INSTITUCIÓN EDUCATIVA PEDRO ESTRADA
Física Grado: 11
PROFESOR: ELVER RIVAS

OPTICA

Rama de la física que se ocupa de la propagación y el comportamiento de la luz. En un sentido amplio, la luz es la zona del espectro de radiación electromagnética que se extiende desde los rayos X hasta las microondas, e incluye la energía radiante que produce la sensación de visión. El estudio de la óptica se divide en dos ramas, la óptica geométrica y la óptica física.

Óptica física

Esta rama de la óptica se ocupa de aspectos del comportamiento de la luz tales como su emisión, composición o absorción, así como de la polarización, la interferencia y la difracción.

LA LUZ Y LA OPTICA GEOMETRICA

La óptica se ocupa del estudio de la luz, de sus características y de sus manifestaciones. La reflexión y la refracción por un lado, y las interferencias y la difracción por otro, son algunos, de los fenómenos ópticos fundamentales. Los primeros pueden estudiarse siguiendo la marcha de los rayos luminosos. Los segundos se interpretan recurriendo a la descripción en forma de onda. El conocimiento de las leyes de la óptica permite comprender cómo y por qué se forman esas imágenes, que constituyen para el hombre la representación más valiosa de su mundo exterior.

"La óptica geométrica es la parte de la óptica que trata, a partir de representaciones geométricas de los cambios de dirección que experimentan los rayos luminosos en los distintos fenómenos de reflexión y refracción."

Imagen: Figura formada por el conjunto de puntos donde convergen los rayos que provienen de las fuentes puntuales del objeto tras su interacción con el sistema óptico. Puede ser de dos tipos:

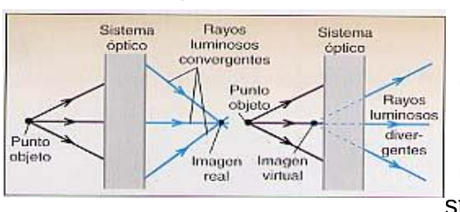


Imagen real: Es la imagen formada en un sistema óptico mediante intersección en un punto de los rayos convergentes procedentes del objeto puntual después de atravesar el sistema.

Imagen virtual de un punto objeto: Es la imagen formada mediante intersección en un punto de las prolongaciones de los rayos divergentes formados después de atravesar el sistema óptico.

stá formada por las imágenes virtuales de cada uno de los puntos del objeto.

Con respecto a la posición las imágenes pueden ser, **derechas** si están en la misma posición que el objeto, e **invertidas** si están en la posición contraria al objeto. Según su tamaño se denominan **mayores** si son más grandes que el objeto y **menores** si son más pequeñas.

Resumiendo:

- **La imagen formada en un espejo plano es virtua**l (los rayos reflejados parecen provenir del punto imagen pero no pasan realmente por dicho punto, sólo lo hacen sus prolongaciones).
- **La imagen formada en un espejo plano es del mismo tamaño que el objeto.**
- **La imagen formada presenta inversión lateral(izquierda-derecha).**

ESPEJOS

Formación de imágenes en espejos planos: conforme se deduce de las leyes de la reflexión, la imagen *P´* de un punto objeto P respecto de un espejo plano S´ estará situada al otro lado de la superficie reflectora a igual distancia de ella que el punto objeto P. Además la línea que une el punto objeto P con su imagen *P´* es perpendicular al espejo. Es decir, P y *P´* son simétricos respecto de *S;* si se repite este procedimiento de construcción para cualquier objeto punto por punto, se tiene la imagen simétrica del objeto respecto del plano del espejo. Dicha imagen está formada, no por los propios rayos, sino por sus prolongaciones. En casos como éste se dice que la imagen es *virtual*. Sin embargo, la reflexión en el espejo plano no invierte la posición del objeto. Se trata entonces de una imagen directa. En resumen, la *imagen formada en un espejo plano es virtual, directa y de igual tamaño que el objeto*.

Formación de imágenes en espejos esféricos: Los espejos esféricos tienen la forma de la superficie que resulta cuando una esfera es cortada por un plano. Si la superficie reflectora está situada en la cara interior de la esfera se dice que el espejo es *cóncavo*.Si está situada en la cara exterior se denomina *convexo*. Las características ópticas fundamentales de todo espejo esférico son las siguientes:

Centro de curvatura C: Es el centro de la superficie esférica que constituye el espejo.

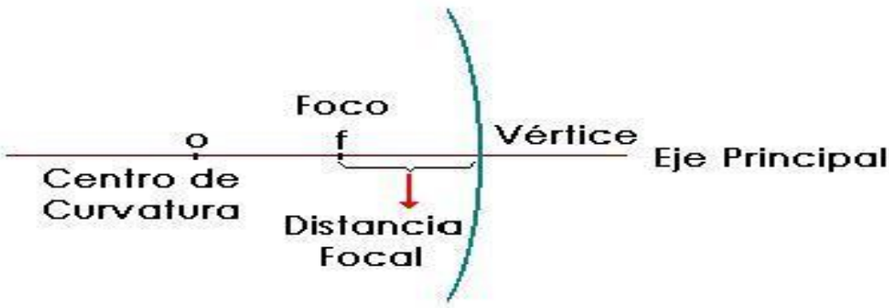
Radio de curvatura R: Es el radio de dicha superficie.

Vértice V: Coincide con el centro del espejo.

Eje principal: Es la recta que une el centro de curvatura C con el vértice V.

Foco: Es un punto del eje por el que pasan o donde convergen todos los rayos reflejados que inciden paralelamente al eje. En los espejos esféricos se encuentra en el punto medio entre el centro de curvatura y el vértice.

Componentes de un espejo esférico



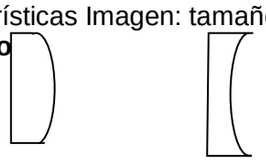
Espejos Planos

- Tamaño objeto reflejado = tamaño real
- Imagen virtual
- Derecha (sentido objeto real)
- Partes espejos planos: foco…
- Periscopio

Espejos Curvos: Parabólicos y Esféricos

- Partes espejos cóncavos y convexos: Centro curvatura, radio curvatura, vértice, centro del espejo, eje óptico, foco, distancia focal (f = R/2)
- Características Imagen: tamaño, sentido , real o virtual

Convexo **Cóncavo**

Diverge  Converge

Espejo convexo de arriba hacia abaja: imagen de mayor altura

Espejo convexo de derecha a izquierda: Imagen más ancha

Espejo convexo mixto: imagen se distorsiona de arriba hacia abajo y de derecha a izquierda (como en esfera de vidrio)

Espejos cóncavos: se usan en lentes de alto aumento (microscopio). A mayor curvatura, mas concentrados son los rayos de luz y a menor curvatura, más cerca de ser paralelos a los rayos de luz reflejados.

Ejemplos cóncavos: Focos reflectantes vehículos, Tocadores baños

Ejemplos convexos: Espejos retrovisores,

Diferencia entre fluorescencia (pinturas reflectantes: letreros y demarcaciones de caminos) y fosforescencia (puntero reloj despertador).

Imagen depende de la curvatura del objeto y la posición del objeto.

- Nº imágenes entre 2 espejos paralelos o perpendiculares (3)

Aprovechamiento convergencia y divergencia de radiaciones

- Sistema reflector focos automóviles

- Estufas
- Antenas parabólicas
- Telescopio reflector y radiotelescopios

Espejos que forman un ángulo entre sí

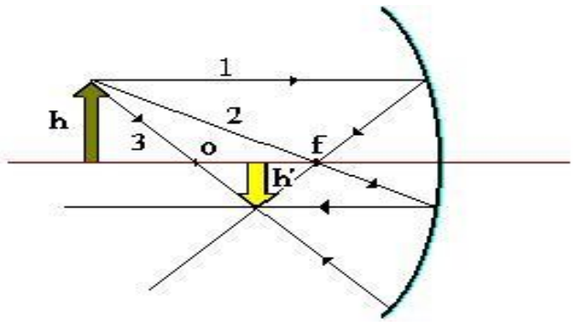
Puede obtenerse que el número de imágenes formadas en general en un sistema de dos espejos es $n = \frac{360^o}{\alpha} - 1$ siendo α el ángulo que forman los espejos. Por ejemplo para un ángulo de 60º.

Marcha de rayos en espejos cóncavos

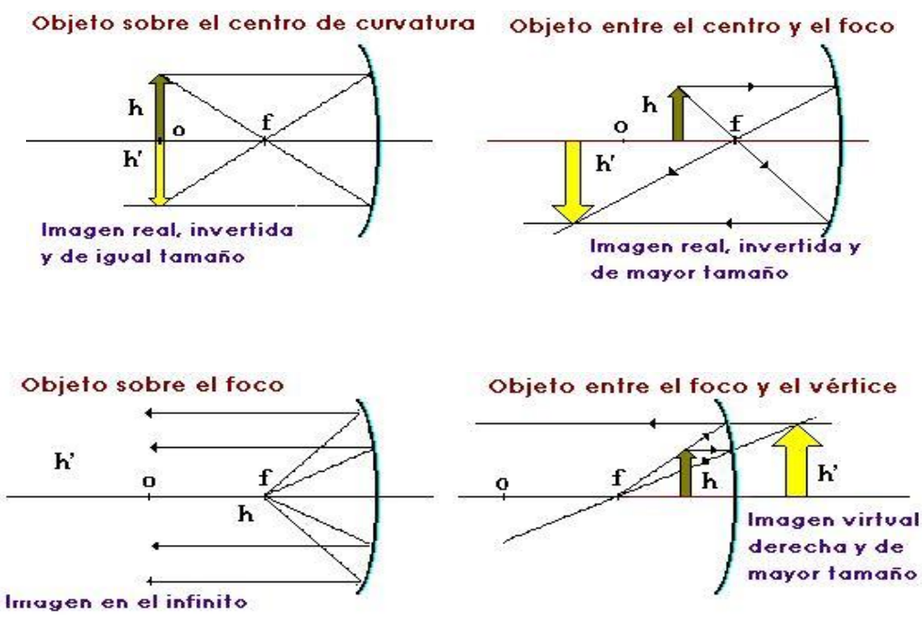
1- Todo rayo que incide paralelamente al eje principal, se refleja pasando por el foco.

2- Todo rayo que incide pasando por el foco, se refleja paralelo al eje principal.

3- Todo rayo que incide pasando por el centro de curvatura se refleja sobre sí mismo.



En este caso, como el objeto se encuentra atrás del centro de curvatura, se obtiene una imagen real, invertida y de menor tamaño. Según la posición del objeto S se pueden obtener distintos tipos de imágenes:

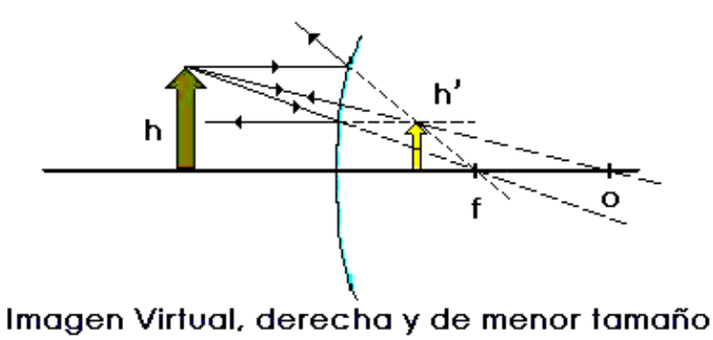


Marcha de rayos en espejos convexos

1- Todo rayo que incide paralelamente al eje principal, al reflejarse, su prolongación pasa por el foco.

2- Todo rayo incidente cuya prolongación pasa por el foco, se refleja paralelo al eje principal.

3- Todo rayo incidente cuya prolongación pasa por el centro de curvatura se refleja sobre sí mismo.



Fórmula de Descartes

Es una ecuación matemática que relaciona las posiciones del objeto y la imagen con la distancia focal

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{do} + \frac{1}{di}$$

$$\frac{Ho}{Hi} = \frac{do}{di}$$

LENTES

Las lentes son objetos transparentes, limitados por dos superficies esféricas o por una superficie esférica y otra plana, que se hallan sumergidas en un medio, asimismo transparente, normalmente aire. Desempeñan un papel esencial como componentes de diferentes aparatos ópticos. Con lentes se corrigen los diferentes defectos visuales, se fabrican los microscopios, las máquinas fotográficas, los proyectores y muchos otros instrumentos ópticos.

Tipos de lentes

De la combinación de los tres posibles tipos de superficies límites, cóncava, convexa y plana, resultan las diferentes clases de lentes. Según su geometría, las lentes pueden ser *bicóncavas, biconvexas, plano-cóncavas, plano convexas y cóncavo-convexas*.

Desde el punto de vista de sus efectos sobre la marcha de los rayos es posible agrupar los diferentes tipos de lentes en dos grandes categorías: lentes convergentes y lentes divergentes. Las *lentes convergentes* se caracterizan porque hacen converger,en un punto denominado foco, cualquier haz de rayos paralelos que incidan sobre ellas. En cuanto a su forma, todas ellas son más gruesas en la zona central que en los bordes. Las *lentes divergentes*, por su parte, separan o hacen diverger los rayos de cualquier haz paralelo que incida sobre ellas, siendo las prolongaciones de los rayos emergentes las que confluyen en el foco. Al contrario que las anteriores, las lentes divergentes son menos gruesas en la zona central que en los bordes.

Formación de imágenes. Para estudiar la formación de imágenes por lentes, es necesario mencionar algunas de las características que permiten describir de forma sencilla la marcha de los rayos.

Plano óptico. Es el plano central de la lente.

Centro óptico O. Es el centro geométrico de la lente. Tiene la propiedad de que todo rayo que pasa por él no sufre desviación alguna.

Eje principal. Es la recta que pasa por el centro óptico y es perpendicular al plano óptico.

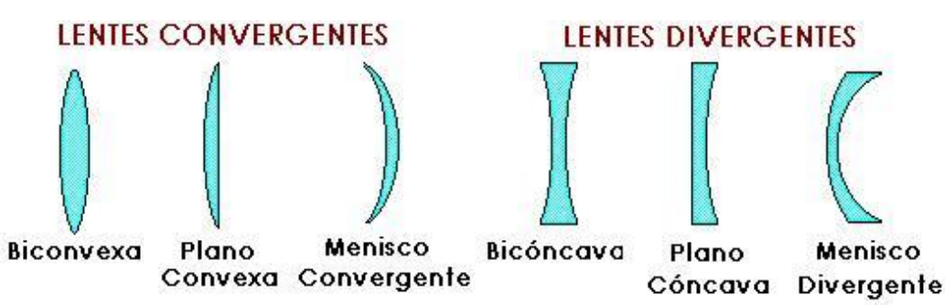
Focos principales F y F´ (foco objeto y foco imagen, respectivamente). Son un par de puntos, correspondientes uno a cada superficie, en donde se cruzan los rayos (o sus prolongaciones) que inciden sobre la lente paralelamente al eje principal.

Distancia focal f. Es la distancia entre el centro óptico O y el foco F.

Lentes convergentes.

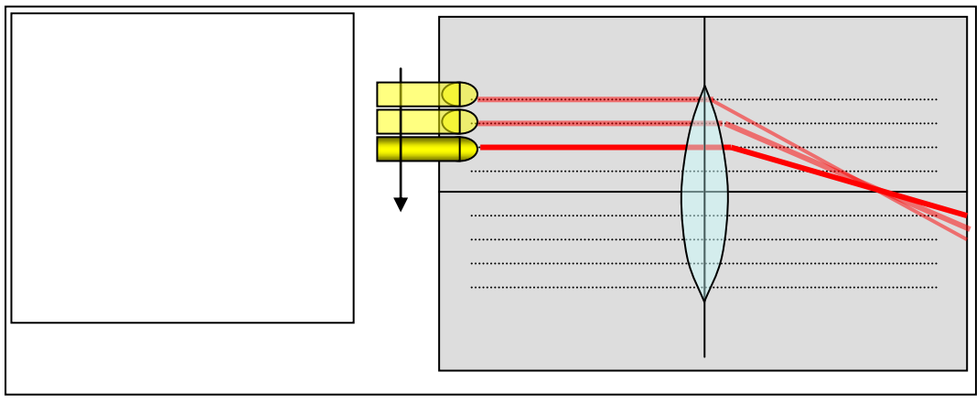
Las **lentes convergentes** son aquellas **cuyo espesor va disminuyendo del centro hacia los bordes, razón por la cual su centro es más grueso que sus orillas**. Tienen la propiedad de desviar los rayos hacia el eje y hacerlos converger en un punto llamado foco.

Tipos de lentes delgadas



Lentes Convergentes: Imagen real y virtual. Derecha e invertida. Es derecha cuando el objeto esta entre f y lente, la imagen es virtual y más grande. Es invertida cuando el objeto esta fuera de la distancia focal, imagen real y más pequeña.

En una lente convergente, todo que rayo que pase paralelamente al eje principal, refractarse se junta en el foco de la lente.

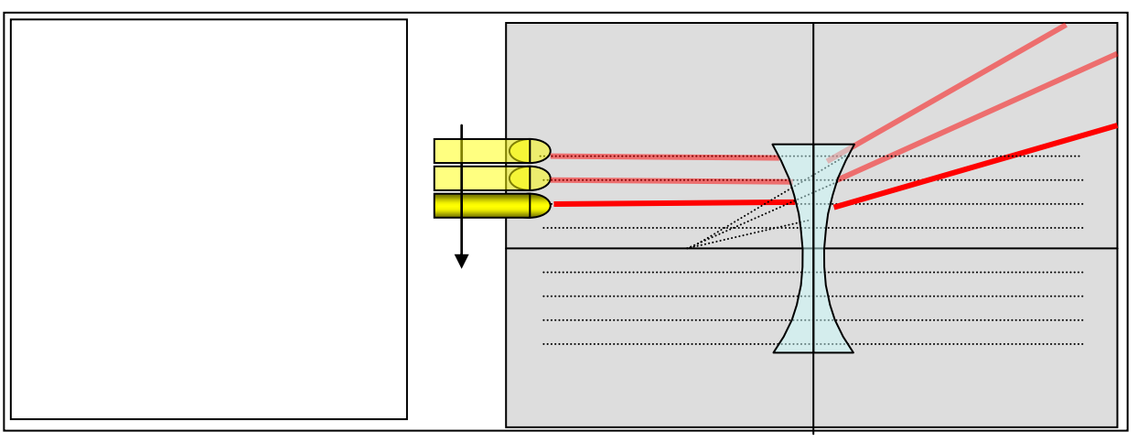


Lentes divergentes.

En las **lentes divergentes el espesor disminuye de los bordes hacia el centro, por lo que los extremos son más gruesos y desvían los rayos hacia el exterior, alejándolos del eje óptico de la lente**.

Lentes Divergentes: Imagen virtual y más pequeña

- Trayectoria rayos de luz
- Características imágenes: Tamaño, sentido, real o virtual.
- Ejemplos: lupa, proyector diapositivas. Fotográfica, Proyector cinematográfico, binocular
- Compara imagen pantalla TV con Proyector cinematográfico y Proyector de diapositivas



OJO HUMANO

- Descripción: visión tetra cromática (4 colores básicos: rojo, verde, azul y amarillo)
- Defectos de la visión: punto ciego, longitudes horizontales se perciben distinto que las verticales, encandilamiento y sensibilidad a los colores.
- Enfermedades del Ojo Humano: Miopía (imagen delante retina, globo ocular largo, ve mal de lejos y usa lente divergente), Hipermetropía (imagen detrás retina, globo ocular corto, ve mal de cerca y usa lente convergente), Astigmatismo(cornea curvada irregularmente, imagen borroso y deforme y usa lentes correctivas cilíndricas) , cataratas y presbicia.
- Tipos de lentes a usar según enfermedad.
- Campo Ocupacional Oftalmólogo

COMPONENTES DEL OJO HUMANO

- ***Esclerótica:*** membrana externa blanca del ojo.

- ***Córnea:*** membrana fibrosa transparente con n= 1.376 y espesor variable entre 0.8 y 1mm.

- ***Coroides:*** membrana con pigmentos negros que sirve de cámara oscura.

- ***Retina*:** membrana interna que recubre el fondo del ojo, constituida por 10 hileras celulares con conos (captan los colores) y bastoncillos (captan la luz). Es la película fotográfica del ojo donde se forma la imagen.

- ***Humor Acuoso:*** solución salina con n=1.336

- ***Iris:*** diafragma opaco que regula la entrada de luz al ojo a través de la pupila. Está constituido de fibras musculares lisas y su diámetro varía de 2 a 8 mm

- ***Cristalino:*** lente biconvexa (10 y 8 mm de radio y 4 mm de espesor) formada por capas fibrosas superpuestas con índices que varían entre 1.386 y 1.404, lo cual le permiten mayor convergencia.

- ***Músculos ciliares:*** tejido muscular que varía la curvatura de las capas del cristalino cambiando la distancia focal para formar imágenes sobre la retina (acomodación).

- ***Humor Vítreo:*** solución salina con n=1.339

- ***Fovea:*** zona alrededor del eje óptico del ojo donde hay mayor sensibilidad (solo hay conos).

- ***Punto Ciego:*** unión del nervio óptico con la retina. En este punto la visión es nula por ausencia de conos y bastoncillos.

- ***Nervio Óptico:*** transmisor de las señales luminosas hacia el cerebro.

- ***Potencia del ojo:*** oscila con la edad, correspondiendo a los 20 años una potencia de 10 dioptrías, a los 60, 1 dioptría y a los 75 años es nula.

- **Marcha de Rayos**

- De los rayos que inciden sobre la córnea, unos se reflejan y otros la atraviesan, penetrando a través del humor acuoso y llegando al iris, el cual solo deja pasar los rayos paralelos y próximos al eje óptico, evitando la cáustica de reflexión. El cristalino concentra los rayos y forma la imagen en la fovea de la retina.

- **Poder Separador del ojo o agudeza visual**

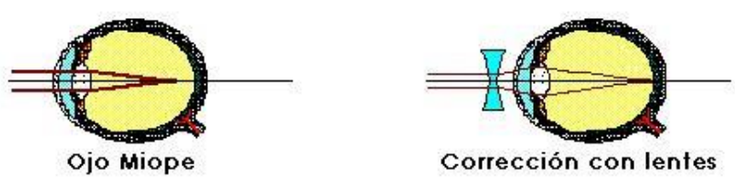
- Capacidad del ojo para distinguir dos objetos próximos. El ángulo visual para que el ojo normal distinga dos objetos es de 1 minuto. Así para distinguir dos objetos a 30 cm deben estar separados entre sí 0.1 mm; a 30 m ,1cm; a 300 m, 10 cm; a 3000 m ,100 cm.

- **Defectos Visuales**

- Un ojo normal, denominado emétrope, es aquel que observa nítidamente objetos situados en el punto remoto.

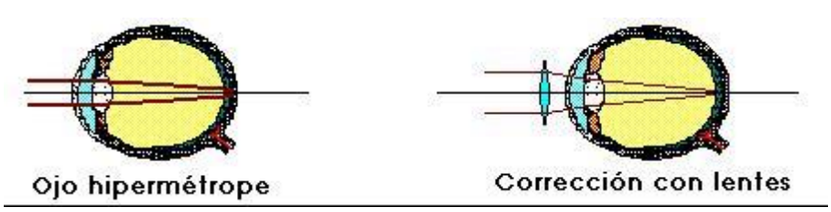
- **Miopía**

- Se debe a la mayor convergencia de rayos que en un ojo normal, con lo cual la imagen se forma delante de la retina. Se corrige con lentes divergentes.



- **Hipermetropía**

- Menor convergencia de los rayos que en el ojo normal, con lo cual la imagen se forma detrás de la retina. Se corrige con lentes convergentes.



- **Astigmatismo**

- Es un defecto que no permite enfocar líneas verticales y horizontales con nitidez. Se debe a irregularidades en las curvaturas de los distintos medios refringentes. Se corrige mediante lentes cilíndricas colocadas con su eje de acuerdo con el plano en que se verifica el defecto.

- **Presbicia**

- Es un tipo de hipermetropía que consiste en la imposibilidad de acomodación del cristalino. Con la edad se va perdiendo el poder de acomodación con lo cual las personas mayores sufren de este tipo de defecto visual, y por ello para leer de cerca deben acomodar el libro o diario a una determinada distancia. Se corrige con lentes convergentes.

- **Dicromatopsia o Daltonismo**

- Consiste en la confusión de colores como por ejemplo rojo y verde o amarillo y azul. Cuando el daltónico no ve el rojo se denomina ***protanopia***, si no distingue el verde, ***deuteranopia***. Es muy raro en mujeres y en algunos casos pueden existir ojos incapases de percibir colores (***acromasia***)

INSTRUMENTOS ÓPTICOS

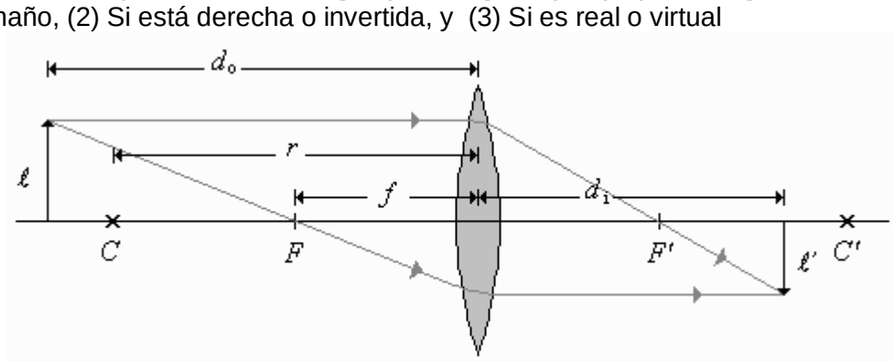
TELESCOPIO: REFLECTOR (ESPEJO CURVO Y LENTE: espejo principal (curvo), espejo secundario (plano) y ocular) Y REFRACTOR (COMBINACIÓN DE LENTES: ocular, objetivo y sistema óptico)

- Modelos de Galileo e Isaac Newton
- Observatorios Astronómicos Nacionales
- Aberraciones ópticas (esféricas y cromáticas): son corregidas por sistemas de lentes.

CAMARA FOTOGRAFICA, BINOCULARES, PERISCOPIOS, MICROSCOPIO Y LUPA

Resolución de problemas de características de las imágenes formadas en las lentes

1. Sea un lente convergente delgado con una distancia focal *f* = 16 cm. Un objeto, cuya longitud es de 10 cm, se encuentra a una distancia *d*o = 40 cm frente al lente. Esta situación es similar a la de la figura 2. Encuentre la posición de la imagen y su longitud, y explique las siguientes características: (1) Su tamaño, (2) Si está derecha o invertida, y (3) Si es real o virtual



Ejercicios a resolver de Lentes convergentes y divergentes.

1. Un objeto de 4 cm se coloca a 20 cm de una lente convergente que tiene una distancia focal de 12 cm. Calcular a) ¿A qué distancia de la lente se forma la imagen? b) ¿Cuál es su tamaño?
2. Un objeto se coloca a una distancia de 8 cm de una lente convergente cuya distancia focal es de 14 cm. Determinar a qué distancia de la lente se forma la imagen.

3. Un objeto de 4 cm se coloca a una distancia de 13 cm de una lente convergente cuya distancia focal es de 8 cm. Calcular a) ¿ A qué distancia de la lente se forma la imagen? b) ¿Cuál es su tamaño?
4. Un objeto de 2 cm se coloca a 16 cm de una lente convergente que tiene una distancia focal de 11 cm. Calcular a) ¿A qué distancia de la lente se forma la imagen? b) ¿Cuál es su tamaño?
5. Un objeto de 3 cm se coloca a una distancia de 7 cm de una lente convergente cuya distancia focal es de 13 cm. Calcular a) ¿A qué distancia de la lente se forma la imagen? b) ¿Cuál es su tamaño?
6. Un objeto de 5 cm se coloca a 6 cm de una lente divergente que tiene una distancia de 9 cm. Calcular a) ¿A qué distancia se forma la imagen de la lente? b) ¿Qué tamaño tiene?
7. Determinar la potencia de una lente que tiene una distancia focal de 15 cm.