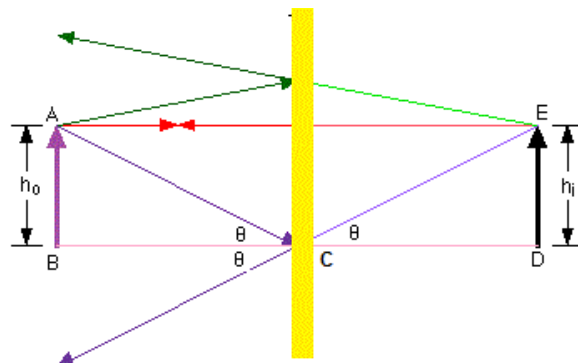


# 1. Miralls

## 1.1. Miralls plans



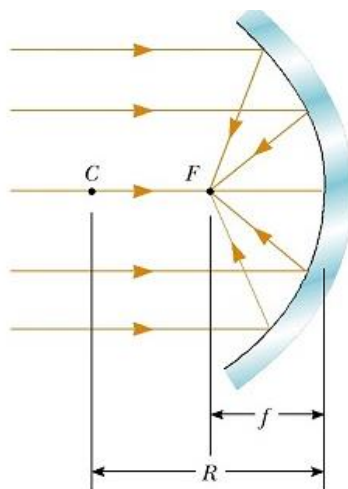
Imatge: dreta, mateixa mida, virtual

## 1.2. Miralls esfèrics

### 1.2.1 Còncav

#### Definició del punt focal del mirall.

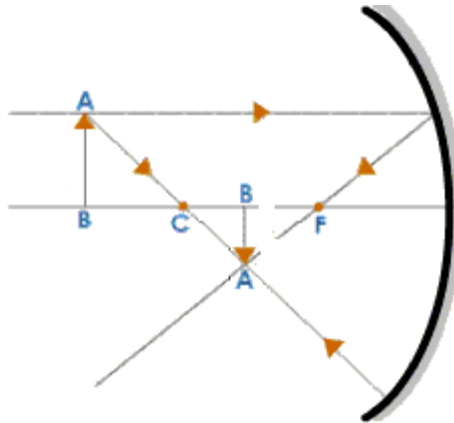
Els raigs provinents de l'infinit, paral·lels a l'eix òptic, es tallen tots (després de reflectir-se) al mateix punt, anomenat punt focal, F. El punt C és el centre de curvatura del mirall esfèric. Es compleix que la distància del vèrtex del mirall a F (anomenada distància focal,  $f$ ) és igual que la de F a C.



### Determinació de les característiques de la imatge. Traçat de raigs.

- a) Un raig paral·lel a l'eix òptic passarà pel punt focal del mirall un cop reflectit.
- b) Un raig que passi pel centre del mirall no es desvia al reflectir-se.

La intersecció (real) d'aquests raigs determinarà la posició de la imatge.



En aquest cas l'objecte es troba a l'esquerra del centre C.

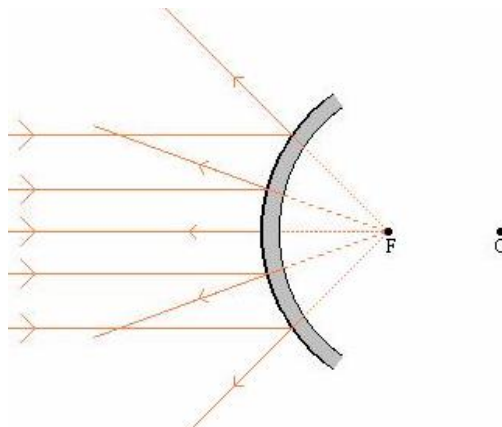
Imatge: *invertida*, mida més petita, real.

Es deixa com a exercici representar el cas en que l'objecte es troba entre C i F i el cas en que l'objecte es troba entre F i el vèrtex del mirall.

#### 1.2.2 Convexos

### Definició del punt focal del mirall.

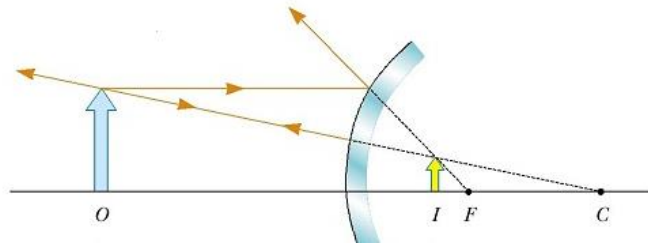
Els raigs provinents de l'infinit, paral·lels a l'eix òptic es tallen tots (després de reflectir-se) *virtualment*, al mateix punt.



## Determinació de les característiques de la imatge. Traçat de raigs.

- a) Un raig paral·lel a l'eix òptic es dirigirà virtualment al punt focal del mirall un cop reflectit.
- b) Un raig que es dirigeixi al centre del mirall no es desvia al reflectir-se.

La intersecció (virtual) d'aquests raigs determinarà la posició de la imatge.



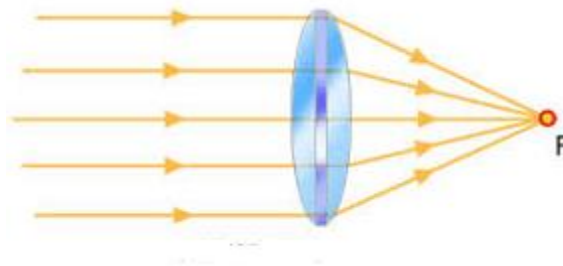
És fàcil veure que ara només hi ha un cas. Tenim:

Imatge: *dreta*, mida més petita, virtual.

## 2. Lents primes.

### 2.1 Lents convergents.

Les lents convergents es caracteritzen per tenir una distància focal positiva, és a dir, raigs paral·lels a l'eix òptic provinents de l'infinit es troben al mateix punt  $F'$ , anomenat punt focal imatge i aquest punt es troba a la dreta de la lent.

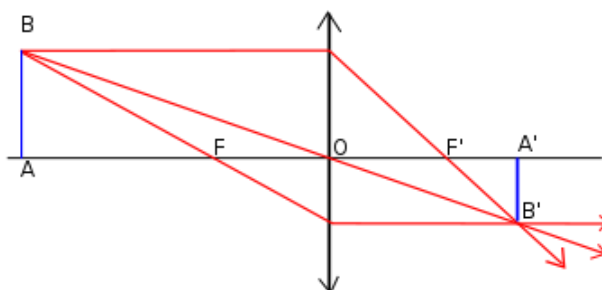


## Determinació de les característiques de la imatge. Traçat de raigs.

El procés de determinació de la posició de la imatge en lents primes és similar al cas dels miralls esfèrics. Podem fer servir tres raigs auxiliars tot i que sovint amb dos n'hi ha prou.

- a) Un raig paral·lel a l'eix òptic es dirigirà al punt focal de la lent després de travessar-la.
- b) Un raig que es dirigeixi al vèrtex de la lent no es desvia al travessar-la.
- c) Un raig que es dirigeixi al punt focal objecte (F), sortirà en direcció paral·lela a l'eix òptic després de travessar la lent.

La intersecció (real) d'aquests raigs determinarà la posició de la imatge.



Es pot comprovar que els casos de interès es donen quan la distància ( $s$ ) de l'objecte a la lent és, respectivament:

- i)  $S > 2f$
- ii)  $S = 2f$
- iii)  $2f > S > f$
- iv)  $S = f$
- v)  $S < f$

A la imatge anterior es representa el primer cas. Es deixa com exercici determinar les característiques de la imatge en els altres casos descrits.

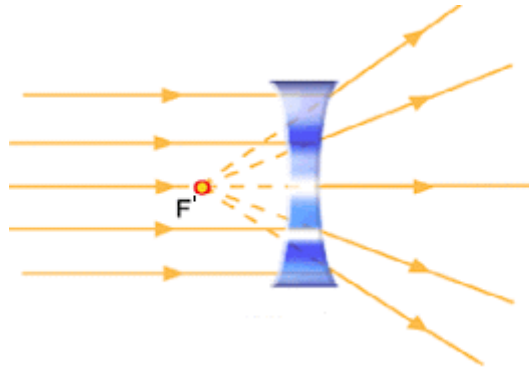
La relació entre les posicions de l'objecte i la imatge ve donada per

$$\frac{-1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'}$$

On  $s$  és la distància de l'objecte a la lent,  $s'$  la distància de la imatge a la lent i  $f'$  la distància focal de la lent. Cal notar que les posicions a l'esquerra de la lent es consideren negatives i les que queden a la dreta positives.

## 2.2 Lents divergents.

Les lents divergents es caracteritzen per tenir una distància focal negativa, és a dir, raigs paral·lels a l'eix òptic provinents de l'infinit es troben (de forma virtual) al mateix punt  $F'$ , anomenat punt focal imatge i aquest punt es troba ara a l'esquerra de la lent.



Seguint un procés semblant al que hem vist en el cas de les lents convergents, es pot trobar la imatge d'un objecte a través d'una lent divergent. En aquest cas totes les posicions a l'esquerra de la lent són equivalents. Es deixa com exercici determinar gràficament la posició de la imatge.

## 3. Potència d'una lent.

La potència d'una lent es calcula com

$$P = \frac{1}{f'}$$

i si la distància focal es dona en metres la potència es mesura en *diòptries*.

## 4. Augment lateral.

L'augment lateral d'una lent es calcula com

$$m = \frac{s'}{s} = \frac{y'}{y}$$

on  $y'$  és l'alçada de la imatge i  $y$  la del objecte.

## 5. Sistemes compostos.

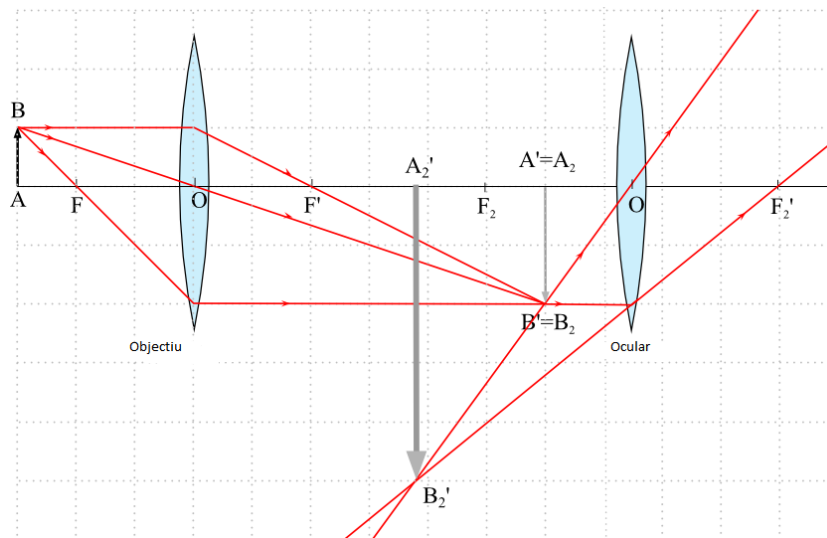
Si combinem en un sistema òptic dues o més lents primes podem trobar la imatge d'un objecte a través del sistema considerant com a objecte per la segona lent la imatge per la primera, etc.

En sistemes complexos és més senzill determinar els *plans principals* del sistema que caracteritzen totalment aquest. A la classe s'explicarà amb detall el mètode gràfic per trobar els plans principals d'un sistema compost.

## 6. Instruments òptics.

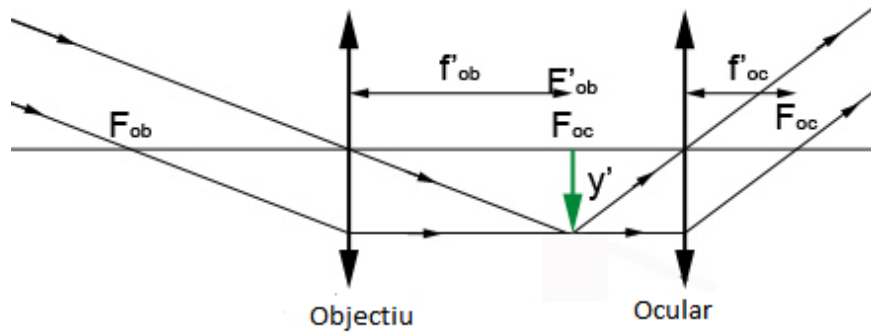
### 6.2 Microscopi compost

Consta de dues lents convergents, una de focal molt curta, l'objectiu, i l'altre de focal de l'ordre de centímetres.



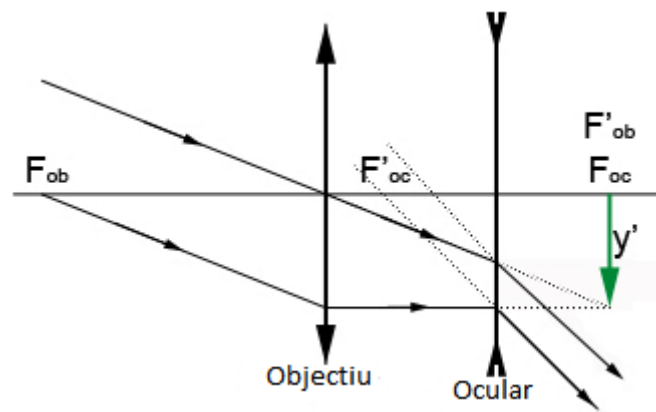
### 6.3 Ullera astronòmica.

Consta de dues lents convergents, una de focal molt gran, l'objectiu i l'altra de focal petita. La imatge és invertida i per tant, no es fa servir per observació terrestre, tot i que es pot fer servir una altra lent intermitja per tal d'invertir la imatge.



### 6.4 Ullera de Galileu.

Consta d'una lent convergent de focal molt gran i una divergent. D'aquesta manera s'aconsegueix una imatge dreta.



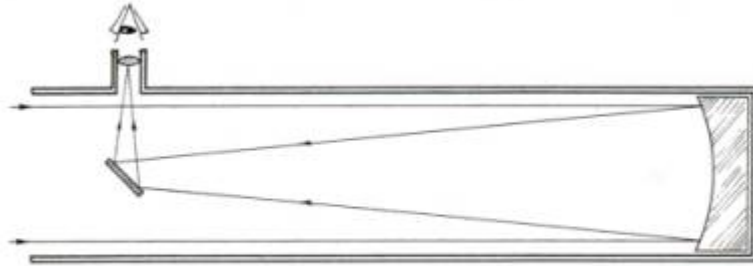
### 6.5. Telescopi refractor.

El seu disseny és semblant a la ullera astronòmica.

## 6.6. Telescopi reflector.

Es fan servir miralls per tal de poder aconseguir augments importants amb longituds relativament petites del telescopi. Hi ha essencialment dos tipus, el telescopi de Newton i el de Cassegrain

El telescopi de Newton consta d'un mirall parabòlic (primari) i un pla (secundari).



El telescopi de Cassegrain consta d'un mirall primari parabòlic i un secundari convex.

