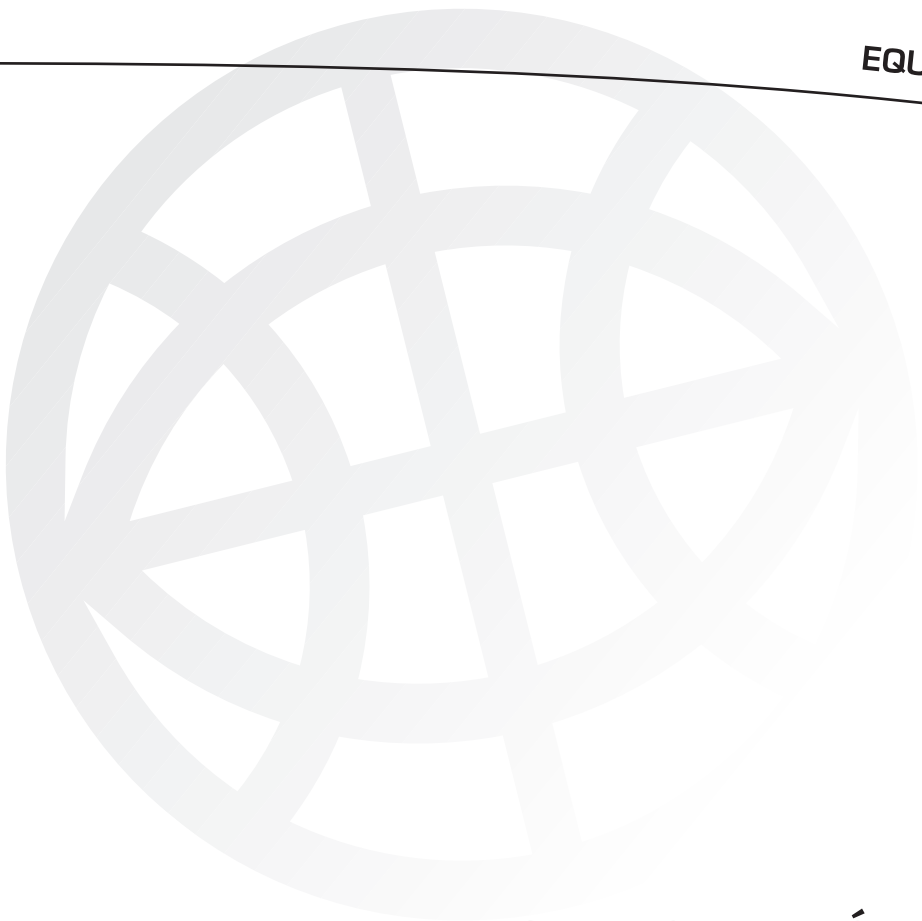
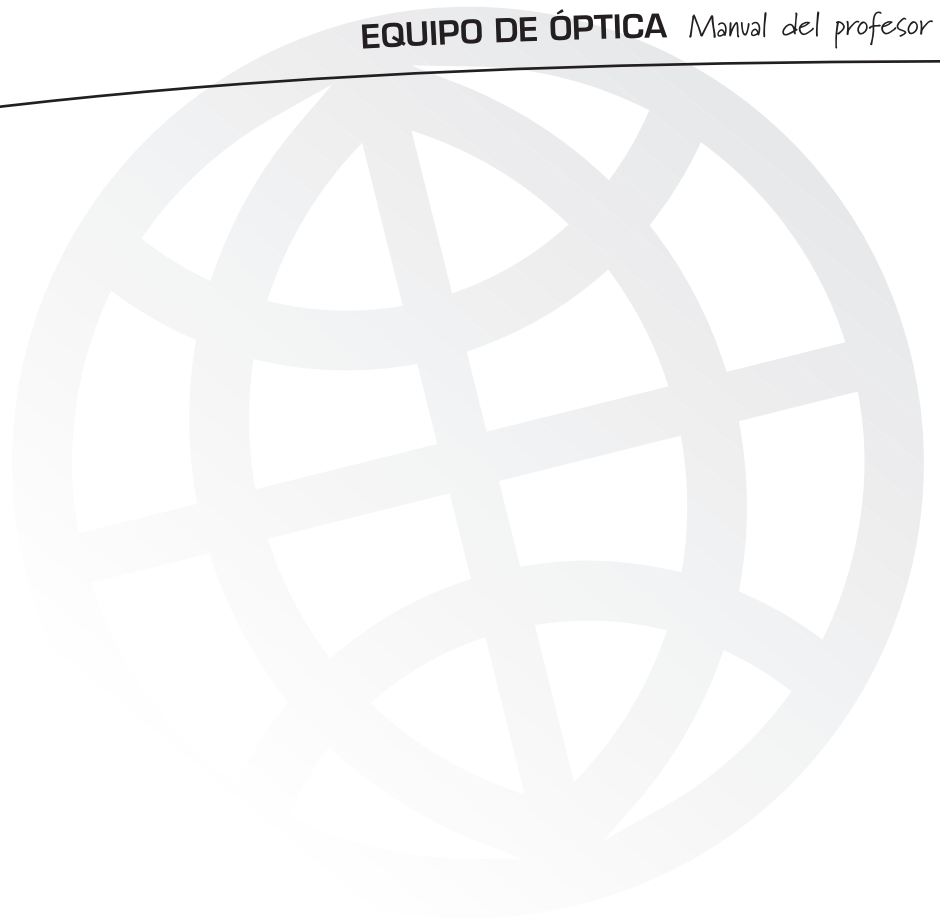


*EQUIPO DE*  
**ÓPTICA**  
*manual del profesor*





# **EQUIPO DE ÓPTICA MANUAL DEL PROFESOR**



**EQUIPO DE ÓPTICA**  
**MANUAL DEL PROFESOR**

José Vicente Morales Ortiz  
Licenciado en Ciencias

Déposito legal: M-31487-1992

Actualización del equipo realizada en 2008.

Validado por el Departamento de Óptica de la Universidad Complutense de Madrid.



El estudio de la Óptica, como el de otras Ciencias, consta de tres etapas muy definidas:

- Comprensión del fenómeno físico.
- Medición de las magnitudes físicas que intervienen.
- Análisis de los resultados e inducción de las leyes correspondientes.

De acuerdo con el Método Científico, se pretende que los alumnos desarrollen su creatividad, aun-que se expone una descripción de la parte experimental sólo a modo de orientación. Con objeto de alcanzar esas etapas hemos dividido cada actividad en los siguientes apartados: Objetivos propuestos, relación de material necesario y dibujo del montaje experimental, desarrollo de la actividad (incluyendo observaciones y resultados, anotaciones, advertencias y esquemas aclaratorios), evaluación, conclusiones y aplicaciones.

Se recomienda que el alumno disponga de un cuaderno de laboratorio donde refleje sus observaciones, resultados, dibujos aclaratorios y descriptivos del material utilizado y cuantas anotaciones considere oportunas.

Se pretende que el alumno utilice instrumentos sencillos de observación, como la lupa, y compruebe la propagación, reflexión y refracción de la luz. También el alumno debe inducir las leyes ópticas de la reflexión y refracción y observar la dispersión de la luz a través de los prismas, así como el estudio de aparatos ópticos más complicados, como el proyector, anteojo, ojo humano, etc.

El profesor elegirá a su criterio las actividades más adecuadas a cada nivel.

Equipo diseñado para la realización de 30 experiencias. Se presenta en maleta de plástico con una bandeja de foam con los alojamientos necesarios para un perfecto almacenamiento del material, con asa para facilitar su transporte y cierre de seguridad.

## **PROPAGACIÓN DE LA LUZ**

- 1.- Propagación rectilínea de la luz. Independencia de los rayos luminosos, sombra y penumbra.

## **REFLEXIÓN DE LA LUZ**

- 2.- Reflexión de la luz en espejos planos y esféricos.
- 3.- Leyes de la reflexión de la luz.
- 4.- Foco y distancia focal de un espejo esférico.
- 5.1.- Imágenes obtenidas con espejos planos.
- 5.2.- Imágenes obtenidas por espejos cóncavos y convexos.

## **REFRACCIÓN DE LA LUZ**

- 6.1.- Refracción de la luz en distintos medios.
- 6.2.- Refracción de la luz a través de las lentes.
- 7.- Foco, centro óptico y distancia focal de una lente. Potencia
- 8.- Leyes de la refracción de la luz.
- 9.- Ángulo, límite y reflexión total.
- 10.- Lámina de caras plano-paralelas.
- 11.- Refracción a través de un prisma. Ángulo de desviación mínima.
- 12.1.- Imágenes obtenidas por las lentes convergentes.
- 12.2.- Imágenes obtenidas por lentes divergentes.
- 13.- Índice de refracción de un líquido.
- 14.- Prisma de reflexión total.

## **DISPERSIÓN DE LA LUZ**

- 15.- Dispersión de la luz blanca.

## **DIFRACCIÓN DE LA LUZ**

- 16.1.- Difracción de la luz.
- 16.2.- Red de difracción

## **INTERFERENCIAS LUMINOSAS**

- 17.- Interferencias luminosas.

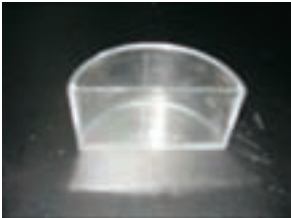
## **POLARIZACIÓN**

- 18.- Polarización lineal.

## **INSTRUMENTOS ÓPTICOS**

- 19.- Imágenes obtenidas con la lupa. Aumento lateral  
20.- Instrumentos ópticos. El anteojo de Galileo.  
21.- Instrumentos ópticos. El microscopio.  
22.- Imágenes obtenidas con el proyector.  
23.- Instrumentos ópticos. El telescopio astronómico.  
24.- Imágenes obtenidas con la cámara fotográfica.  
25.- Modelo de ojo humano. Defectos visuales y su corrección.  
26.- Modelo de ojo humano. Funcionamiento. Defectos visuales y su corrección.

## MATERIAL PARA EL EQUIPO DE EXPERIENCIAS DE ÓPTICA

| Item N° / Componente                                                                                                                   | Especificación                                                     | Cantidad   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------|
| 1) Banco óptico<br>                                   | Con guía de alineación y escala en cm.<br>Dimensiones: 6100x135 mm | 1 unidad   |
| 2) Base soporte foco<br>Con tornillos regulación<br> | Dimensiones: 100x50 mm<br>Imantada                                 | 1 unidad   |
| 3) Base soporte imantada<br>                        | Dimensiones: 100x50 mm                                             | 6 unidades |
| 4) Cubeta rectangular<br>                           | Dimensiones: 75x35x35 mm                                           | 2 unidades |
| 5) Cubeta semicircular<br>                          | Radio: 35 mm<br>Altura: 20 mm                                      | 1 unidad   |
| 6) Diafragma orificio<br>                           | Diámetro orificio 1,5 mm<br>Negro mate<br>Dimensiones: Ø 50 mm     | 1 unidad   |

# Relación de Material

EQUIPO DE ÓPTICA Manual del profesor

7) Diafragma



Con tres ranuras, 10x2,5 mm  
Negro mate

1 unidad

8) Diafragma



Dimensiones: Ø 50 mm  
Con "1" central  
Negro mate  
Dimensiones: 50 x 50 mm

1 unidad

9) Diafragma



Con flecha  
Negro mate  
Dimensiones: 50 x 50 mm

1 unidad

10) Diafragma



De una rendija. 36x1,5 mm  
Negro mate  
Dimensiones: 50 x 50 mm

1 unidad

11) Diafragma



De 5 rendijas de 36x1.5 mm  
Negro mate  
Dimensiones: 50 x 50 mm

1 unidad

12) Diapositiva

13) Diapositiva

14) Diapositiva



Diversos colores

1 set (7unidades)

Tricolor circular

1 unidad

Tricolor barras

1 unidad

15) Disco de hartl



De 150 mm Ø, con divisiones de 30° en 30°, de 5° en 5° y de 1° en 1°

1 unidad

16) Disco de papel



De 150 mm Ø, con divisiones de 30° en 30°, de 5° en 5° y de 1° en 1°

10 unidades

17) Espejo



Plano, cóncavo y convexo  
Dimensiones: 90x20 mm

1 unidad

18) Foco luminoso

19) Cable de conexión



Con lente condensadora, 12 V 20W  
500 mm

1 unidad  
2 unidades

20) Fuente alimentación



CC-CA.6V-12V. 2 A.  
110/220 V - 60/50 Hz

1 unidad

21) Lente



$f' = -5$ , Ø 50mm  
Con marco

1 unidad

# Relación de Material

EQUIPO DE ÓPTICA Manual del profesor

22) Lente



$f'=+5$ , Ø 50mm  
Con marco

1 unidad

23) Lente



$f'=-10$ , Ø 50mm  
Con marco

1 unidad

24) Lente



$f'=+10$ , Ø 50mm  
Con marco

1 unidad

25) Lente



$f'=+50$ , Ø 50mm  
Con marco

1 unidad

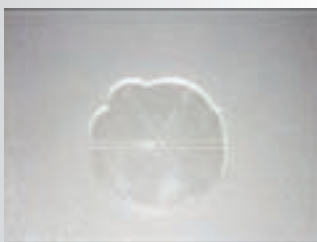
26) Lente



$f'=+100$ , Ø 50mm  
Con marco

1 unidad

27) Modelo de ojo



En plástico transparente, curvas ojo normal 1 unidad  
Curvas: ojo normal, miope e hipermetrope  
Ø 63 mm x 3 mm.

# Relación de Material

EQUIPO DE ÓPTICA *Manual del profesor*

28) Pantalla blanca

Dimensiones: 110x100 mm

1 unidad



29) Pantalla translúcida

Dimensiones: 100x100 mm

1 unidad



30) Prisma vidrio Flint

Dimensiones: 25x25x25 mm

1 unidad



31) Prisma vidrio Crown

Dimensiones: 25x25x25 mm

1 unidad



32) Prisma de 90°

1 unidad



33) Set polarización

Polarizafor y analizador

1 set  
(uno de cada)



# Relación de Material

EQUIPO DE ÓPTICA Manual del profesor

34) Sección de lente



Rectangular

1 unidad

35) Sección de lente



Semicircular

1 unidad

36) Sección de lente



Convergente

1 unidad

37) Sección de lente



Divergente

1 unidad

38) Soporte diafragma circular



Dimensiones: 110x100 mm

2 unidades

39) Soporte diafragma Rectangular



Dimensiones: 110x100 mm

3 unidades

# Relación de Material

EQUIPO DE ÓPTICA *Manual del profesor*

40) Diafragma



De una rendija. 36x1,5 mm  
Negro mate  
Dimensiones: 50 x 50 mm

1 unidad

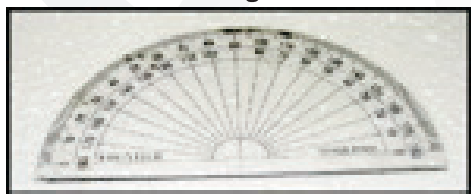
41) Red de difracción



600 líneas/mm

1 unidad

42) Semicírculo graduado



1 unidad

43) Maleta para su transporte y almacenamiento



1 unidad

44) Manual de experiencias alumno

1 unidad

45) Manual de profesor

1 unidad

46) CD con los manuales

1 unidad



## Banco Óptico

El banco óptico deberá colocarse sobre una mesa perfectamente horizontal,

Todos los componentes que sobre él se sitúen deberán alinearse, el eje óptico del foco debe coincidir con el eje de las lentes, centro de diafragmas, eje de secciones de lentes, centros de pantallas...etc.

La posición correcta de trabajo es como se indica en la figura 1.

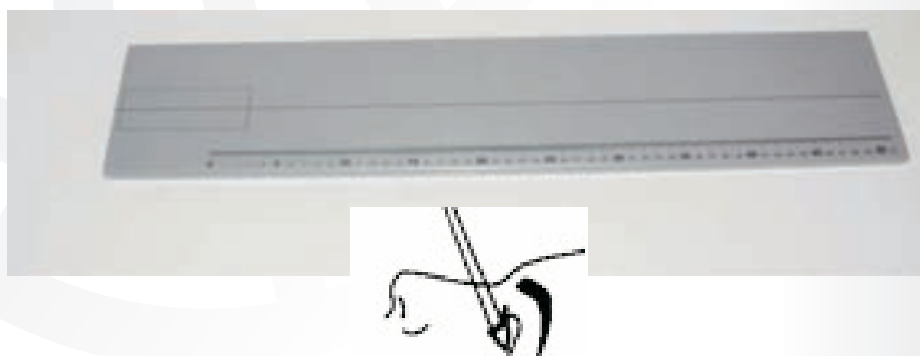


Figura 1

El estudiante debe situarse de modo que el foco luminoso se encuentre a su izquierda.

El recuadro de la parte izquierda del banco es el lugar donde se debe situar el foco luminoso con su base soporte.

En aquellas experiencias donde sea necesario obtener luz paralela, por ejemplo, con lente de  $f = +100$  mm., la lente debe colocarse a 100 mm del foco luminoso (del filamento de la lámpara).

## Base Soporte foco

Base soporte imantado para foco con 4 tornillos para conseguir el alineamiento del foco con: lentes, diafragmas...etc.

Dispone de tres marcas blancas en tres de sus caras laterales para su fácil alineamiento con el eje del banco óptico.



## Foco luminoso

Foco luminoso con lámpara de 12V 20 W, con lente condensadora ajustable mediante tornillo superior figura 3. En la parte posterior dispone de dos conectores Ø 4 mm para su conexión a la fuente de alimentación mediante cables con conectores tipo banana (figura 2)

La lámpara situada dentro del tubo cilíndrico, debe estar colocada de manera que su filamento esté en posición vertical. Figura 1.



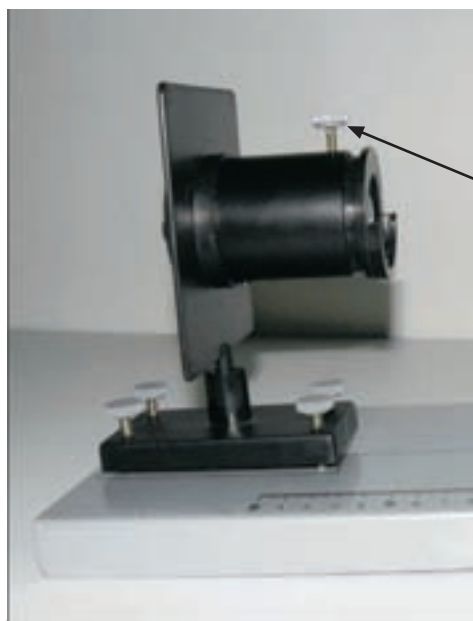
Figura 1



Figura 2

*Insertar símbolo de peligro* Por razones de seguridad, cuándo el foco se mantiene encendido durante un tiempo prolongado, nunca debe sujetar el foco por su parte cilíndrica, utilice el marco exterior.

El vástago que sobresale del marco es el elemento de fijación a la base soporte del foco.



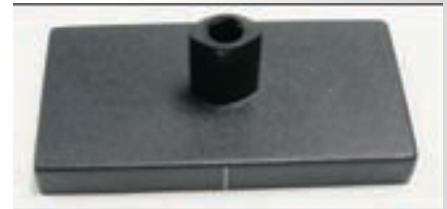
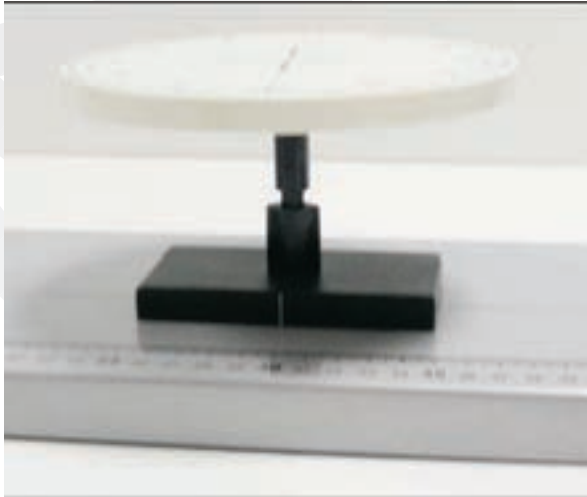
Ajuste lente condensadora

Figura 3

## Bases Soporte

Bases soporte imantadas para disco de Hartl, pantallas, soporte de diafragmas y lentes con soporte.

Dispone de tres marcas blancas en tres de sus caras laterales para su fácil alineamiento con el eje del banco óptico.



Base soporte con disco de Hartl

Montaje de diafragmas, soportes de diafragmas y bases soporte.



Diafragma y soporte de diafragma



Introduzca los diafragmas tal y como se indica en la figura



Soporte de diafragma, con base soporte y banco óptico

## Observaciones Generales:

Se han descrito las piezas más importantes en el montaje y forma de utilización, por similitud se pueden montar y utilizar de forma intuitiva el resto de elementos del equipo.

Destacar el cuidado especial en el uso de lentes sobre soporte, prismas y secciones de lentes, para evitar roturas por golpes y caídas. Evitar tocar con los dedos las superficies pulidas.

El ambiente de trabajo para la realización de experiencias debe ser lo más oscuro posible.

Las lentes sobre soporte se colocan sobre la base soporte tal y como se ha indicado anteriormente.



# PROPAGACIÓN DE LA LUZ



## ACTIVIDAD 1

**PROPAGACIÓN RECTILÍNEA DE LA LUZ**

**OBJETIVO:** Que el alumno compruebe la propagación rectilínea de la luz y la independencia de los rayos luminosos y observe sombras y penumbras.

**MATERIAL:**

Banco óptico

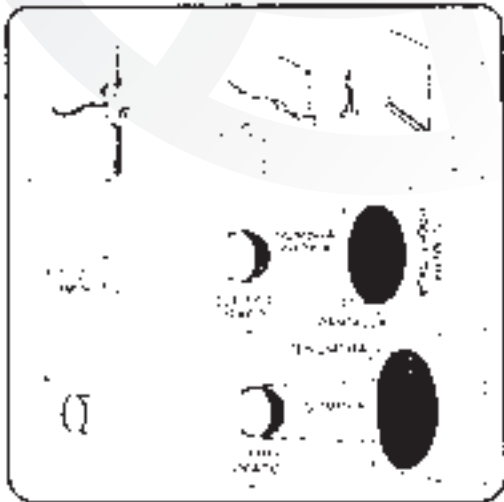
Foco luminoso y f. alimentación

Filtro tricolor barras

Pantalla Blanca

Montura para filtros

Diafragmas de una y cinco rendija

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

- 1.- El filamento de la lámpara debe estar vertical.
- 3.- Se observa una traza luminosa sobre la placa soporte.
- 4.- Sólo se observa traza luminosa cuando una de las ranuras del diafragma de tres rendijas coincide con la ranura del otro diafragma. Han de estar en línea recta.
- 5.- Tres trazas luminosas de diferente color.
- 6.- Los rayos convergen, cruzándose.
- Z- Cuando desaparece un rayo no se alteran los demás. Los rayos luminosos son independientes.
- 8.- Al realizar el montaje la pantalla debe situarse a la derecha del sistema y en posición vertical.

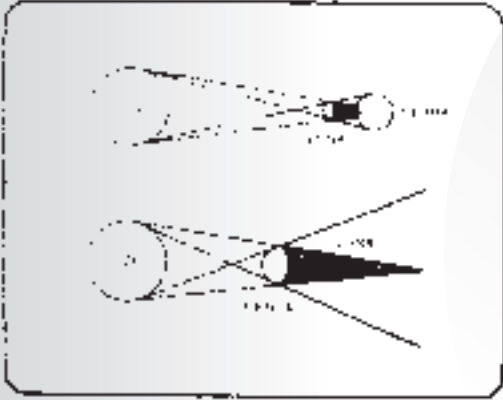
Observar que cuando se deja libre solo una rendija se obtiene una sombra nítida. Cuando hay dos rendijas se obtiene una zona central de sombra y dos laterales de penumbra. Y cuando están libres las tres ranuras se obtiene una zona central de sombra y dos de penumbra de diferente luminosidad. Con un orificio pequeño se produce un cono de sombra, que origina sobre la pantalla una zona desprovista de luz, que se llama "sombra". Si el orificio es grande, el contorno de la sombra es menos neto, hay una zona de penumbra rodeándola (forma de corona circular).

**EVALUACIÓN:**

9.- La lámpara emite luz en todas direcciones y el diafragma de una rendija selecciona un haz de luz plano y vertical. Sólo cuando el segundo diafragma tiene una rendija en línea recta con la rendija del primer diafragma y el filamento, deja pasar el haz luminoso. Los rayos luminosos son independientes entre sí, aunque se crucen en un punto.

10.- Cuerpo opaco: Que no deja pasar la luz a su través.

Sombra: Mancha oscura producida en un cuerpo por otro interpuesto entre aquél y la luz.



Penumbra: Sombra débil entre la luz y la oscuridad.

Rayo luminoso: Recta según la cual se propaga la luz (se observa por su traza sobre una pantalla) en un medio transparente y homogéneo.

11.- Los rayos luminosos son independientes entre sí.

12.- Cuando se interpone un cuerpo opaco entre varios rayos luminosos y una pantalla se obtienen zonas de sombra y de penumbra. Así se explican los eclipses.

Cuando se interpone la Luna entre el Sol y la Tierra, se obtiene una zona de sombra (desde la que se aprecia eclipse total del sol) y zonas de penumbra (eclipse parcial).

Cuando es la Tierra quien se interpone entre el Sol y la Luna se tiene el eclipse de Luna.



# REFLEXIÓN DE LA LUZ



## ACTIVIDAD 2

## REFLEXIÓN DE LA LUZ EN ESPEJOS PLANOS Y ESFÉRICOS

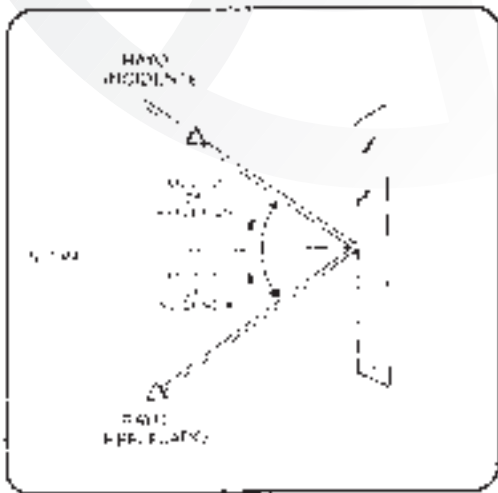
**OBJETIVO:** Observar la reflexión de la luz sin entrar en el estudio de las leyes que rigen este fenómeno.

**MATERIAL:**

Banco óptico  
Foco luminoso y f. alimentación  
Soporte diafragma

Filtro tricolor  
Espejo plano y esférico  
Diafragma de una rendija

Base soporte  
Disco de hartl  
Diafragma tres rendijas circular.

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

3 y 4.-Al colocar el espejo plano sobre la línea recta perpendicular al rayo luminoso se observa cómo se refleja en la misma dirección.

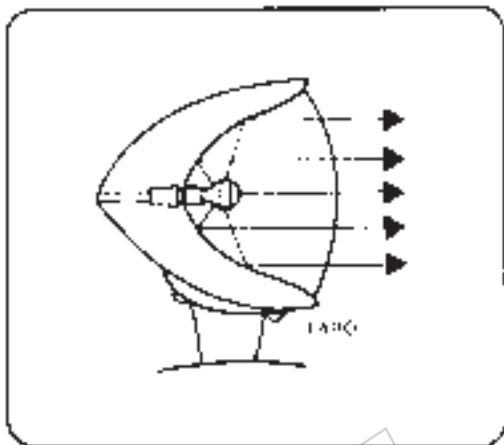
5.- Al girar el conjunto papel - espejo se observa que los rayos reflejados siguen direcciones diferentes para distintos ángulos de incidencia.

6.- Con la cartulina blanca se producen manchas luminosas, no observándose reflexión nítida.

9.- Con el filtro de tres colores, situado tras el diafragma de tres rendijas se observan tres rayos de diferente color que aunque se cortan prosiguen su camino independientemente.

**EVALUACIÓN:**

10.-Cuando un rayo luminoso incide sobre un espejo se produce su reflexión de forma nítida (reflexión especular).



11.-Si incide sobre un trozo de cartulina blanca, no se observan rayos reflejados nítidos, sino unas manchas luminosas difusas, debido a que los rayos son reflejados en casi todas las direcciones (reflexión difusa) al no estar pulimentada la superficie reflectante.

12.-El rayo reflejado sale en la misma dirección y sentido contrario.

13.-«El rayo que llega al espejo se denomina rayo incidente y su parte desviada por el espejo rayo reflejado».

14.-Se emplean en cuartos de baño, instrumentos médicos (espejos de odontólogos) faros y reflectores de automóviles (en éstos se coloca el foco luminoso en el foco del espejo para que los rayos salgan paralelos y alcancen gran distancia) aunque también se pueden emplear espejos parabólicos que reflejan mejor que los esféricos.



## ACTIVIDAD 3

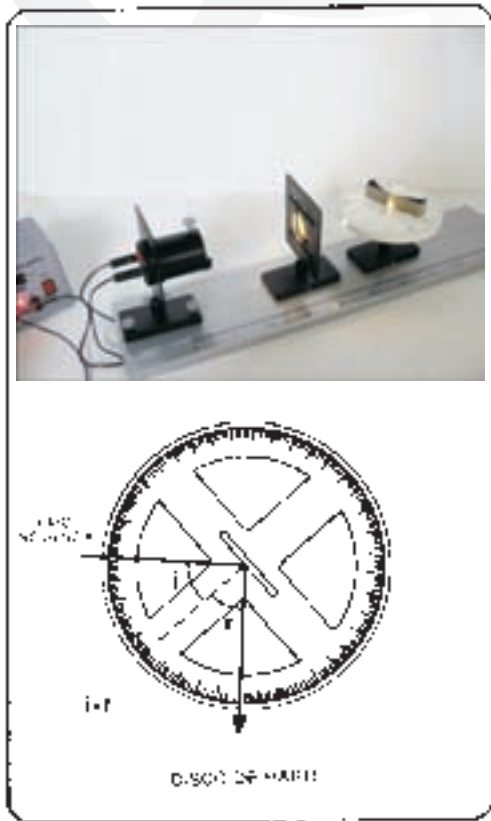
## LEYES DE LA REFLEXIÓN DE LA LUZ

**OBJETIVO:** El alumno ha de inducir experimentalmente las leyes de la reflexión de la luz,

**MATERIALES:**

Banco óptico  
Foco luminoso y f. alimentación  
Disco óptico de Hartl

Espejo plano y esférico  
Diafragma de una rendija

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

1.- Conectar el iluminador y comprobar que se obtiene una traza luminosa sobre la pantalla. Situar el círculo graduado sobre la pantalla, de forma que el rayo luminoso coincida con el diámetro  $0^\circ-0^\circ$ .

El diafragma de una rendija permite obtener un haz plano vertical cuya traza luminosa sobre la pantalla se considera rayo luminoso.

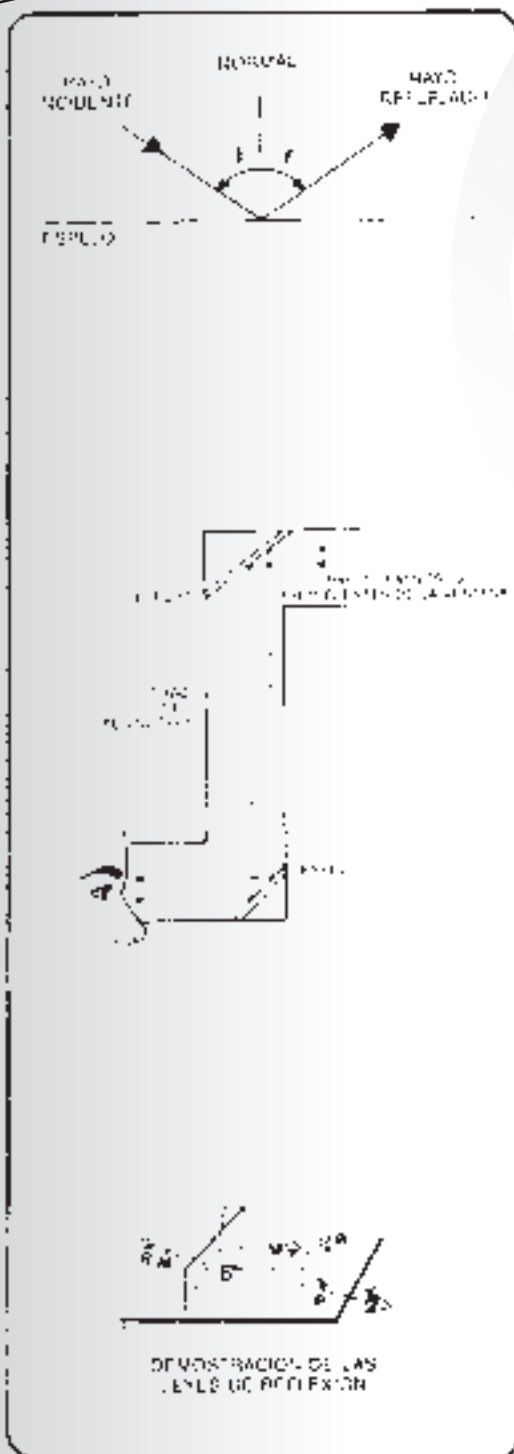
2.- El punto de incidencia del rayo luminoso debe coincidir con el centro del círculo graduado.

Cuando el espejo coincide con el eje  $90^\circ-90^\circ$  el rayo reflejado también coincide con el incidente. Es decir, para un ángulo de incidencia de cero grados, el ángulo de reflexión también es nulo.

3.- Cuando giramos, por ejemplo  $20^\circ$ , el rayo luminoso se desvía  $40^\circ$ , y como el ángulo de incidencia es de  $20^\circ$ , el de reflexión (formado por la normal al espejo en el punto de incidencia y el rayo reflejado) también valdrá  $20^\circ$ .

4 y 5.- Cuando el espejo se inclina hacia atrás, no se observa rayo reflejado sobre la pantalla.

Situando un trozo de cartulina delante del espejo y por la parte del rayo reflejado, se puede comprobar que éste se ha elevado por encima del plano de la pantalla y también la normal. Cuando se intercepte el haz luminoso vertical, de arriba a abajo, se observa que desaparecen al mismo tiempo el rayo incidente y el reflejado. Como la normal está en el plano de la pantalla, se cumple que el rayo incidente, la normal y el rayo reflejado están en el mismo plano.



6.- Con el espejo esférico se obtienen idénticos resultados.

### EVALUACIÓN:

7.- Leyes de la reflexión de la luz:

«El rayo incidente, la normal y el rayo reflejado, se encuentran en un mismo plano».

«El ángulo de incidencia (formado por el rayo incidente y la normal) es igual al ángulo de reflexión (formado por el rayo reflejado y la normal).

8.- Dibujo adjunto.

9.- El periscopio es un dispositivo que permite explorar un campo de visión inaccesible a nuestra vista directamente. Se utiliza en los submarinos para explorar la superficie del mar cuando están sumergidos.

El diseño del periscopio puede ser el representado en la figura, que consta de un tubo hecho con cartulina negra y dos espejos planos (aunque en los submarinos se emplean dos prismas de reflexión total que producen el mismo efecto).

10.- Porque su superficie no está pulimentada y se produce reflexión en todas las direcciones del espacio (reflexión difusa).

11 y 12.- Porque la superficie nevada actúa como un espejo, reflejando todas las radiaciones que recibe, pudiendo dañar la retina.

13.- Se coloca un espejo sobre la mesa y en posición vertical. Se clavan dos chinchetas en M y R, de modo que la recta MR corte el espejo en un punto O. Se coloca una 3.ª chincheta en P, en línea recta con las imágenes M' y R' observadas. Trazando la normal ON al espejo, comprobar que  $\angle RON = \angle NOP$

## ACTIVIDAD 4

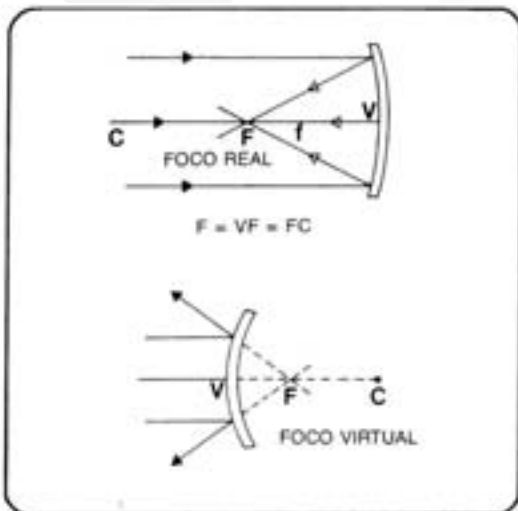
**FOCO Y DISTANCIA FOCAL DE UN ESPEJO ESFÉRICO.**

**OBJETIVO:** Que el alumno sepa definir el foco de un espejo y determinar la distancia focal.

**MATERIAL:**

Placa de montajes.  
Iluminador con lente  
Diafragma de tres ranuras.  
Pantalla traslúcida.

Filtro tricolor. Montura de  
filtros. Espejo cóncavo-convexo.

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

- 1.- Situar el filtro tricolor entre el diafragma de tres ranuras y el espejo (cara cóncava).
- 2.- Procurar que se aprecien tres trazas de diferente color sobre la pantalla blanca.
- 3.- Se observa que los tres rayos luminosos se cruzan en un punto.
- 4.- Los rayos se reflejan en la cara convexa divergentemente, es decir no se produce intersección de los rayos reflejados.

**EVALUACIÓN:**

- 5-6.- Se reúnen en un punto llamado foco del espejo.
- Z- La imagen obtenida (de un objeto muy lejano) es puntual y real.
- 8.- En un espejo convexo, los rayos no se cruzan al reflejarse, pero si se prolongan se cortan en un punto, llamado foco del espejo convexo.
- 9.- El foco de un espejo convexo es puntual y virtual, no se puede recoger en pantalla, pero si se mira hacia el fondo del espejo, sí se puede apreciar (antes de ello, situar la pantalla traslúcida entre el iluminador y el diafragma). Se trata de una imagen virtual. En estos espejos las imágenes son virtuales.
- 10.- Distancia focal de un espejo es la distancia del espejo al foco y mide la mitad del radio de curvatura del espejo.



## ACTIVIDAD 5.1.

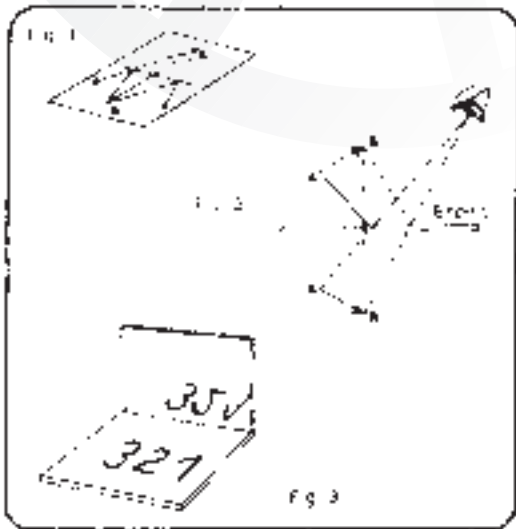
**IMÁGENES OBTENIDAS CON ESPEJOS PLANOS**

**OBJETIVO:** Comprobar que la imagen dada por un espejo plano es virtual y simétrica. Comprobar que la luz se refleja en todos los sentidos cuando se refleja en una superficie no especular.

**MATERIAL:**

Placa de montajes. Diafragma en 1 y montura. Espejo plano.

Iluminador con lente.. Diafragma de tres rendijas. Pantalla traslúcida.

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

2-3.- Se obtiene el dibujo de la figura 1.

4.- Para comprobar que la imagen es simétrica, se utiliza un diafragma en 1, aunque se puede ensayar con el texto de un libro o cualquier otro objeto asimétrico. Situar el espejo sobre algún objeto que permita elevarlo.

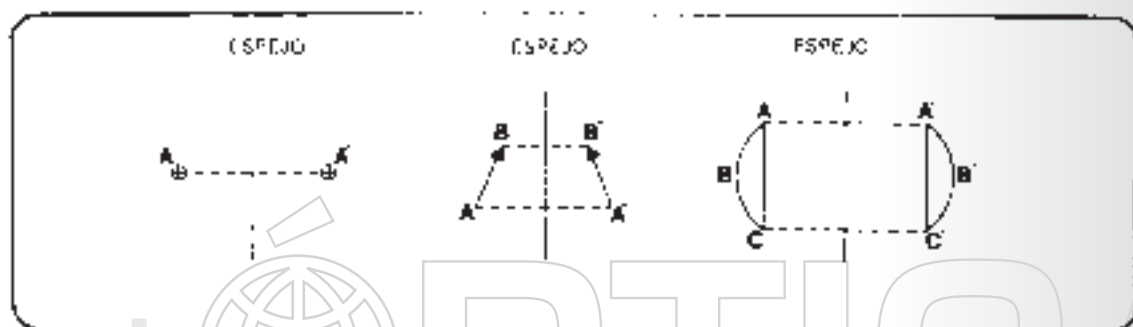
5.- Al cambiar el espejo por un trozo de papel e iluminar el techo se obtiene una mancha muy grande y difuminada. La superficie de papel se comporta como una cantidad grande de espejos dirigidos hacia distintas direcciones. Cuando se coloca la pantalla traslúcida, se observa que los rayos reflejados tienen poca nitidez, es decir son manchas luminosas difusas (reflexión difusa).

**EVALUACIÓN:**

6.- Las imágenes obtenidas con espejos planos son virtuales y simétricas respecto al espejo.

7.- Cuando la luz se refleja en una superficie no pulimentada (no especular) lo hace de forma irregular en todas direcciones.

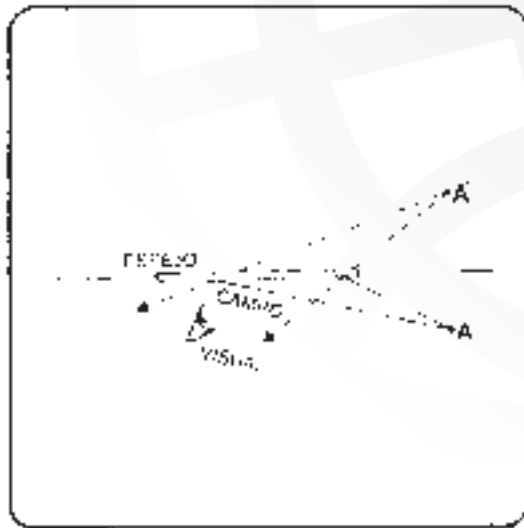
8.-



**CUESTIONARIO:**

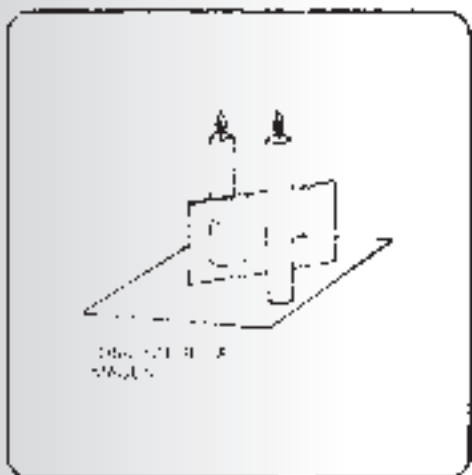
9.- Si, si se sitúa adecuadamente, de manera que sus ojos se encuentren en el campo visual de sus pies. El tamaño mínimo del espejo debe ser la mitad de la altura de la persona.

10.- Imagen del punto A:



11.- Por su cara posterior, para proteger la cara reflectora de rozamientos. Para saber cual es la cara plateada acercar al espejo la punta de un lápiz. El espejo estará plateado por su cara anterior si la imagen se junta con el objeto. Si queda margen entre ellos es que está plateada la cara posterior.

12- Porque es como su imagen en el espejo, igual de tamaño y simétrica.



13.- Colocar una vela encendida sobre un papel blanco delante de un espejo plano. La vela debe ser más alta que el espejo. Colocar otra vela como la anterior detrás del espejo de manera que su parte superior parezca continuación de la imagen de la primera vela.

Así se puede saber cuál es la posición de la imagen y señalarlo sobre el papel.

La imagen es virtual, igual y situada a igual distancia del espejo. Si se intenta recoger la imagen sobre una cartulina, colocando ésta en la posición de la imagen, se observa que no aparece sobre ella. Es virtual.

## ACTIVIDAD 5.2.

**IMÁGENES OBTENIDAS CON ESPEJOS CÓNCAVOS Y CONVEXOS.**

**OBJETIVO:** Comprobar que las imágenes producidas por un espejo cóncavo pueden ser reales y virtuales, sin embargo las producidas por otro convexo son siempre virtuales.

Analizar y dibujar los diferentes casos.

**MATERIAL:**

Banco óptico  
Foco luminoso y f. alimentación  
Disco de Hartl

Diafragma de tres  
rendijas circular  
Pantalla traslúcida

Espejo plano  
Diafragma en 1  
Disco de papel

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

2.- Cuando está colocado el diafragma de tres rendijas y los rayos obtenidos son paralelos, se observa que se reflejan cruzándose en un punto, imagen real (puntual).

3.- Es el foco del espejo (que se puede determinar geoméricamente, pues equivale a la mitad del radio de curvatura del espejo).

4-5.- Cuando se utiliza el diafragma en 1. para observar imágenes no es necesario utilizar una montura de lentes para sujetarlo, porque es suficiente con la mano (aunque se podría fabricar uno en un trozo de cartulina negra).

El espejo debe quedar oblicuo respecto a la trayectoria de los rayos que pasan a través del diafragma en 1 (objeto). Se obtiene así la imagen en forma de 1 sobre la pantalla. Pero la imagen que resulta está algo deformada aunque se observa que es invertida (lo de arriba hacia abajo y lo de un lado hacia el otro). Estas imágenes, proyectables sobre una pantalla, se denominan imágenes reales.

6.- Si se acerca el espejo al objeto, la imagen resulta más lejana, porque hay que situar más lejos la pantalla a fin de recogerla nítida y más grande.

7.- Si se acerca el espejo al objeto a una distancia menor que su distancia focal (mitad del radio de curvatura, como se puede averiguar con un compás y una regla) ya no es posible obtener imagen real sobre la pantalla. Sin embargo, al mirar al fondo del espejo puede verse la imagen que resulta virtual mayor y derecha.

8.- Con el espejo convexo resultan siempre imágenes virtuales observables al fondo del espejo y de tamaño menor que el objeto.

### EVALUACIÓN:

9.- Las imágenes obtenidas con un espejo cóncavo son reales e invertidas siempre que el objeto esté situado a una distancia mayor que la distancia focal del espejo. Para una distancia objeto menor la imagen es virtual y mayor

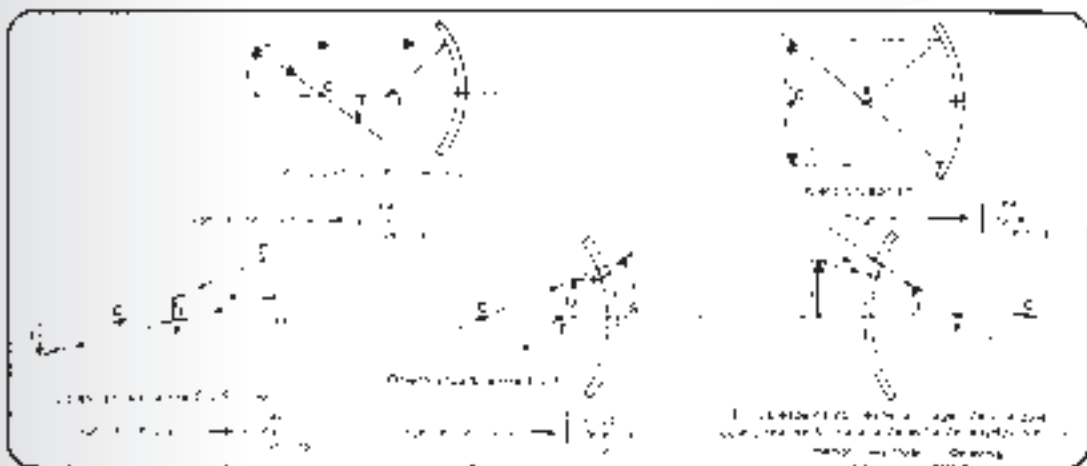
Si se trata de un espejo convexo se obtiene una imagen virtual y de menor tamaño que el objeto en todas posiciones de éste.

10.- Las imágenes de objetos en forma de flecha vienen dibujadas en las figuras siguientes.

11.- Se trata de un espejo convexo.

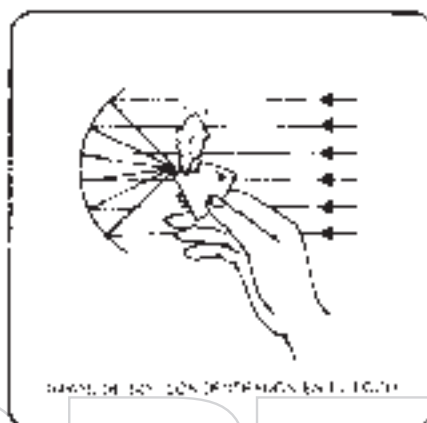
12.- De un espejo cóncavo, pues a menor distancia que la distancia focal desaparece la imagen real.

13.- Los espejos para visualizar las calles son convexos.



### EXPERIENCIAS ADICIONALES:

15.- Situando un papel o cualquier cuerpo inflamable en el foco del espejo cóncavo, arde.





# REFRACCIÓN DE LA LUZ





## ACTIVIDAD 6.1.

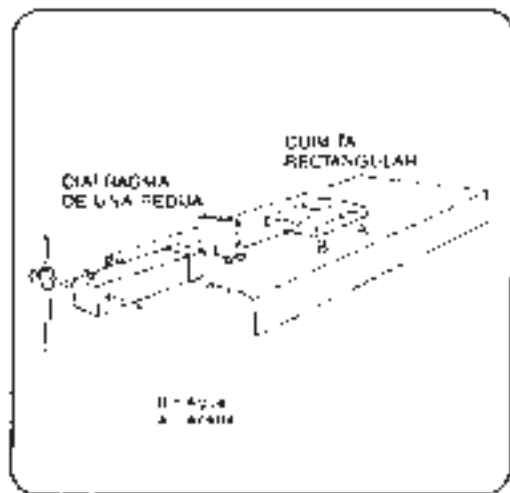
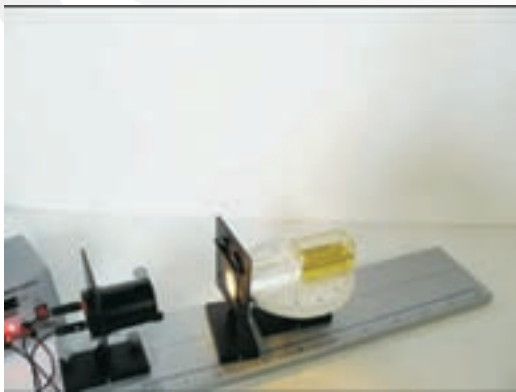
**REFRACION DE LA LUZ EN DISTINTOS MEDIOS**

**OBJETIVO:** Observar la refracción de la luz a través de diferentes medios.

**MATERIAL:**

Banco óptico  
Foco luminoso y f. alimentación  
Disco de HARTL

Cubetas rectangular  
Diafragma de una rendija

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS**

luz se propaga a distinta velocidad a través de ellos, porque el índice de refracción de estos medios es diferente.

1.- Realizar el montaje de la figura. Añadir agua a la cubeta hasta la mitad de su capacidad, aproximadamente. Añadir, ahora, aceite hasta las tres cuartas partes de la cubeta (procurar que no se formen burbujas).

2.- Colocar el diafragma de un orificio de forma que se obtenga un haz de luz que incida en el agua y emerja por la parte central de la cubeta.

3.- Estudiar la marcha del rayo refractado en el agua, en el aceite y en el aire.

4.- ¿Qué ángulos forma el rayo en los distintos medios con la normal a la superficie de separación? ¿Depende el ángulo formado del índice de refracción de cada medio?

**CONCLUSIONES:**

El rayo luminoso incidente sobre la separación de dos medios se llama «rayo incidente» y a la parte de él que penetra en el segundo medio desviándose, se denomina «rayo refractado».

La desviación producida por los rayos luminosos al pasar de un medio a otro es debida a que la

**OTRAS ACTIVIDADES:**

5.- introducir un lápiz (o una varilla metálica) en el agua de un vaso de manera que parte de él sobresalga de la superficie. ¿Cambian de dirección los rayos luminosos procedentes de la parte del lápiz sumergida?

Anotar las observaciones.

En el punto donde el lápiz penetra en el agua, se observa un cambio de dirección. Este efecto es producido por la desviación por refracción de los rayos luminosos, al pasar del agua al aire. (Fig. 2).

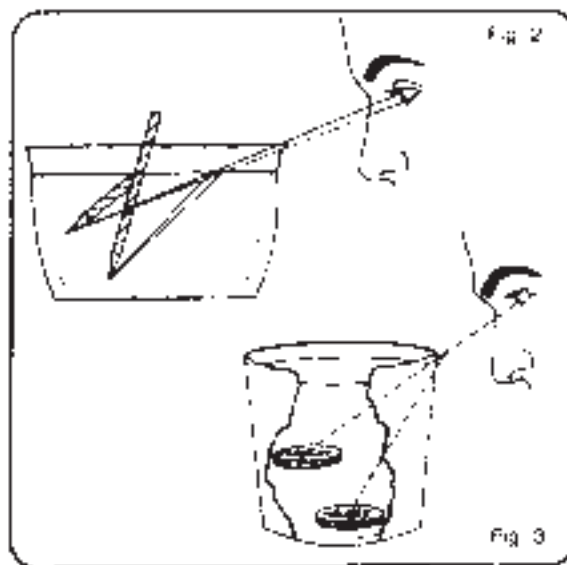
6.- Poner un pequeño objeto metálico (tornillo o moneda) en el fondo de un recipiente vacío.

Retroceder hasta que el borde del recipiente oculte al objeto. Verter agua con cuidado para que el objeto no se mueva. ¿Qué se observa? ¿Se ve el objeto?

El recipiente debe ser de paredes opacas. Por refracción de los rayos luminosos procedentes del objeto, se desvían formando una imagen virtual en posición más alta que el objeto. (Fig. 3).

Los objetos que están en el fondo del mar o de un río nos parecen más altos de lo que en realidad están. Un bastón introducido en el agua aparece quebrado. Los rayos luminosos procedentes del objeto sumergido salen al aire y entonces se desvían alejándose de la normal. En consecuencia, el objeto se verá más alto, e incluso el fondo del recipiente.

7.- Colocar primero el orificio por debajo del nivel del líquido. Observar la trayectoria del haz. Levantar el iluminador y la cartulina hasta que el haz luminoso incida sobre la superficie. Anotar las observaciones.



## ACTIVIDAD 6.2

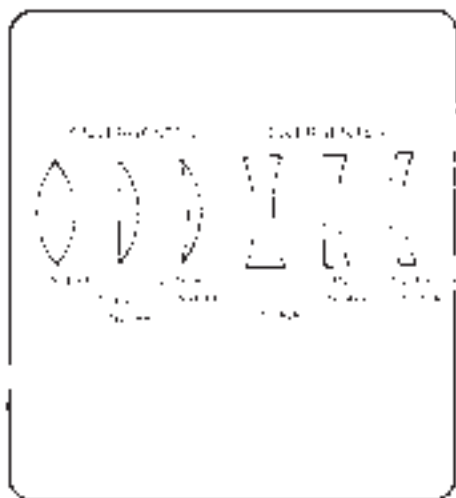
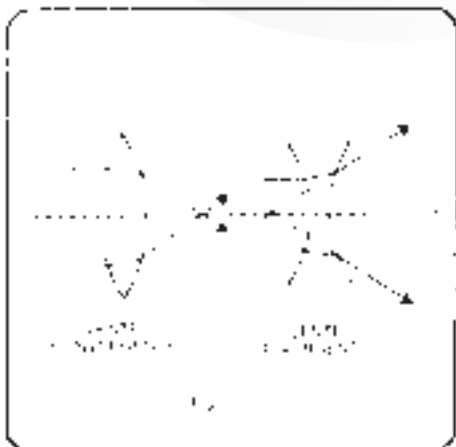
## REFRACCIÓN DE LA LUZ A TRAVÉS DE LAS LENTES

**OBJETIVO:** Que el alumno observe la marcha de los rayos luminosos que pasan de un medio homogéneo, el aire, a otro también homogéneo, la lente delgada. Y que analice lo que ocurre con los rayos luminosos al atravesar lentes convergentes y divergentes.

**MATERIALES:**

Banco óptico  
Foco luminoso y f. alimentación  
Disco de Hartl  
Sección de lente divergente (bicóncava).

Sección de lente convergente (biconvexa).  
Diafragma de tres rendijas circular

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

Colocar el diafragma de tres rendijas delante del iluminador. Completar el montaje, situando la lente biconvexa en la pantalla.

2 y a- Dibujos de la marcha de los rayos en la figura 1, y también a través de una lente bicóncava.

**EVALUACIÓN:**

4.- Las lentes son medios transparentes limitados por dos superficies una de las cuales al menos es curva.

5.- Las lentes convergentes reúnen en un punto los rayos que inciden paralelos. Las lentes divergentes separan los rayos luminosos que inciden paralelos.

6.- El rayo desvía y toma otra dirección.

7.- Definiciones:

**Rayo incidente.-** Rayo luminoso que incide sobre la lente.

**Ángulo de incidencia.-** Ángulo formado por el rayo incidente y la normal en el punto de incidencia.

**Normal.-** Perpendicular en el punto de incidencia a la superficie del medio de refracción.

**Rayo refractado.-** Rayo que emerge de la lente o de cualquier otro medio de refracción.

**Ángulo de refracción.-** Ángulo que forma el rayo refractado con la normal.

**Lente convergente.-** Lente que tiene la propiedad de hacer que los rayos que inciden paralelamente sobre ella, después de atravesarla, coinciden en un punto.

**Lente divergente.-** La que tiene la propiedad de esparcir los rayos que llegan a ella en direcciones paralelas.

**Refracción de la luz.-** Cambio de dirección que experimenta un rayo luminoso al pasar de un medio menos refringente a otro más refringente, o viceversa, a causa de la diferente velocidad de la luz en los distintos medios.

8.- Ver apartado 4.

9.- Un cuerpo es opaco si no deja pasar la luz a su través.

### APLICACIONES:

10.- Las lentes convergentes tienen numerosas aplicaciones, como la lupa, el microscopio, el antejo, etc.

Intervienen también en las máquinas fotográficas, telescopios, reflectores, gafas para corregir la hipermetropía...

Las divergentes también se utilizan en otros instrumentos ópticos, en gafas de miopes, etc.

## ACTIVIDAD 7

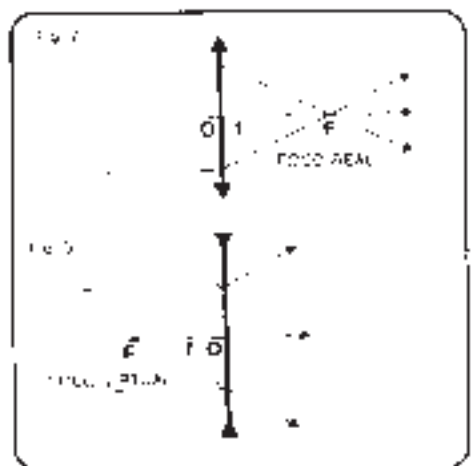
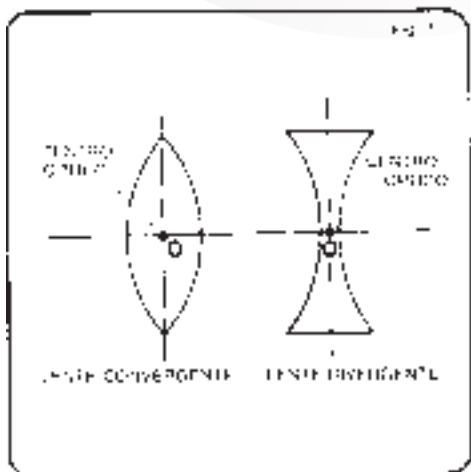
## FOCO, CENTRO ÓPTICO Y DISTANCIA FOCAL DE UNA LENTE

- OBJETIVO:** 1.- Comprobar que los rayos paralelos al eje óptico de una lente se reúnen, tras refractarse, en un punto llamado foco  
 2.- Comprobar que el rayo que pasa por el eje óptico no sufre desviación, al incidir sobre el centro óptico de la lente.  
 3.- Medir la distancia focal de la lente y calcular su potencia en dioptrías.

**MATERIAL:**

Banco óptico  
 Foco luminoso y f. alimentación  
 Disco de Hartl  
 Sección de lente divergente (bicóncava).

Sección de lente  
 convergente (biconvexa).  
 Diafragma de tres rendijas  
 circular

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

2.- Observar las tres trazas luminosas sobre la pantalla.

3.- Al ajustar la posición de la lente, obtener tres rayos paralelos con el diafragma de tres ranuras.

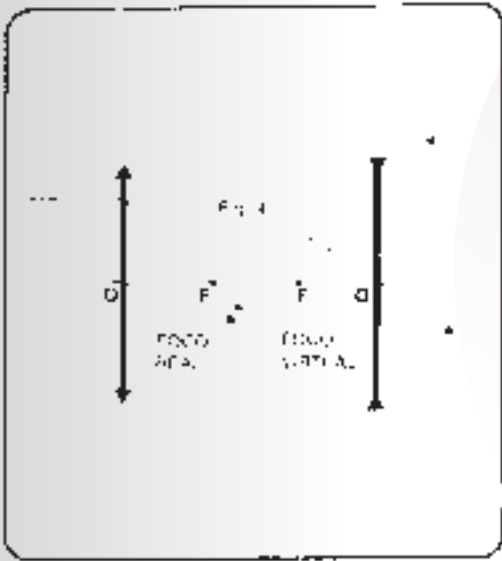
El rayo que incide en el centro de la lente no se desvía.

4.- Los tres rayos refractados concurren en un punto, imagen real de un objeto lejano (filamento de la lámpara).

5.- Los tres rayos refractados divergen, aunque las prolongaciones concurren en un punto, imagen virtual de un objeto lejano (el filamento de la lámpara).

6.- Hay lentes, como la de una lupa, que son más gruesas en el centro que en los bordes. Otras, como las de las gafas de un miope son más gruesas en los bordes que en el centro.

Las primeras concentran en un punto los rayos que llegan paralelos, como en la figura 2. Por eso se les llama lentes convergentes.



Las segundas separan aún más a los rayos que llegan paralelos (figura 3), por lo que se les denomina lentes divergentes.

7.- Si se hace llegar un haz de rayos paralelos a una lente convergente, se observa que, como consecuencia de la refracción, todos ellos van a converger en un punto F, denominado foco principal.

8.- La potencia de una lente viene medida por la inversa de la distancia focal. Si  $f$  se mide en metros, la potencia se expresa en dioptrías.

10.- Puntual y virtual.

11.- Virtuales.

12.-El punto O de intersección del eje principal con la lente en su centro geométrico.

13.- La distancia del foco al centro óptico y se designa con la letra F.

14.-Pasan por el foco (fig. 4 izquierda) en las lentes convergentes. Con las divergentes (figura 4 derecha) las prolongaciones se cortan en el foco.

15.-No se desvían.

## ACTIVIDAD 8

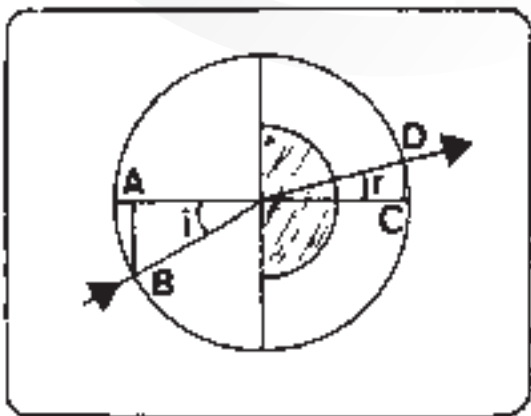
## LEYES DE LA REFRACCIÓN DE LA LUZ

**OBJETIVO:** Hacer que el alumno establezca, por el método inductivo, las leyes de la refracción de la luz, y observe que cuando la luz pasa por un medio menos refringente (mayor velocidad de la luz, el aire por ejemplo) a otro más refringente (menor velocidad de la luz), el rayo refractado se acerca a la normal. Y se separa de la normal, si el rayo pasa de un medio más refringente a otro menor.

**MATERIAL:**

Banco óptico.  
Diafragma de una rendija.  
Sección de lente semicilíndrica.

Foco luminoso y f. alimentación.  
Disco de Hartl.  
Disco papel de Hartl.

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

Situar el círculo graduado sobre la pantalla. Colocar encima la lente semicilíndrica. La lente debe estar con su cara plana a lo largo del eje  $90.^{\circ}$ - $90.^{\circ}$ .

Al realizar el montaje, comprobar que el filamento de la lámpara y la rendija, están en posición vertical y que producen una traza luminosa nítida sobre la pantalla.

2.- Cuando un rayo luminoso incide, según el eje  $0^{\circ}$ - $0^{\circ}$ , sobre el centro óptico de la lente, el rayo reflectado emerge de la lente sin desviarse.

5 - Tabla de resultados aproximados:

|       |              |              |              |              |              |              |
|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| i     | $10^{\circ}$ | $20^{\circ}$ | $30^{\circ}$ | $40^{\circ}$ | $50^{\circ}$ | $60^{\circ}$ |
| r     | $7^{\circ}$  | $13^{\circ}$ | $19^{\circ}$ | $25^{\circ}$ | $31^{\circ}$ | $35^{\circ}$ |
| AB    | 7,5          | 13,5         | 21           | 27           | 32           | 36           |
| CD    | 5            | 9            | 14           | 18           | 21           | 24           |
| i/r   | 1,42         | 1,54         | 1,58         | 1,60         | 1,61         | 1,71         |
| AB/CD | 1,50         | 1,50         | 1,50         | 1,50         | 1,52         | 1,50         |

6.- Al interceptar los rayos luminosos con un cuerpo opaco desaparecen al mismo tiempo los rayos incidentes y refractados.

**EVALUACIÓN:**

7 y 8.- En la tabla de valores, se observa que la relación entre los ángulos de incidencia y de refracción no es constante. En cambio la relación AB/CD sí es constante. Este valor constante recibe el nombre de "índice de refracción de la lente respecto al aire. Esta constante indica cuántas veces más deprisa avanza la luz en el aire, que en el vidrio de la lente.

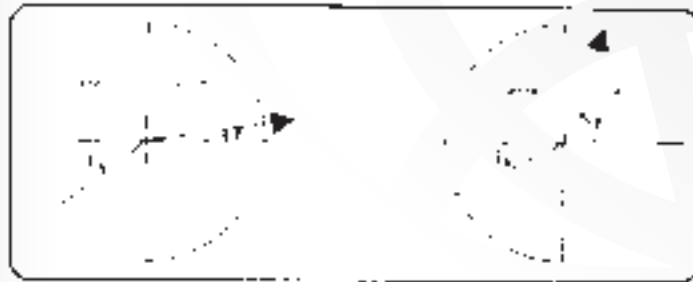
9.- En el aire. El índice de refracción es

$$n = \frac{V(\text{aire})}{V(\text{vidrio})} = \frac{300.000 \text{ km/s}}{200.000 \text{ km/s}} = 1,5$$

pues:  $V(\text{vidrio}) = 200.000 \text{ km/s}$

10.- Un medio es más refringente que otro cuando la luz atraviesa con menor velocidad que al segundo.

11.- Si la luz pasa de un medio menos refringente a otro más refringente, el rayo refractado se acerca a la normal y se aleja de la normal si ocurre en sentido contrario.



12.- Leyes de la refracción:

"El rayo incidente, la normal y el rayo refractado se encuentran en un mismo plano".

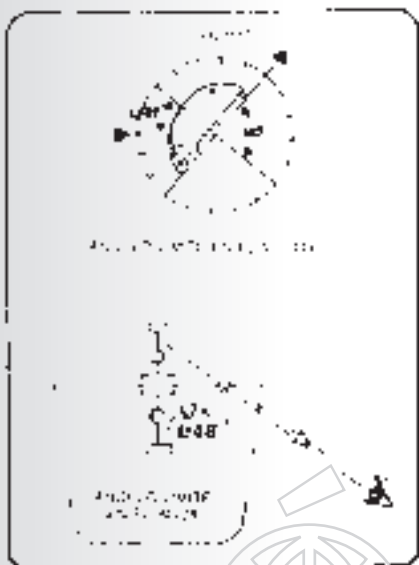
"La relación entre los segmentos normales al eje óptico situados frente a los ángulos de incidencia y de refracción respectivamente, es constante para dos medios determinados y se llama índice de refracción del segundo medio respecto del primero".

$$\frac{AB}{R}$$

El cociente  $\frac{AB}{CD}$  se puede expresar así: donde R es el radio de la lente. La fracción  $\frac{CD}{R}$

del numerador es llamado  $\text{sen. } i$  y la del denominador es el  $\text{sen. } r$ . Luego la segunda ley de la refracción se puede expresar también como:

$$\frac{\text{sen. } i}{\text{sen. } r} = n = \frac{V_1}{V_2}, \text{ siendo } n \text{ el índice de refracción.}$$



"El cociente entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción del 2.º medio respecto al 1º y representa también la relación entre las velocidades de los dos medios".

13.- Ese ángulo de incidencia es el ángulo límite. Se observa que para ángulos superiores al límite se produce reflexión total.

Si se coloca en un recipiente con agua un corcho flotante con un objeto colgando y se mira desde un nivel más bajo se ve el objeto encima del corcho e invertido por causa de la reflexión total. Igualmente ocurre situando una cuchara dentro de un vaso de agua. Se ve invertida reflejándose sobre la superficie del agua.

El brillo del diamante y piedras preciosas es debido a este fenómeno de reflexión total.

## ACTIVIDAD 9

### ÁNGULO LÍMITE Y REFLEXIÓN TOTAL

**OBJETIVO:** Observar el ángulo límite y la reflexión total.

**MATERIAL:**

Banco óptico  
Foco luminoso y f.  
Alimentación.

Diafragma de una rendija  
Disco de Hartl

Lente semicilíndrica  
Disco de papel

### OBSERVACIONES Y RESULTADOS



1.- Realizar el montaje de la figura. Colocar la lente de forma que el rayo luminoso entre por su cara curva y salga por su cara plana, la cual debe coincidir con el eje  $90^\circ$ - $90^\circ$  del disco óptico.

2.- ir aumentando el ángulo de incidencia, girando el conjunto lente-círculo. Observar que para un cierto valor del ángulo de incidencia el rayo refractado sale rozando la cara plana. El ángulo límite es el ángulo de incidencia, cuyo refractado es  $90^\circ$

Cuando se inciden los rayos luminosos sobre la cara curva de la lente (por su centro) pasan sin desviarse (pues son perpendiculares a la tangente a la curva en el punto de incidencia). Al salir al aire, los rayos se desvían formando ángulos superiores a los de incidencia.

3.- Incidir el rayo luminoso con ángulos superiores al límite. ¿Se refractan? ¿Se reflejan? Con ángulos de incidencia superiores al límite, los rayos se reflejan (reflexión total)

### CONCLUSIONES:

Para un cierto valor del ángulo de incidencia (unos  $42^\circ$ ) el rayo refractado sale rozando la cara plana de la lente.

Ese ángulo de incidencia es el «ángulo límite», cuyo ángulo refractado mide  $90^\circ$ . Con ángulos de incidencia superiores al límite, los rayos se reflejan (reflexión total).



## ACTIVIDAD 10

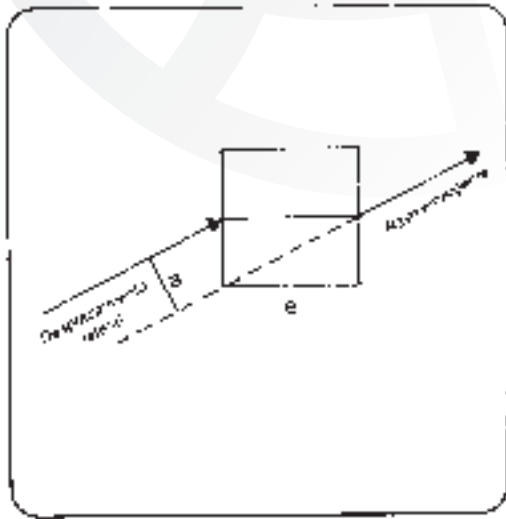
**LÁMINA DE CARAS PLANO-PARALELAS**

**OBJETIVO:** Observar la trayectoria de la luz al atravesar una lámina de caras plano paralelas.

**MATERIAL:**

Banco óptico  
Foco luminoso y f. alimentación  
Disco de Hartl

Diafragma de una rendija  
Sección de lente rectangular  
Semicírculo graduado

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS**

1.- Realizar el montaje de la figura. Colocar la lámina de forma que el rayo luminoso la atraviese perpendicularmente a sus caras paralelas. ¿Qué dirección tiene el rayo a través de la lámina? Está en prolongación con el incidente.

2.- Situar debajo de la lámina una hoja de papel. Girar la lámina de forma que el ángulo de incidencia vaya aumentando. El rayo emergente también se desvía, saliendo en dirección paralela a la del incidente.

Dibujar la dirección del rayo incidente de refractado y del emergente de la lámina. Apartar el papel del montaje y dibujar, en cada caso, la trayectoria

del rayo refractado en el interior de la lente, uniendo el punto de incidencia con el de emergencia.

3.- Con el semicírculo graduado, medir los ángulos de incidencia, de refracción y de emergencia en cada caso, y completar una tabla de resultados.

**EVALUACIÓN:**

4.- Medir el espesor,  $e$ , de la lámina y el desplazamiento lateral,  $a$ , del rayo incidente. Calcular el índice de refracción de la lámina aplicando:

$$a = e \frac{n - 1}{n} \quad ; \text{ despejando } n: an = en - e, e = en - an = n(e - a)$$

$$n = \frac{e}{e - a}$$

**CONCLUSIONES:**

Cuando un rayo luminoso atraviesa una lámina de caras plano-paralelas, se refracta en la primera cara y en la segunda, de tal forma que el rayo emergente resulta paralelo al incidente, aunque desplazado respecto a éste.



## ACTIVIDAD 11

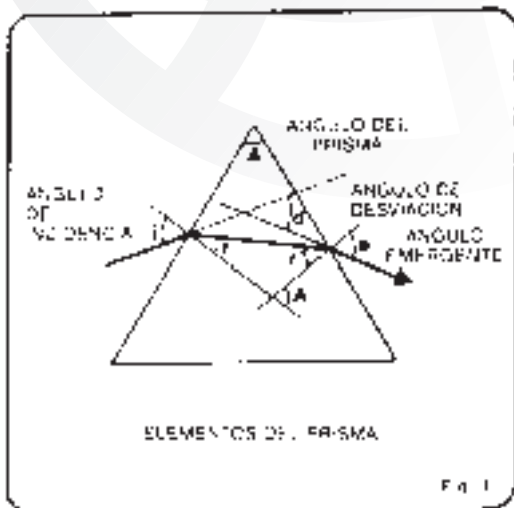
## REFRACCIÓN DE LA LUZ A TRAVÉS DE UN PRISMA ÓPTICO

**OBJETIVO:** Que el alumno observe las desviaciones producidas por los rayos luminosos al atravesar un medio transparente limitado por dos caras no paralelas (prisma óptico)

**MATERIAL:**

Banco óptico.  
Foco luminoso y f. alimentación.  
Prisma óptico ( $60^\circ$ )

Diafragma de una rendija y montura.  
Semicírculo graduado.

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

1.- Efectuar el montaje de la figura, situando el diafragma tras el iluminador. Situar el prisma óptico sobre la placa de montajes.

2.- La traza luminosa debe ser nítida e incidir sobre una cara del prisma.

Ir girando el prisma y anotar las desviaciones de los rayos emergentes.

**EVALUACIÓN:**

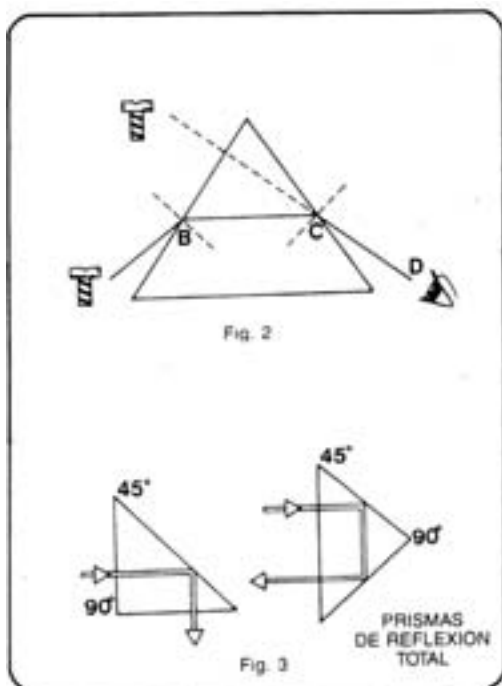
3.- Cuando un rayo luminoso atraviesa un prisma de vidrio, experimenta dos refracciones, una en dirección BC al incidir y la otra en la dirección CD al emerger, alejándose de la normal en esta segunda cara.

4.- La imagen de un objeto se desvía hacia el vértice del prisma y es virtual (ver fig. 2).

Se llama prisma óptico a todo medio transparente limitado por dos caras planas no paralelas. Los prismas desvían la luz hacia la base.

5.- El ángulo de desviación  $d$ , formado por la prolongación del rayo incidente y el emergente, depende del índice de refracción del prisma, de su ángulo  $A$  y del ángulo de incidencia.

6.- ¿Cuándo es mínima la desviación? Cuando el ángulo de incidencia es igual al de emergencia.



(Si el ángulo  $r'$  (en la segunda cara) es mayor que el límite no habrá rayo emergente, y entonces los prismas se llaman de «reflexión total». Se utilizan en prismáticos, telescopios, periscopios (en lugar de los espejos planos), etc.).

Z- El índice de refracción del prisma se calcula por la relación:  $n = \frac{\sin \frac{d_m + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$

## ACTIVIDAD 12.1.

**IMÁGENES OBTENIDAS CON LENTES CONVERGENTES**

**OBJETIVO:** Que el alumno observe las imágenes producidas por una lente convergente, comprobando que son reales (proyectable sobre una pantalla), excepto si el objeto se encuentra dentro de la distancia focal de la lente.

**MATERIAL:**

Banco óptico.  
Foco luminoso y f. alimentación. Lente  
Disco de Hartl  
Diafragma en 1

Pantalla translúcida  
Pantalla blanca  
Lente convergente +10

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

2.- Cuando se coloca la lente a más de 20 cms. del objeto se obtiene una imagen real de menor tamaño e invertida. En este caso el objeto está situado a una distancia de la lente mayor que el doble de la distancia focal.

3.- Al situar la lente a 20 cms. del objeto (doble de la distancia focal) resulta una imagen real, invertida pero igual que el objeto y situada también a 20 cms. de la lente (distancia imagen).

4.- Cuando se coloca la lente a una distancia comprendida entre 10 y 20 cms. la imagen se observa muy lejana y resulta real, invertida y ampliada.

5.- Y por último, al situar la lente a una distancia menor de 10 cms., se comprueba que no se obtiene imagen sobre la pantalla, pero quitando ésta y mirando a través de la lente (en sentido contrario al de propagación de los rayos) aparece una imagen (en el lado de la lente donde está el objeto) mayor, derecha y virtual.

Antes de mirar situar la pantalla traslúcida entre el iluminador y el diafragma, para evitar deslumbramientos.

**EVALUACIÓN:**

6.- Dos centros de curvatura.

El eje principal.

Dos focos principales: uno a cada lado.

Dos planos focales. Un centro óptico.

**Centro de curvatura.-** Es el centro de la superficie esférica que limita la lente.

**Eje principal.-** Es la recta que une los dos centros de curvatura de las superficies que limitan las lentes.

**Foco principal de la lente.-** Es el punto donde concurren los rayos paralelos al eje principal. La distancia del foco a la lente es la distancia focal.

**Plano focal.-** Es el plano perpendicular que contiene al foco principal. Hay dos planos focales, uno a cada lado de la lente.

**Centro óptico de una lente.-** Es el punto interior situado en el eje principal. Los rayos que pasan por él no cambian de dirección.

7.- Son tres, aunque para construir las imágenes sólo son necesarias dos.

a) Los rayos paralelos al eje principal se refractan pasando por el foco imagen.

b) Los rayos que pasan por el foco objeto se refractan paralelos.

c) Los rayos que pasan por el centro óptico pasan por la lente sin desviarse.

8.- Símbolos utilizados en los dibujos para representar las lentes (ver figura).

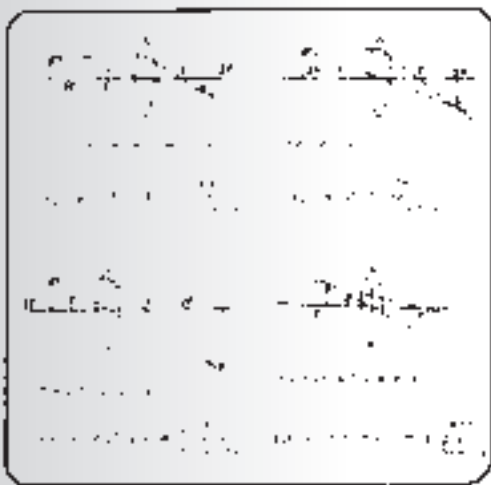
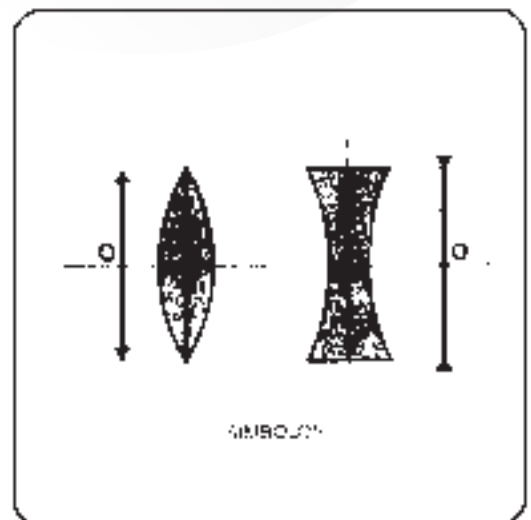
9.- Los dibujos esquemáticos que se obtienen son los siguientes.

10.- La distancia focal de la lente convergente es + 10 cms.

11.- Potencia en dioptrías:

$$P = \frac{1}{f(m)} = \frac{1}{0,1} = 10 \text{ dioptrías}$$

La potencia es la inversa de la distancia focal.



## ACTIVIDAD 12.2.

**IMÁGENES OBTENIDAS CON LENTES DIVERGENTES**

**OBJETIVOS:** Observar imágenes producidas a través de lentes divergentes e indicar sus características.

**MATERIAL:**

Banco óptico.  
Foco luminosos y f. alimentación  
Disco de Hartl.

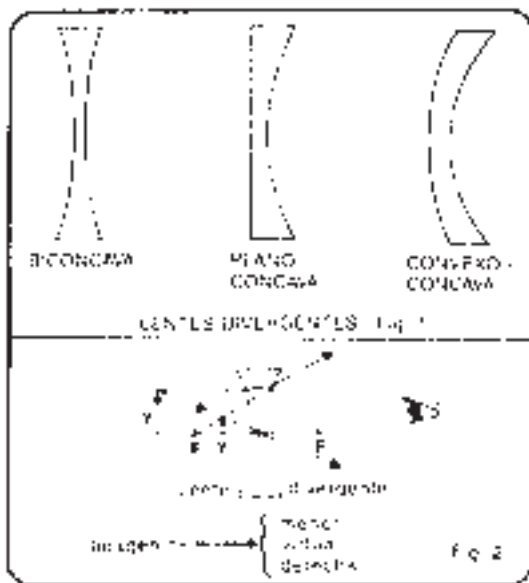
Lente divergente de - 5 cms.  
Filtro tricolor circular.

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

1.- Al realizar el montaje de la figura, situar el diafragma en 1 cerca de la lámpara del iluminador y entre ambos la pantalla traslúcida.

Colocar la lente divergente, de distancia focal -5 cms. entre el diafragma (objeto) y el ojo.

2.- En este caso no se obtiene imagen sobre la pantalla.

**EVALUACIÓN:**

4.- La imagen es virtual, derecha y de menor tamaño. Está situada dentro de la distancia focal de la lente.

5.- Ver figura 2.

6.- Utilizando una pantalla traslúcida o un papel vegetal, situándolos entre el iluminador y el diafragma en 1.

Poniendo esa pantalla se evita el deslumbramiento cuando se trata de observar la imagen virtual, mirando a través de la lente en sentido contrario al de propagación de los rayos luminosos.



## ACTIVIDAD 13

## ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE UN LIQUIDO

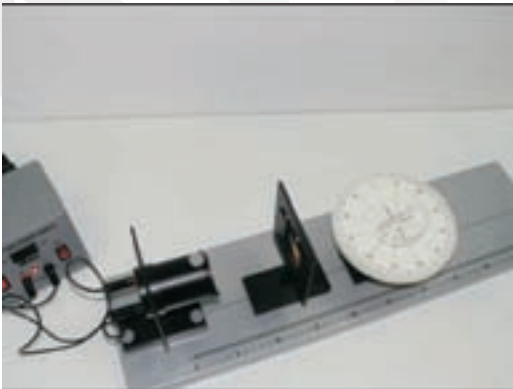
**OBJETIVO:** Determinar el índice de refracción de un líquido.

**MATERIAL:**

Banco óptico  
Iluminador y fuente  
Montura con lente + 10

Diafragma de una rendija  
Pantalla y soporte

Pinzas soporte  
Cubeta semicircular



1.- Realizar el montaje de la figura, situando la cubeta semicircular, conteniendo agua, de forma que la arista recta de su base coincida con el eje 90°- 90°

el paso del rayo luminoso a través del sistema.

3.- Girar el conjunto cubeta-círculo hasta un ángulo de 10°. Anotar el correspondiente ángulo de refracción.

4.- Ir obteniendo ángulos de refracción para sucesivos ángulos mayores de incidencia.

## 5.- TABLA DE RESULTADOS:

| Ángulo de incidencia $i$ | Ángulo de refracción $p$ | Sen $i$ | Sen $f$ | Sen T<br>Sen $f$    |
|--------------------------|--------------------------|---------|---------|---------------------|
| 10.°                     | 8.°                      | 0,174   | 0,132   | 1,32                |
| 20.°                     | 15.°                     | 0,342   | 0,259   | 1,32                |
| 30.°                     | 22?                      | 0,500   | 0,373   | 1,34                |
| 40.°                     | 28,5?                    | 0,643   | 0,479   | 1,34                |
|                          |                          |         |         | VALOR MEDIO<br>1,33 |

**EVALUACIÓN:**

6.- El índice de refracción del agua respecto al aire es 1,33.

Si el índice de refracción absoluta del aire es 1,0003, el índice de refracción absoluta del agua será:  $n_a = 1,33 \cdot 1,0003 = 1,33039$ .

7.- La velocidad de la luz en el agua será:

$$n = 1,33 = \frac{V_i}{V_2} \quad \frac{300.000 \text{ Km/s } V_2}{V_2} \quad V_2 = \frac{300.000}{1,33} \text{ Km} = 225.563,9 \text{ Km/s.}$$

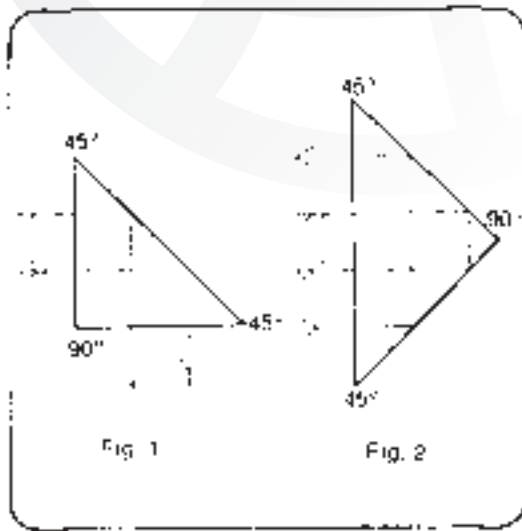
## ACTIVIDAD 14

**PRISMA DE REFLEXIÓN TOTAL****OBJETIVO:** Analizar la reflexión total de un prisma.**MATERIAL:**

Banco óptico  
Foco luminoso  
Fuente aliment.  
Disco Hartl

Montura con lente + 10  
Diafragma de una rendija  
Diafragma tres rendijas  
circular.

Diafragma de cinco rendijas  
Prisma isósceles  
Filtro rojo

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

1.- Al realizar el montaje de la figura, situando el prisma de forma que el rayo luminoso incida perpendicularmente a una de las caras laterales iguales (Fig. 1), se observa que este rayo no se desvía y llega a la cara desigual con ángulo de 45°

Observar el paso del rayo a través de la lente, produciéndose reflexión total en la cara lateral desigual, ya que el ángulo de incidencia en esta cara es mayor que el ángulo límite (unos  $42^\circ$ ).

2.- Sustituir el diafragma de una rendija por el de dos. Obtener un haz de rayos paralelos, moviendo el iluminador y la lente + 10.

Observar la marcha de los rayos cuando se produce reflexión total.

3.- Repetir con el diafragma de tres rendijas.

4.- Tomar el filtro rojo y cubrir una de las rendijas del diafragma. ¿Cambia la posición relativa del rayo rojo al salir del prisma?.

5.- ¿Se produce inversión de la imagen con un prisma de reflexión total?

6. - Al hacer incidir los rayos perpendiculares a la superficie lateral desigual no se desvían, pero al llegar a una de las caras iguales con ángulo de  $45^\circ$  (Superior al límite) produciéndose su reflexión, y no refractándose.

**CONCLUSIONES:**

Un prisma cuyo ángulo refringente sea superior al doble del ángulo límite de su vidrio no producirá rayos emergentes, pues el incidente por la primera cara sufrirá reflexión total en la segunda.

Los prismas de vidrio cuyo ángulo refringente sea igual a  $90^\circ$  serán de reflexión total, pues el ángulo límite para el vidrio es inferior a  $45^\circ$ , reflejándose totalmente los rayos en las dos caras iguales, si inciden perpendicularmente a la cara desigual.

En las figuras de esta actividad se indica cómo se debe colocar un prisma rectángulo e isósceles, para una desviación de  $90^\circ$  en el primer caso y de  $180^\circ$  en el segundo, aprovechando la reflexión total.

# DISPERSIÓN DE LA LUZ



## ACTIVIDAD 15

**DISPERSIÓN DE LA LUZ BLANCA**

**OBJETIVO:** Comprobar que la luz blanca se descompone al pasar por un prisma. Observar qué color se desvía más.

Comprobar que los cuerpos transparentes son visibles en virtud de la luz que pasa a través de ellos, siendo su color el resultado de los colores que deja pasar.

Observar el color de los objetos a través de filtros y comprobar que los objetos blancos reflejan prácticamente toda la luz que les llega.

**MATERIAL:**

Banco óptico.

Foco luminoso y f. alimentación.

Filtros: rojo, azul, amarillo.

Prisma óptico, Flint y Crown

Diafragma de una rendija

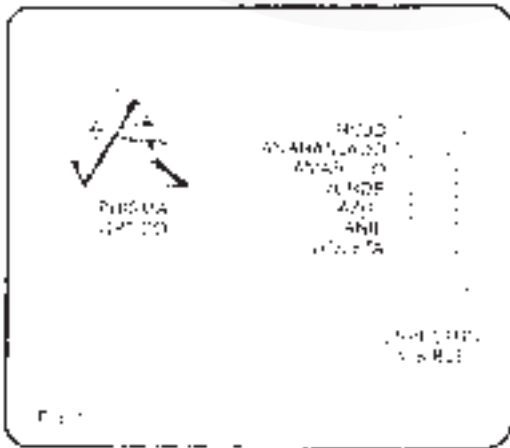
Disco de Hartl.

Cartulinas de colores.

Filtro tricolor.

Lente +100

Pantalla vertical

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

1.- Realizar el montaje de la figura, colocando a la derecha de la pantalla blanca o placa la pantalla vertical o un cuadrado de cartulina blanca.

Buscar con la pantalla vertical en el espacio que rodea al prisma para recoger el espectro visible (fig. 1).

Situando tras la rendija un filtro rojo o un trozo de papel de celofán rojo, por ejemplo; desaparecen todos los colores del espectro excepto el rojo. El papel transparente coloreado actúa de filtro, dejando pasar sólo su propio color.

5.- Sucede como en 4.

7.- Al mirar la cartulina blanca a través de los filtros (papeles de celofán) se observa del color del filtro interpuesto. Si se mira la cartulina negra, interponiendo un filtro de determinado color, se observa negra.

8.- Tener en cuenta que un filtro coloreado deja pasar sólo su color y no los demás colores del espectro. Por ejemplo si se interpone un filtro rojo y otro azul entre la cartulina blanca y el ojo, el primero dejará pasar el color rojo del espectro visible, pero el segundo no lo dejará pasar. Por tanto, no se apreciará color (da negro u oscuro).

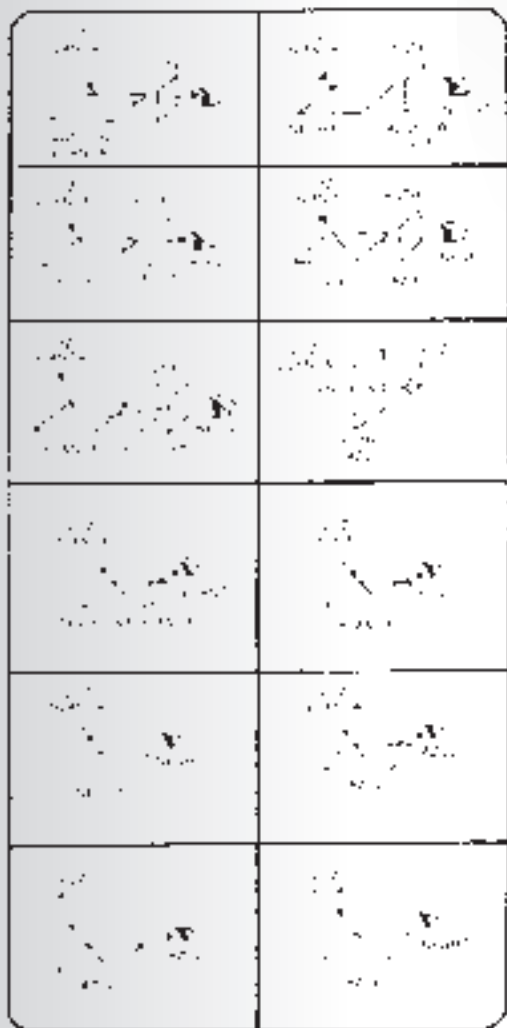
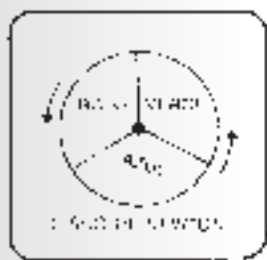
9.- La cartulina roja se verá roja a través de un filtro rojo, pero no se verá coloreada a través de un filtro azul, pues éste no deja pasar el color rojo.

10.- Tener en cuenta que los cuerpos opacos tienen el color que reflejan.

**EVALUACIÓN:**

11.- La dispersión de la luz es la descomposición de un rayo de luz blanca en sus colores simples por medio de un prisma. La luz blanca está compuesta por luces de distintos colores, los del arco iris.

La orientación del prisma sí influye en la realización de esta experiencia. El rayo luminoso procedente de la rendija debe incidir sobre una de las aristas del prisma.



12.- Recogiendo la luz refractada por el prisma en una pantalla se observa que aparecen los siete colores del arco iris: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta. El conjunto forma el llamado "espectro visible".

En el disco de Newton están dibujados los diversos colores. Haciendo que gire rápidamente se ve el disco de color blanco. Es decir, los colores se pueden recomponer formando de nuevo luz blanca.

13-14.- Los cuerpos transparentes (filtros) dejan pasar los colores propios. Es decir, el color de un cuerpo transparente es el de los colores que no absorbe al ser atravesado por un haz luminoso.

Un cuerpo opaco refleja su propio color y absorbe todos los demás. Es decir, el color por reflexión difusa de un cuerpo opaco iluminado resulta de los colores que refleja y difunde.

15.- Un cuerpo negro absorbe todos los colores que recibe y no emite ninguno. Una cartulina negra siempre aparece así, cualquiera que sea el color con que se ilumine.

16.- El cuerpo opaco blanco no tiene color propio, su color es el de la luz con que se ilumine.

17.- Un cuerpo azul iluminado con luz blanca aparece azul, pues absorbe todos los colores de la luz blanca excepto el azul. Si se ilumina con luz azul también aparece de ese color. Si es iluminado con luz roja, no se observa color (negro u oscuro).

18.- El cielo aparece azul porque difunde ese color. La espuma blanca porque sus partículas reflejan todos los colores y el hollín negro porque absorbe todos los colores.

19.- Sí, el oro tiene color amarillo por reflexión y aparece verde cuando se mira a su través una lámina muy fina de dicho metal.

20.- El color de un cuerpo es una cualidad relativa, pues depende del color de la luz que reciba. Por ejemplo, una hoja verde parece negra cuando se introduce en una habitación iluminada con luz roja, pues absorbe el color rojo pero no puede reflejar ningún otro color.

Una cereza roja, iluminada con luz blanca, se ve roja, pues absorbe todos los colores excepto el rojo que lo refleja. Pero con luz verde parece negra, ya que no refleja el color.

NOTA: Utilizar el espectroscopio manual de visión directa y escala graduada, para observar los fenómenos descritos en esta actividad. Situar la visual frente a la ventana lateral que posee la red de difracción y mirar por el interior de la caja espectroscópica, localizando el foco de luz a analizar. Se observará el espectro correspondiente en diversos lugares, pudiéndose medir las longitudes de onda de sus rayas o bandas, si así se desea, sobre la escala graduada, que se ve al fondo, comparando incluso los valores medidos con los indicados en la tabla que hay en una cara de la caja del espectroscopio.

# DIFRACCIÓN DE LA LUZ



## ACTIVIDAD 16.1.

**DIFRACCIÓN DE LA LUZ. ESPECTROS DE DIFRACCIÓN**

**OBJETIVO:** Observar los espectros de difracción de la luz, al pasar ésta por una ranura.

**MATERIAL**

Banco óptico                      Diafragma de una rendija  
Foco luminoso y f. alimentación    Pantalla traslúcida  
Lente +100

**FUNDAMENTO TEÓRICO:**

Cuando un haz luminoso encuentra una estrecha rendija se forma sobre la pantalla un espectro o diafragma de difracción, constituido por franjas claras y oscuras, las primeras debidas a interferencias constructivas de las ondas secundarias emitidas por puntos del interior de la rendija (principio de Huygens-Fresnel) y las segundas debidas a interferencias destructivas de dichas ondas. La franja más brillante será la central.

El efecto producido en un punto, al combinarse esas ondas, depende de la diferencia de caminos ópticos existentes entre la rendija, y el punto de la pantalla considerado. Los rayos difractados que salgan de la rendija, formando un cierto ángulo con el rayo central, presentarán una diferencia de caminó que dependerá de la anchura de la rendija.

Se cumple:

$$Z_d = \frac{nD\lambda}{a}$$

$Z_d$  = distancia entre mínimos

$a$  = anchura de la rendija     $\lambda$  = longitud de onda de la luz     $n$  = nº líneas red de difracción

$D$  = distancia entre pantalla y rendija

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

1.- Realizar el montaje según se indica en el manual del alumno, y sustituir si es posible el foco luminoso por un láser, ya que éste sólo tiene una longitud de onda, la luz blanca tiene diferentes longitudes de onda y por este motivo se observarán manchas de menor intensidad y colores.

2.- Se observarán dos tipos de líneas, una más intensa correspondiente al máximo principal de difracción, y una serie de líneas paralelas coloreadas de menor intensidad, correspondientes a los máximos secundarios, situadas a ambos lados de la principal.



# equipo DE OPTICA

66 multec

MULTEC®

## ACTIVIDAD 16.2. RED DE DIFRACCIÓN

**OBJETIVOS:** Observar el espectro producido por una red de difracción, o rejilla, con un gran número de rendijas paralelas, de la misma anchura y regularmente espaciadas. Calcular el número de rayas de la red, por milímetro.

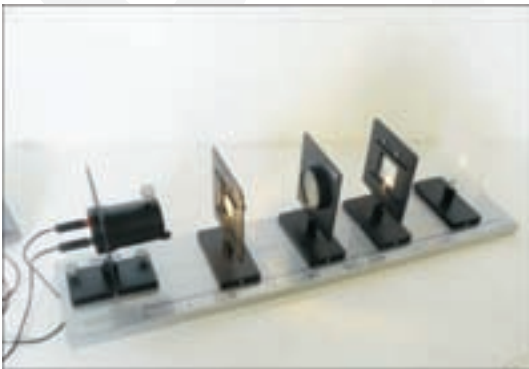
### MATERIAL:

Red de difracción  
Banco óptico

Iluminador  
placa soporte con pinzas

Pantalla para espectros  
Filtros rojo y azul  
Espectroscopio de visión directa

### OBSERVACIONES Y RESULTADOS:



1.- Realizar el montaje de la figura. Foco, diafragma de una rendija, lente +100 y red de difracción. En la segunda fase de la práctica, la pantalla traslúcida, al final.

2.- El fenómeno de difracción se observa mirando el plano de la red, moviendo el ojo a derecha e izquierda del sistema, la luz que se aprecia es de color blanco. En ángulos creciente se consigue ver el espectro visible debido a la descomposición de la luz blanca.

3-4. - Sobre la pantalla aparecen unas figuras de difracción, producidas por interferencias, con una serie de franjas alternativamente claras y oscuras. Las primeras, producidas cuando los rayos procedentes de una y otra rendija próxima se encuentran en fase; para lo cual, la diferencia de recorridos entre cada par de rendijas próximas de la red es igual a cero o múltiplo de una longitud de onda (Interferencia constructiva). Y las segundas se producen cuando los rayos se encuentran en fases opuestas (Interferencia destructiva).

### CONCLUSIONES:

5. -Cuando una onda plana incide sobre la red, la luz difractada por una rendija puede interferir con la que se difracta en las otras, dando lugar a fenómenos de interferencias. En unas direcciones de los rayos luminosos se producirán interferencias constructivas y destructivas que producirán espectros de difracción de mayor nitidez que en el caso de sólo una rendija.

6.- Las redes de difracción se construyen trazando, mediante un diamante, una serie de líneas equidistantes (500, 600 ó 1000 rayas por milímetro) sobre una superficie de vidrio.

7- Conociendo la longitud de onda de la luz roja,  $\lambda$ , la distancia entre la red de difracción y la pantalla,  $a$ , y la distancia entre dos franjas consecutivas (espectro de primer orden y espectro de segundo orden),  $b$ , determinar el número de rayas de la red por milímetro, aplicando:

$$N = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{b}{a}$$

Repetir para la luz azul. ¿Coinciden los resultados?  
Realizar varias determinaciones en cada caso.

# INTERFERENCIAS



## ACTIVIDAD 17 INTERFERENCIAS LUMINOSAS

**OBJETIVO:** Observar las interferencias producidas por dos fuentes coherentes de luz.

### MATERIAL:

Banco óptico  
Foco luminoso y f.  
alimentación

Lente de + 100  
Diafragma de una y  
cinco rendijas

Pantalla traslúcida

### FUNDAMENTO TEÓRICO:



Observar que cuando la luz procedente de dos fuentes de igual naturaleza, se encuentra en un lugar del espacio, se produce el fenómeno de las interferencias. Si las fuentes tienen forma de rendija, el espectro consta de un conjunto de bandas, alternativamente brillantes (máximos) y oscuros (mínimos).

Si a un punto del espacio llegan las ondas en fase la perturbación resultante es máxima (interferencia constructiva) y si están en posición de fase la perturbación resultante es mínima (interferencia destructiva).

### OBSERVACIONES Y RESULTADOS:

- 1.- Realizar el montaje de la figura, situando el diafragma de una rendija próximo al foco y a continuación el diafragma de cinco rendijas, la lente y la pantalla traslúcida
- 2.- Ajustar el montaje para que la luz sobre el diafragma de una rendija coincida sobre dos rendijas del diafragma de cinco rendijas.
- 3.- Observando la pantalla traslúcida, mirando en sentido de la luz, aparecerán líneas paralelas claras y oscuras, alternativamente, debidas a un fenómeno de interferencia.



# POLARIZACIÓN



## ACTIVIDAD 18 POLARIZACIÓN LINEAL

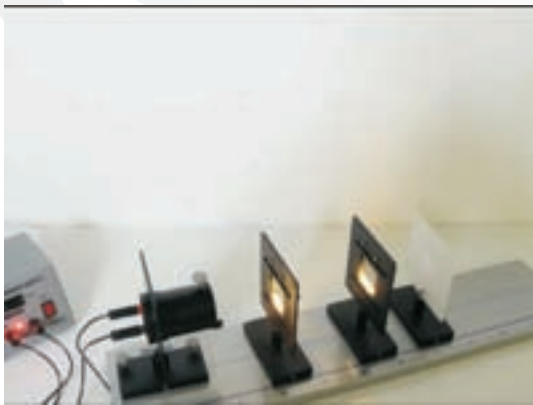
**OBJETIVOS:** 1. Obtener luz polarizada o luz que vibra en un plano.  
2. Analizar la luz polarizada.

### MATERIAL:

Banco óptico  
Foco luminoso y f. alimentación

Polarizador y analizador lineal  
Pantalla traslúcida

### OBSERVACIONES Y RESULTADOS:



1-2.- Realizar el montaje de la figura. El que queda junto al iluminador actúa como polarizador. Las ondas luminosas vibran en un número infinito de planos perpendiculares a la dirección de propagación.

El polarizador deja pasar sólo las ondas que actúan en un plano. Si no se pone el analizador, se obtendrá luz polarizada invisible para el ojo. Si se coloca a continuación del polarizador, se observa que al girar el analizador varía la intensidad de luz a medida que varía el ángulo entre los

polaroides llegando a extinguirse cuando sus planos de polarización sean perpendiculares.

3.- Con el montaje completo de la figura y al ir variando el ángulo entre el polarizador y analizador el haz luminoso se irá extinguiéndose, poco a poco, totalmente cuando los polaroides estén cruzados, perpendicularmente entre sí.

4.- Experiencias adicionales de polarización. Se puede realizar una experiencia que indica que con luz polarizada se pueden observar las tensiones a las cuales están sometidas figuras realizadas en plástico transparente (metacrilato).

Se colocan polarizador y analizador cruzados (desaparecerá la luz del círculo de la pantalla)

En ese momento situaremos la figura metacrilato entre el polarizador y el analizador y realizaremos una presión suave sobre la figura (la presión debe ser muy suave pues podemos romper la figura) Veremos en la pantalla las líneas de tensión a que está sometida la figura).

5.- La polarización demuestra que la luz son ondas transversales, cuyos fotones vibran perpendicularmente a la dirección de propagación.

Los fenómenos de polarización son característicos de las ondas transversales, es

decir, de aquellas ondas o perturbaciones que tienen lugar perpendicularmente a la dirección de propagación.

Cuando la perturbación tiene lugar en una dirección normal a la de propagación, se dice que la onda está polarizada linealmente. Si el desplazamiento tiene lugar en diferentes planos, la onda no se halla polarizada.

6.- El polarizador consiste en una acumulación de cristalitos, paralelos entre sí, situados entre láminas de celuloide.

7 - La luz ordinaria puede polarizarse eliminando todas las vibraciones salvo las que tengan lugar en una determinada dirección, y utilizando un polarizador que actúa de "rendija", eliminando todas las vibraciones excepto las filtradas por él.

8.- El analizador es un 2º polarizador que se coloca a continuación del primero para que, al ir girando, se altere la luminosidad del haz luminoso, a medida que varía el ángulo de los polaroides, llegando incluso a extinguir la luz cuando sus planes están cruzados perpendicularmente.

9.- Cuando un material plástico o similar se somete a tensiones se convierte en birrefringente, es decir que se producen deformaciones anisótropas, y por tanto al observarlo con luz polarizada permite determinar las zonas de tensión.

En las estructuras de ingeniería se pueden detectar fallos y predecirlos.

# INSTRUMENTOS ÓPTICOS



## ACTIVIDAD 19

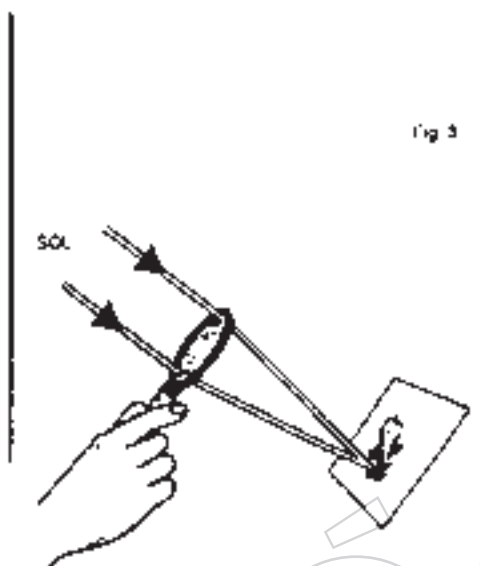
## IMÁGENES OBTENIDAS CON LA LUPA. AUMENTO LATERAL

**OBJETIVO:** El alumno debe aprender el manejo de la lupa y observar imágenes, indicando sus características. Calcular también el aumento lateral y la potencia de la lente.

**MATERIAL:**

Banco óptico  
Filtro tricolor circular en montura  
Diafragma en 1 y flecha

Foco luminoso y f. alimentación  
Pantalla vertical  
Lentes convergentes + 10 y + 5

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:****EVALUACIÓN:**

1-2.- Situar la lente entre el filtro tricolor y la pantalla. Desplazar la lente hasta conseguir la imagen del filtro (utilizado como objeto) sobre la pantalla. Debe obtenerse una imagen nítida.

3.- La imagen es real (Pues se puede recoger sobre una pantalla) e invertida. Utilizar también como objeto el diafragma en 1.

4.- Acercar la lente al objeto y observar que la imagen real desaparece, pero al mirar a través de la lente (fig. 1), se ve la imagen del objeto cuyas características son: virtual, derecha y mayor.

5.- Cuando al lente se acerca al objeto, de manera que éste queda dentro de la distancia focal, se obtiene una imagen virtual, derecha y mayor (la lente actúa como lupa)(fig. 2).

6.- Cuando el objeto se sitúa dentro de su distancia focal.

7.- Ver figura 1.

8.- Virtual, derecha y de mayor tamaño.

9.- Para hallar el aumento lateral de la lente

$(A = \frac{Y'}{Y}$  , tamaño de la imagen partido por

Y el tamaño del objeto) enfocarla sobre un papel rayado y contar el número de rayas exteriores de la lente comprendidas entre dos rayas observadas con la lupa. El aumento será igual a dicho número de rayas. En la figura 2 el aumento es triple, es decir, la lupa del dibujo es de tres aumentos.

10.- Con una lupa se pueden concentrar los rayos solares en el foco y hacer arder un papel (fig. 3). Pero con la lupa se puede conseguir un aumento de 25. Para aumentos mayores se utiliza el microscopio.

11- Para calcular la potencia de la lente aplicar:

$$P = \frac{1}{f(m)}$$

## ACTIVIDAD 20

## INSTRUMENTOS ÓPTICOS: EL ANTEOJO DE GALILEO

**OBJETIVO:** Comprobar que con este tipo de anteojo se produce una imagen derecha, no invertida, como en el caso de otros anteojos.  
Calcular su aumento lateral.

**MATERIAL:**

Banco óptico  
Diafragma de 5 rendijas  
Sección de lente divergente

Foco luminoso  
Sección de lente convergente

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

DIAFRAGMA DE TRES RENDIJAS  
LENSES



OBJETIVO OCULAR

1.- Para el montaje indicado es necesario determinar previamente las distancias focales de ambas lentes, con rayos incidentes paralelos.

2-3.- Se obtienen rayos paralelos, pero sin invertir su orden, lo cual prueba que las imágenes obtenidas son derechas.

4.- El aumento del anteojo se obtiene aplicando la fórmula  $A = \frac{f'_{OB}}{f'_{OC}}$ , donde  $f'_{OB}$  focal del objetivo y  $f'_{OC}$  la distancia focal del ocular.

El aumento lateral resulta positivo.

También se puede calcular dividiendo la anchura de los rayos incidentes sobre el objetivo por la

de los rayos emergentes del ocular.

(Se podría colocar un diafragma o filtro como objeto y mirar por el ocular, en sentido contrario a los rayos, situando una pantalla traslúcida entre el iluminador y el objeto para evitar descubrimientos. También se podría utilizar dos lentes (convergente y divergente) en sus monturas respectivas.

**CUESTIONARIO:**

5.- Los anteojos son instrumentos de visión del tipo telescopio.

6.- Los telescopios son instrumentos ópticos que se utilizan para observar objetos lejanos. Se emplean como instrumentos de visión (anteojos) y como objetivos fotográficos

(sin oculares). Constan de una lente objetivo y de otra ocular, acopladas foco a foco.

7.- Los anteojos pueden ser de tres tipos: astronómicos (con dos lentes convergentes que producen imágenes invertidas, utilizados para la observación de las estrellas, terrestres; con objetivo, sistema inversor se imagen y ocular) utilizados como prismáticos y de Galileo.

8.- El anteojo de Galileo, consta de un objetivo convergente y un ocular divergente, acoplados a foco. Se utilizan para observar objetos muy lejanos (por ejemplo en el teatro). Resuelven el problema de la Inversión de imagen y su longitud es relativamente pequeña, igual a la diferencia de distancias focales entre el objetivo y el ocular.

## ACTIVIDAD 21

**IMÁGENES OBTENIDAS CON EL MICROSCOPIO**

**OBJETIVO:** Comprobar que por medio de un microscopio compuesto pueden ser observados objetos de pequeño tamaño mediante la combinación de dos lentes convergentes.

**MATERIAL:**

Banco óptico  
Foco y f. alimentación  
Pantalla traslúcida  
Lente, distancia focal +5 cms.

Pantalla vertical  
Diafragma en 1  
Lente, distancia focal + 10 cms.

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

2.- Al recoger con la pantalla traslúcida la primera imagen, se observa que es invertida y mayor que el objeto (y real, pues se puede recoger en la pantalla).

3.- Situar la lente de + 10 de forma que la imagen real anterior esté situada dentro de su distancia focal.

4.- La imagen nítida observada y", es virtual y mucho mayor que el objeto.

Nota: La distancia entre el objetivo y el ocular debe ser mayor que la suma de sus focales.

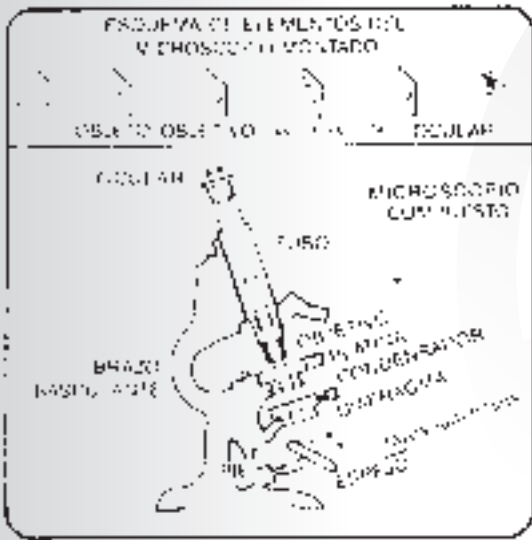
**EVALUACIÓN:**

5.- Con la primera lente de + 5 cms. (objetivo) se obtiene una imagen real que sirve de objeto para la segunda lente de + 10. Así se observa una imagen de tamaño mucho mayor que el objeto.

6.- Se emplea para obtener una imagen virtual y ampliada de un objeto muy pequeño.

7.- El aumento total viene dado aproximadamente por:

$$M = \frac{25 \cdot L}{f_1 \cdot f_2} \quad , \text{ donde } f_1 \text{ y } f_2 \text{ son las respectivas distancias focales del objetivo y del ocular, } L \text{ es la longitud del tubo del microscopio y el número 25 representa la distancia mínima de acomodación del ojo normal (todas las magnitudes vienen dadas en centímetros).}$$



8.- La pantalla traslúcida se utiliza para recoger la imagen real producida por la primera lente.

9.- El microscopio compuesto es un instrumento óptico formado por dos sistemas de lentes convergentes para obtener una imagen ampliada de un objeto muy pequeño.

El microscopio simple o lente de aumento es un instrumento óptico formado por una lente convergente con la cual se obtiene una imagen virtual, directa y ampliada de un objeto pequeño.

La distancia focal de esta lente convergente ha de ser de 10 a 15. El objeto a observar se coloca entre el foco y la lente. Para observar la imagen virtual el ojo debe estar a unos 25 cms.

10.- En las figuras están expresados los diferentes elementos del microscopio montado en esta actividad de otro microscopio convencional.

11.- El objetivo actúa como lente proyectora que, traslada a la otra parte de ella, la imagen real y ampliada del objeto, para ser conservada por medio del ocular, que actúa como una lupa, dando una imagen virtual, mayor e invertida con la preparación microscópica.

12.- Se sitúan sobre la platina (plataforma), entre dos cristales llamados portaobjetos y cubreobjetos y ha de iluminarse por medio de un condensador luminoso, que puede ser un espejo cóncavo.

El límite del aumento de un microscopio no rebasa los 3.000 aumentos para la luz visible.

## ACTIVIDAD 22

## INSTRUMENTOS ÓPTICOS: EL PROYECTOR

**OBJETIVO:** Que el alumno compruebe el fundamento del aparato de proyección, conozca su funcionamiento y entienda cómo funciona el cinematógrafo, como aplicación de aquél.

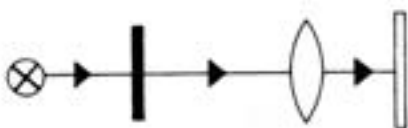
**MATERIAL:**

Banco óptico  
Foco luminoso y f. alimentación  
Lente +5 cm  
Diafragma en 1

Lente + 10 Pantalla  
vertical

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

ESQUEMA DE MONTAJE

LAMPARA DIAFRAGMA LENTE PANTALLA  
EN 1 OBJETIVO

- 1.- Situar el diafragma en 1 cerca del iluminador.
- 2.- Colocar la lente de distancia focal -f 10 cms. de forma que los rayos luminosos la atraviesen perpendicularmente.

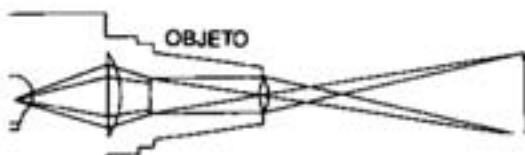
Desplazar la lente hasta enfocarla y ver mejor la imagen proyectada (en un proyector realmente se gira el objetivo y ello se traduce en un desplazamiento).

- 4.- Si proyectamos a mayor distancia se obtiene una imagen mayor, pero menos luminosa.

- 5.- Con la lente de distancia focal -f 5, se observa una imagen más intensa y nítida.

**EVALUACIÓN:**LENTE LENTE  
CONDENSADORA OBJETIVO  
IMAGEN REAL  
DERECHA

Marcha de los rayos luminosos en un proyector



- 6.- Es un instrumento óptico que produce una imagen real muy aumentada de un objeto iluminado.

- 7.- En posición invertida.

- 8.- La lente convergente que se coloca en un tubo ennegrecido en su interior.

- 9.- Con un proyector se proyectan diapositivas (películas o filmas), que se colocan a una distancia algo mayor que la distancia focal de la lente

objetivo, y que hay que iluminar fuertemente, para lo cual el aparato posee un foco y una lente condensadora (o dos lentes).

Otros aparatos proyectan diapositivas y láminas opacas. En este último caso, un espejo produce una imagen virtual del objeto y esa se utiliza como objeto frente a la lente objetivo.

10.- El cinematógrafo consiste en una proyección de imágenes (proyectadas en intervalos de tiempo mayores que  $1/10$  de segundo) que persisten en la retina. El ojo recibe la impresión de movimiento.

## ACTIVIDAD 23

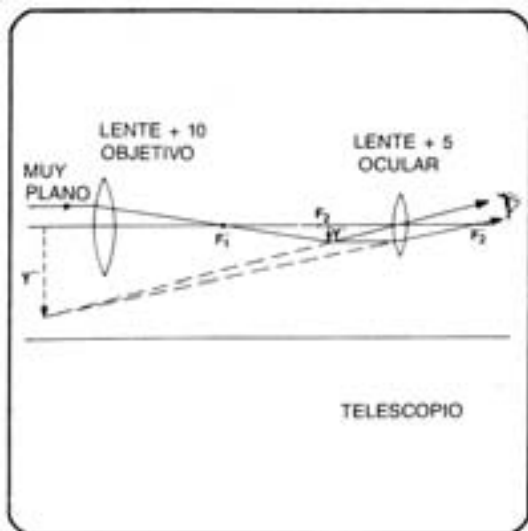
## IMÁGENES OBTENIDAS CON EL TELESCOPIO ASTRONÓMICO

**OBJETIVOS:** Estudiar este aparato óptico para conocer su fundamento como anteojos de refracción y sus importantes aplicaciones en la observación de los astros. Indicar las características de la imagen final obtenida al observar un objeto lejano.

**MATERIAL:**

Banco óptico  
Lente de + 10 cms.

Lente de + 5 cms  
Pantalla traslúcida

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

- 1.- Localizar un objeto lo más lejano posible dentro del laboratorio o fuera, a través de una ventana.
- 2.- Situar la lente a la izquierda de la placa.
- 3.- Desplazar la pantalla traslúcida (se puede utilizar también papel vegetal) hasta que se recoja la imagen obtenida con la lente + 10 (objetivo).
- 4.- La lente + 5 debe situarse a una distancia de la pantalla menor que 5 cms. Desplazarla de forma que se vea a su través enfocada la pantalla traslúcida y actuando como lupa.
- 5.- Al retirar la pantalla traslúcida se observa una imagen muy grande, mirando por el ocular a su través.

**EVALUACIÓN:**

6.- El objetivo da una imagen real e invertida que se recoge sobre la pantalla traslúcida. Al enfocar con la lente ocular, funcionando como lupa, se observa una imagen muy aumentada.

La imagen real obtenida en la primera lente sirve de objeto para la segunda lente.

7.- La imagen obtenida es virtual, invertida y de mayor tamaño.

8.- Colocar un sistema inversor, formado por varias lentes, entre el objetivo y el ocular.

9.- El anteojos de Galileo, se utiliza para ver objetos distantes y el ocular es una lente divergente. El anteojos astronómico sirve para ver objetos muy lejanos y el ocular es una lente convergente de menor distancia focal que el objetivo.

El microscopio también posee dos lentes convergentes pero el ocular es de mayor distancia focal que el objetivo.

10.- El enfoque de un anteojos, e incluso de un microscopio, se logra variando la distancia ocular-objeto hasta que la imagen real obtenida con el objetivo caiga dentro de la distancia focal del ocular.

11.- Los telescopios tienen doble finalidad: captar objetos muy lejanos para su observación visual y recoger la máxima cantidad de luz posible para fotografiar objetos lejanos de muy poca luminosidad.

Los telescopios reflectores están formados por espejos en lugar de lentes.

## ACTIVIDAD 24

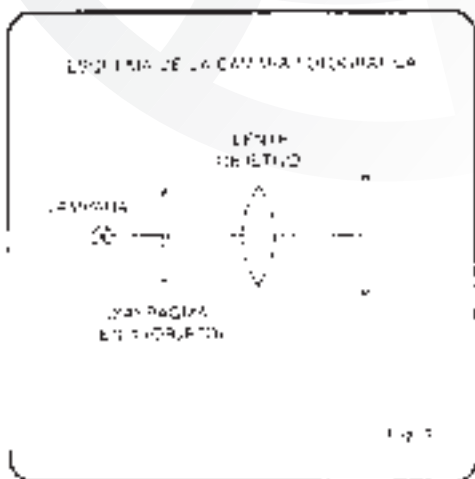
## IMÁGENES OBTENIDAS CON LA CÁMARA FOTOGRÁFICA

**OBJETIVO:** El alumno estudiará el fundamento de la cámara fotográfica mediante el modelo montado en esta experiencia y observará imágenes obtenidas con este instrumento óptico.

**MATERIAL:**

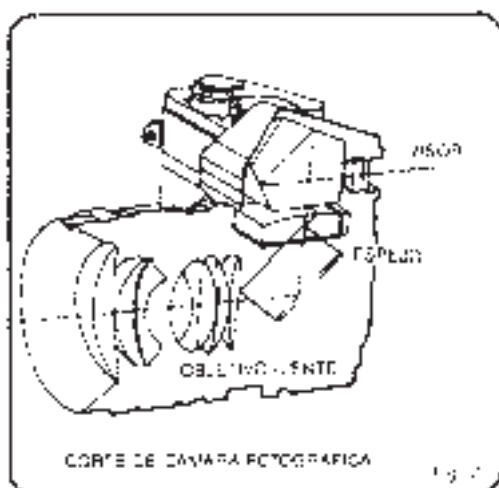
Banco óptico  
Foco luminoso y f. alimentación  
Diafragma en 1

Lentes + 10 y + 5 cms.  
Pantalla vertical

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

1.-Al realizar el montaje, ajustar bien las distancias entre los elementos instalados para obtener una imagen nítida sobre la pantalla.

3. Al cambiar las lentes, se observa que es necesario acercar los elementos ópticos al objeto (diafragma en 1) para obtener una imagen nítida sobre la pantalla.

**EVALUACIÓN:**

4.- A mayor distancia entre la lente (objetivo) y el objeto a fotografiar, menor será la imagen.

5 - Para un objeto cercano se necesita un objetivo con distancia focal corta.

6.- Un objetivo con distancia focal más larga.

7.- Ver figura 1

VISOR | 8.- Con una caja de zapatos, forrada interiormente con papel negro. Se abre un hueco rectangular en una cara de uno de los lados y se cubre con un trozo de papel opaco.

La caja debe quedar bien cerrada.

Se perfora el centro del hueco donde está el papel con una aguja para hacer un pequeño orificio que dejará pasar la luz al interior.

Para obtener una fotografía, se tapa el orificio con un esparadrapo (no apretarlo para no dañar el orificio).

En una habitación a oscuras fijar un trozo de película fotográfica (cara mate) en la cara opuesta a la del orificio.

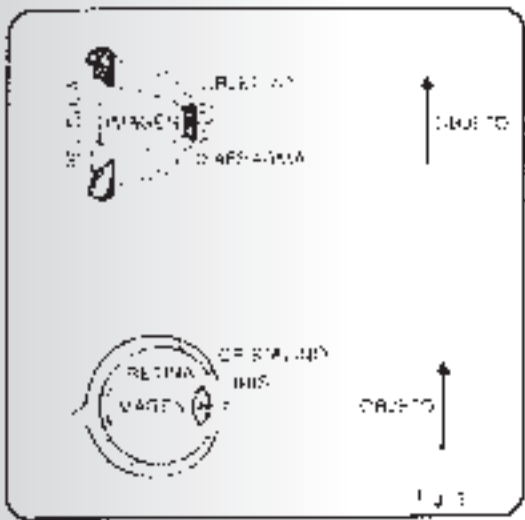
Colocar la cámara frente al objeto iluminado que se desee fotografiar y quitar el esparadrapo sólo durante unos segundos.

Revelar la película en cuarto oscuro.

9.- Es el tiempo que transcurre desde que se abre el orificio hasta que se vuelve a tapar y que es menor en las cámaras instantáneas porque éstas poseen una lente a fin de dejar pasar más luz en menos tiempo.

10.- Es un instrumento óptico que produce una imagen permanente de un objeto luminoso o iluminado sobre un papel especial (película fotográfica).

11.- La caja de la cámara es oscura ennegrecida en su interior para absorber los rayos luminosos que no van directamente a la película fotográfica.



12.- La lente objetivo concentra los rayos y los proyecta sobre la película, donde se forma la imagen.

13.- El diafragma regula la entrada de los rayos luminosos. Para mucha luz está muy cerrado y para poca luz está abierto.

14.- La película sensible es de bromuro de plata en gelatina sobre celuloide.

La luz actúa sobre el bromuro de plata pero en las películas impresionadas no se nota alteración. Tiene que revelarse y fijarse.

El revelado se efectúa con una sustancia reductora, luego se lava la película y se le fija,

quedando así el negativo. Las partes iluminadas aparecen oscuras y las faltas de luz, claras.

Del negativo se pasa al positivo mediante un papel sensible, impregnado de una sal de plata.

Se coloca sobre el negativo, se le somete a la acción de luz quedando así el papel impresionado. Después se somete al fijado y viraje.

15.- El tamaño de la imagen es proporcional a la distancia focal y la claridad del objetivo al cuadrado de la abertura relativa, cociente entre el diámetro de la pupila de entrada y la distancia focal.

La pupila de entrada es el diámetro del diafragma iris que hay delante del objetivo.

16.- El ojo humano y la cámara fotográfica son instrumentos ópticos similares (ver figura 3).

## ACTIVIDAD 25

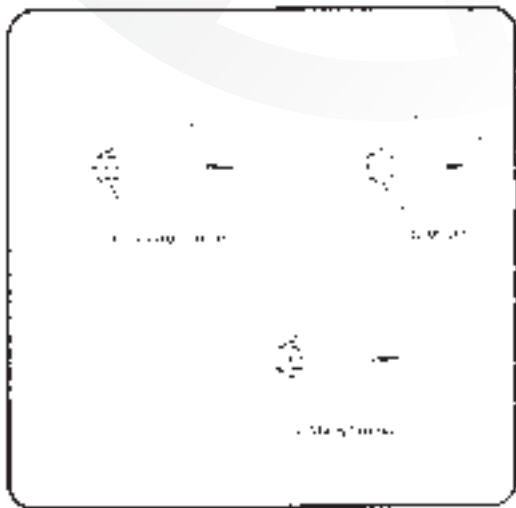
**MODELO DE OJO HUMANO. DEFECTOS VISUALES Y SU CORRECCIÓN**

**OBJETIVO:** Que el alumno represente un ojo humano mediante su modelo sencillo y sepa cómo se forman las imágenes en la retina y cuáles son los defectos visuales y las formas de corregirlos.

**MATERIAL:**

Banco óptico  
Foco luminoso y f. alimentación  
Pantalala vertical  
Pantalla traslúcida

Lentes convergentes + 10 y + 5 cms.  
Lente divergente - 5 cms.  
Diafragma en 1

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS:**

1.- El montaje representa un ojo humano. Como objeto se puede emplear una vela encendida o una ventana. La lente representa el cristalino y la pantalla la retina.

2.- Recoger la imagen en la pantalla vertical (puede utilizarse también una pantalla traslúcida, como un vidrio deslustrado o un papel vegetal).

3 - Desplazar el diafragma en 1 y la lente hasta conseguirlo.

Cuando están cerca no se observa imagen real.

4.- Alejando el objeto o cambiando la lente por otra de distinta distancia focal.

5- La imagen se forma delante de la pantalla (retina). Este montaje representa un ojo miope. Este defecto visual se corrige poniendo delante la lente + 10 otra divergente de -5 o acercando el objeto (el miope lee de cerca).

6.- Sí se corrige, si se coloca adecuadamente la lente - 5.

7- Si se cambia la lente de + 5 por la otra de + 10, la imagen se forma detrás de la pantalla (ojo hipermetrópe). Se corrige poniendo delante otra lente convergente de menor distancia focal o alejando el objeto (el hipermetrópe lee de lejos).

8.- Sí se corrigen en la posición adecuada.

**EVALUACIÓN:**

9.- Se modifica su distancia focal, es decir su anchura o convergencia.

10.- Hipermetropía.

11.- Está rodeado de una membrana blanca, la esclerótica, que es transparente en

su parte anterior y central, originando la córnea. Sobre la parte interna de la esclerótica está la coroides que actúa como cámara oscura y que forma por delante el iris.

Al fondo del ojo está la retina que es una membrana que contiene células receptoras sensibles a la luz. Estas se comunican con el cerebro por medio del nervio óptico. Detrás del iris está el cristalino, lente biconvexa que divide al globo ocular en una cámara anterior con humor acuoso y otra posterior con humor vitreo.

12.- Miopía: Dificultad para observar con nitidez objetos lejanos.

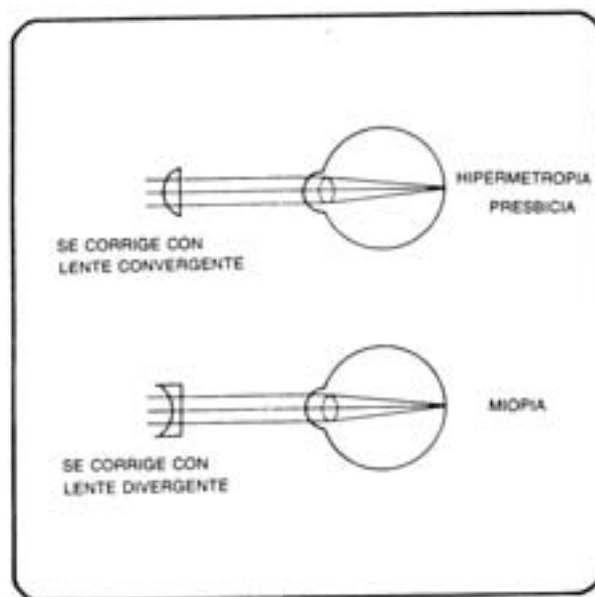
Hipermetropía: Dificultad para ver los objetos cercanos.

Presbicia: Endurecimiento del cristalino, no pudiendo variar su convergencia y por tanto no puede acomodarse o enfocar correctamente.

Astigmatismo: El cristalino tiene una curvatura irregular y las imágenes son borrosas y deformadas.

13.- Hacer un cuadro con las observaciones y resultados.

14.- Se verá, por transparencia, la imagen invertida de un objeto luminoso colocado delante del ojo. El ojo funciona como una cámara fotográfica.



## ACTIVIDAD 26

### MODELO DE OJO HUMANO. FUNCIONAMIENTO. DEFECTOS VISUALES Y SU CORRECCIÓN. (II)

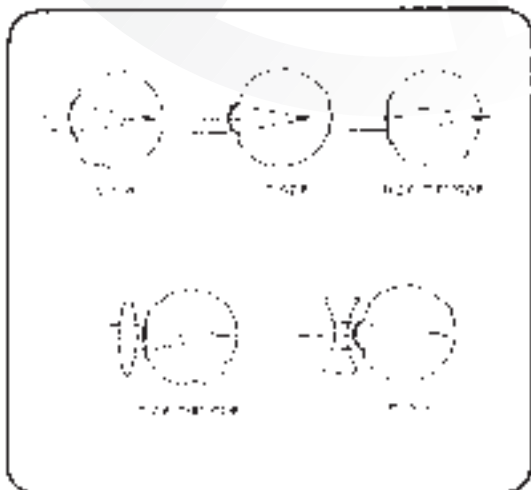
**OBJETIVO:** Observar la marcha de los rayos a través de un modelo de ojo, y averiguar la forma de corregir los defectos visuales.

#### MATERIAL:

Banco óptico  
Diafragma de cinco ranuras  
Disco óptico, Hartl  
Lente +5

Foco luminoso y f. alimentación  
Modelo de ojo.  
Secciones de lentes. Soportes.

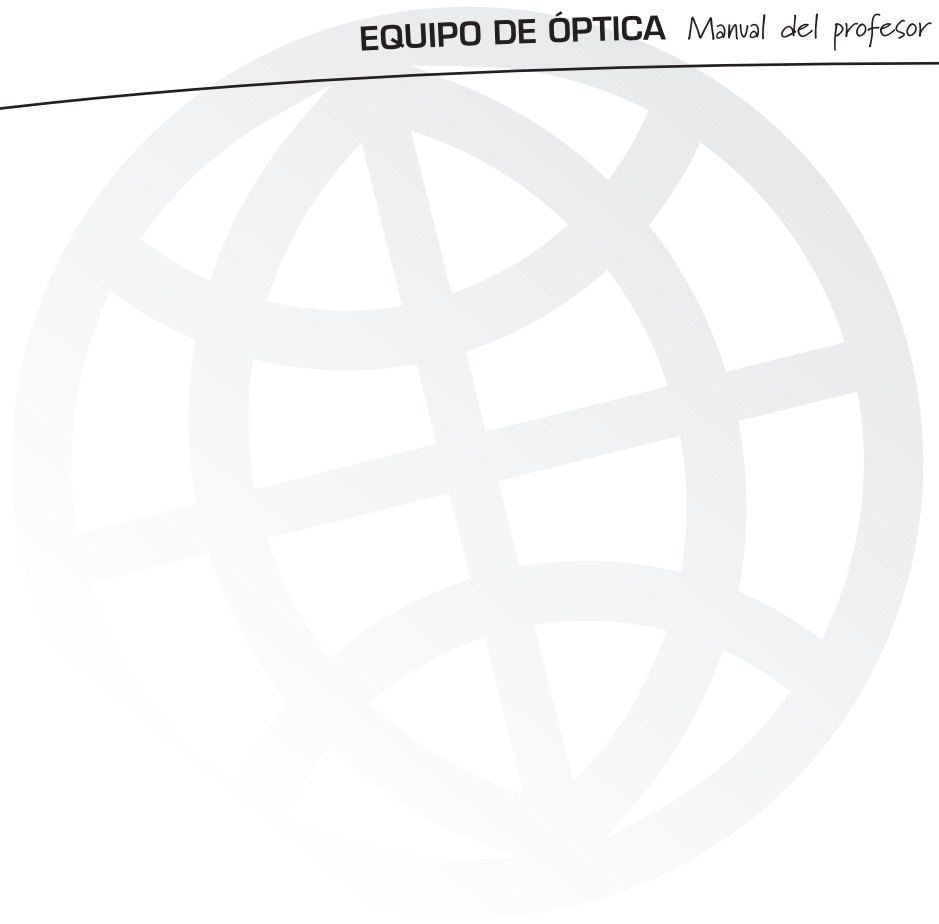
#### OBSERVACIONES:



En las figuras se observa la posición del modelo de ojo en el caso de un ojo normal, miope o hipermetrope.

También se puede comprobar que al colocar la sección de lente biconvexa delante del ojo hipermetrope, la imagen se puede llegar a proyectar sobre la retina. Es decir que la hipermetropía se puede corregir con una lente convergente, a modo de «gafas».

En el caso de un ojo miope, la corrección se hace con la lente biconcava o divergente.



# equipo DE ÓPTICA