne powstaje obraz rzeczywisty (np. w soczewce skupiającej)

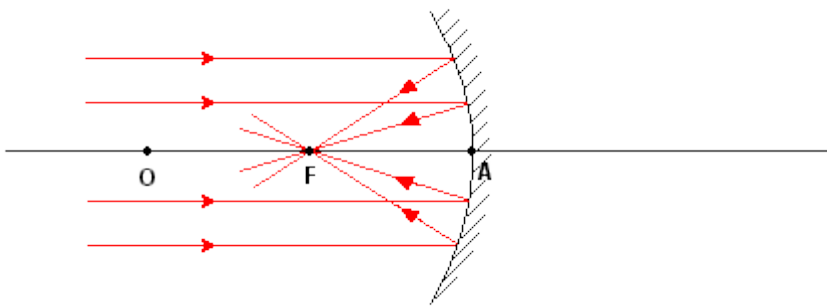
- **prosty**, czyli nie odwrócony. O obrazie odwróconym będziemy mówili np. w przypadku zwierciadeł

- **tej samej wielkości**, czyli powiększenie obrazu (stosunek wysokości przedmiotu do wysokości obrazu, H/h) jest równe 1

Zwierciadło sferyczne wklęsłe

Zwierciadło sferyczne wklęsłe stanowi wewnętrzną powierzchnię sfery. Kierujemy na nie wiązkę promieni równoległych (rys. 4). Możemy stwierdzić, że:

- odległość OA jest równa długości promienia sfery - R
- punkt F nazywamy ogniskiem zwierciadła, przecinają się w nim promienie wiązki równoległej odbite od zwierciadła, leży on w połowie odcinka OA
- odcinek FA nazywamy ogniskową zwierciadła i oznaczamy małą literą f. Może również powiedzieć, że: $f=R/2$



rys.4

Zajmijmy się teraz konstrukcją obrazów powstałych w zwierciadle sferycznym wklęsłym oraz wzorami które je opisują. Rozpatrzmy różne położenia przedmiotu względem soczewki.

Zastosujemy następujące oznaczenia:

x - odległość przedmiotu od zwierciadła

h - wysokość przedmiotu

y - odległość obrazu od zwierciadła

H - wysokość obrazu

f - ogniskowa

p - powiększenie

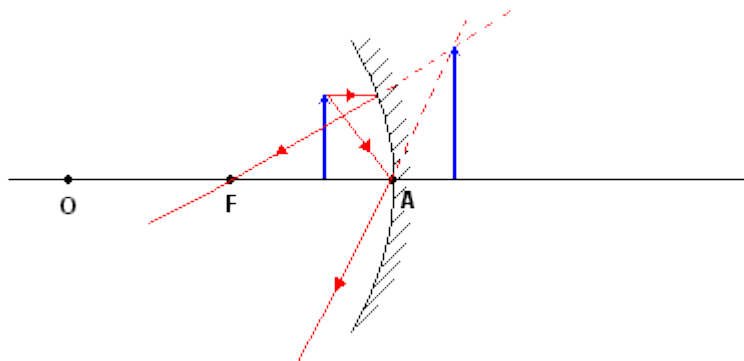
Równanie zwierciadła:

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f}$$

Powiększenie obrazu:

$$p = y/x = H/h$$

Położenie przedmiotu: $0 < x < f$



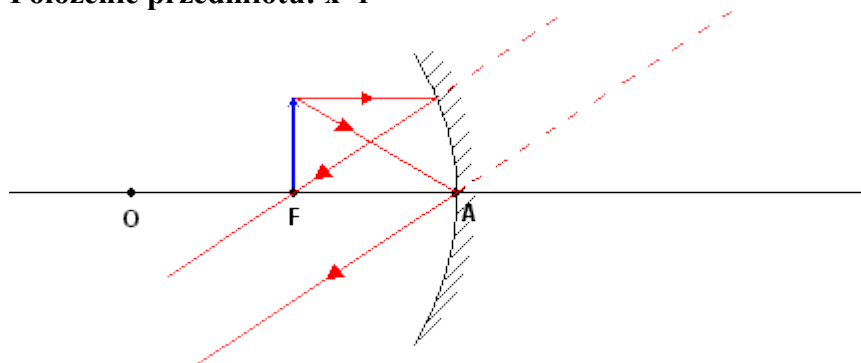
Rodzaj obrazu:

- pozorny; utworzony przez przecięcie przedłużeń promieni świetlnych
- prosty; nie odwrócony
- powiększony; $p > 1$

Odległość obrazu:

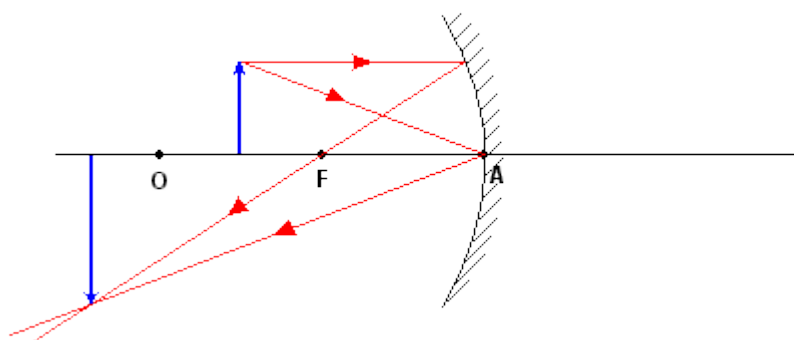
- $y < 0$

Położenie przedmiotu: $x = f$



Obraz nie powstanie. Zarówno promienie świetlne jak ich przedłużenia biegą równolegle, więc nigdy się nie przetną.

Położenie przedmiotu: $f < x < 2f$



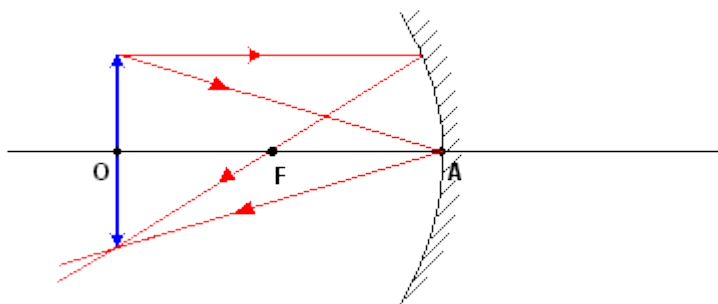
Rodzaj obrazu:

- rzeczywisty; utworzony przez przecięcie promieni świetlnych
- odwrócony
- powiększony; $p > 1$

Odległość obrazu:

- $y > 2f$

Położenie przedmiotu: $x = 2f$



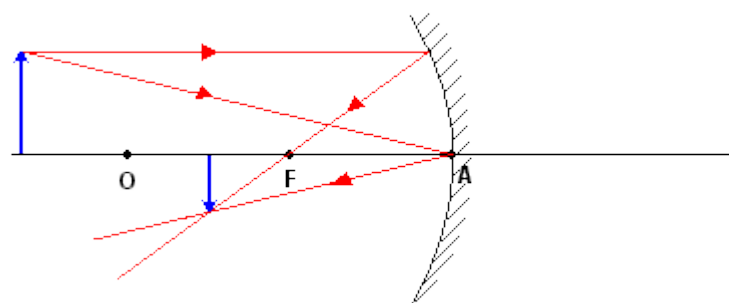
Rodzaj obrazu:

- rzeczywisty; utworzony przez przecięcie promieni świetlnych
- odwrócony
- takich samych rozmiarów; $p=1$

Odległość obrazu:

- $y=2f$

Położenie przedmiotu: $x>2f$



Rodzaj obrazu:

- rzeczywisty; utworzony przez przecięcie promieni świetlnych
- odwrócony
- pomniejszony; $p<1$

Odległość obrazu:

- $f<y<2f$

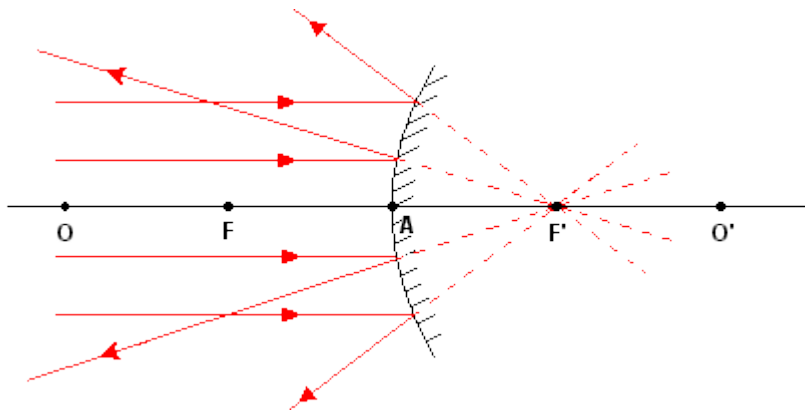
Pamiętajmy, że zgodnie z zasadą odwracalności biegu promieni możemy uznać, że obraz jest przedmiotem, a przedmiot jego obrazem.

Przydatną własnością jest również to, że dwusieczna kąta między promieniem padającym, a odbitym od zwierciadła przecina oś optyczną w punkcie O (środku sfery).

Zwierciadło sferyczne wypukłe

Zwierciadło sferyczne wypukłe stanowi zewnętrzną powierzchnię sfery. Skierujmy na nie wiązkę promieni równoległych (rys. 5). Możemy stwierdzić, że:

- przedłużenia promieni świetlnych przecinają się w punkcie F' zwanym ogniskiem pozornym zwierciadła, a długość odcinka $AF'=AF=f$
- odległość AO i AO' jest równa długości promienia sfery (z której "wycięto" zwierciadło) - R
- odległość AF nazywamy ogniskową zwierciadła i oznaczamy małą literą f; $f=R/2$



rys.5

Teraz przyjrzymy się jak w zwierciadle wypukłym powstają obrazy i jakie są ich własności zależnie od odległości przedmiotu od zwierciadła. Powtórzmy ponownie niezbędne oznaczenia i wzory:

x - odległość przedmiotu od zwierciadła

h - wysokość przedmiotu

y - odległość obrazu od zwierciadła

H - wysokość obrazu

f - ogniskowa

p - powiększenie

Równanie zwierciadła:

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f}$$

Powiększenie obrazu:

$$p = y/x = H/h$$

W przypadku zwierciadła sferycznego dla każdej odległości x przedmiotu od zwierciadła możemy stwierdzić następujące fakty:

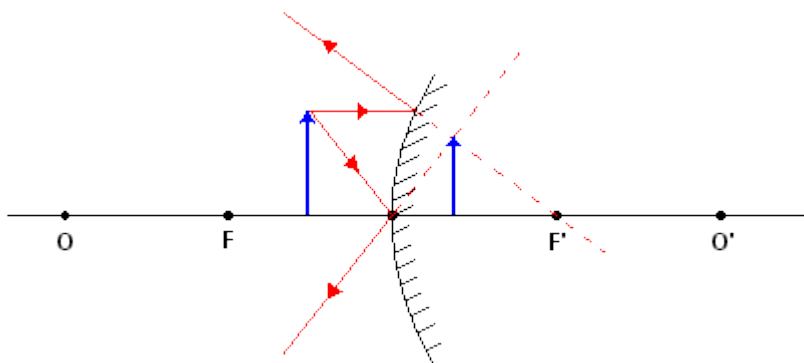
Rodzaj obrazu:

- pozorny; utworzony przez przecięcie przedłużeń promieni świetlnych
- prosty; nie odwrócony
- pomniejszony; $p < 1$

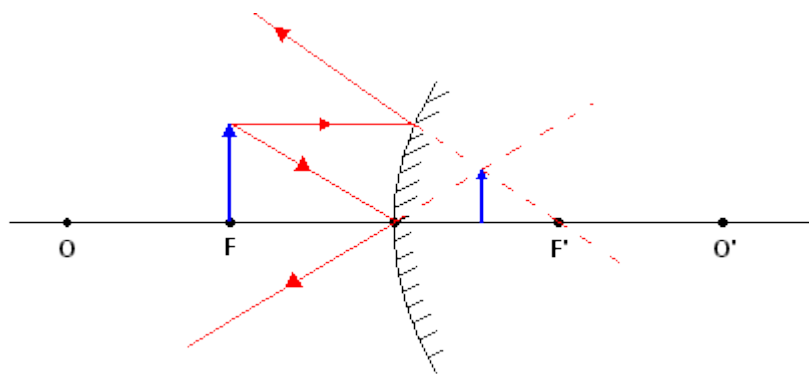
Odległość obrazu:

- $-f < y < 0$; czyli za zwierciadłem powstanie obraz pozorny

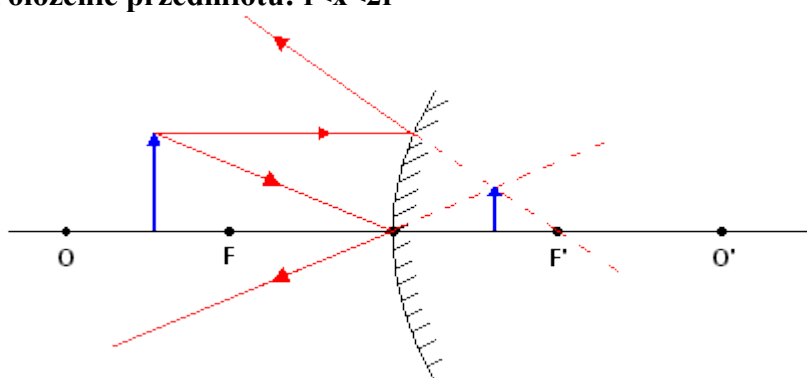
Położenie przedmiotu: $x < f$



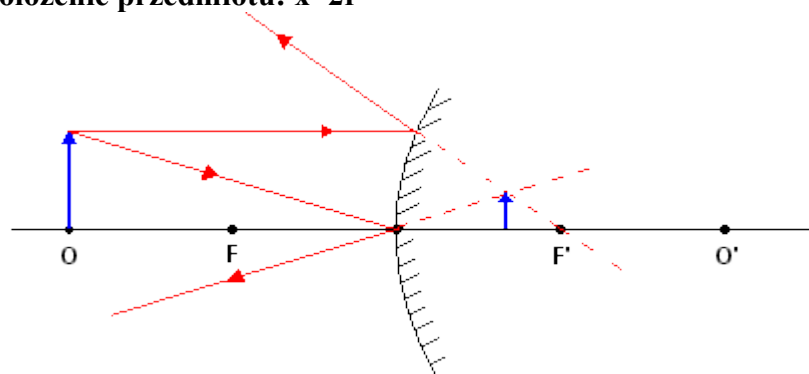
Położenie przedmiotu: $x = f$



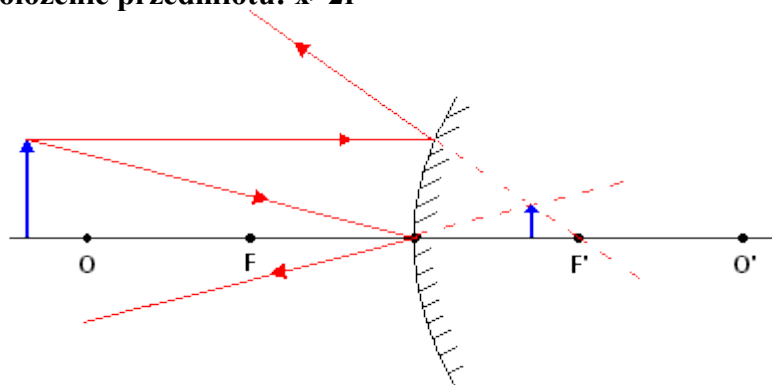
Polożenie przedmiotu: $f < x < 2f$



Polożenie przedmiotu: $x = 2f$



Polożenie przedmiotu: $x > 2f$



Tutaj również musimy pamiętać, że zgodnie z zasadą odwracalności biegu promieni możemy uznać, że obraz jest przedmiotem, a przedmiot jego obrazem.

Przydatną własnością jest również to, że dwusieczna kąta (a właściwie jej przedłużenie) między promieniem padającym, a odbitym od zwierciadła przecina oś optyczną w punkcie O (środku sfery).