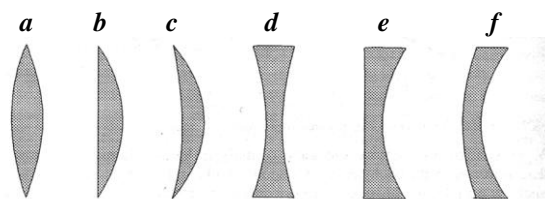
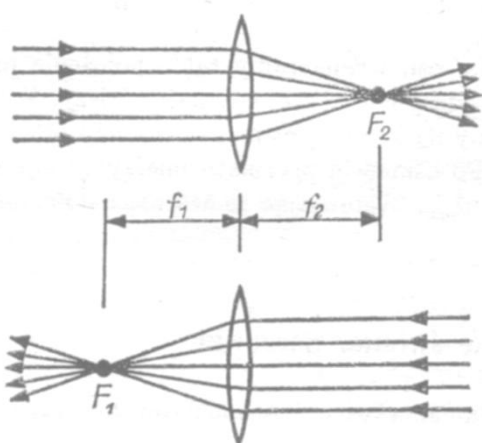


## Soczewki – konstrukcja obrazów

**Soczewka** – ciało przezroczyste dla światła ograniczone zazwyczaj dwiema powierzchniami kulistymi lub jedną kulistą i jedną płaską<sup>1</sup>. W przypadku soczewek kulistych wyróżnić sześć ich postaci:

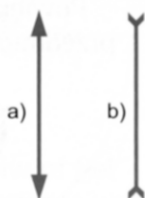


- a – dwuwypukła                      b – płasko-wypukła  
c – wklęsło-wypukła                d – dwuwklęsła  
e – płasko-wklęsła                 f – wypukło-wklęsła



Światło przechodząc przez soczewkę ulega dwukrotnemu załamaniu. Punkty, w których ulegają skupieniu promienie przechodzące przez soczewkę skupiającą ( tzn.  $F_1$ ,  $F_2$ ) nazywa się ogniskami soczewki. Punkty te leżą w pewnej odległości od soczewki zwanej **ogniskową**  $f$  ( $f_1 = f_2$ )

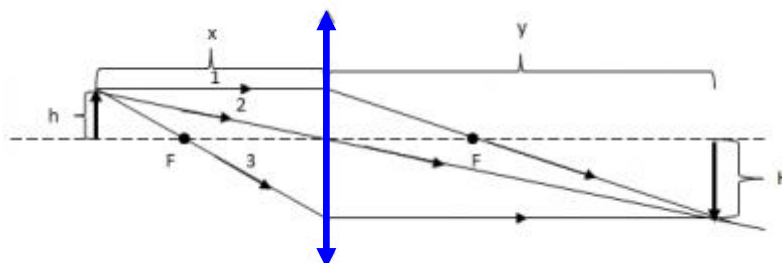
W przypadku cienkich soczewek można je rysować w uproszczeniu:



- a) soczewka skupiająca  
b) soczewka rozpraszająca

Wtedy na rysunku światło załamuje się tylko jeden raz.

### Przykłady konstrukcji obrazów otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających.



- $h$  - wysokość przedmiotu (strzałki AB)  
 $H$  - wysokość otrzymanego obrazu (strzałki A'B')  
 $x$  - odległość przedmiotu od soczewki  
 $y$  - odległość otrzymanego obrazu od soczewki  
 $f$  - ogniskowa soczewki (odległość ognisk F od środka soczewki)

Konstruując obrazy wykorzystuje się następujące, tzw. **promienie charakterystyczne**:

- 1 – biegnący równoległe do osi optycznej soczewki, po załamaniu przechodzi przez ognisko soczewki
- 2 – biegnie bezpośrednio przez środek soczewki (ulega niewielkiemu równoległemu przesunięciu, które na rysunku zostało pominięte)
- 3 – biegnie najpierw przez ognisko soczewki, a po załamaniu równoległe do osi optycznej soczewki (odwrócony bieg promienia 1)

<sup>1</sup> Spotyka się również soczewki ograniczone powierzchniami walcowatymi lub parabolicznymi.

Na powyższym rysunku wykorzystano dwa pierwsze z opisanych promieni. Z rysunku widać, że **otrzymano obraz powiększony, odwrócony i rzeczywisty**.

Rodzaj otrzymanego obrazu zależy od ustawienia przedmiotu względem soczewki, tzn. relacji pomiędzy odległościami „ $x$ ” i „ $f$ ”. Pomiędzy odległościami „ $x$ ”, „ $y$ ” i „ $f$ ” istnieje związek, zwany równaniem soczewki (ma analogiczną postać jak równanie zwierciadła kulistego):

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

$f > 0 \Rightarrow$  soczewka skupiająca ,  $f < 0 \Rightarrow$  soczewka rozpraszająca

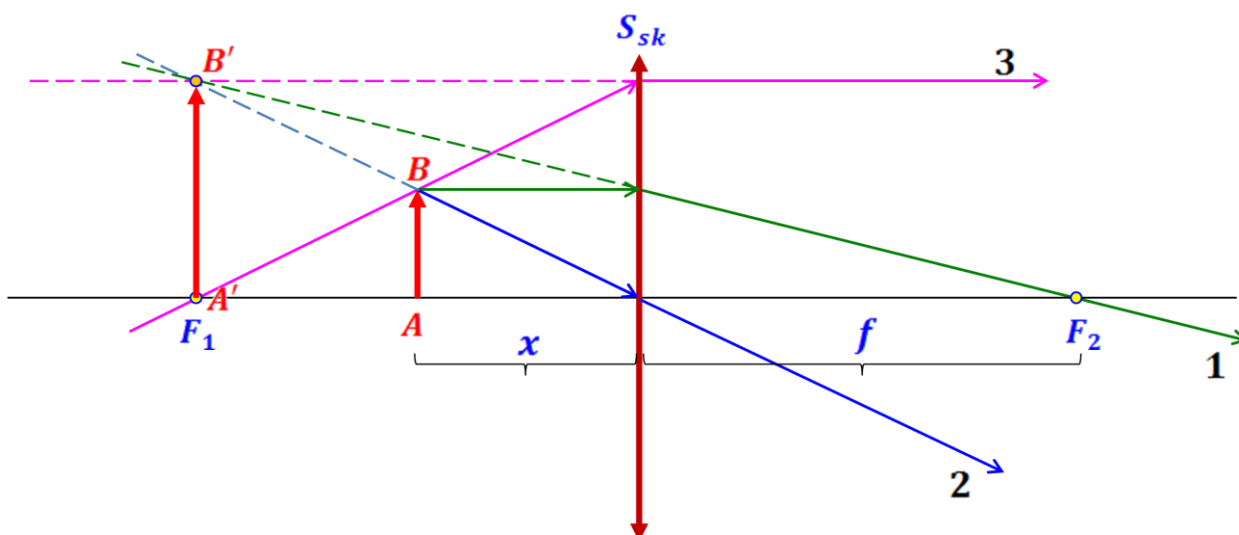
$x > 0 \Rightarrow$  przedmiot rzeczywisty,  $x < 0 \Rightarrow$  przedmiot pozorny

Po prostych przekształceniach otrzymuje się:

$$y = \frac{f \cdot x}{x - f}$$

$y > 0 \Rightarrow$  obraz rzeczywisty,  $y < 0 \Rightarrow$  obraz pozorny

Tylko w sytuacji, gdy odległość przedmiotu od soczewki jest mniejsza od jej ogniskowej ( $x < f$ ) można otrzymać obraz pozorny ( $y < 0$ ).



Z rysunku widać, że promienie po przejściu przez soczewkę są rozbieżne. Przecinają się natomiast przedłużenia tych promieni (linie przerywane na rysunku).

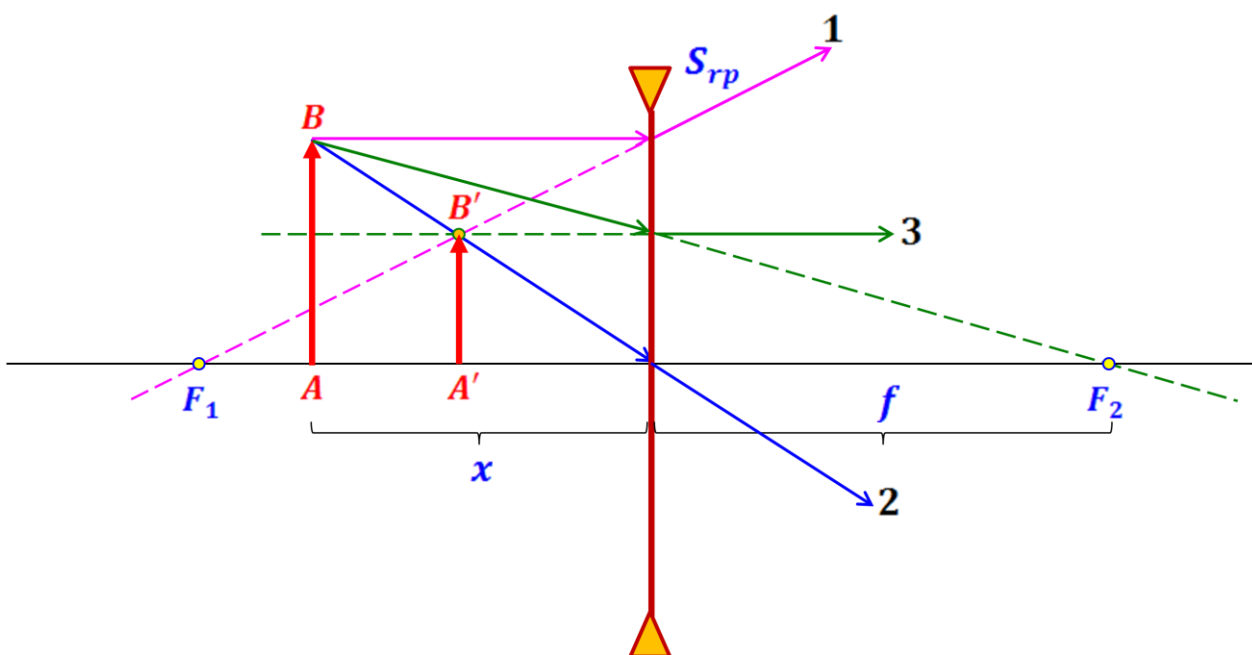
Otrzymany obraz jest **pozorny, powiększony i prosty**. Takie ustawienie wykorzystuje się np. chcąc oglądać powiększony tekst za pomocą lupy.

To czy soczewka skupia czy rozprasza zależy nie tylko od kształtu soczewki, ale również od rodzaju materiału z jakiego została wykonana i rodzaju ośrodka ją otaczającego (bezwzględnych współczynników załamania światła obu substancji).

#### Uwaga:

Jeżeli przedmiot nie jest ustawiony prostopadłe do osi optycznej i/lub żaden z jego końców nie leży na tej osi, to należy znaleźć konstrukcyjnie obrazy punktów będących jego końcami, tj. punktów A i B.

## Przykład konstrukcji obrazu otrzymywanego za pomocą soczewki rozpraszającej.



- 1 – biegnący równoległe do osi optycznej soczewki, po załamaniu przechodzi - jego przedłużenie - przez tzw. ognisko pozorne soczewki (leżące po tej samej stronie soczewki, co przedmiot)
- 2 – biegnie bezpośrednio przez środek soczewki (ulega niewielkiemu równoległemu przesunięciu, które na rysunku zostało pominięte)
- 3 – jego kierunek przechodzi przez ognisko pozorne (po drugiej stronie soczewki). Na skutek załamania w soczewce biegnie - po przejściu przez nią - równoległe do osi optycznej soczewki.

Z rysunku widać, że promienie po przejściu przez soczewkę są rozbieżne. Przecinają się natomiast przedłużenia tych promieni (dwie linie przerywane i jedna linia ciągła na rysunku).

**W przypadku soczewki rozpraszającej otrzymuje się *zawsze obraz pozorny, prosty, pomniejszony!***