

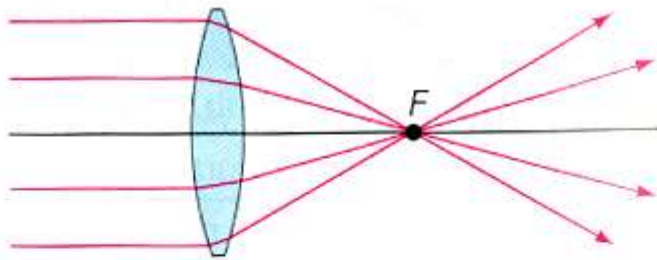
## Lentile

În optică, **lentila** este o piesă realizată dintr-un material transparent (sticlă, material plastic etc.), cu două suprafețe opuse, în general curbe, folosită singură sau împreună cu alte piese similare pentru a concentra sau diverge lumina și a forma imagini ale obiectelor.

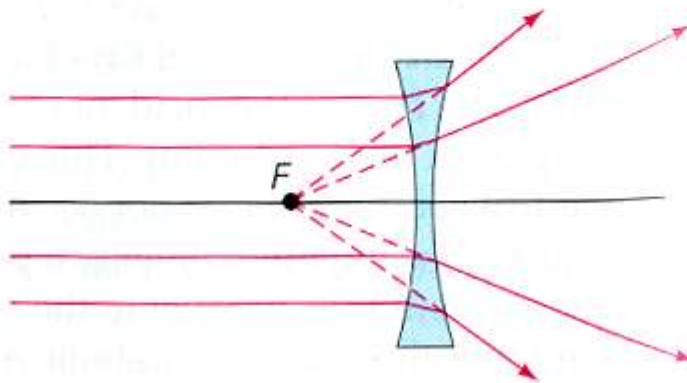
Lentilele se bazează pe fenomenul de refracție a luminii, adică schimbarea direcției de propagare a acesteia la trecerea dintr-un mediu transparent în altul.

Lentilele se pot clasifica după modul în care acționează asupra razelor de lumină în:

- lentile convergente, care transformă un fascicul paralel într-unul convergent;
- lentile divergente, care transformă un fascicul paralel într-unul divergent.



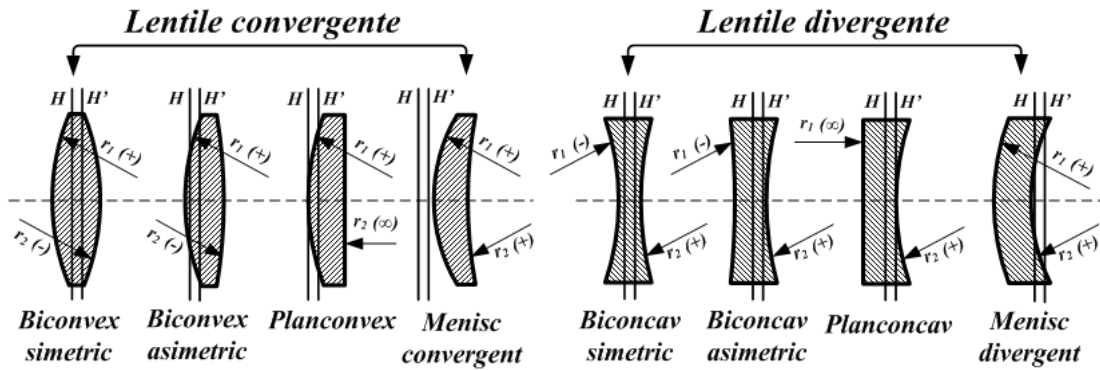
**Lentile convergente**



**Lentile divergente**

Clasificarea lentilelor:

- plan-convexe - curbate spre exterior într-o parte și plane pe cealaltă parte;
- biconvexe - curbate spre exterior pe ambele părți;
- meniscuri convergente - curbate spre exterior într-o parte și spre interior pe cealaltă parte, în așa fel încât efectul este de a transforma un fascicul paralel într-unul convergent;
- meniscuri divergente - la fel ca meniscurile convergente, dar efectul este transformarea unui fascicul paralel într-unul divergent;
- plan-concave - curbate spre interior într-o parte și plane pe cealaltă parte;
- biconcave - curbate spre interior pe ambele părți.



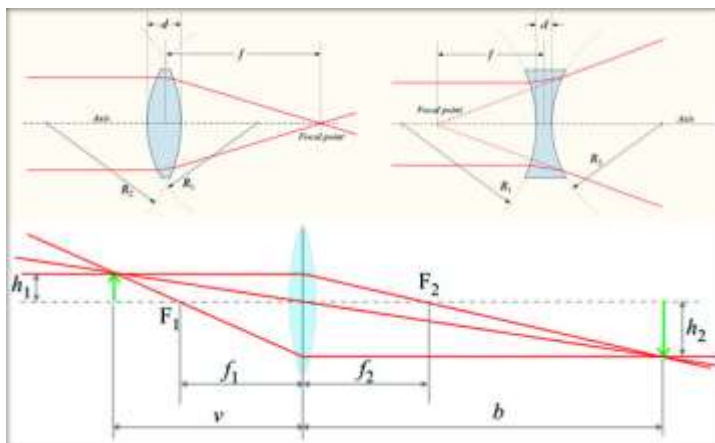
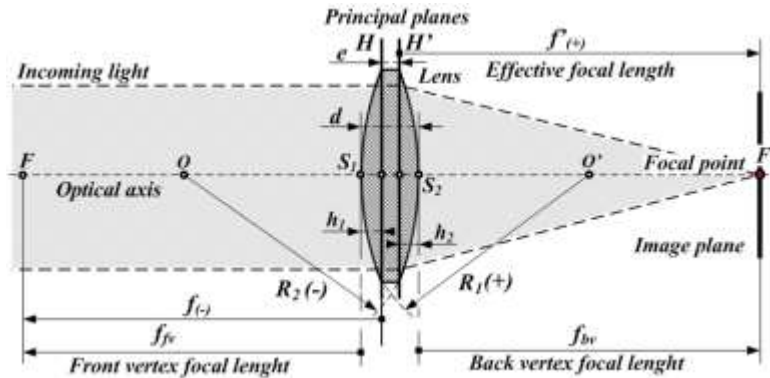
**Definiția lentilelor:**

Lentilele **convergente** sunt mai groase la mijloc și mai subțiri pe margine.

Lentilele **divergente** sunt mai subțiri la mijloc și mai groase la margini.

Elementele unei lentile sunt.

- $R_1$  și  $R_2$  raze de curbură sunt razele celor două suprefețe sferice care formează fețele lentilei
- $F_1$  și  $F_2$  focarele obiect și imagine ale lentilei.
- Axa optică principală este dreapta ce trece prin cele două focare principale și centrul optic
- Centrul optic este punctual care se obține la inersecția dintre perpendiculara coborâtă din punctul de intersecți a dioptrilor care formează fețele lentilelor și axa optică principală.
- $f_1$  și  $f_2$  distanțele focale, imagine și obiect.



## Construcția imaginii într-o lentilă

Un punct luminos emite lumină în toate direcțiile pe suprafața transparentă a mediului compact. Pentru a obține grafic imaginea acestui punct, este suficient să fie reprezentate două din următoarele raze:

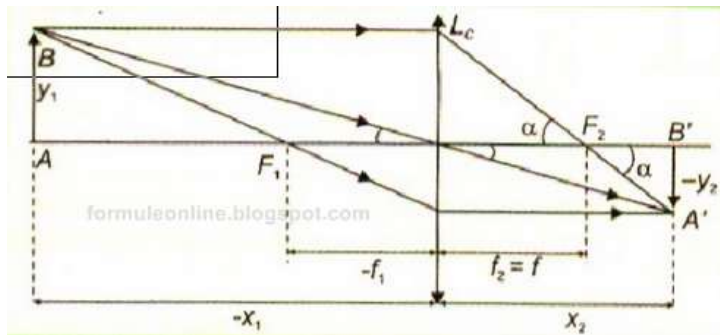
- o rază care trece nedeviată prin centrul optic și traversează lentila fără să fie deviată;
- o rază paralelă cu axa optică principală care, după [refracție](#), trece prin focarul imagine;
- o rază care trecând prin focarul obiect, după refracție devine paralelă cu axa optică principală.

În cazul unei lentile convergente, imaginea poate fi:

- reală - când obiectul este situat la o distanță mai mare decât distanța focală;
- virtuală - când obiectul este situat între focar și lentilă.

În cazul unei lentile divergente, imaginea finală este întotdeauna virtuală.

## Formule de calcul



Se notează:

- $x_1$ - distanța de la obiect la lentilă;
- $x_2$ - distanța de la imagine la lentilă;
- $y_1$ - mărimea (înălțimea) obiectului (considerat în general poziționat deasupra axei optice);
- $y_2$ - mărimea imaginii (considerată negativă dacă imaginea este răsturnată).

Luându-se centrul optic al lentilei ca punct de referință, se face următoarea convenție de semn:

- Orice segment măsurat în sensul de propagare a luminii este considerat pozitiv.
- Orice segment măsurat în sens opus relativ la direcția de propagare a luminii este considerat negativ.

Există relațiile:

$$\frac{-y_2}{y_1} = \frac{x_2}{-x_1}$$

Folosind funcția trigonometrică tg putem scrie următoarele relații:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_1}{f}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{-y_2}{x_2 - f}$$

Plecând de la aceste relații putem scrie:

$$\frac{y_1}{f} = \frac{-y_2}{x_2 - f}$$

$$\frac{-y_2}{y_1} = \frac{x_2 - f}{f} \quad \text{sau}$$

$$\frac{x_2}{-x_1} = \frac{x_2 - f}{f} \quad \text{făcând produsul mezilor și extremilor rezultă relația}$$

$$x_2 f = -x_1 x_2 + f x_1 \quad \left| \cdot \frac{1}{x_1 x_2 f} \right. \quad \text{în urma împărțirii}$$

$$\frac{1}{x_1} = -\frac{1}{f} + \frac{1}{x_2} \quad \text{relație care se scrie sub forma}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} \quad \text{numită formula lentilelor subțiri}$$

## Convergența

*Convergența lentilei*, notată  $C$ , reprezintă inversul distanței focale  $f$  a focarului principal imagine al lentilei considerate:

$$C = \frac{1}{f} = (n_{\text{relativ}} - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

În formulă, se înlocuiește numeric  $f$  cu valori pozitive la lentilele convergente și cu valori negative la lentilele divergente.

Convergența lentilei compuse este suma convergențelor lentilelor componente:

$$C = \frac{1}{f}$$

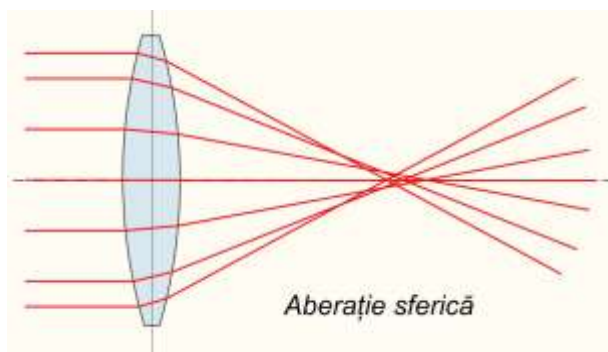
Unitatea de măsură a convergenței este dioptria care corespunde distanței focale de un metru:

$$\langle C \rangle_{SI} = 1 \text{ m}^{-1} = \text{dioptria} = 1 \delta$$

## Aberații optice

### Aberația sferică

Forma sferică a lentilelor, deși simplă de realizat practic, nu este forma ideală care să asigure refracția precisă a luminii. În special razele de lumină care intră în lentilă la marginea acesteia suferă o refracție mai mare decât este nevoie, ceea ce duce la o focalizare defectuoasă și la formarea unor imagini cu atât mai neclare cu cât lentila are un diametru mai mare. Pentru corectarea aberației sferice se folosesc diafragme care limitează diametrul fascicului de lumină (dar care reduc și intensitatea acesteia) ori se folosesc lentile asferice sau lentile compuse, calculate în așa fel încât aberația sferică să fie minimă.

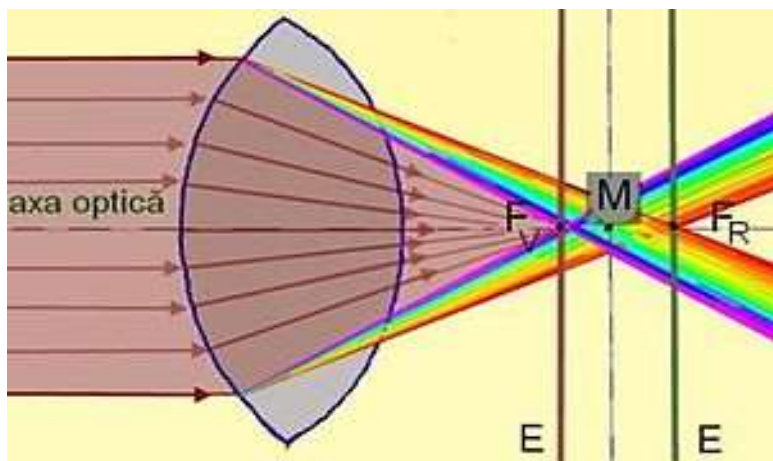


### **Coma**

Această aberație apare când fasciculul de lumină este înclinat față de axa optică. În loc ca imaginea unui punct luminos să fie tot un punct, lumina capătă forma unei comete. Efectul este cu atât mai puternic cu cât unghiul cu axa optică este mai mare.

#### **Aberația cromatică.**

Materialul transparent al lentilei (sticlă, materiale plastice, lichide etc.) nu refractă lumina de toate culorile în aceeași măsură. Fenomenul se numește dispersie și înseamnă dependența indicelui de refracție de lungimea de undă. El se manifestă în cazul lentilelor prin formarea de imagini la distanțe diferite și de mărimi diferite în funcție de culoare. Imaginile obținute cu o astfel de lentilă vor prezenta irizări colorate ale părților din imagine care ar trebui să prezinte o trecere bruscă de la o zonă luminoasă la una întunecată.



## Distorsiuni

Adesea, un obiect cu muchii drepte dă prin lentilă o imagine în care aceste muchii sînt curbate, fie toate spre axa optică, fie toate spre marginea cadrului. Acest fenomen se datorează faptului că relația dintre unghiul de intrare în lentilă (unghiul dintre axa optică și raza venită de la un punct) și unghiul de ieșire (dintre axa optică și imaginea punctului respectiv) nu este liniară. În funcție de sensul abaterii de la liniaritate, imaginea unui dreptunghi va căpăta o formă fie de „butoiaș”, fie de „perniță”.

## Curbura câmpului

Imaginea unui obiect plan așezat perpendicular pe axa optică este în mod ideal tot plană. În realitate, lentilele simple dau o imagine curbată, astfel încât surprinderea acestei imagini pe un sensor plan – film fotografic, ([peliculă cinematografică](#), sensor [CCD](#) etc.) – suferă de o neclaritate din ce în ce mai pronunțată spre marginea cadrului.

## Astigmatism

În mod ideal imaginea unui punct luminos trebuie să fie tot un punct. În practică, lentilele reale (inclusiv lentila ochiului, [cristalinul](#)) nu au o formă perfectă, și deci imaginea unui punct este o pată luminoasă cu atît mai mare cu cît efectul e mai puternic. [Astigmatismul](#) ochiului se poate corecta folosind [lentile cilindrice](#).