

**MATERIAL: FM-25****ONDAS III****LA LUZ**

La **óptica** estudia la naturaleza de la luz, sus fuentes de producción, su propagación y los fenómenos que experimenta y produce.

**Naturaleza de la luz**

**Teoría corpuscular:** fue enunciada por Sir Isaac Newton (aproximadamente en 1666), quien formula que la luz estaba formada por pequeños corpúsculos (partículas) emitidos por los cuerpos luminosos que podían penetrar las sustancias transparentes (fenómenos de refracción: obedecía las leyes de la mecánica) y reflejarse en las superficies de los cuerpos opacos (fenómenos de reflexión). Se utilizó para explicar la propagación rectilínea de la luz.

**Teoría ondulatoria:** iniciada por Christian Huygens, quien asumía que la luz estaba formada por ondas semejantes a las del sonido (ondas longitudinales), explicando en ese entonces (1668 aproximadamente publicó su teoría). Los fenómenos de reflexión, refracción y doble refracción recientemente descubierto, entrando en franca contradicción con Newton. Thomas Young y Augustin Fresnel, enuncian una nueva teoría ondulatoria, según la cual la luz estaba formada por ondas semejantes a las que se forman en una cuerda en vibración (ondas transversales) y que eran emitidas por los átomos excitados de los cuerpos luminosos, explicándose en ese entonces (1860) los fenómenos de interferencia, difracción y polarización.

James Clero Maxwell, sostiene (1873) que la luz está constituida por ondas transversales de naturaleza electromagnética provocada por alteraciones del campo eléctrico y magnético de los átomos de los cuerpos luminosos.

Heinrich Hertz (1887) experimentalmente, utilizando un circuito eléctrico oscilante, determinó que las ondas electromagnéticas tienen un comportamiento semejante a las ondas de luz, demostrando además que tenían igual velocidad de propagación en el vacío con lo cual concluyó que las ondas electromagnéticas y las de la luz tenían igual naturaleza.

**Teoría de los Cuanta:** fue propuesta por Max Planck (1900), ante la imposibilidad de explicar un nuevo fenómeno luminoso (fotoelectricidad o efecto fotoeléctrico), teoría confirmada y ampliada por Albert Einstein (1905). Esta teoría considera que la energía transportada por una onda transversal electromagnética no está distribuida en forma continua, sino que en paquetes o corpúsculos energéticos, llamados fotones.

**Conclusión**

La luz presenta naturaleza dual: Cuando se propaga (fenómeno de propagación) se comporta como una onda transversal electromagnética; pero cuando interacciona con la materia (procesos de absorción y emisión mutua, entre la luz y la materia) presenta carácter corpuscular (corpúsculos energéticos).

## Fenómenos de la luz

### Reflexión de la luz

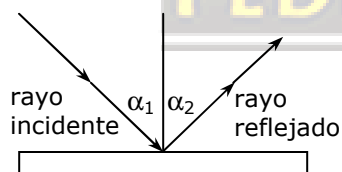
La luz viaja en **línea recta** y a una velocidad de **300.000 km/s** en el vacío, la que se considera la velocidad máxima en el Universo conocido. Cuando un rayo luminoso llega a la superficie de un medio de distinta densidad, puede ser transmitido a través de él o reflejado (o ambas cosas).

Existen dos tipos de reflexión: **especular y difusa** lo que depende de que tan lisa y suave es la superficie donde inciden los rayos luminosos. Sólo la reflexión especular es capaz de producir imágenes, las cuales se forman donde se interceptan los rayos reflejados, para el caso de las imágenes reales y en sus prolongaciones en el caso de las virtuales.

Hay leyes físicas que describen el fenómeno de reflexión de la luz. Una ley dice que el ángulo de incidencia de cada rayo luminoso es igual al ángulo de reflexión (ver figura 1), respecto de la recta normal (N). La otra ley establece que tanto el rayo incidente, como el rayo reflejado y la normal están en un mismo plano.

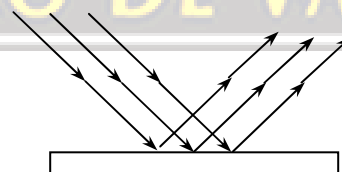
**Reflexión especular:** Cuando la luz llega en forma de rayos paralelos incidiendo sobre una superficie plana y muy lisa, los rayos reflejados son también paralelos (ver figura 2).

**Reflexión difusa:** Si la superficie es rugosa, los rayos reflejados salen en todas las direcciones, porque la normal en diferentes puntos puede ser distinta, produciéndose una reflexión difusa (ver figura 3).



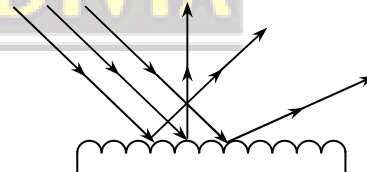
Según la ley de la reflexión se cumple que  $\alpha_1 = \alpha_2$

fig. 1



Reflexión especular

fig. 2



Reflexión difusa

fig. 3

### El principio de Fermat y la ley de reflexión

El principio de Fermat es otra manera de expresar la ley de reflexión. Este principio dice que un rayo de luz al viajar de un punto a otro, siempre lo hará por el camino que le tome menos tiempo.

## Refracción de la luz

Se ha establecido que la velocidad de propagación de la luz depende de la naturaleza del medio en que se propaga.

Igualmente se ha comprobado que si un rayo luminoso pasa de un medio a otro, incidiendo oblicuamente sobre la superficie de separación de ambos medios, experimenta un cambio de dirección en su desplazamiento. Si la incidencia es normal (perpendicular), sólo hay variación de velocidad.

La causa de estos cambios de velocidad y dirección, o de velocidad solamente, en el desplazamiento de la luz, se atribuye a cierta propiedad que caracteriza a los medios transparentes y que se denomina refringencia o poder refringente.

El índice de refracción absoluto de un medio da una medida cuantitativa de su refringencia, de modo que, comparando dos medios, tendrá mayor poder refringente aquel que tenga un mayor índice de refracción.

El fenómeno debido a la refringencia se denomina refracción, por lo cual se tiene que:

**“Un haz luminoso experimenta refracción si cambia su velocidad o su velocidad y la dirección de propagación simultáneamente al pasar de un medio a otro de distinto índice de refracción absoluto o refringencia”**

Experimentalmente pueden establecerse las dos leyes siguientes que rigen este proceso:

- El rayo incidente, la normal y el rayo refractado están en un mismo plano.
- **Ley de Snell:** “la razón entre los senos de los ángulos de incidencia y de refracción es constante para un mismo par de medios”

$$\frac{\text{sen}\theta_i}{\text{sen}\theta_r} = \frac{n_2}{n_1} = \text{cte}$$

Por otra parte:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

siendo  $v_1$  y  $v_2$  las velocidades de la luz en los medios de índice de refracción  $n_1$  y  $n_2$ , respectivamente.

**Nota:** la velocidad de la luz en un medio (de índice de refracción absoluto  $n$ ) está dada por

$$v = \frac{c}{n} \text{ donde } c = 3 \times 10^8 \text{ m/s (velocidad de la luz en el vacío)}$$

<b>Índice de refracción absoluto en algunas sustancias</b>	
Agua	1,3
Alcohol etílico	1,36
Glicerina	1,46
Bencina	1,51
Diamante	2,42
Vidrio ordinario	1,50
Cristal	1,60
Hielo	1,31
Aire	1,00029

De la ley de Snell pueden deducirse, además, las siguientes conclusiones de importancia:

- Si un rayo luminoso, pasa oblicuamente de un medio de menor índice de refracción absoluto a otro de mayor índice de refracción absoluto, se refracta acercándose a la normal.
- Si un rayo luminoso pasa oblicuamente de un medio de mayor índice de refracción absoluto a otro de menor índice de refracción absoluto, se refracta alejándose de la normal.

### **Ángulo límite**

Como se dijo anteriormente, si un rayo luminoso pasa oblicuamente de un medio de mayor índice de refracción absoluto a otro de menor índice de refracción absoluto, se refracta alejándose de la normal.

De este modo a medida que el ángulo de incidencia se va haciendo más grande, el ángulo de refracción puede llegar a crecer tanto que el rayo refractado emerja por la superficie de separación con un valor de  $90^\circ$ .

Por lo tanto, ángulo límite es el ángulo de incidencia para el cual el ángulo de refracción vale  $90^\circ$ .

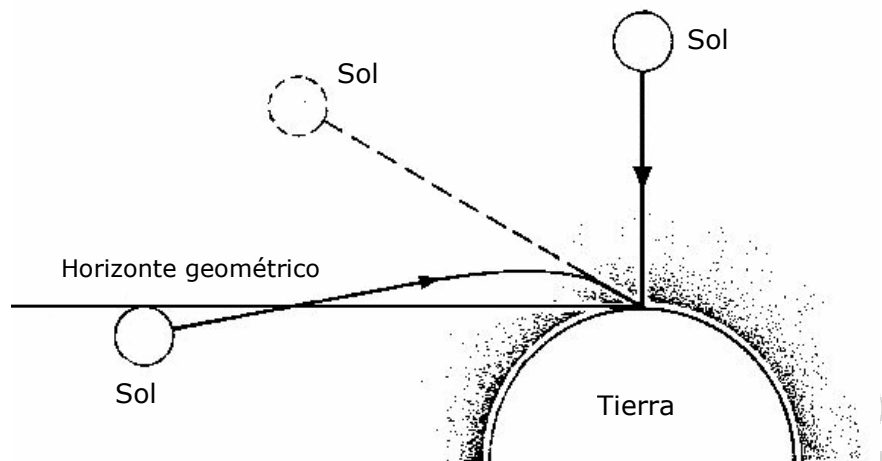
Si el segundo medio es el aire o el vacío, el ángulo límite es característico de la sustancia y se llama *ángulo límite de la sustancia*.

Si la luz incide en la superficie de separación de dos medios desde el medio de mayor índice de refracción con un ángulo mayor que el ángulo límite, el fenómeno que se presenta se conoce con el nombre de reflexión interna total.

## Refracción en la atmósfera terrestre

De especial importancia, como ejemplo de refracción, es la marcha de la luz proveniente de los astros a través de las numerosas capas de aire, de densidades crecientes y de índices de refracción también crecientes, que constituyen la atmósfera terrestre y que aquella debe atravesar.

Un rayo de luz que penetre en la atmósfera oblicuamente, experimenta sucesivas refracciones al atravesar cada una de estas capas de distinto índice de refracción absoluto, acercándose a la normal.



Refracción en la atmósfera: el sol se ve a pesar de estar algo más bajo que el horizonte geométrico

fig. 4

Un observador verá el astro en la dirección del último rayo refractado y es por esto que el astro parece encontrarse a una altura mayor sobre el horizonte que la que tiene realmente. Debido a esto, por ejemplo, las estrellas no se ven en sus posiciones verdaderas, a menos que se hallen en el cenit, o sea, verticalmente sobre el observador. El mismo fenómeno explica también el hecho de que se pueda ver el disco solar o la luna aún cuando el astro se encuentre un poco más abajo del horizonte geométrico.

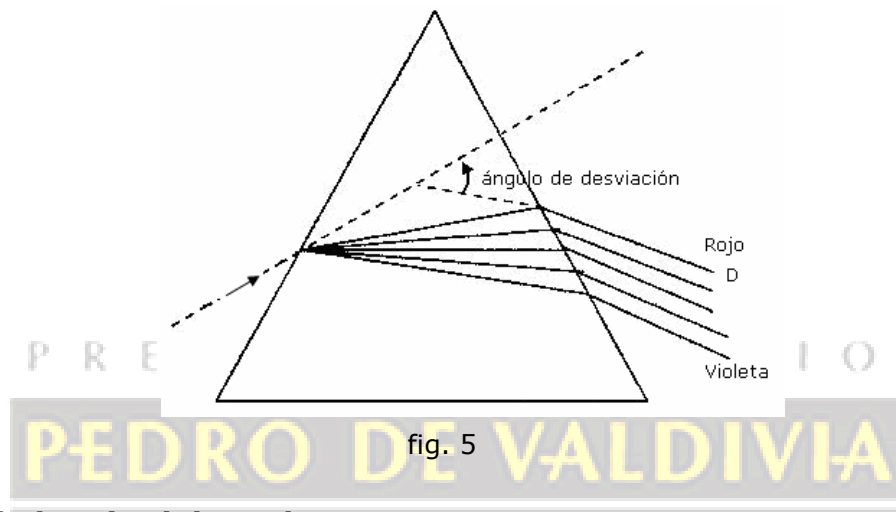
Un fenómeno terrestre, producido por la refracción en la atmósfera y la reflexión total, es el **espejismo**, el cual es frecuente en los desiertos y caminos, en días de intenso calor. El calentamiento de las capas de aire en contacto con la tierra trae consigo una disminución de la densidad e índice de refracción de estas capas, de modo que las más bajas resultan ahora menos densas y poseen un menor índice de refracción absoluto que las superiores. Esto explica las capas de agua que se aprecian a la distancia en un camino, durante los días calurosos pero en realidad lo que se ve no es sino una parte del cielo azul reflejado.

## Dispersión

La mayor parte de los haces luminosos están formados por mezclas de rayos. Físicamente cada rayo corresponde a una longitud de onda distinta. Esto implica que cuando un haz luminoso atraviesa de un medio a otro, no todos los rayos serán refractados con el mismo ángulo. Mientras que la velocidad, en el vacío, es la misma para todas las longitudes de onda, no ocurre lo mismo cuando se está en un medio material; cada rayo tiene una velocidad distinta. Lo anterior se debe a que el medio material le presenta un mayor índice de refracción a los rayos con menor longitud de onda y viceversa.

Podemos decir, entonces, que la velocidad del rayo dependerá de su longitud. Se dirá que un medio produce dispersión cuando presenta esta propiedad.

Un ejemplo de esto se puede observar en el prisma (fig. 5). Si se hace incidir un rayo de luz blanca se obtendrán una serie de colores en la otra cara. Al conjunto de colores que se obtiene, usualmente, se da el nombre de espectro.



## El Color y la longitud de onda

El fenómeno de la dispersión plantea de inmediato la pregunta ¿qué es el color? Adhiriendo al modelo ondulatorio uno interpreta cada color como una onda con "longitud de onda" característica. La longitud de onda y la velocidad de la luz en el medio están relacionados mediante:

$$\lambda = \frac{v}{f} \text{ donde } \lambda: \text{ longitud de onda, } v: \text{ velocidad y } f: \text{ frecuencia.}$$

La siguiente tabla nos presenta las longitudes de onda para distintos colores. Para obtener el valor de la frecuencia basta reemplazar en la ecuación anterior el valor de la velocidad de la luz en el vacío.

Color	Longitud de onda (x 10 <sup>-10</sup> m)
Rojo	6500
Anaranjado	6000
Amarillo	5800
Verde	5200
Azul	4700
Violeta	4100

## El Color y el índice de Refracción

De lo discutido anteriormente se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- a) El vidrio, si descompone la luz en colores, es un medio dispersivo.
- b) Midiendo los ángulos de cada color y aplicando la ley de Snell es posible calcular el índice de refracción del medio, con ello, la velocidad de la luz en el medio.

En otras palabras, la sustancia de que está hecho el prisma tiene un índice de refracción distinto para cada color y por supuesto, una desviación (ángulo de refracción) distinta para cada color. El color menos desviado es el rojo y el más desviado el violeta. En ese mismo orden decrecen las longitudes de onda de modo que a mayor longitud de onda corresponde menor desviación (*a mayor longitud de onda, una misma sustancia ofrece menor índice de refracción*).

**Nota:** Decimos que un objeto tiene un color cuando, con preferencia, refleja o transmite las radiaciones correspondientes a tal color. Por ejemplo, un cuerpo es rojo cuando absorbe en casi su totalidad, todas las radiaciones menos las rojas, las cuales refleja.

El color de los cuerpos no es una propiedad intrínseca de ellos, sino que va ligado a la naturaleza de la luz que reciben.

## Espectro electromagnético

Se denomina espectro electromagnético al conjunto de **ondas electromagnéticas**. En la figura 6 se han representado las longitudes de onda en relación al tamaño de cosas que nos son familiares, en alguna medida, y se ha indicado el nombre que tiene cada radiación que, por supuesto, es luz.

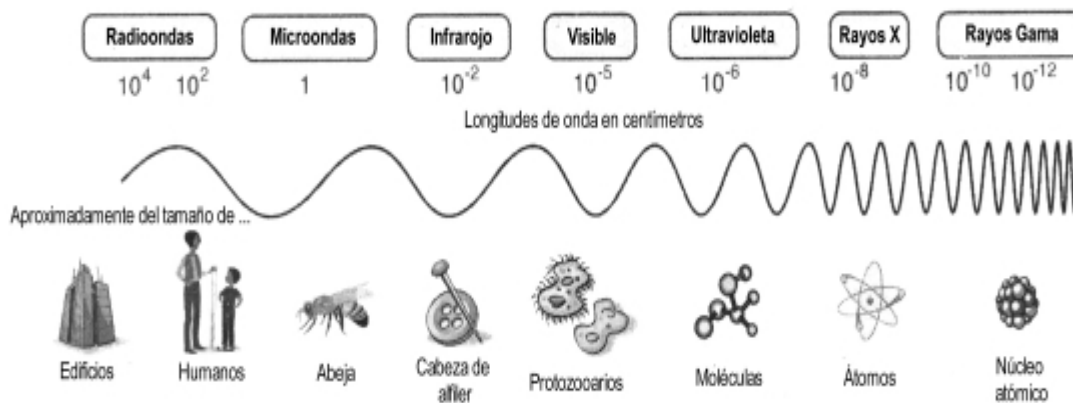


fig. 6

## Espejos

Por espejo se entiende toda superficie en la cual se produce la reflexión regular. Por ejemplo, una lámina de metal, un vidrio pulido, la superficie de un lago o estanque en reposo.

Ópticamente, los espejos son superficies pulimentadas, opacas a la luz y que tienen buen poder reflector. Según la forma de la superficie reflectora, los espejos se clasifican en:

- \* Planos
- \* Curvos: cóncavos o convexos

## Definición de imagen

Se dice que un punto **P'** es la imagen de un punto **P**, cuando un haz luminoso procedente de **P** concurre en **P'**.

Si los rayos, que concurren en P' son realmente los rayos reflejados, hablamos de **imagen real**; si los rayos que concurren en P' son prolongaciones de los rayos reflejados, se habla de **imagen virtual**, ya que no tiene existencia real (la luz no pasa realmente por P', pero los rayos reflejados se comportan como procedentes de P').

Luego, la condición general para que se forme la imagen de un punto luminoso es que todos los rayos reflejados o sus prolongaciones, sean concurrentes.

## Espejos planos

En estos espejos, la imagen de un objeto es siempre virtual, del mismo tamaño y simétrica del objeto con respecto al plano del espejo.

## Espejos angulares

Colocando un objeto entre dos espejos que forman entre sí un cierto ángulo, se obtienen varias imágenes de dicho objeto, cuyo número aumenta a medida que el ángulo formado va siendo menor.

El número de imágenes se puede obtener por medio de la expresión:

$$n = \frac{360 - \alpha}{\alpha}$$

de donde:  $n$  = número de imágenes  
 $\alpha$  = ángulo que forman entre sí los dos espejos planos

**Observación:** Si  $\alpha = 0^\circ$  los espejos son paralelos. El número de imágenes obtenidas en este caso sería infinito.



**Nota:** En un espejo plano los rayos incidente y reflejado forman el mismo ángulo respecto de una recta imaginaria perpendicular a la superficie normal. Un objeto real ubicado frente a un espejo plano da origen a una imagen virtual, ubicada a la misma distancia del espejo que el objeto. Todo espejo tiene un campo visual que depende del tamaño y ubicación con respecto al observador.

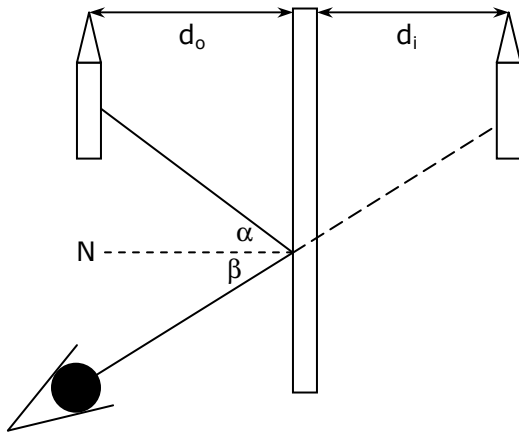


fig. 7

A los ojos del observador, los rayos reflejados parecieran venir desde un punto detrás del espejo. La distancia del objeto al espejo ( $d_o$ ) es igual a la distancia entre el espejo y la imagen ( $d_i$ ).

### Espejos esféricos

Son aquellos que tienen por superficie reflectora un casquete esférico pulimentado. Se divide en:

a) Cóncavos o convergentes: si está pulimentado en su parte interior, o sea, si la reflexión se produce en la superficie cóncava.

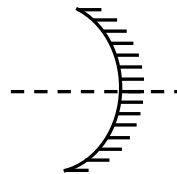


fig. 8

#### Espejo cóncavo

b) Convexos o divergentes: si está pulimentado en su parte exterior, o sea, si la reflexión se produce en la superficie convexa.

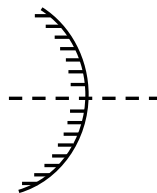


fig. 9

#### Espejo convexo

## Elementos de un espejo esférico

- \* **Centro de curvatura (c):** es el centro de la esfera a la cual pertenece el espejo (es el centro de la superficie esférica).
- \* **Vértice del espejo (v):** es el polo del casquete esférico o punto medio del espejo.
- \* **Eje principal (cv):** es la recta que une el centro de curvatura con el vértice del espejo.
- \* **El radio de curvatura (r):** distancia del centro de curvatura al espejo.
- \* **El foco principal (f):** es el punto del eje principal al cual concurren después de reflejarse todos los rayos luminosos que inciden paralelos al eje principal.
- \* **Plano focal:** es un plano perpendicular al eje principal y que pasa por el foco principal.
- \* **Distancia focal:** es la distancia comprendida entre el foco principal y el vértice,
- \* **Abertura del espejo:** es el ángulo formado por 2 ejes secundarios extremos.
- \* Para espejos de pequeña abertura, el foco principal está situado en el punto medio del radio de curvatura, o sea, la distancia focal  $f$  es igual a la mitad del radio de curvatura  $r$ .

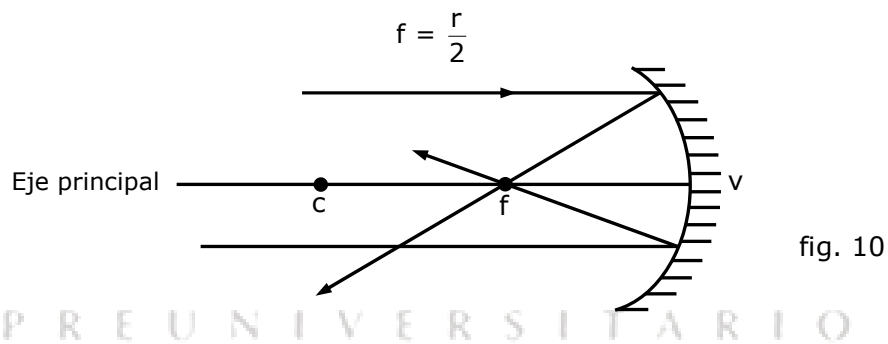


fig. 10

Un espejo **cóncavo** o **convergente** hace converger la luz en el punto focal y es capaz de generar distintos tipos de imágenes: virtuales o reales; más grandes, iguales o más pequeñas que el objeto; y derechas o invertidas respecto de un objeto.

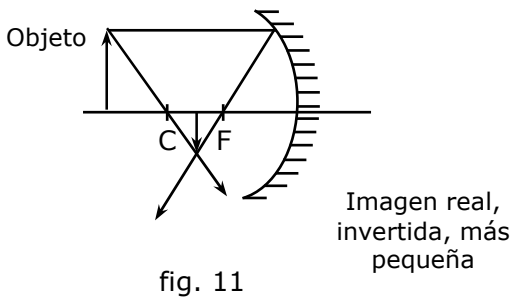


fig. 11

Imagen real,  
invertida, más  
pequeña

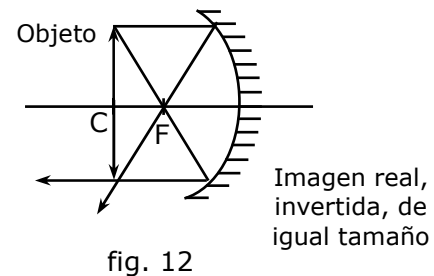


fig. 12

Imagen real,  
invertida, de  
igual tamaño

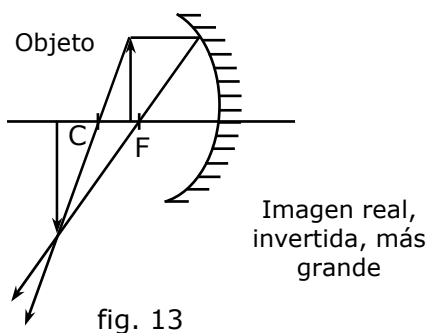


fig. 13

Imagen real,  
invertida, más  
grande

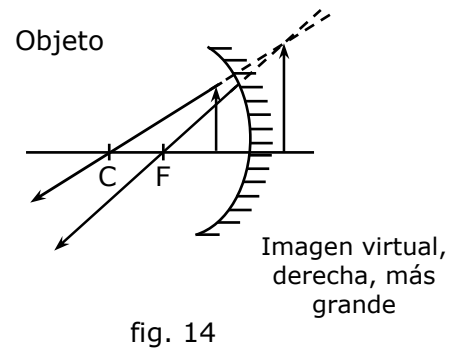


fig. 14

Imagen virtual,  
derecha, más  
grande

Un **espejo convexo** o **divergente**, en cambio, dispersa la luz y sólo produce imágenes virtuales, pequeñas y derechas. El campo visual de un espejo convexo es mayor que el de uno plano y por ello se usa en los retrovisores, pasillos de supermercados y estacionamientos.

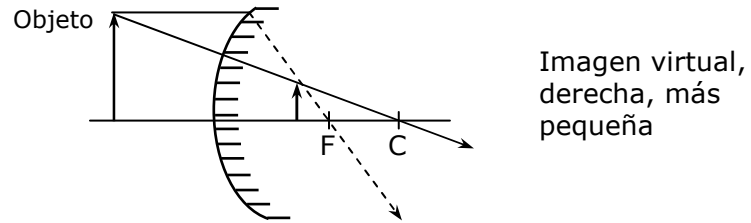


fig. 15

### Las lentes

Son cuerpos transparentes limitados al menos por una superficie curva. Según sea la forma de las superficies que la limitan, las lentes pueden ser **convergentes** o **divergentes**.

**Las lentes convergentes** se caracterizan por tener su centro más grueso y sus bordes más estrechos.

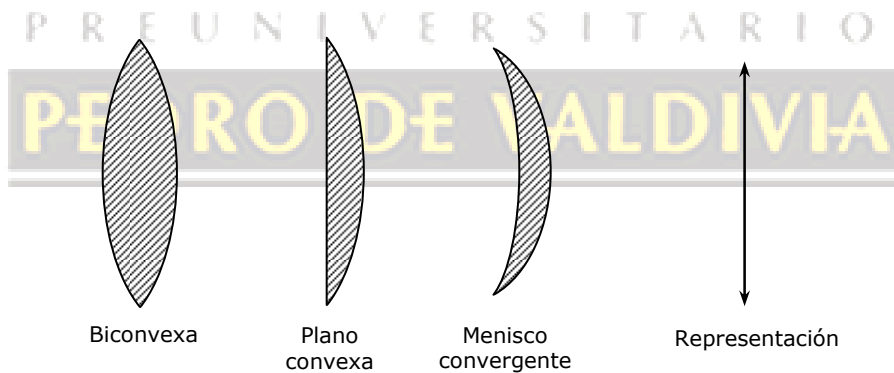


fig. 16

Las lentes convergentes, para objetos alejados, forman imágenes reales, invertidas y de menor tamaño que los objetos

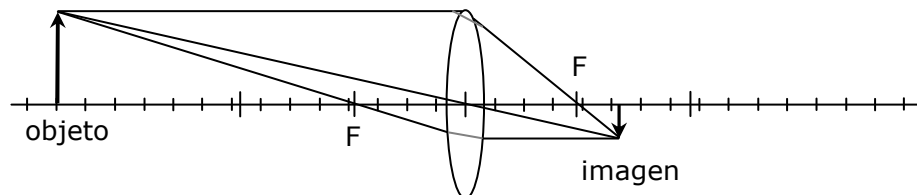


fig. 17

Para objetos próximos se forman imágenes virtuales, derechas y de mayor tamaño.

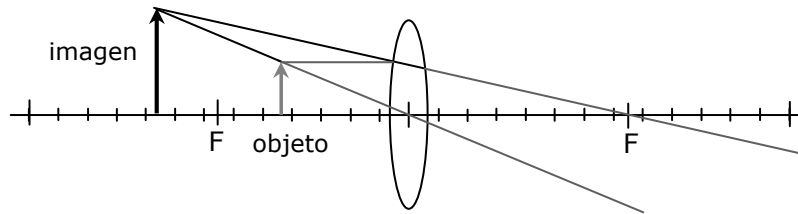


fig. 18

Las lentes convergentes se utilizan en muchos instrumentos ópticos y también para la corrección de la **hipermetropía**. Las personas hipermétropes **no ven bien de cerca** y tienen que alejarse los objetos. Una posible causa de la hipermetropía es el achatamiento antero posterior del ojo que supone que las imágenes se formarían con nitidez por detrás de la retina.

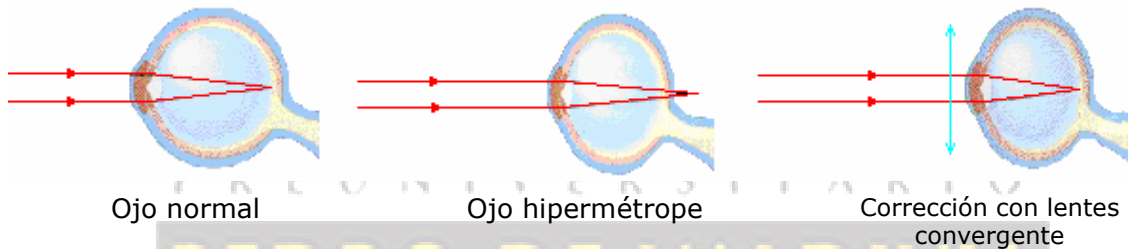


fig. 19

**Las lentes divergentes**, se caracterizan por tener su centro más angosto y sus extremos más gruesos.

Si las lentes son más gruesas por los bordes que por el centro, hacen diverger (separan) los rayos de luz que pasan por ellas.

Tipos de lentes divergentes:

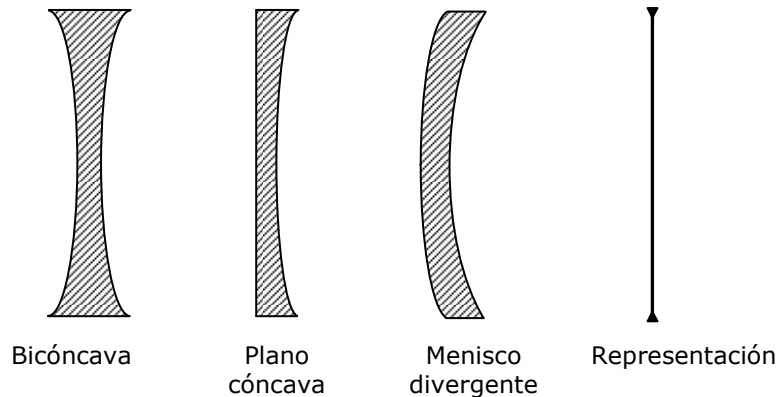


fig. 20

Las imágenes producidas por las lentes divergentes son virtuales, y más pequeñas.

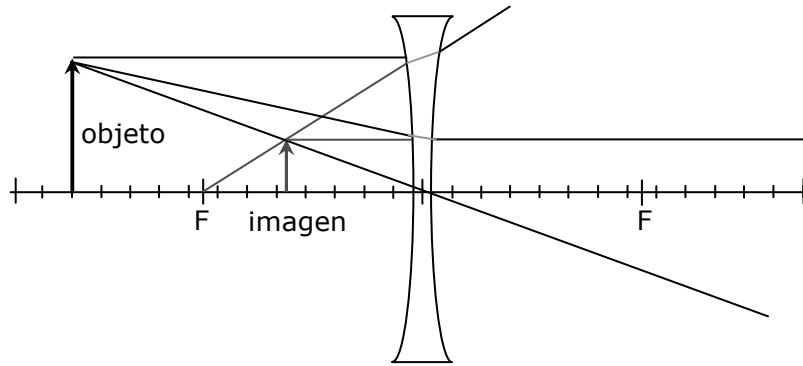


fig. 21

**La miopía** puede deberse a una deformación del ojo, que hace que las imágenes se formen con nitidez antes de alcanzar la retina. Los miopes **no ven bien de lejos** y tienden a acercarse demasiado a los objetos. Las lentes divergentes sirven para corregir este defecto.

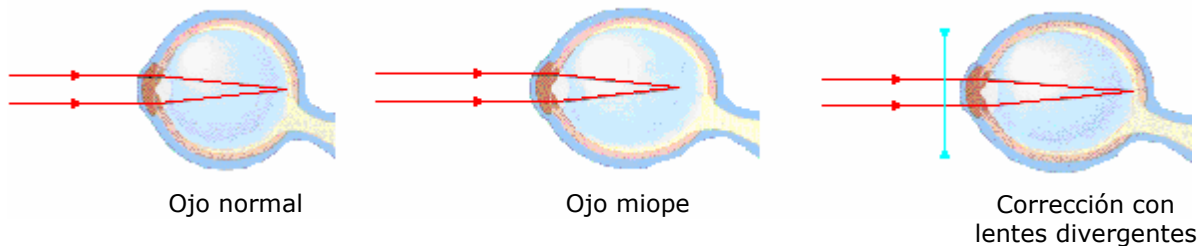


fig. 22

El **ojo humano** es un sistema óptico formado por lentes convergentes como la **córnea** y el **crystalino** que proyectan una imagen invertida sobre la **retina**. En la retina hay células sensibles a la luz (**conos** y **bastones**) que envían información nerviosa al cerebro, donde se elabora la imagen de lo que vemos.

## EJEMPLOS

1. Juan consultando en un libro, leyó que el índice de refracción para el diamante es de 2,4. Con esto puede determinar que la velocidad de la luz, en Km/s, en ese medio es

- A) 300.000
- B) 240.000
- C) 125.000
- D) 120.000
- E) 80.000

2. Cuando un haz luminoso experimenta refracción al pasar del medio 1 al medio 2, pueden obtenerse las siguientes igualdades

(considere que  $\theta_1$  y  $\theta_2$  son el ángulo incidente y el de refracción, respectivamente, así como  $v_1$  y  $v_2$  son las rapidezces en los medios 1 y 2, respectivamente)

- I)  $n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$
- II)  $\lambda_1 \cdot v_1 = \lambda_2 \cdot v_2$
- III)  $v_1 \cdot \sin \theta_2 = v_2 \cdot \sin \theta_1$

Es (son) verdadera(s)

- A) sólo I.
- B) sólo I y II.
- C) sólo I y III.
- D) sólo II y III.
- E) todas ellas.

3. De las siguientes afirmaciones acerca de las ondas electromagnéticas es **incorrecto** decir que

- A) los rayos gamma tienen mayor frecuencia que los rayos X.
- B) los rayos X tienen menor longitud de onda que los ultravioletas.
- C) los ultravioletas tienen mayor frecuencia que los infrarrojos.
- D) las microondas tienen mayor longitud de onda que las ondas de radio.
- E) la luz visible tiene mayor frecuencia que los infrarrojos.

4. Colocando un objeto entre dos espejos planos, que forman entre si un ángulo cuya medida es  $72^\circ$ , es posible obtener un número **N** entero de imágenes. Luego el valor de **N** es

- A) 18
- B) 12
- C) 10
- D) 6
- E) 4

5. Se pueden obtener imágenes reales usando espejos

- I) planos.
- II) cóncavos.
- III) convexos.

Es (son) verdadera(s)

- A) sólo I.
- B) sólo II.
- C) sólo III.
- D) sólo I y II.
- E) I, II y III.

6. Al ubicar un objeto frente a un espejo cóncavo es imposible obtener una imagen

- A) Virtual, derecha, más grande.
- B) Virtual, derecha, más pequeña.
- C) Real, invertida, más pequeña.
- D) Real, invertida, grande.
- E) Real, invertida y de igual tamaño.

7. En la figura 23 se observa una lente biconvexa y su eje principal donde se destacan tres puntos. Bajo los puntos A y B se indican las distancias a las que se encuentran estos puntos respecto del centro óptico C, siendo  $f$  la distancia focal. Se puede obtener una imagen virtual **siempre** que el objeto se ubique

- A) En el punto B
- B) En el punto A
- C) Entre C y A
- D) Entre C y B
- E) Entre A y el infinito

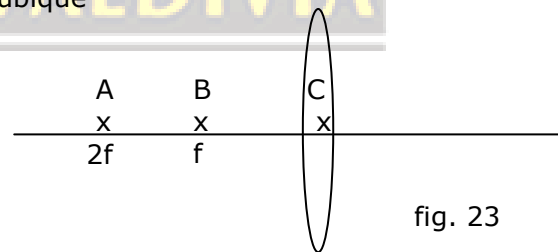


fig. 23

8. Acerca de las enfermedades de ojo se afirma que

- I) en la miopía la imagen converge delante de la retina.
- II) la miopía se corrige con lentes convergentes.
- III) la hipermetropía se corrige con lentes divergentes.

Es (son) verdadera(s)

- A) sólo I.
- B) sólo III.
- C) sólo I y III.
- D) sólo II y III.
- E) ninguna de ellas.

## PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

- Una onda de luz monocromática, pasa en forma oblicua del agua al aire. Al respecto se puede asegurar que
  - su longitud de onda disminuye y se aleja de la normal.
  - su frecuencia aumenta y se acerca a la normal.
  - su velocidad aumenta y se aleja de la normal.
  - longitud de onda aumenta y se acerca a la normal.
  - no cambia ningún parámetro de la onda.
  
- Un buzo sumergido al interior de una piscina profunda esta a segundos de encender su linterna láser, apuntando a la superficie del agua. Aplicando Física sabemos que el rayo **siempre**
  - se desviará.
  - mantendrá su frecuencia.
  - se refractará.

Es (son) verdadera(s)

  - sólo I.
  - sólo II.
  - sólo III.
  - sólo I y II.
  - sólo I y III.
  
- Una persona mira un objeto a ojo desnudo y luego lo observa con el lente de un compañero miope. La diferencia que observara es que
  - verá el objeto más cercano.
  - verá el objeto más grande.
  - verá el objeto invertido.
  - verá el objeto más lejano.
  - no notará ninguna diferencia.
  
- En el ojo humano, la imagen que se forma en la retina es
  - real e invertida.
  - virtual y derecha.
  - virtual e invertida.
  - real y derecha.
  - ninguna de las anteriores.



5. La imagen de una persona frente de un espejo plano **no** puede
- A) ser real.
  - B) derecha.
  - C) de igual tamaño que la persona.
  - D) ser simétrica.
  - E) cambiar derecha por izquierda.
6. Cuando un haz de luz blanca atraviesa un prisma decimos que se produce dispersión. Al respecto es **incorrecto** afirmar que
- A) cada color tiene una longitud de onda determinada.
  - B) dentro del prisma cada color viaja a distinta velocidad.
  - C) el índice de refracción del prisma es el mismo para todos los colores.
  - D) la luz al salir del prisma vuelve a viajar con la rapidez que llegó.
  - E) el más desviado es el de menor frecuencia.

7. ¿En qué caso al colocar un objeto frente a un espejo cóncavo este no forma imagen?

- P R E U N I V E R S I T A R I O
- I) Si el objeto se coloca en el centro de curvatura.
  - II) Si el objeto se coloca en el foco.
  - III) Si el objeto se coloca en el vértice del espejo.
- PEDRO DE VALDIVIA**

Es (son) verdadera(s)

- A) sólo I.
  - B) sólo II.
  - C) sólo III.
  - D) sólo I y II.
  - E) ninguna de ellas.
8. El cuarzo tiene un índice de refracción de 1,5. La rapidez de propagación de la luz en su interior es
- A) 300.000 km/s
  - B) 200.000 km/s
  - C) 100.000 km/s
  - D) 300.000 m/s
  - E) 150.000 km/s

9. Dos espejos planos están colocados formando un ángulo de  $80^\circ$  entre ellos, esta situación se muestra en la figura 24 y la línea segmentada es perpendicular a uno de los espejos, entonces será correcto decir que la medida del ángulo alfa es

- A)  $20^\circ$
- B)  $30^\circ$
- C)  $40^\circ$
- D)  $50^\circ$
- E)  $60^\circ$

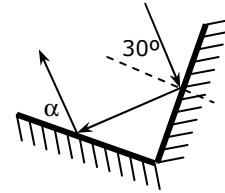


fig. 24

10. Al usar una lupa para obtener una imagen virtual, derecha y más grande que el objeto, se observa que después del ojo las posiciones son

- A) imagen, lente y objeto.
- B) imagen, objeto y lente.
- C) lente, objeto e imagen.
- D) objeto, lente e imagen.
- E) lente, imagen y objeto.

11. Un jugador de básquetbol de 2 m de altura, quiere comprar un espejo plano que tenga el menor tamaño posible, pero que le permita verse de cuerpo entero. En esas condiciones deberá comprar uno cuyo largo sea de

- A) 2,00 m
- B) 1,75 m
- C) 1,50 m
- D) 1,25 m
- E) 1,00 m

12. Cuando un rayo de luz no logra pasar al otro medio y se refleja totalmente, será correcto afirmar que

- A) esto ocurre entre cualquier par de medios transparentes.
- B) sólo ocurre cuando va del agua al aire.
- C) no puede ocurrir.
- D) ocurre siempre que la luz va de un medio de mayor índice a un medio de menor índice de refracción.
- E) ocurre entre un vidrio y el aire, y no es posible obtener este fenómeno para otros medios.

13. Usando una lente es posible obtener una imagen virtual cuando
- I) la imagen y el objeto se ubican al mismo lado de la lente convergente.
  - II) la imagen y el objeto se ubican al mismo lado de la lente divergente.
  - III) la imagen se ubica a un lado de cualquier lente y el objeto en el otro.

Es (son) verdadera(s)

- A) sólo I.
  - B) sólo II.
  - C) sólo III.
  - D) sólo I y II.
  - E) en ningún caso.
14. Un objeto con forma de flecha se coloca entre el foco F de una lente y la lente respectiva (ver figura 25), entonces es correcto afirmar que la imagen podría formarse en la posición

- A) A
- B) B
- C) C
- D) D
- E) E

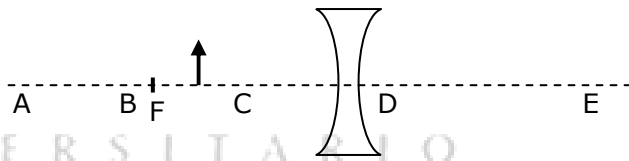


fig. 25

15. Una mañana de verano tres personas llevaban una camisa verde, respecto al color de las camisas, es correcto decir que se ven verdes porque la camisa

- A) absorbe sólo ese color, reflejando los otros.
- B) refleja todos los colores lo vemos así por una geometría del ojo.
- C) es azul pero en primavera con mucho sol se ven verdes.
- D) el único color que refleja es el verde y los otros los absorbe.
- E) así como otros materiales en verano se deterioran, haciéndolos ver verde.

16. Marco va a una fiesta de disfraces vestido como jugador de fútbol de la selección chilena, es decir, lleva polera roja, pantalón azul y medias blancas. Durante la fiesta las luces de colores echan a perder su disfraz, pero es **falso** que

- A) con luz naranja se ve negra la polera y negro el pantalón.
- B) con luz amarilla se ve negro el pantalón y negra las medias.
- C) con luz verde se ve negra la polera y negro el pantalón.
- D) con luz roja se ve roja la polera y negro el pantalón.
- E) con luz azul se ve azul el pantalón y azul las medias.

17. El fenómeno de ver en una carretera en pleno medio día de verano, una imagen especular es debido a que la luz que llega a la persona antes de eso paso por los fenómenos conocidos como
- A) difracción y refracción.
  - B) reflexión total y dispersión.
  - C) refracción y reflexión total.
  - D) dispersión y refracción.
  - E) difracción y dispersión.
18. Un objeto con forma de flecha con la punta hacia abajo, es colocado frente a un espejo, justo en el centro de curvatura del espejo, entonces respecto de la imagen que se formará es correcto afirmar que se formará

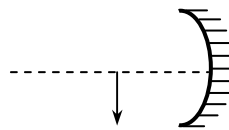


fig. 26

- A) una imagen derecha es decir con la punta hacia arriba, en el mismo punto y de igual tamaño que el objeto.
- B) una imagen justo en el foco del espejo.
- C) una imagen virtual invertida.
- D) una imagen real invertida con la punta hacia abajo y de mayor tamaño.
- E) una imagen virtual entre el centro de curvatura y el espejo.

#### CLAVES DE LOS EJEMPLOS

1C    2C    3D    4E    5B    6B    7D    8A

DMDFM-25

**Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra web  
<http://www.pedrodevaldivia.cl/>**