

## ☉ Fale świetlne

Światło jest falą elektromagnetyczną, czyli rozchodzącymi się w przestrzeni zmiennymi i wzajemnie przenikającymi się polami: elektrycznym i magnetycznym.

Szybkość światła w próżni jest największa i wynosi  $c=300000\text{km/s}$ .

W ośrodkach jednorodnych światło porusza się po liniach prostych, czego dowodem jest powstawanie cienia.

Światło ma dwoistą naturę tzn. możemy je uważać zarówno za fale elektromagnetyczną jak i strumień fotonów (cząstek będących kwantem energii promieniowania świetlnego).

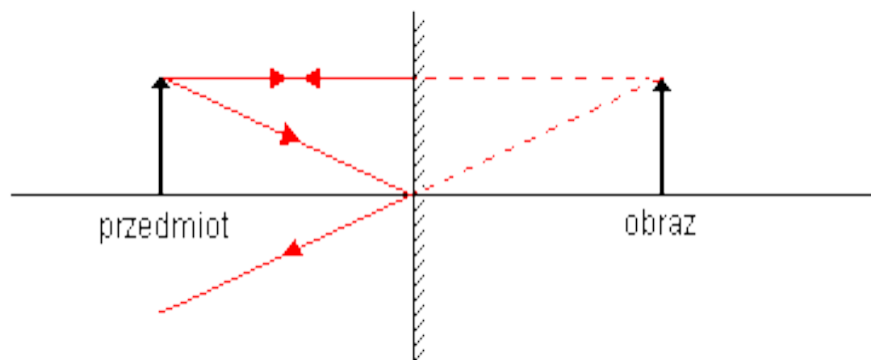
Światło, jak każda fala, podlega zjawisku: odbicia, załamania, ugięcia (dyfrakcji), nakładania (interferencji), a ponadto zjawisku polaryzacji.

## ☉ Zwierciadło płaskie

Gładki wypolerowany przedmiot nazywamy lustrem lub zwierciadłem. Światło padając na powierzchnię zwierciadła ulega odbiciu.

Za pomocą zwierciadła płaskiego otrzymujemy obraz:

- pozorny (powstaje w wyniku przecięcia się promieni odbitych),
- prosty (nieodwrócony),
- symetryczny względem powierzchni zwierciadła (w tej samej odległości powstaje obraz w jakiej był umieszczony przedmiot względem zwierciadła),
- normalny (tych samych rozmiarów).



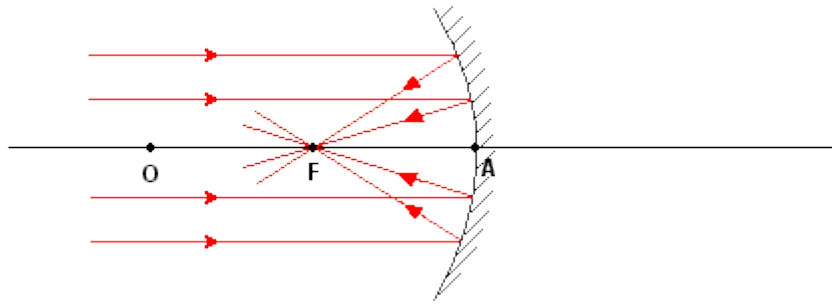
## ☉ Zwierciadła kuliste

Zwierciadło kuliste stanowi część gładkiej, wypolerowanej powierzchni kuli.

Wyróżniamy zwierciadła kuliste:

- wklęsłe, gdy powierzchnią odbijającą jest wewnętrzna powierzchnia kuli,
- wypukłe, gdy powierzchnią odbijającą jest zewnętrzna powierzchnia kuli.

## ☉ Zwierciadło kuliste wklęsłe



Ogniskiem rzeczywisty F zwierciadła kulistego wklęsłego nazywamy punkt leżący na głównej osi optycznej, przez który przechodzą wszystkie promienie odbite od zwierciadła, a które przed odbiciem biegły równoległe do głównej osi optycznej.

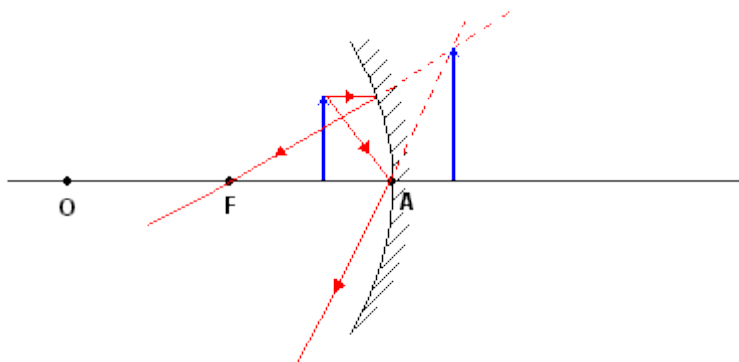
Ogniskowa f to odległość od ogniska zwierciadła do jego wierzchołka, środka czasy kulistej.

Powiększenie to stosunek wysokości obrazu  $h_2$  do wysokości przedmiotu  $h_1$  lub stosunek odległości obrazu od zwierciadła  $y$  do odległości przedmiotu od zwierciadła  $x$ :

$$P = y/x = h_2/h_1$$

Obrazy otrzymywane w zwierciadle wklęsłym:

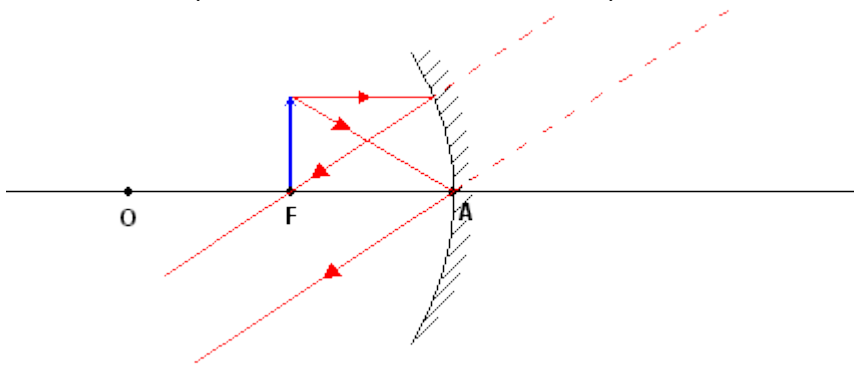
1. Położenie przedmiotu:  $0 < x < f$



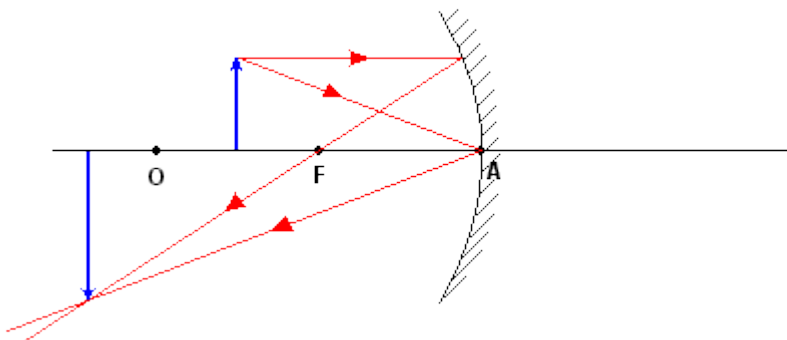
Rodzaj obrazu:

- pozorny (utworzony przez przecięcie przedłużeń promieni świetlnych),
- prosty (nie odwrócony),
- powiększony ( $P > 1$ ),
- położenie obrazu:  $y > 0$ .

2. Położenie przedmiotu:  $x=f$ . Obraz nie powstanie.



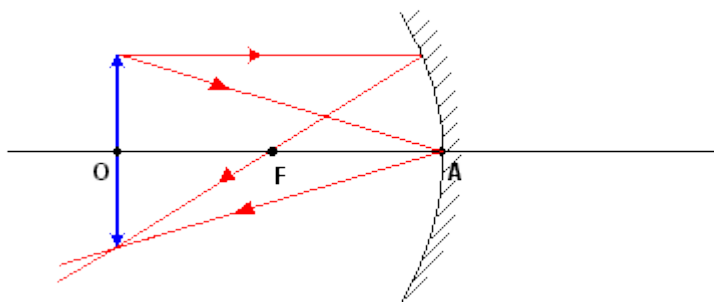
3. Położenie przedmiotu:  $f < x < 2f$



Rodzaj obrazu:

- rzeczywisty (utworzony przez przecięcie promieni świetlnych),
- odwrócony,
- powiększony ( $P > 1$ ),
- położenie obrazu:  $y > 2f$ .

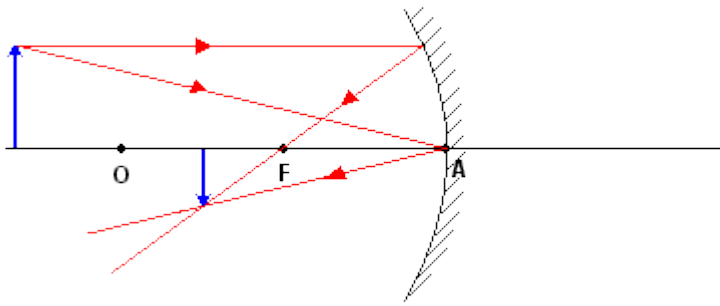
4. Położenie przedmiotu:  $x=2f$



Rodzaj obrazu:

- rzeczywisty (utworzony przez przecięcie promieni świetlnych),
- odwrócony,
- takich samych rozmiarów ( $P=1$ ),
- położenie obrazu:  $y=2f$ .

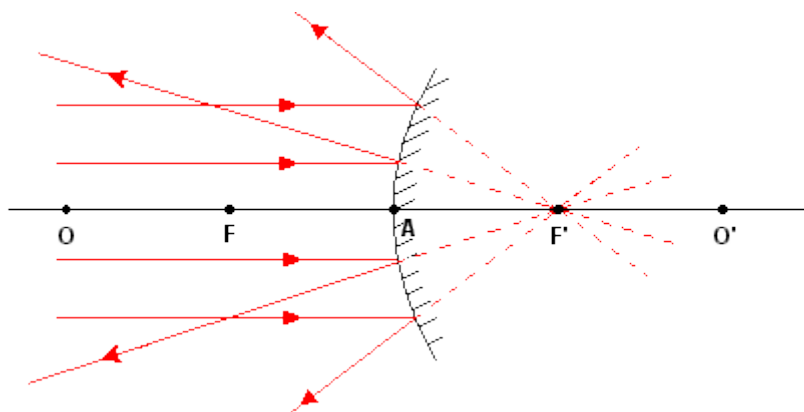
5. Położenie przedmiotu:  $x > 2f$



Rodzaj obrazu:

- rzeczywisty (utworzony przez przecięcie promieni świetlnych),
- odwrócony,
- pomniejszony ( $P < 1$ ),
- położenie obrazu:  $f < y < 2f$ .

### 📍 Zwierciadło kuliste wypukłe

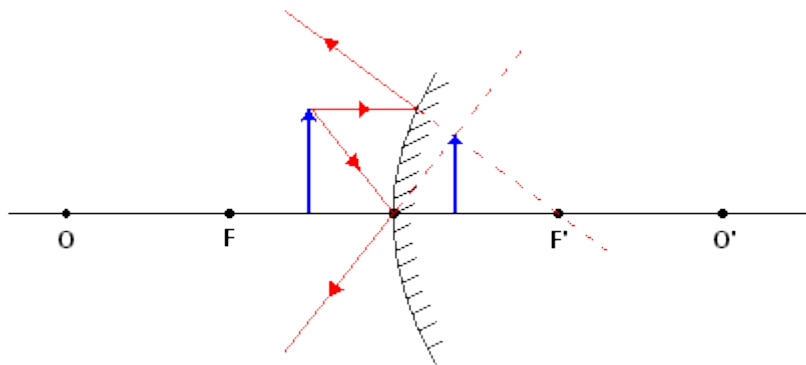


Ogniskiem pozornym  $F'$  zwierciadła kulistego wypukłego nazywamy punkt leżący na głównej osi optycznej, przez który przechodzą przedłużenia promieni odbitych od zwierciadła, a które przed odbiciem biegnęły równoległe do głównej osi optycznej.

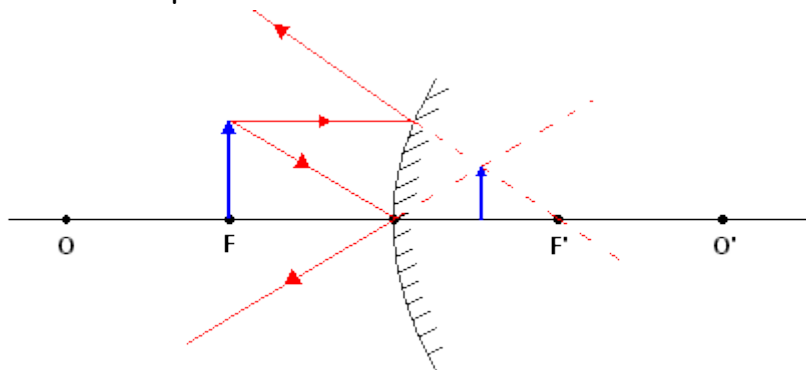
Obraz otrzymywany w zwierciadle wypukłym dla każdej odległości  $x$  przedmiotu od zwierciadła jest zawsze:

- pozorny (utworzony przez przecięcie przedłużeń promieni odbitych),
- prosty (nie odwrócony),
- pomniejszony ( $P < 1$ ),
- odległość obrazu:  $-f < y < 0$ , czyli za zwierciadłem powstanie obraz pozorny.

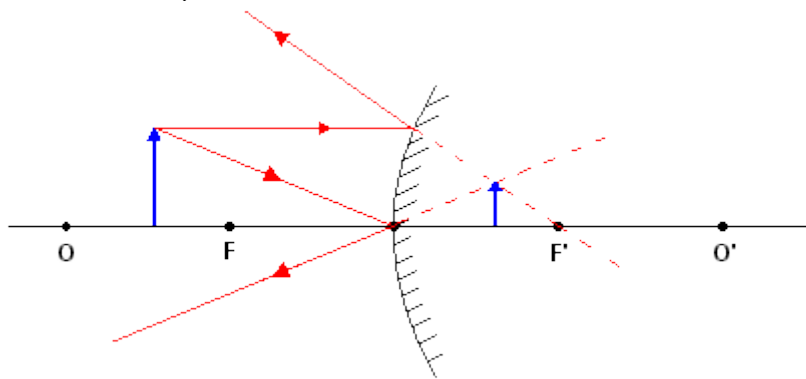
1. Położenie przedmiotu:  $x < f$



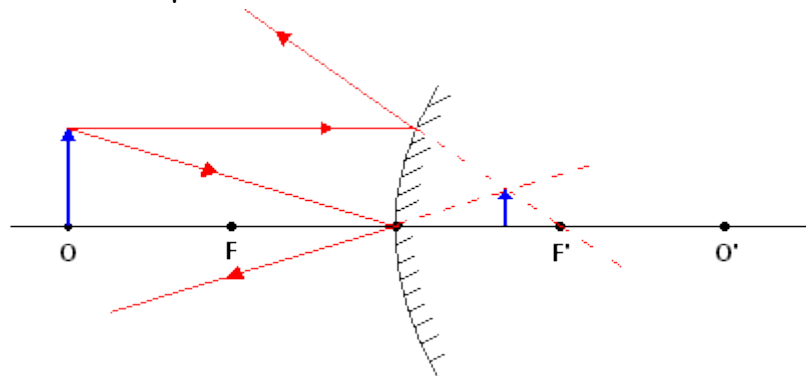
2. Położenie przedmiotu:  $x = f$



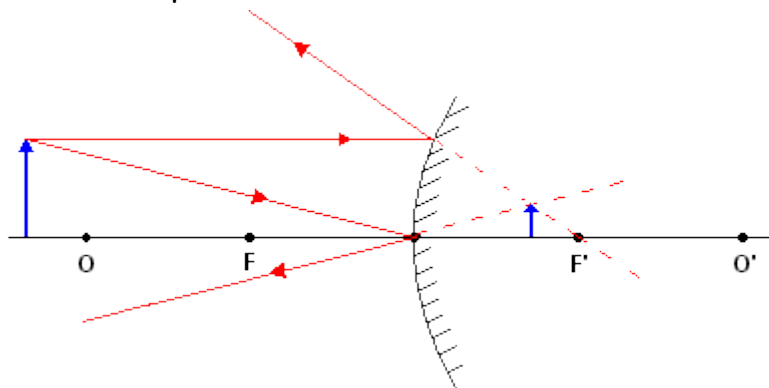
3. Położenie przedmiotu:  $f < x < 2f$



4. Położenie przedmiotu:  $x = 2f$

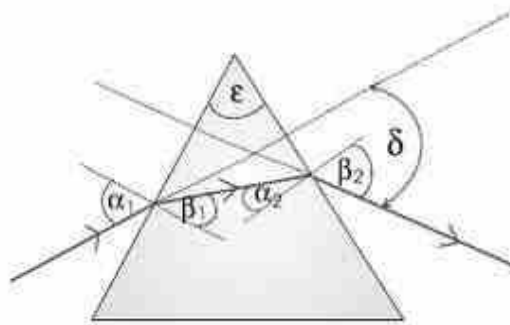


5. Położenie przedmiotu:  $x > 2f$

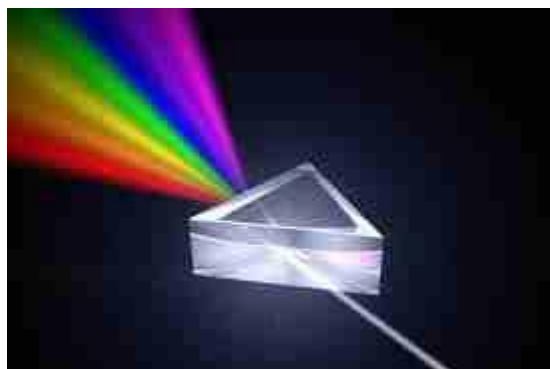


### @ Pryzmat

Pryzmat to bryła wykonana z materiału przezroczystego o co najmniej dwóch ścianach płaskich nachylonych do siebie pod kątem (tzn. kątem łamiącym pryzmatu). Światło przechodząc przez pryzmat ulega podwójnemu załamaniu- raz przy wejściu, a raz przy wyjściu.



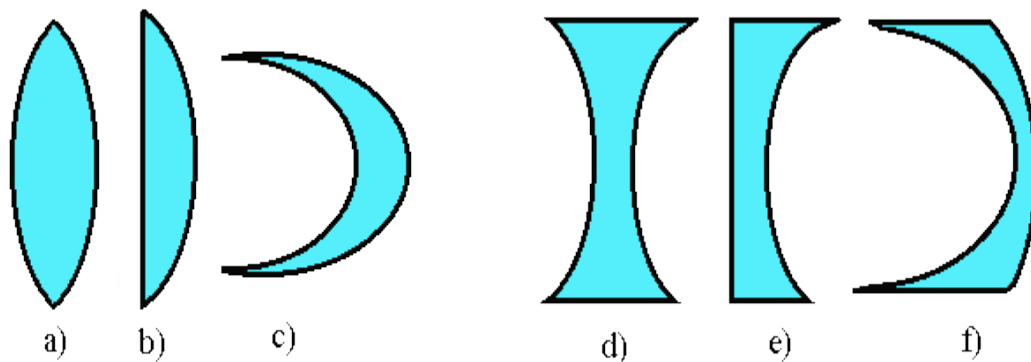
W pryzmacie występuje nie tylko odchylenie światła od jego pierwotnego kierunku, ale również jego rozszczenie na pojedyncze barwy o jednej określonej długości. Światło białe jest mieszaniną barw. Światło o różnych barwach rozchodzi się z różnymi szybkościami, a więc i załamuje pod różnymi kątami- najszybciej rozchodzi się światło czerwone, a najwolniej fioletowe, więc najbardziej załamuje się fiolet, a najmniej czerwień.



Szereg barw przechodzących w sposób ciągły jedna w drugą od czerwieni po fiolet nazywamy widmem ciągłym światła białego.

## ☉ Soczewki

Soczewka jest to element optyczny ograniczony dwiema powierzchniami kulistymi lub powierzchnią kulistą i płaską. Soczewki to ciała przezroczyste, zbudowane najczęściej ze szkła, w których światło ulega załamaniu. W zależności od tego, czy soczewka jest grubsza, czy cieńsza w środku będzie skupiać, bądź rozpraszać światło. Zatem soczewki dzielimy na: skupiające (dwuwypukłe, płasko-wypukłe, wklęsło-wypukłe) i rozpraszające (dzuwklęsłe, płasko-wklęsłe i wypukło-wklęsłe) - ilustruje poniższy to rysunek.



Równanie soczewek:

$$1/f = (1/x) + (1/y)$$

gdzie:  $f$  - ogniskowa, czyli odległość od ogniska do środka soczewki,  
 $x$  - odległość od przedmiotu do soczewki,  
 $y$  - odległość od obrazu do soczewki.

Podobnie jak przy zwierciadłach definiujemy powiększenie:

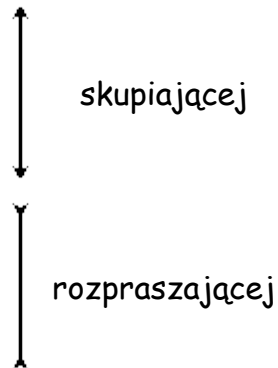
$$P = y/x = h_2/h_1$$

W przypadku soczewek możemy mówić o zdolności skupiającej. Zdolność skupiająca jest odwrotnością ogniskowej:

$$Z = 1/f \quad [1/m = D]$$

Jednostką zdolności zbierającej soczewki jest dioptria.

Jeżeli zdolność skupiająca soczewki jest większa od zera  $Z > 0$  to soczewka jest soczewką skupiającą, a w przypadku gdy  $Z < 0$  jest to soczewka rozpraszająca. Konstruując obrazy przyjmujemy następujące symbole dla soczewki:

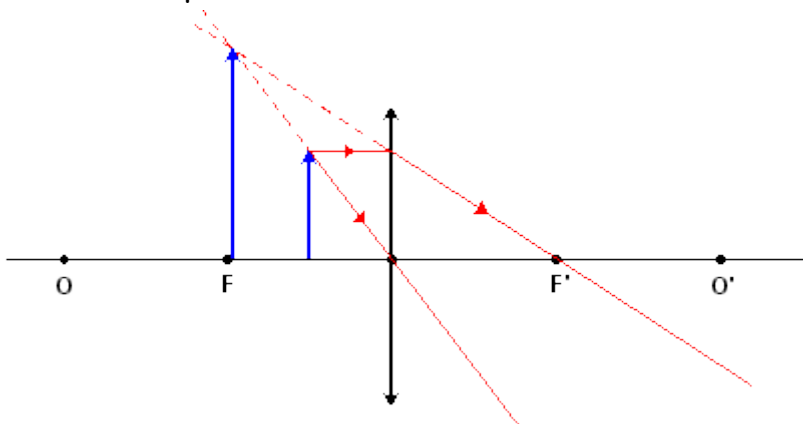


### @ Soczewka skupiająca

Ogniskiem rzeczywisty F soczewki skupiającej nazywamy punkt leżący na głównej osi optycznej, przez który przechodzą wszystkie promienie załamane w soczewce, a które przed załamaniem biegły równoległe do głównej osi optycznej.

Obrazy otrzymywane w soczewce skupiającej:

1. Położenie przedmiotu:  $0 < x < f$

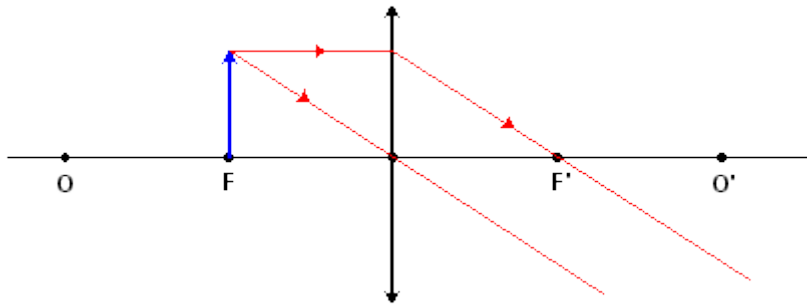


Cechy obrazu:

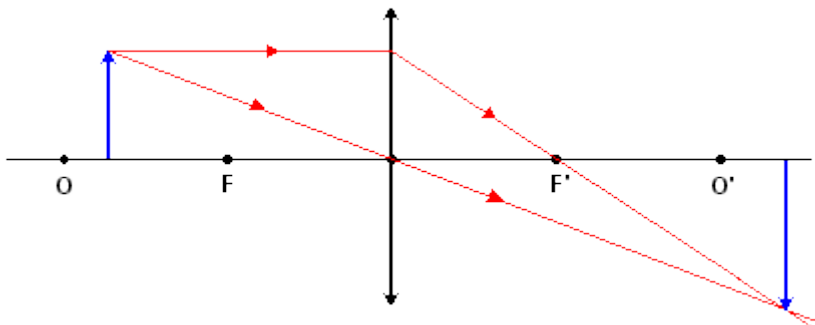
- pozorny (utworzony przez przecięcie przedłużeń promieni załamanych),
- prosty (nie odwrócony),
- powiększony ( $P > 1$ ),
- odległość obrazu:  $y < 0$



2. Położenie przedmiotu:  $x=f$ . Obraz nie powstaje.



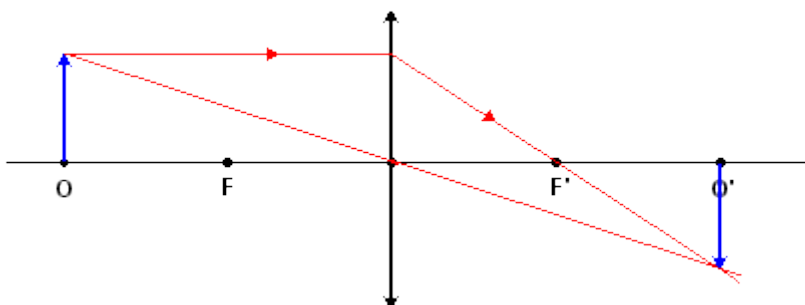
3. Położenie przedmiotu:  $f < x < 2f$



Cechy obrazu:

- rzeczywisty (utworzony przez przecięcie promieni załamanych),
- odwrócony,
- powiększony ( $P > 1$ ),
- odległość obrazu:  $y > 2f$ .

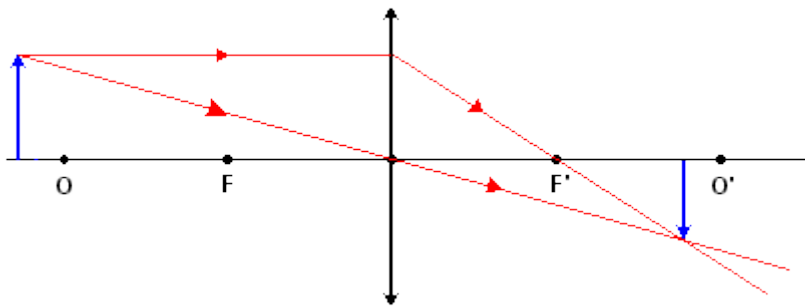
4. Położenie przedmiotu:  $x=2f$



Cechy obrazu:

- rzeczywisty (utworzony przez przecięcie promieni załamanych),
- odwrócony,
- niepowiększony (rzeczywistych rozmiarów,  $P=1$ )
- odległość obrazu:  $y=2f$ .

## 5. Położenie przedmiotu: $x > 2f$



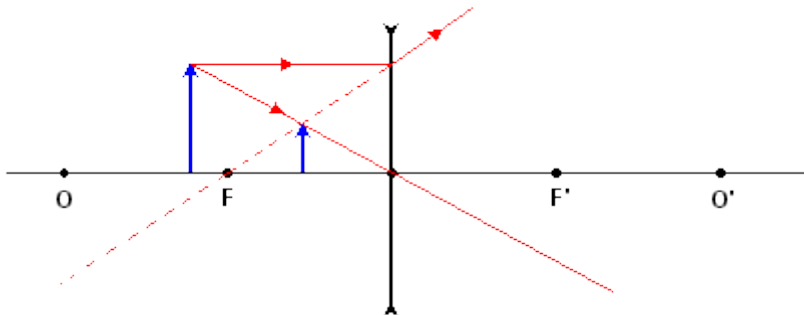
Cechy obrazu:

- rzeczywisty (utworzony przez przecięcie promieni załamanych),
- odwrócony,
- pomniejszony ( $P < 1$ ),
- odległość obrazu:  $f < y < 2f$ .

## @ Soczewka skupiająca

Ogniskiem pozornym  $F'$  soczewki rozpraszającej nazywamy punkt leżący na głównej osi optycznej, przez który przechodzą przedłużenia promieni załamanych w soczewce, a które przed załamaniem biegły równoległe do głównej osi optycznej.

Cechy obrazu otrzymywane w soczewce rozpraszającej zawsze są identyczne bez względu na odległość przedmiotu od soczewki.



Cechy obrazu:

- zawsze pozorny (utworzony przez przecięcie promienia załamane i przedłużenia promienia załamane),
- zawsze prosty (nieodwrócony),
- zawsze pomniejszony ( $P < 1$ ),
- odległość obrazu: zawsze  $f < y < 0$ .