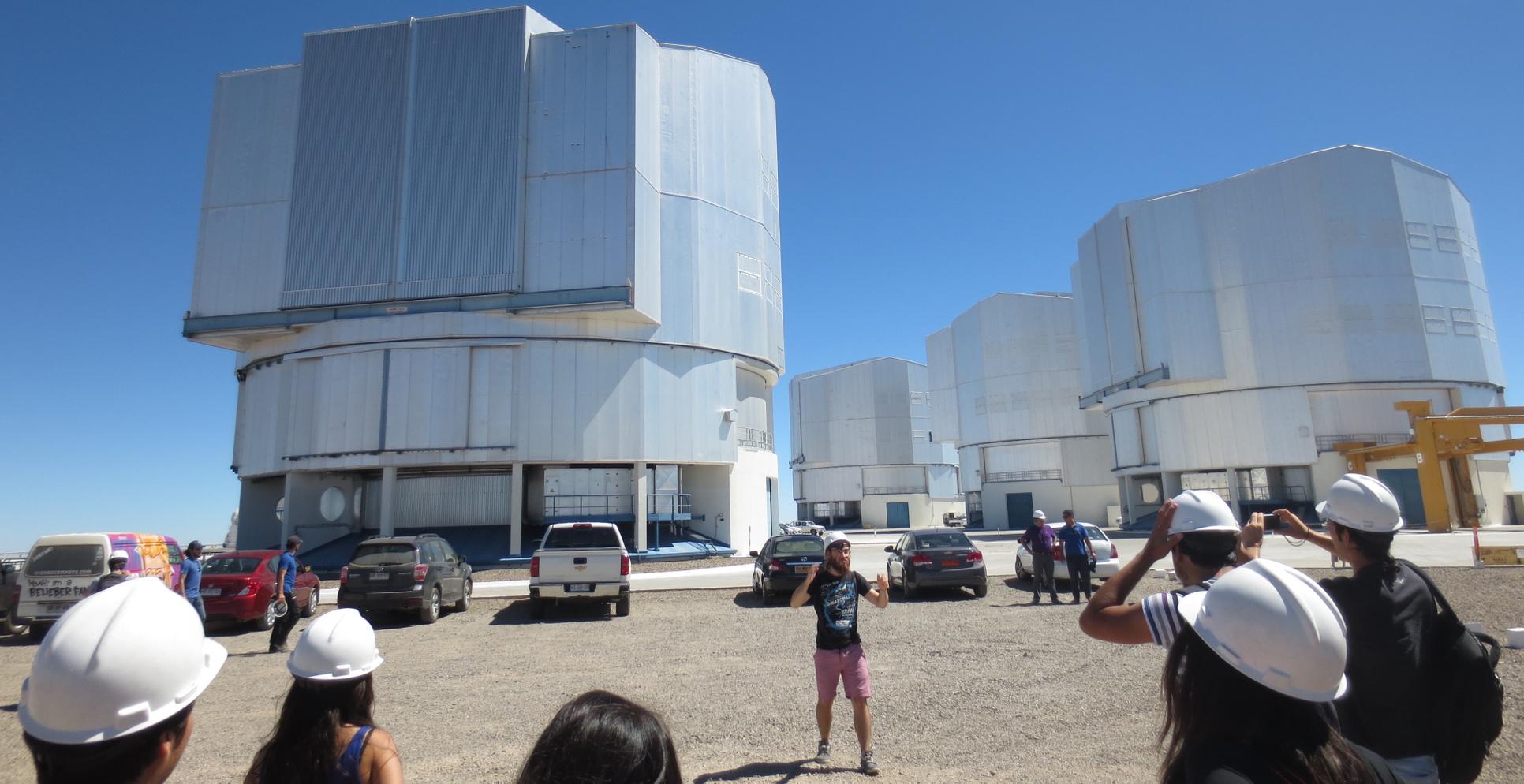


15 - Telescopios



Telescopios

La palabra viene del griego:

tele- : τηλε- [tele-] = lejos

-scopio : σκοπ- [skop-] = ver

Un instrumento óptico que permite observar objetos lejanos con mucho más detalle que a simple vista al captar radiación electromagnética, tal como la luz.

Es un utensilio fundamental en astronomía, y cada desarrollo o perfeccionamiento de este instrumento ha permitido avances en nuestra comprensión del Universo.

Gracias al telescopio —desde que Galileo Galilei en 1610 lo usó para observar la Luna, el planeta Júpiter y las estrellas— el ser humano pudo, por fin, empezar a conocer la verdadera naturaleza de los cuerpos celestes que nos rodean y nuestra ubicación en el universo

El primer registro existente de un telescopio fue una patente de 1608 presentada al gobierno de los Países Bajos por el fabricante de gafas Hans Lippershey de Middelburg para un telescopio refractor.

El inventor real es desconocido, pero se corrió la voz por Europa.

Galileo se enteró y, en 1609, construyó su propia versión e hizo sus observaciones telescópicas de objetos celestes.

Hans Lippershey (1570-1619)

también conocido como Johann Lippershey, fue un fabricante de lentes e inventor.

Es reconocido como el creador de los diseños para el primer telescopio práctico.

También es muy posible que haya inventado el microscopio mucho antes que Zacharias Janssen.



Telescopio óptico

Un telescopio óptico es un tipo de telescopio que capta y enfoca luz, principalmente de la parte visible del espectro electromagnético, para crear una imagen aumentada.

Esta imagen puede ser vista directamente, o servir para hacer una fotografía o para recoger datos a través de sensores de imagen electrónica.

Tipos:

- Refractores: Utilizan lentes y funcionan bajo el principio de refracción de la luz.
- Reflectores: Utilizan espejos y funcionan bajo el principio de reflexión de la luz.

Refractores

Un telescopio refractor es un sistema óptico centrado, que capta imágenes de objetos lejanos utilizando un conjunto de lentes en las que la luz se refracta.

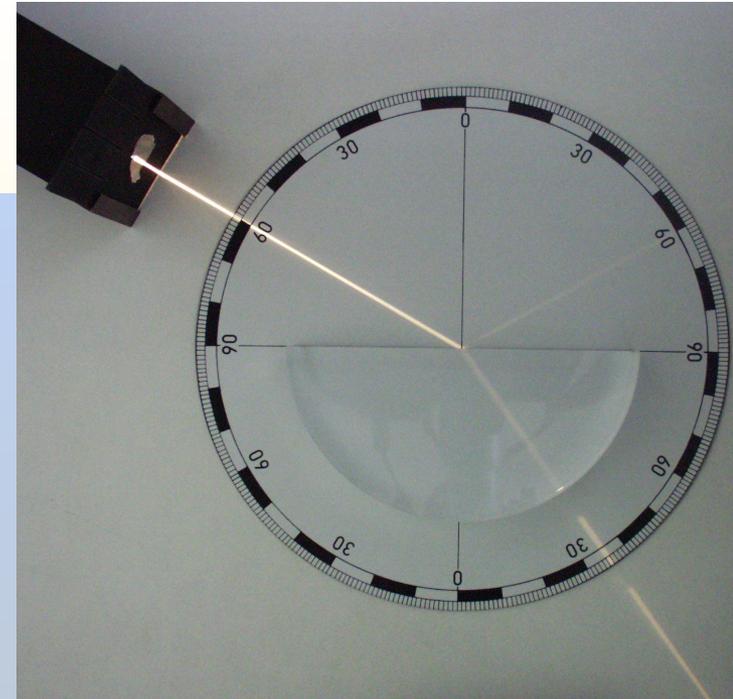
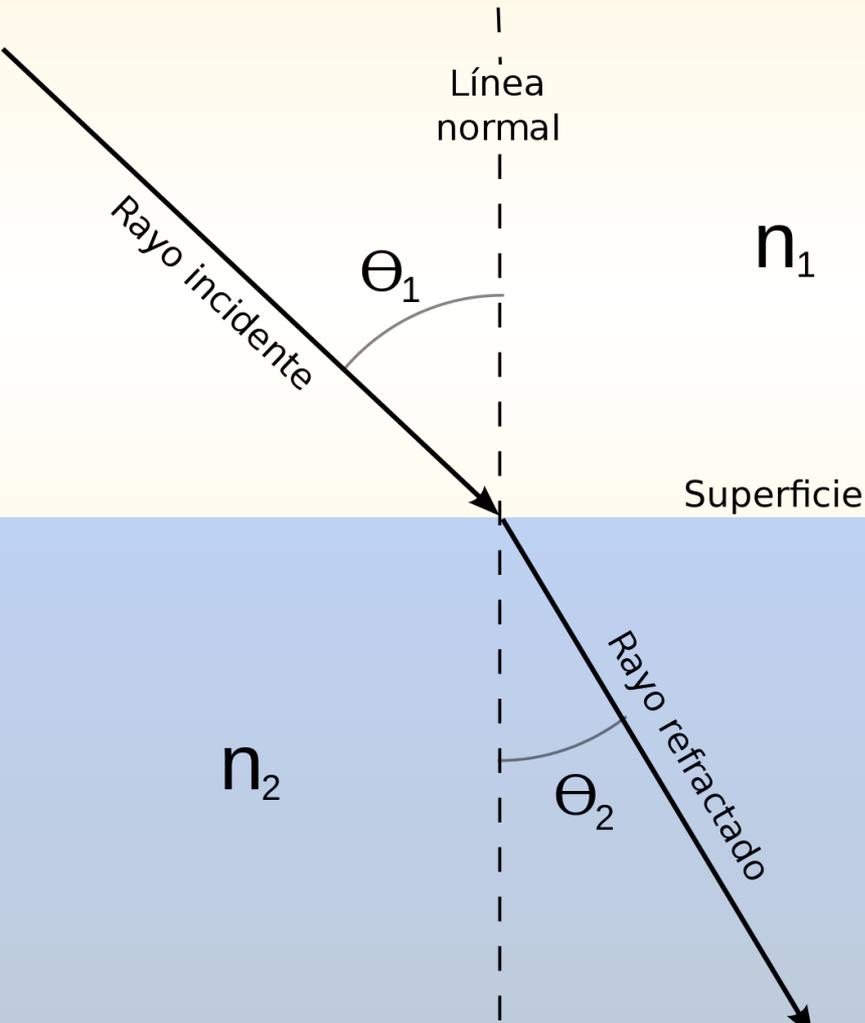
La refracción de la luz en la lente del objetivo hace que los rayos paralelos, procedentes de un objeto muy alejado (en el infinito), converjan sobre un punto del plano focal. Esto permite mostrar los objetos lejanos mayores y más brillantes.



Ley de refracción (Ley de Snell)

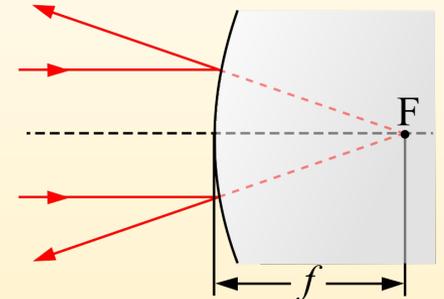
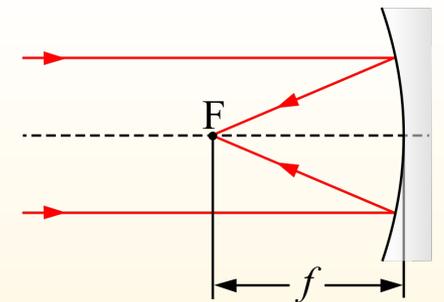
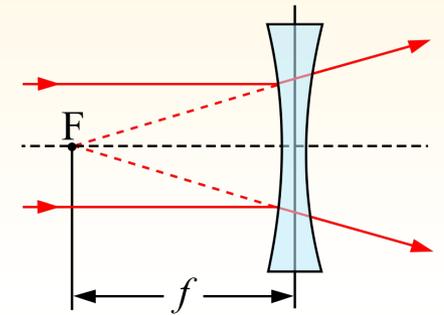
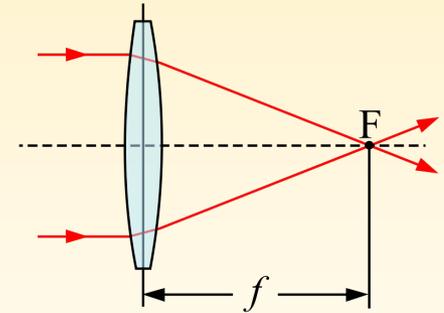
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$n_{1,2}$ = índices de refracción

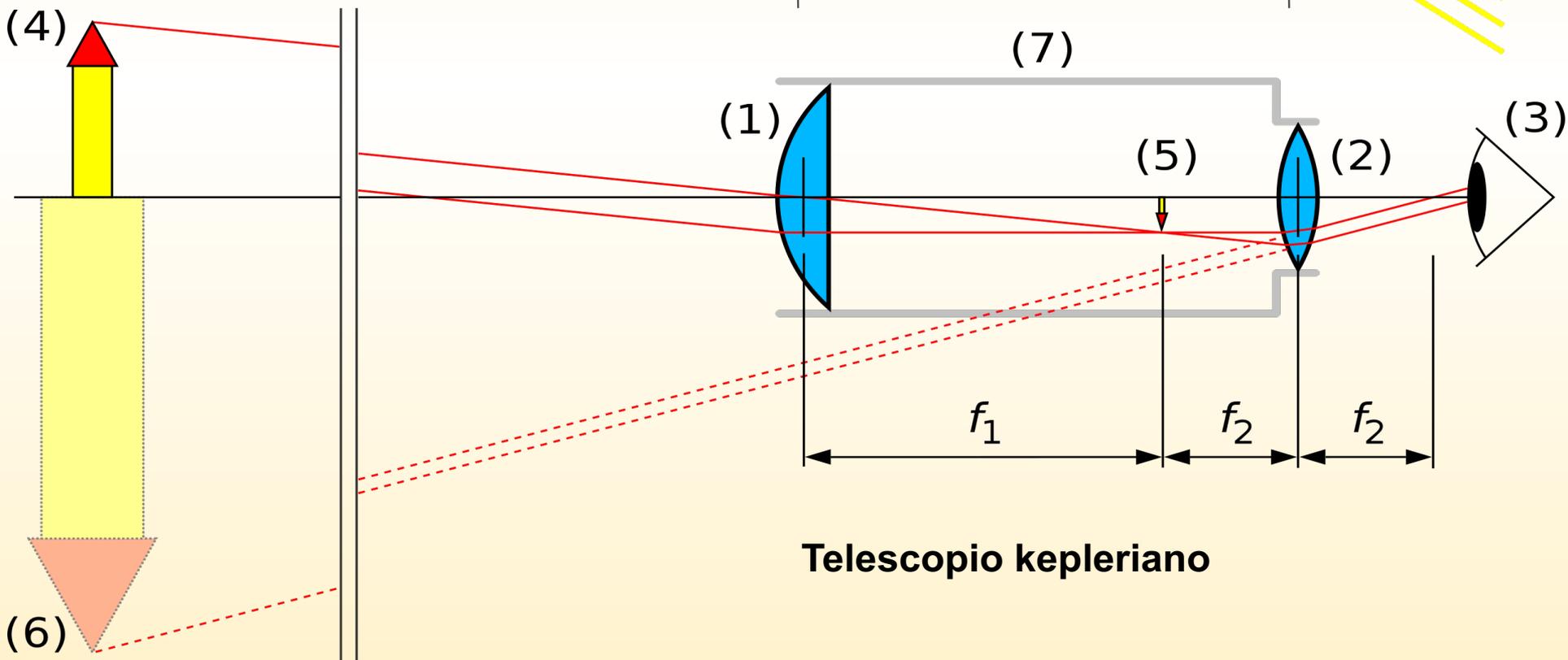
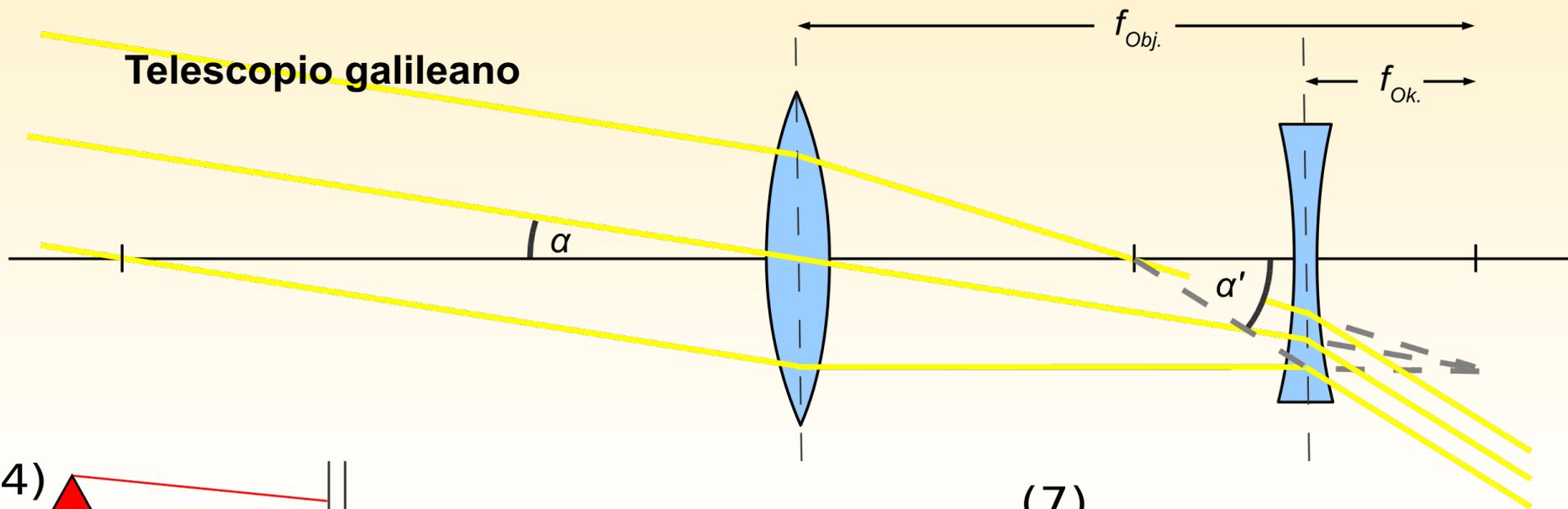


Foco

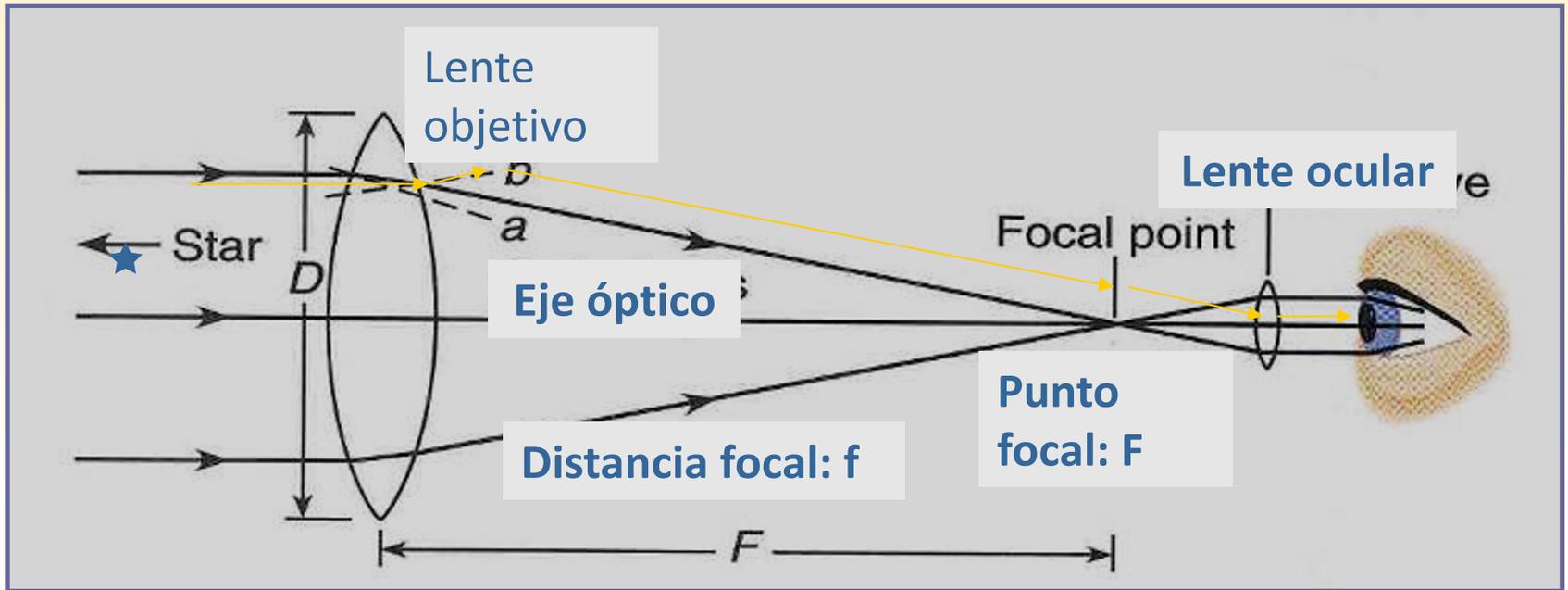
En óptica geométrica un foco es el punto donde convergen los rayos de luz originados desde un punto en el objeto observado.



Telescopio galileano



Telescopio kepleriano



La magnificación de un telescopio:

f_{ob} y f_{ok} las distancias focal del objetivo o el ocular

$$V = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

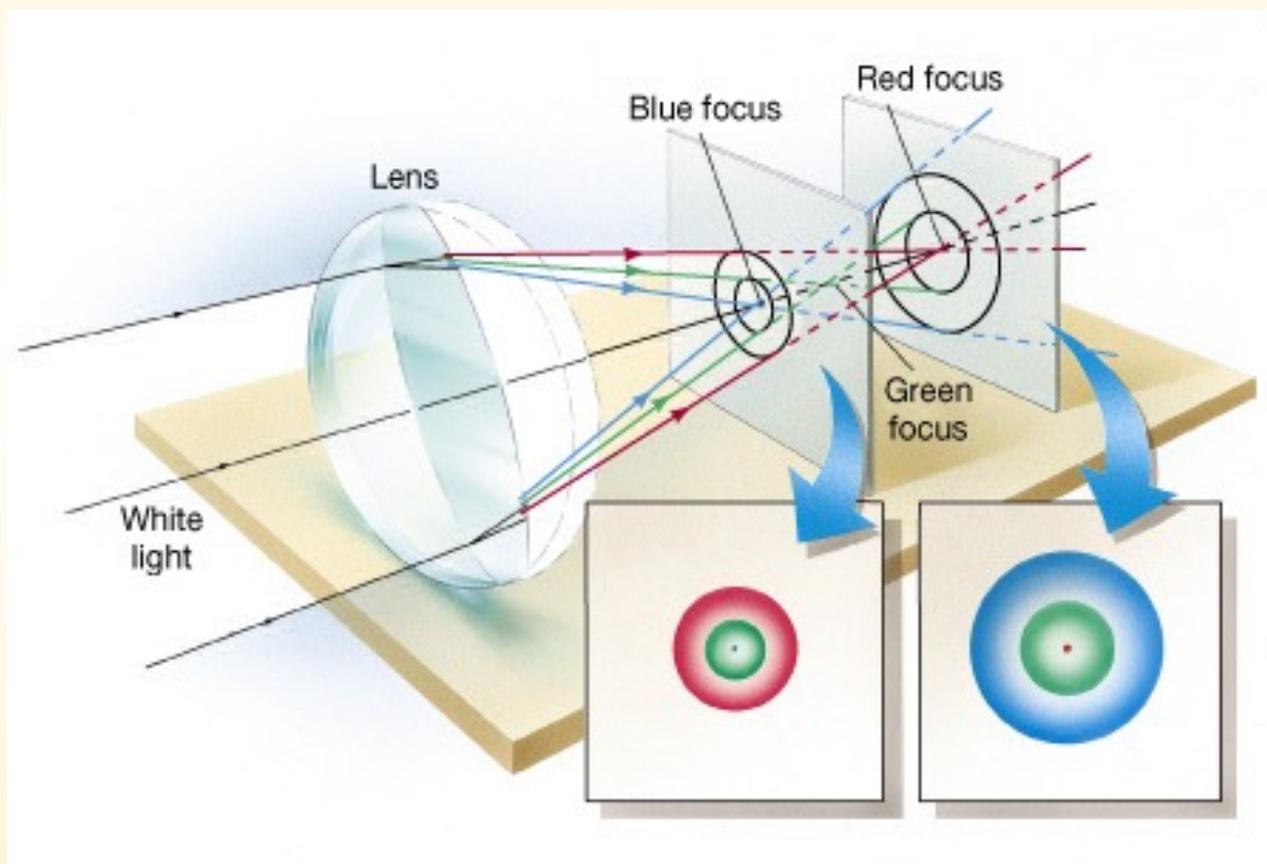
Ventajas

- No necesita mantenimiento
- Hay lentes de cualquier focal pero aumenta mucho el tamaño del telescopio
- Buena respuesta térmica

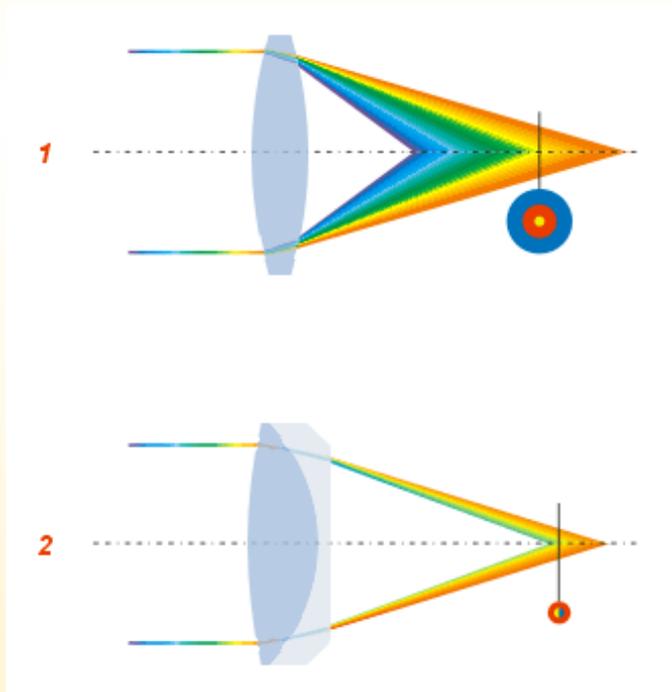
Desventajas

- La luz que pasa por las lentes sufre dispersión ➡ hay pérdidas adicionales de luz.
- Los vidrios ordinarios no transmiten la luz Ultravioleta, limitando las observaciones en longitudes de onda cortas.
- Las dimensiones de los refractores están limitadas por el peso de las lentes, las cuales pueden provocar grandes distorsiones en las imágenes.

Aberración cromática



En óptica, la **aberración cromática** es un tipo de distorsión óptica provocada por la imposibilidad de una lente para enfocar todos los colores en un único punto de convergencia.



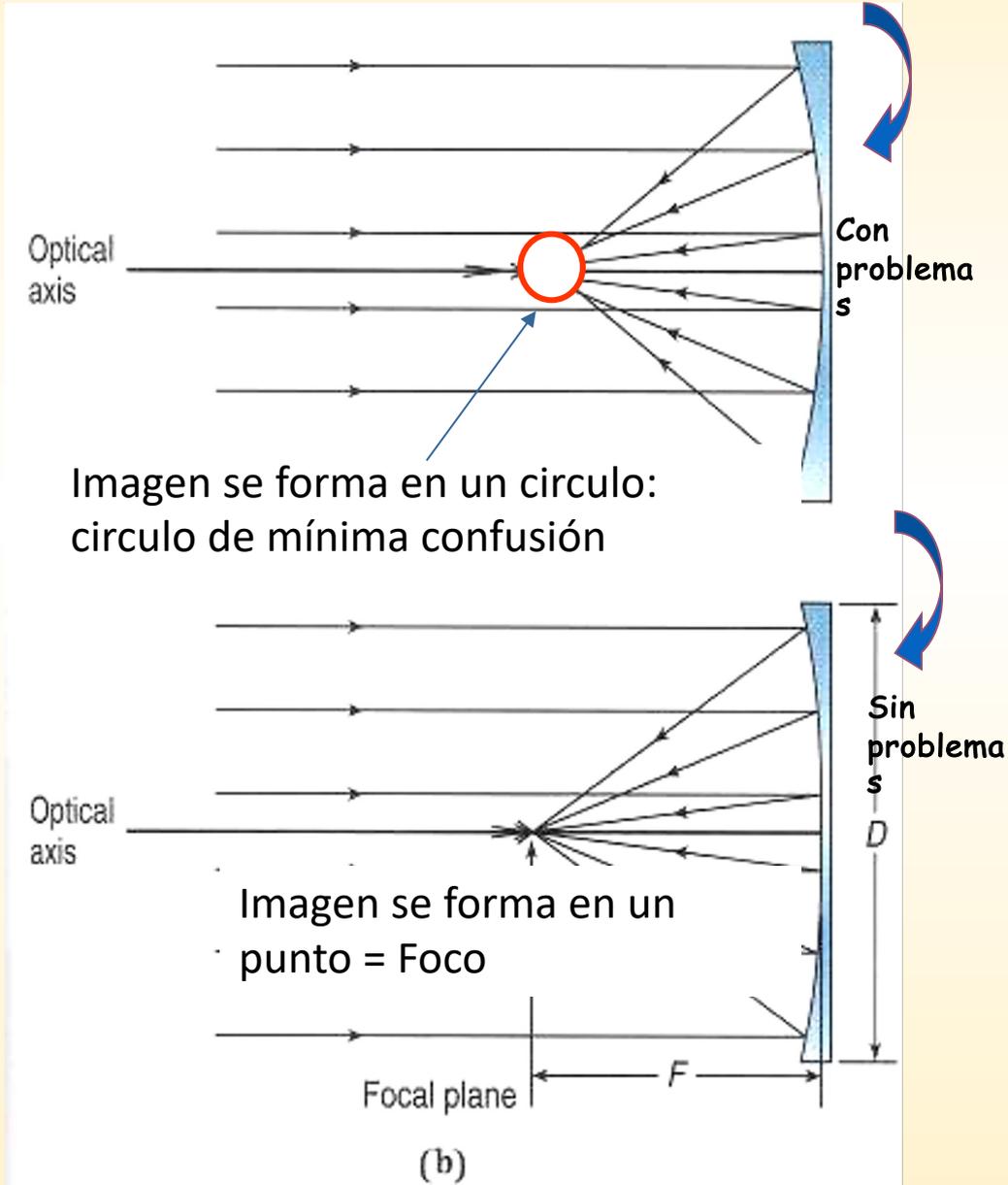
2

1

Telescopios Reflectores

- Se basan en el principio de reflexión de la luz
- Utilizan espejos, recubiertos por una delgada capa de aluminio
- Normalmente los espejos son parabólicos ➡ cualquier rayo que llega a la superficie del espejo se refleja al mismo punto (F).
- Defectos en su superficie causan aberración esférica (ejemplo el Telescopio Hubble)

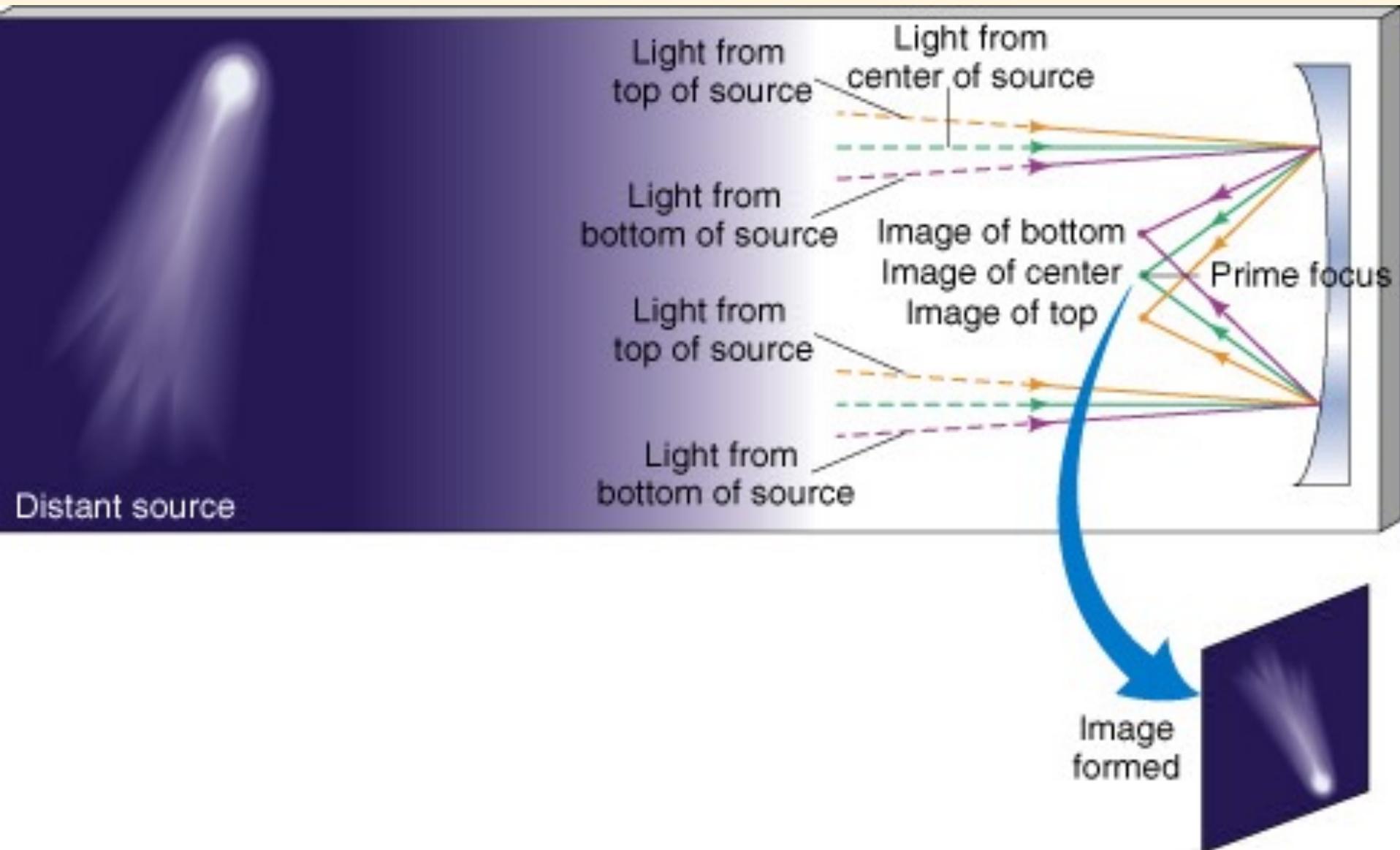
Espejo parabólico



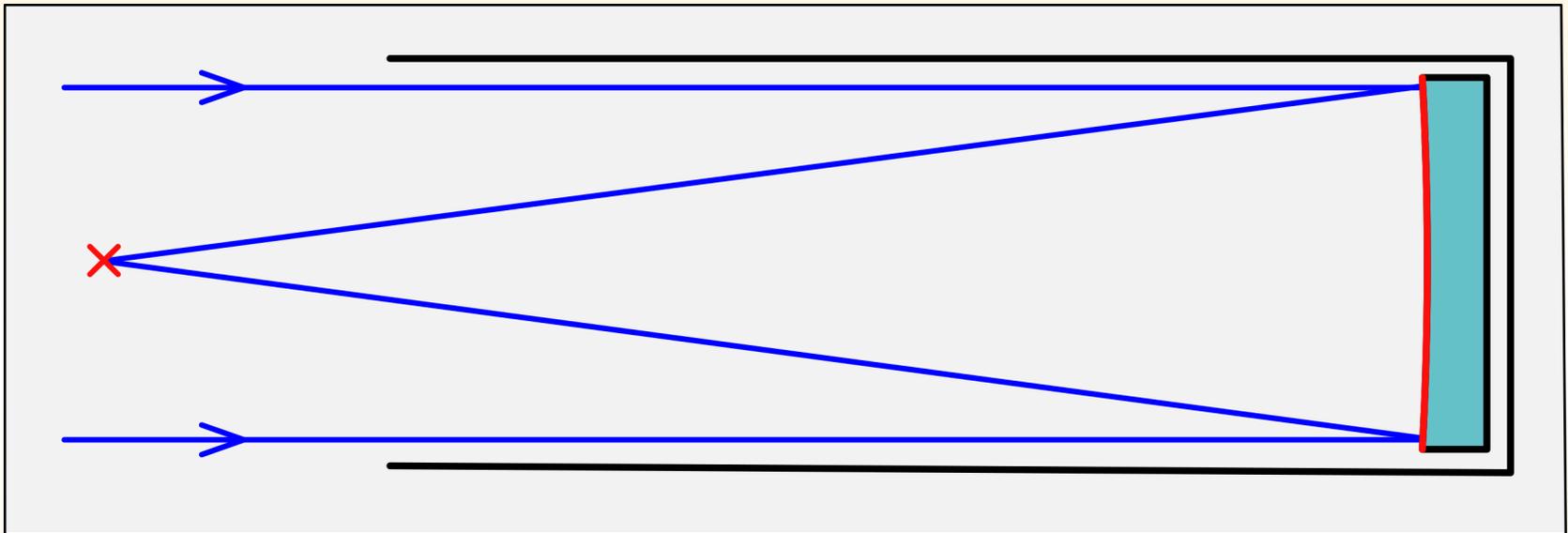
Hoy en día casi todos los telescopios son de este tipo.

Principal ventaja: disminuyen el tamaño del telescopio

Formación de una imagen



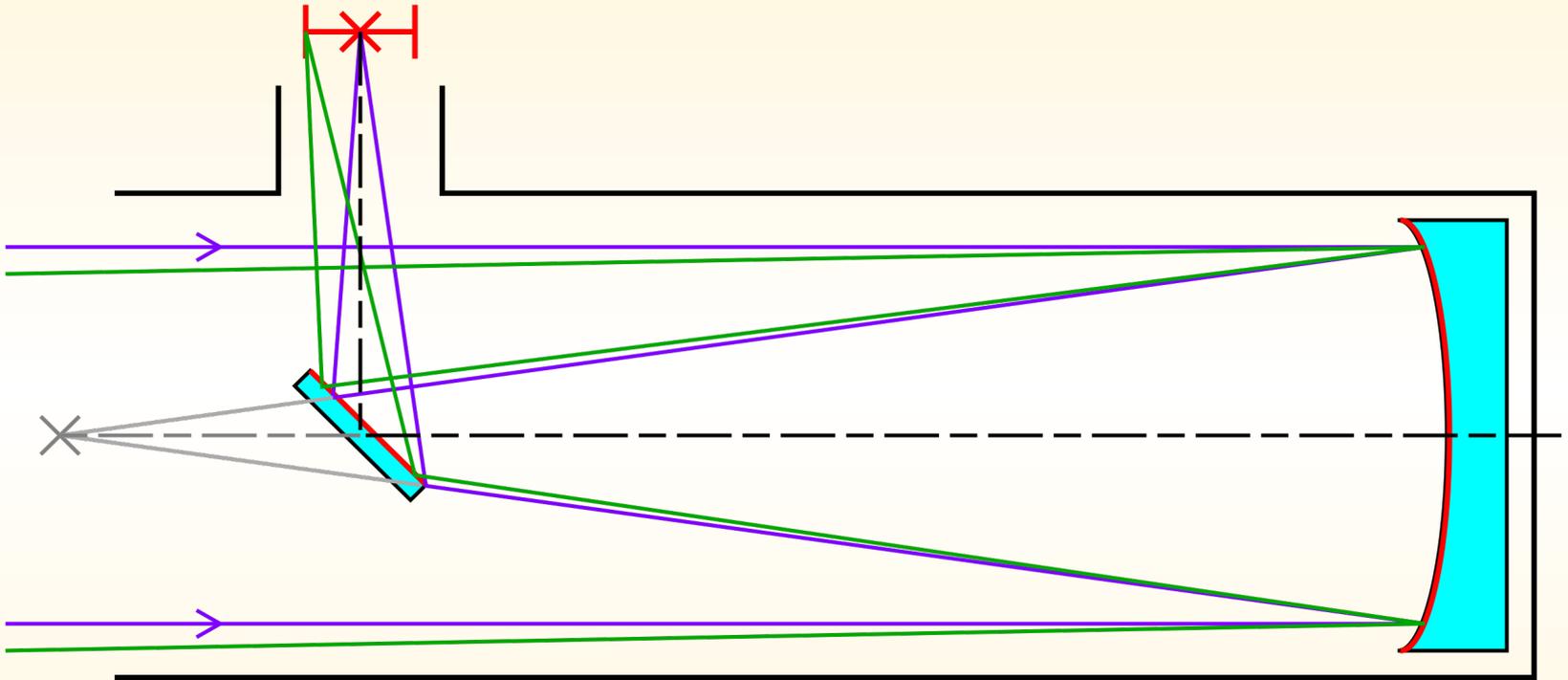
Tipos de telescopios reflectors



Foco Primario. El foco se encuentra encima del telescopio y es allí donde se coloca el instrumento (caja del primario) . Problemas mecánicos y que el instrumento oculta luz.

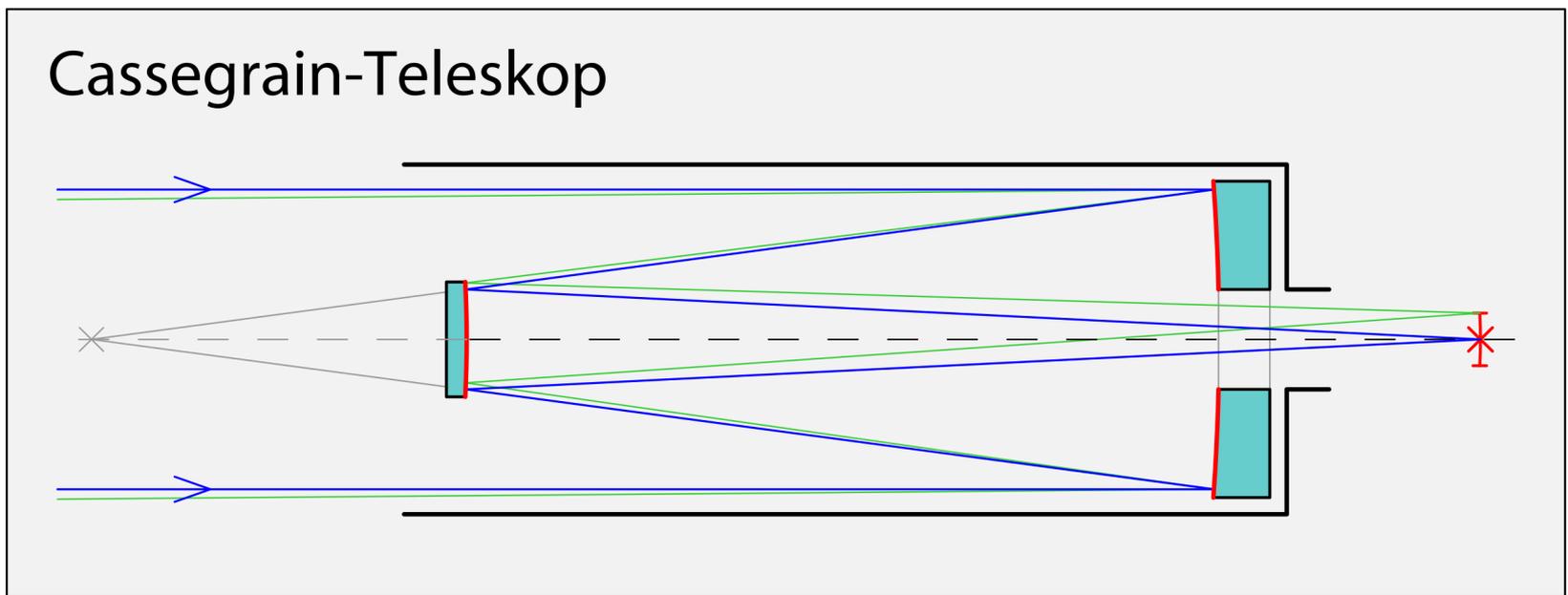
Foco Newton

Muchos telescopios para astrónomos aficionados tienen un foco de Newton.



Utiliza un espejo plano para sacar el haz de luz del telescopio. Problemas: el telescopio no se puede mover mucho porque se desbalancea.

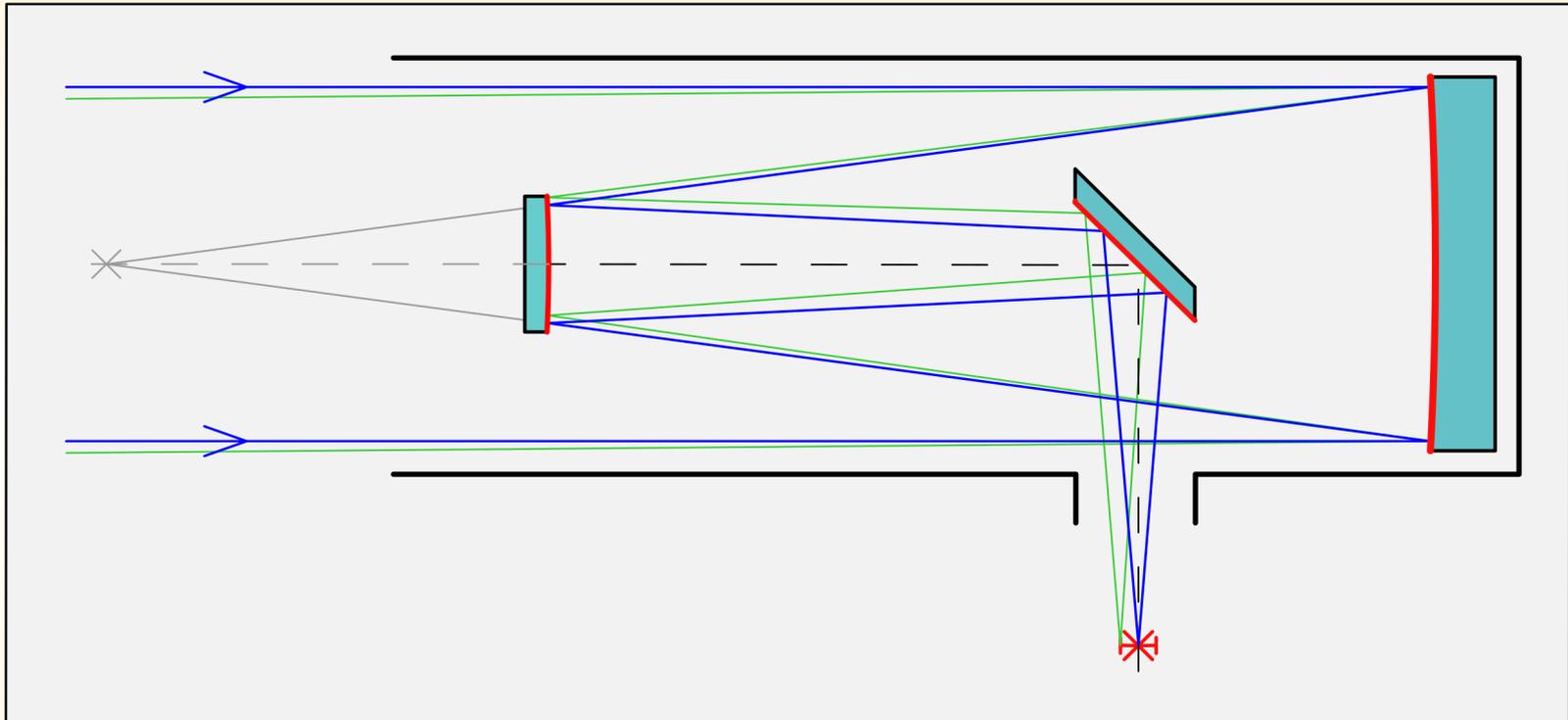
Foco Cassegrain



Se utiliza un espejo secundario parabólico para desviar el haz de luz hacia la parte posterior del espejo primario (F). Debido al hoyo central se pierde el 15%.

Ventajas: como se corta el haz de luz el tamaño del telescopio disminuye, el telescopio está balanceado, tienen alta resolución.

Foco Coudé

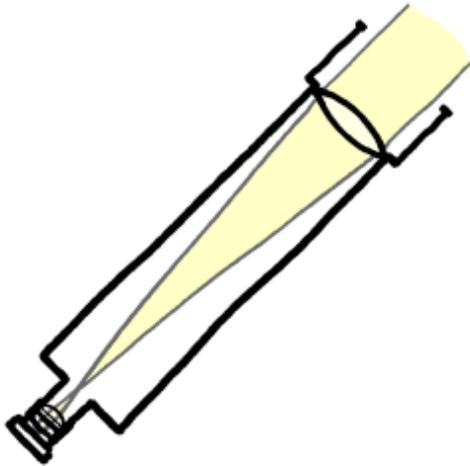


Usa espejos planos para desviar la luz hacia un foco lejano y fijo donde se ponen instrumentos pesados para hacer espectroscopia de alta precisión

Hoy en día todos los telescopios son
tipo Cassegrain

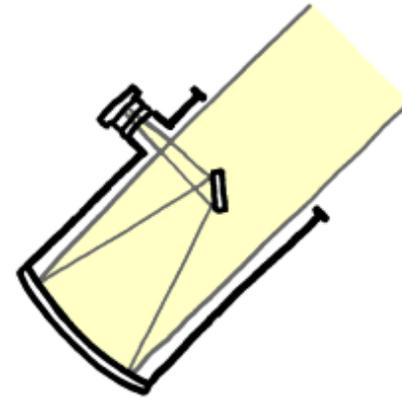
Los telescopios VLT tienen foco Cassegrain para un
instrumento y dos focos Coude para dos
instrumentos adicionales.

REFRACTOR



- MORE EXPENSIVE
- LESS COMPACT
- CHROMATIC ABERRATION
- REDUCED LIGHT-GATHERING

REFLECTOR



- CAN'T SEE SPACE VAMPIRES

Resolución angular

Cuanto mayor es la magnificación de un telescopio mejor que puede discriminar entre dos objetos de una pequeña distancia angular.

Por lo tanto, hoy describimos qué tan bueno es un telescopio al dar su mejor resolución angular.

$$\text{resolución angular (segundos de arco)} = 0.25 \times \frac{\text{longitud de onda (micrómetros)}}{\text{diámetro del espejo (metros)}}$$

Ejemplos



(a)



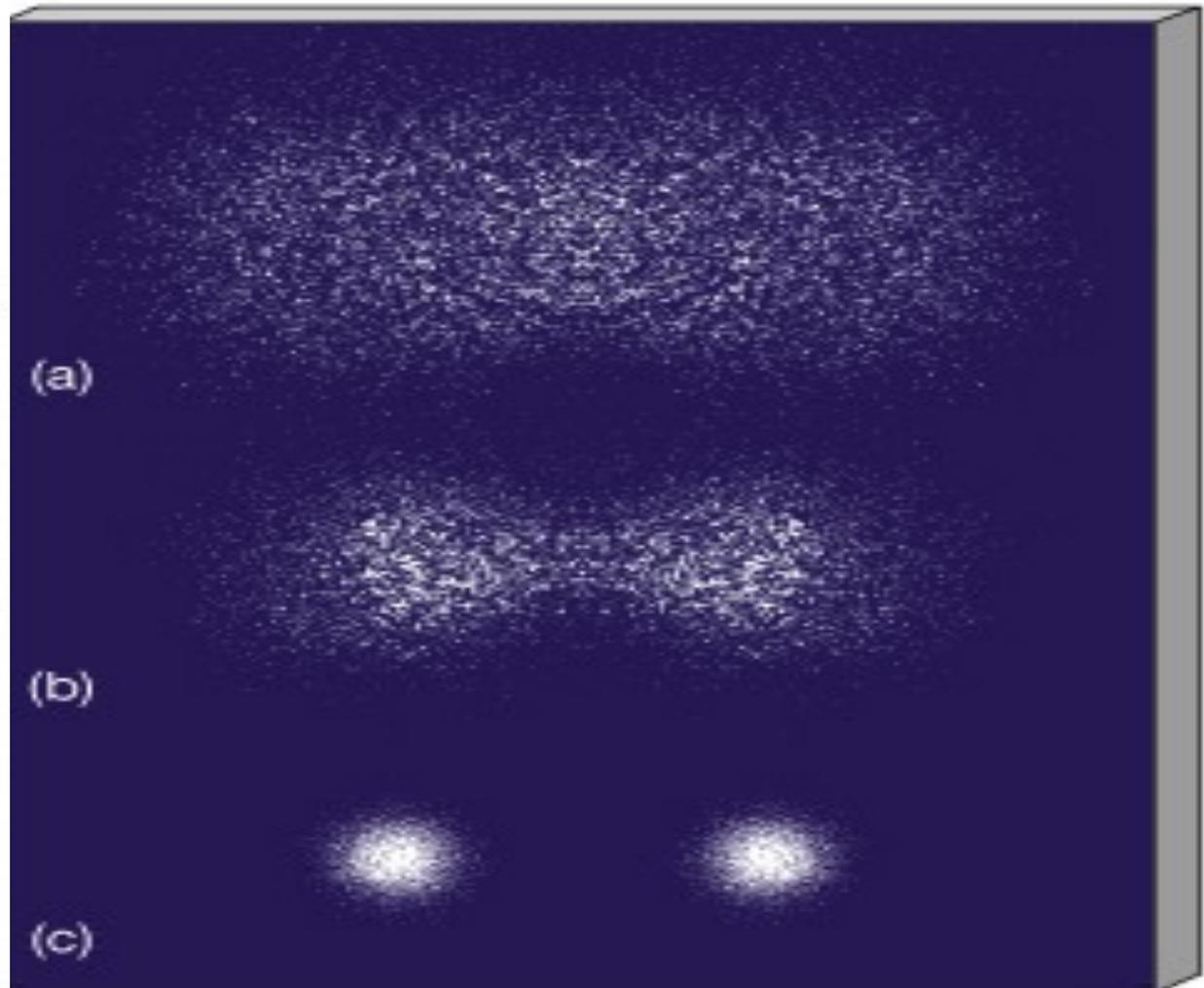
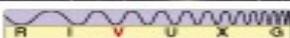
(b)



(c)



(d)



Monturas

Como queremos observar diferentes objetos y, a veces, queremos observar el mismo objeto durante un largo período de tiempo (a pesar de que la Tierra gira) tenemos que tener la posibilidad de mover el telescopio en consecuencia.

Por lo tanto, la forma en que un telescopio es compatible y móvil (llamado monturas) es importante.

Montura altazimutal

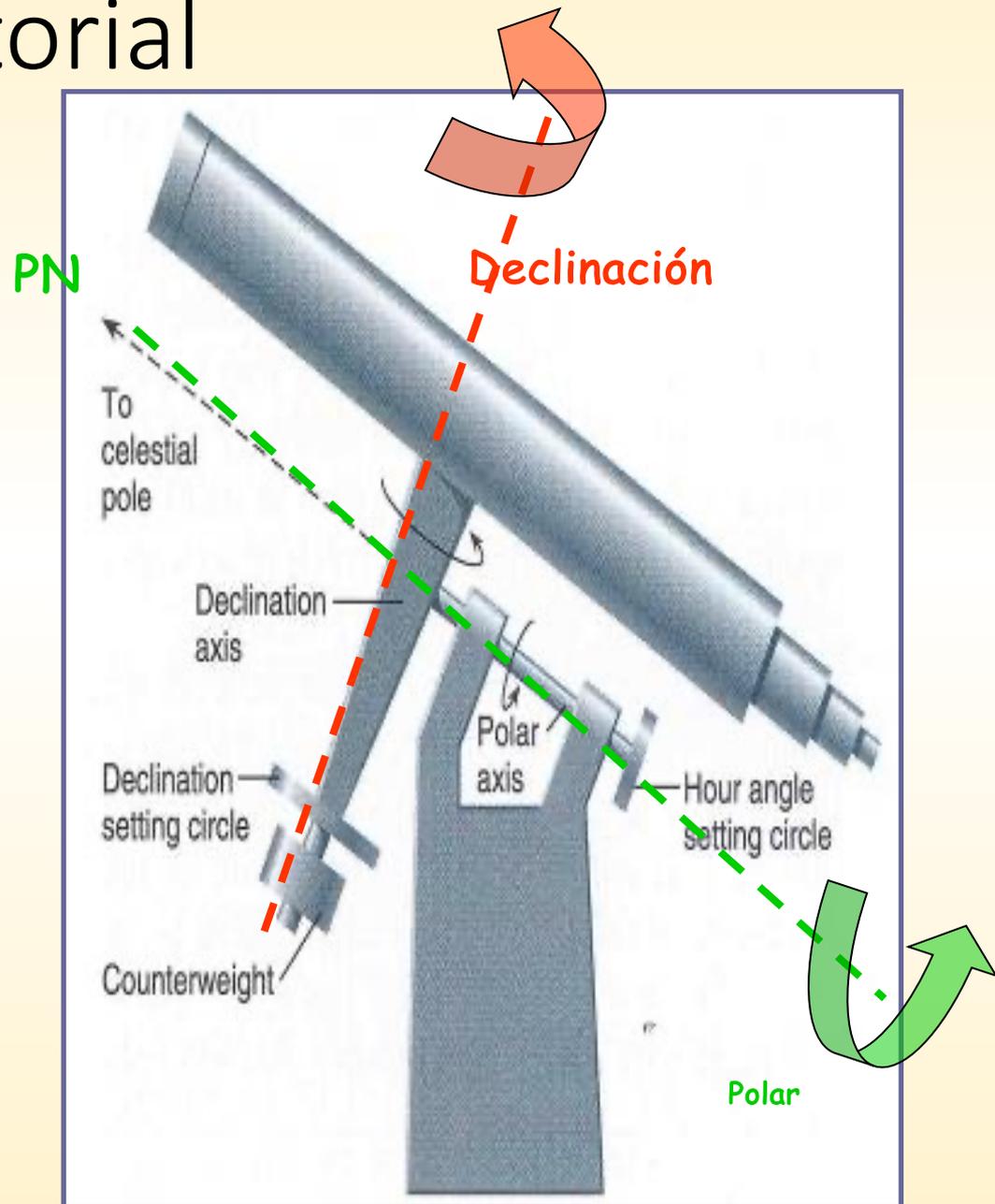
Una montura altazimutal, a veces mal llamada montura azimutal, es un soporte para telescopios o cámara fotográficas, que permite moverlos en dos ejes perpendiculares de movimiento horizontal (azimut) y vertical (altura). Estos movimientos son medidos en relación al observador (que tiene posición 0° azimut, 0° altura). Es la montura más adecuada para observación de objetos terrestres.



Montura ecuatorial

El principal problema de usar una montura altazimutal es que ambos ejes tienen que ajustarse continuamente para compensar la rotación de la Tierra. Incluso haciendo esto controlado por computadora, la imagen gira a una tasa que varía dependiendo del ángulo de la estrella con el polo celeste (declinación). Este efecto (conocido como rotación de campo) hace que una montura altazimutal resulte poco práctica para realizar fotografías de larga exposición con pequeños telescopios.

La mejor solución para telescopios astronómicos pequeños consiste en inclinar la montura altazimutal de forma que el eje de azimut resulte paralelo al eje de rotación de la Tierra; a esta se la denomina una montura ecuatorial.



Montura horizontal o azimutal o de Horquilla

Un eje es horizontal (DEC) y el segundo es vertical (AR).
VENTAJA: fácil de construir y más estable (telescopios grandes).

DESVENTAJA: Para compensar el movimiento aparente de la esfera celeste el telescopio debe moverse con velocidad variable alrededor de los dos ejes.



Hoy tenemos computadoras modernas que pueden mover los telescopios.

Por lo tanto, es mejor tener un montaje estable para los telescopios grandes y pesados y gastar más poder de cálculo para mover el telescopio alrededor de sus dos ejes para seguir exactamente un objeto en el cielo.

Nuevas Tecnologías

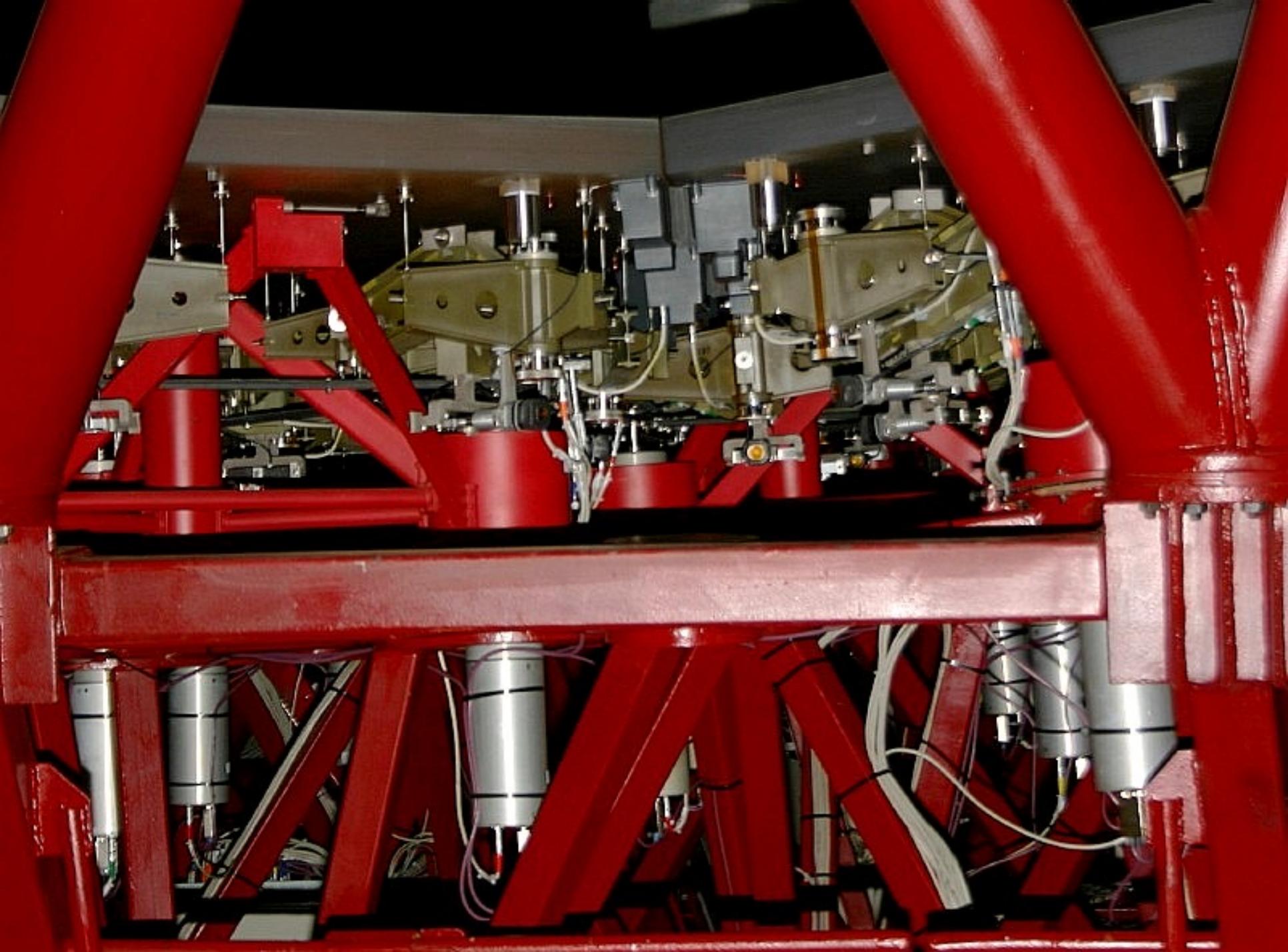
A medida que los espejos de los telescopios se hicieron más grandes en diámetro, también tuvieron que volverse más gruesos, para no doblarse y perder su forma debido a su propio peso.

Por lo tanto, hemos buscado formas alternativas de reducir el peso de los telescopios grandes.

Óptica activa

La óptica activa es una tecnología utilizado con los telescopios reflectores desarrollados en los años 1980, el cual activamente forma los espejos para impedir la deformación de estos debido a influencias externas como el viento, la temperatura, la tensión mecánica. Sin óptica activa, la construcción de telescopio de clase de 8 metros no es posible, ni telescopios con espejos segmentados podrían ser factibles.

Se hace un único espejo delgado (menisco delgado) con un sistema que mantiene la curvatura con un error mínimo. Se debe ir checando la curvatura y corrigiendo la forma para que el error sea $< 0.05\text{mm}$.



Óptica Adaptativa

La óptica adaptativa es una técnica óptica que permite contrarrestar, en tiempo real, los efectos de la atmósfera de la Tierra en la formación de las imágenes astronómicas.

Para lograrlo se inserta en el camino óptico del telescopio un espejo deformable sostenido por un conjunto de actuadores controlados por computadora.

