

ÓPTICA

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

Es un fenómeno que experimenta la luz por el cual un rayo luminoso cambia de dirección al incidir sobre una superficie reflectante.

Nota: No siempre que un haz luminoso choca contra una superficie sufre reflexión total, a veces parte de la radiación se absorbe, y otras veces se absorbe totalmente.

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”

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

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

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

Índice de refracción absoluto en algunas sustancias	
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° .

Por lo tanto, ángulo límite es el ángulo de incidencia para el cual el ángulo de refracción vale 90° .

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.

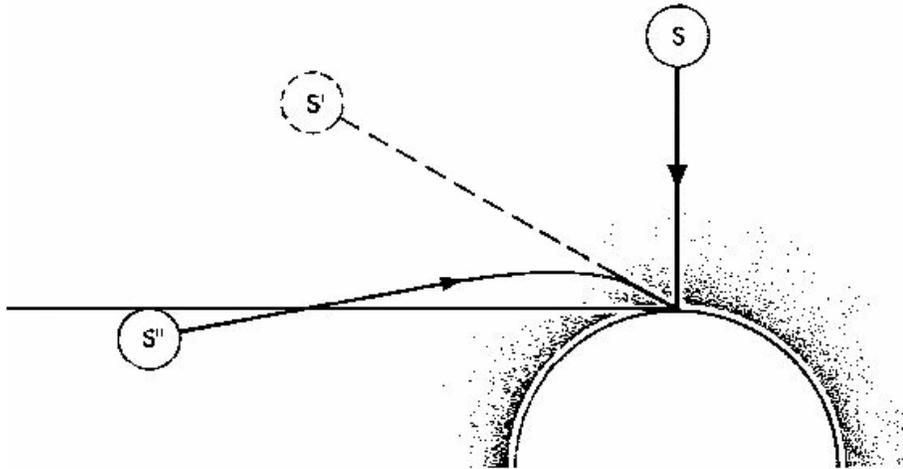
Ejemplo:

1. Se sabe que la velocidad de la luz en cierto medio transparente es de 230000 km/s, entonces su índice de refracción absoluto es
 - A) 13
 - B) 130
 - C) 1,3
 - D) 0,13
 - E) Falta información

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.1

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.

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 (figura 2). 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.

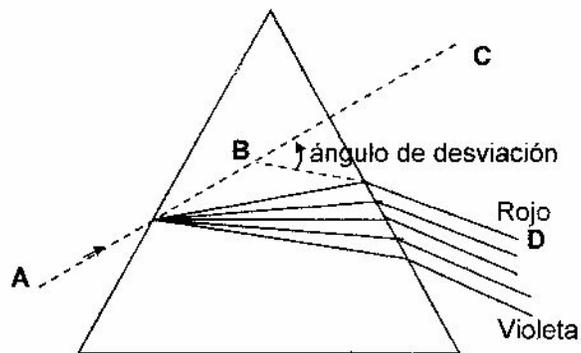


Fig. 2

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:

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

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 ⁻¹⁰ 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:

- El vidrio, si descompone la luz en colores, es un medio dispersivo.
- 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 3 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.

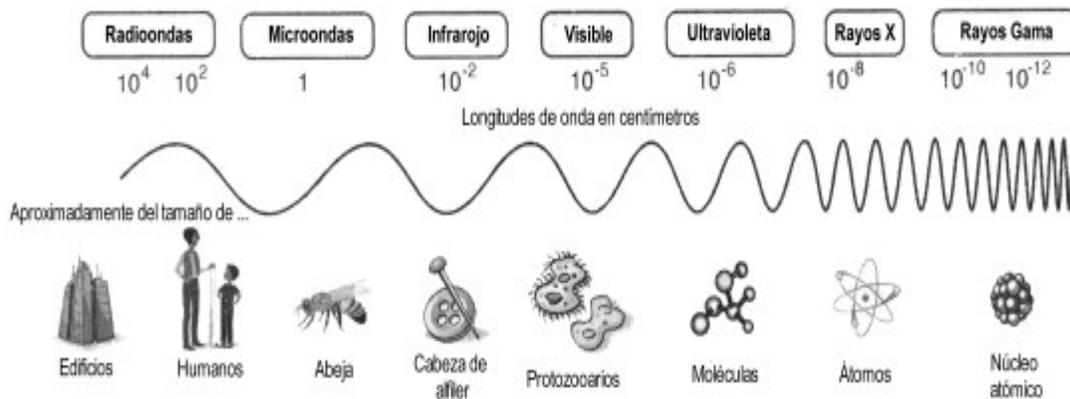


Fig. 3

Ejemplo:

2. El fenómeno llamado arco iris se debe a

- A) la Humedad del ambiente.
- B) la velocidad de la luz.
- C) la reflexión de la luz.
- D) la dispersión de la luz.
- E) la refracción de la luz.

Espejos

Por espejo se entiende toda superficie en la cual se produce la reflexión regular. Por ejemplo, una lamina 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
 α = ángulo que forman entre sí los dos espejos planos

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

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.

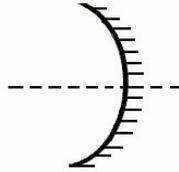


Fig. 4

Espejo cóncavo

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

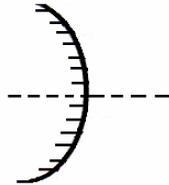


Fig. 5

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 .

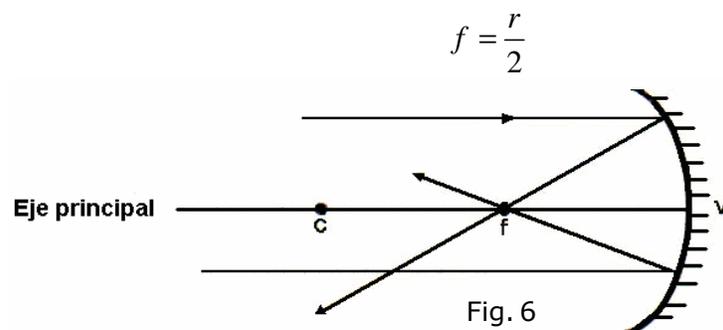


Fig. 6

Rayos notables en un espejo cóncavo

a) Todo rayo que incide pasando por el centro de curvatura, se refleja sobre si mismo.

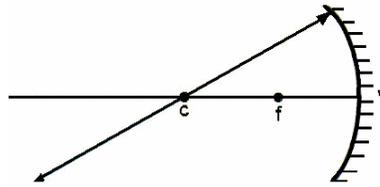


Fig. 7

b) Todo rayo que incide paralelo al eje principal, se refleja pasando por el foco f.

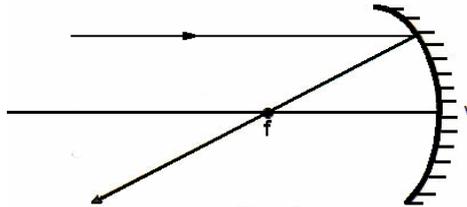


Fig. 8

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

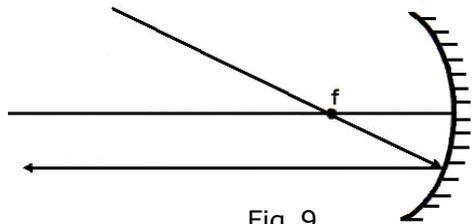


Fig. 9

Formación de imágenes obtenidas en un espejo cóncavo o convergente

1. **Ubicación del objeto:** entre ∞ y c

Características de la imagen: real, invertida, de menor tamaño que el objeto y ubicada entre c y f.

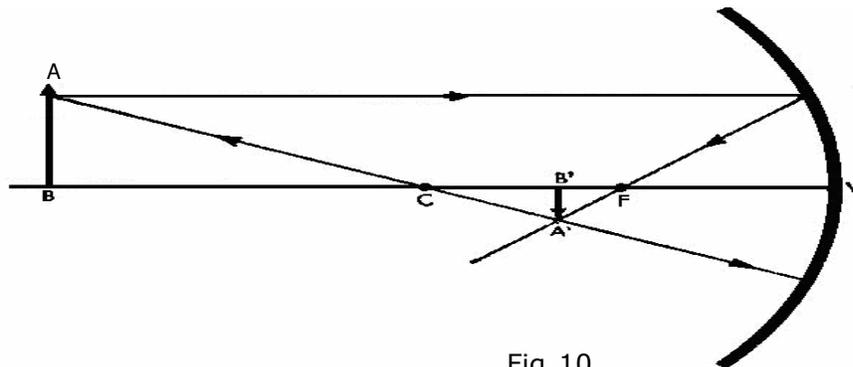


Fig. 10

2. **Ubicación del objeto:** entre c y f

Características de la imagen: real, invertida, de mayor tamaño que el objeto y ubicada entre c y el ∞ .

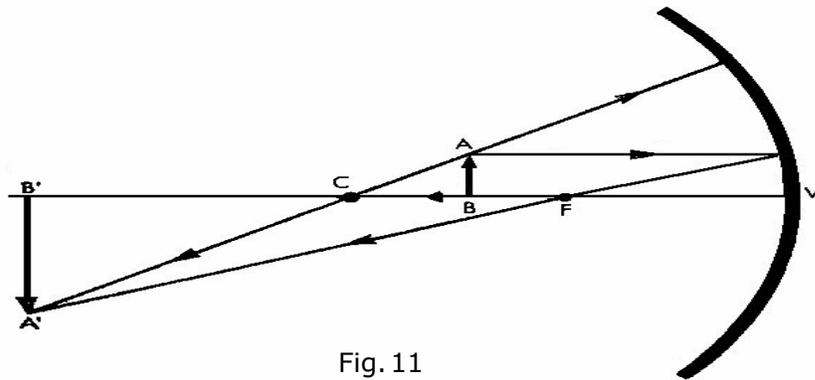


Fig. 11

3. **Ubicación del objeto:** entre f y v

Características de la imagen: virtual, derecha, de mayor tamaño que el objeto y ubicada tras el espejo.

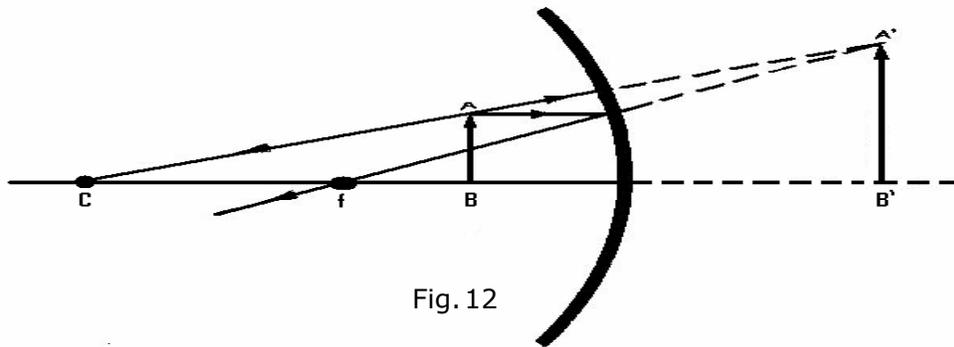


Fig. 12

De lo anterior se concluye que un espejo cóncavo produce imágenes **reales** y **virtuales**.

- **Imagen real:** si el objeto se coloca **fuera** de la distancia focal
- **Imagen virtual:** si el objeto se coloca **dentro** de la distancia focal.

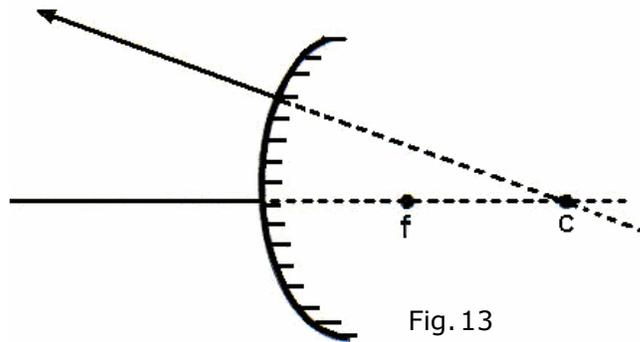
Ejemplo:

3. ¿Dónde debe ubicarse un objeto para que su imagen sea invertida y de igual tamaño que el objeto frente a un espejo cóncavo?

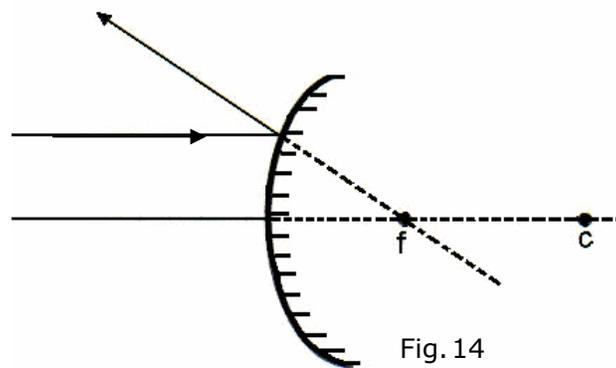
- A) En el vértice del espejo.
- B) En el foco del espejo.
- C) En el centro de curvatura del espejo.
- D) En el infinito.
- E) Todas las anteriores.

Rayos notables en un espejo convexo

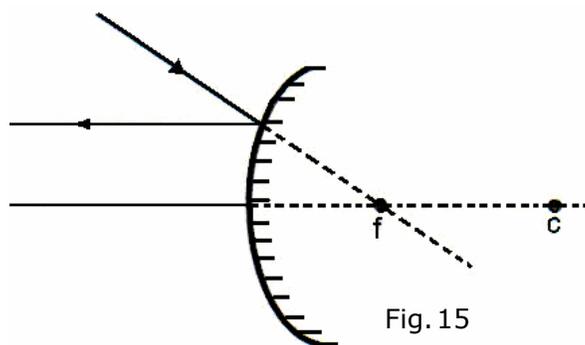
- a) Todo rayo que incide en la dirección del centro de curvatura, se refleja sobre si mismo.



- b) Todo rayo que incide paralelo al eje principal se refleja de tal forma que su prolongación pasa por el foco.



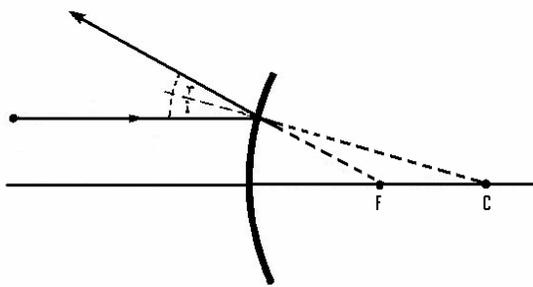
- c) Todo rayo que incide en la dirección del foco se refleja paralelo al eje principal.



Formación de imágenes en un espejo convexo o divergente

Si hacemos incidir sobre un espejo convexo un haz de rayos luminosos, observaremos que los rayos reflejados divergen y de ahí que los espejos se llamen también divergentes.

Sin embargo, las prolongaciones de los rayos reflejados correspondientes a los rayos luminosos paralelos al eje principal, concurren aun punto situado tras el espejo; es el foco virtual del mismo.



Foco virtual en un espejo convexo

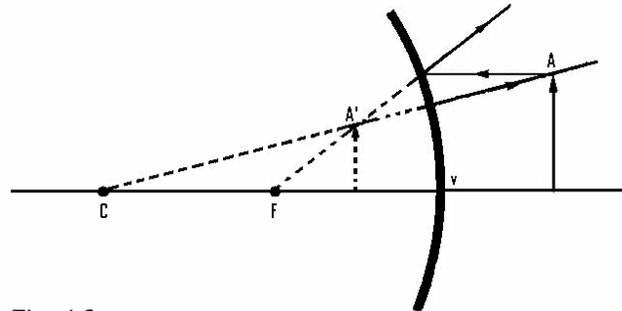


Fig. 16

Imagen en un espejo convexo

“La imagen en un espejo convexo es siempre virtual, derecha, más pequeña que el objeto y situada entre el foco virtual y el espejo”

Nota: El tamaño de la imagen aumenta a medida que el objeto se acerca al espejo. Estos espejos son también usados como retrovisores en algunos vehículos, y tienen la ventaja sobre los espejos planos de abarcar un mayor campo visual.

Ejemplo:

4. Con respecto a las imágenes que se forman en los espejos se afirma que:

- I) Si son reales son derechas.
- II) Si son virtuales son invertidas.
- III) Si se ubican delante del espejo son reales.

Es (son) correcta (s):

- A) Sólo I
- B) Sólo III
- C) Sólo I y II
- D) Sólo I y III
- E) Sólo II y III

Lentes

Las lentes esféricas se clasifican en:

- **Convergentes (o positivas):** si un haz de rayos paralelos entre si, converge después de atravesarla.
- **Divergentes (o negativas):** si un haz de rayos paralelos entre si, diverge después de atravesarlas.

Las lentes pueden ser: biconvexas, plano-convexas y en forma de menisco convexo; las lentes divergentes pueden ser: bicóncavas, plano-cóncavas y en forma de menisco cóncavo.

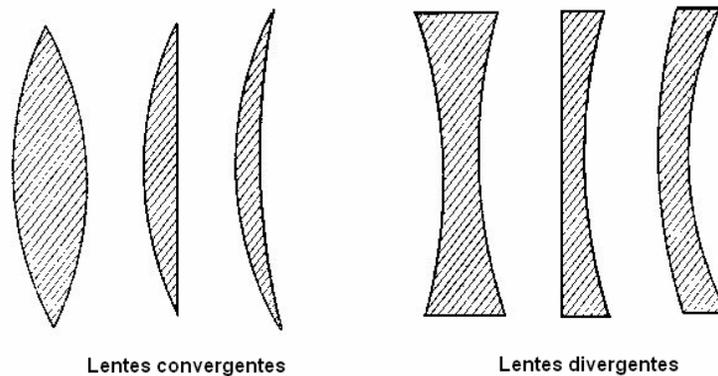


Fig. 17

Las lentes convergentes se caracterizan, además, por ser más gruesas en el centro que en los bordes; las divergentes, más gruesas en los bordes que en el centro.

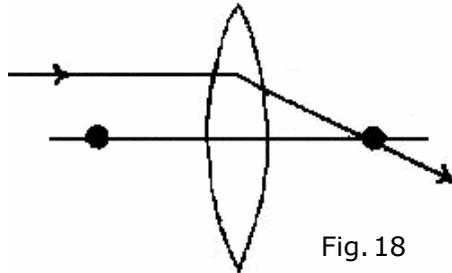
Elementos de una lente

- **Centros de curvatura:** son los centros de curvatura de las superficies esféricas que constituyen las caras de la lente.
- **Radio de curvatura:** son los radios de las superficies esféricas.
- **Eje principal:** es la recta que pasa por los centros de curvatura.
- **Centro óptico:** punto de la lente situada sobre el eje principal que tiene la propiedad de no desviar los rayos que inciden en él. En las lentes simétricas el centro óptico es el punto medio de la lente. En las limitadas por una superficie plana y otra esférica, el centro óptico es el punto de intersección del eje principal con la superficie esférica.
- **Planos focales:** plano que contiene los puntos donde convergen los rayos refractados cuando éstos inciden paralelos
- **Focos:** son los puntos a los cuales convergen los rayos luminosos paralelos entre si (o sus prolongaciones) después de refractarse. En las lentes convergentes los focos son reales y en las divergentes son virtuales. Se designan por f .
- **Distancias focales:** son las distancias del centro óptico a cada uno de los focos. Se designan por f .

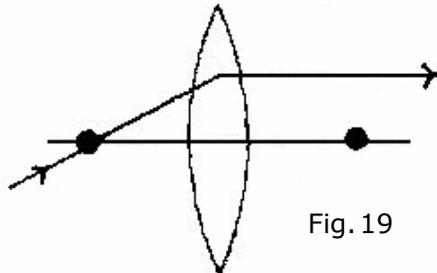
Rayos notables en una lente

Lentes convergentes

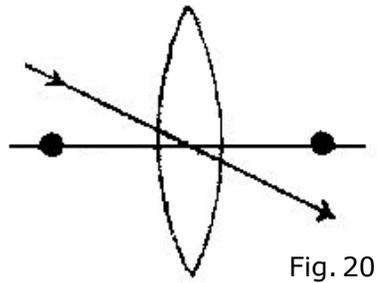
- Todo rayo que incide paralelo al eje principal se refracta pasando por el foco.



- Todo rayo que incide pasando por el foco se refracta paralelo al eje principal.



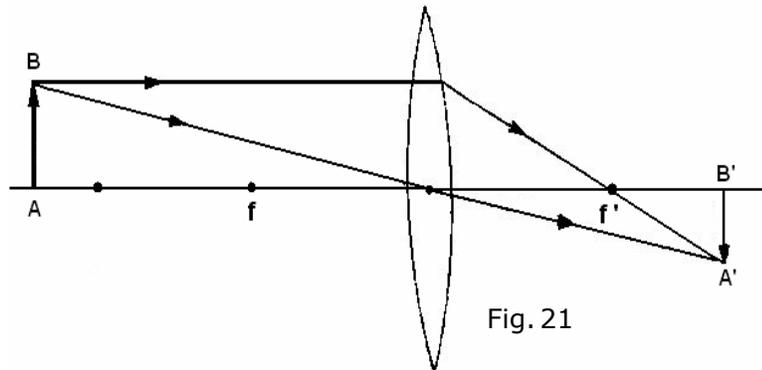
- Todo rayo que pasa por el centro de óptico se refracta sin sufrir desviación.



Imágenes en las lentes convergentes

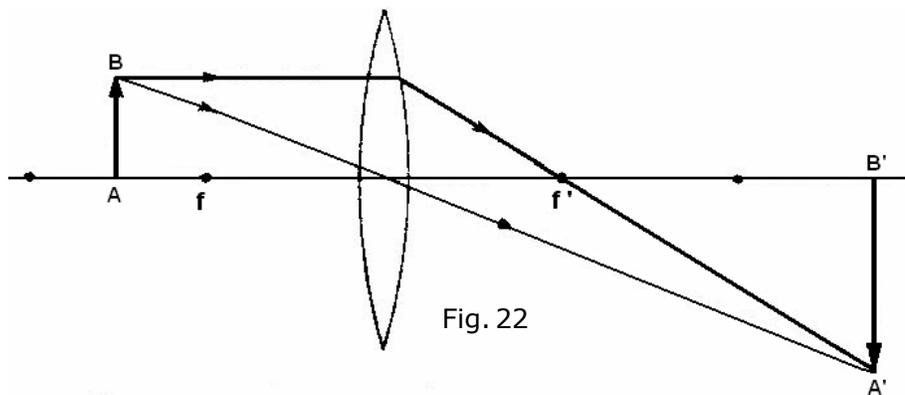
Ubicación del objeto: Entre ∞ y $2f$

Características de la imagen: real, invertida y menor que el objeto.



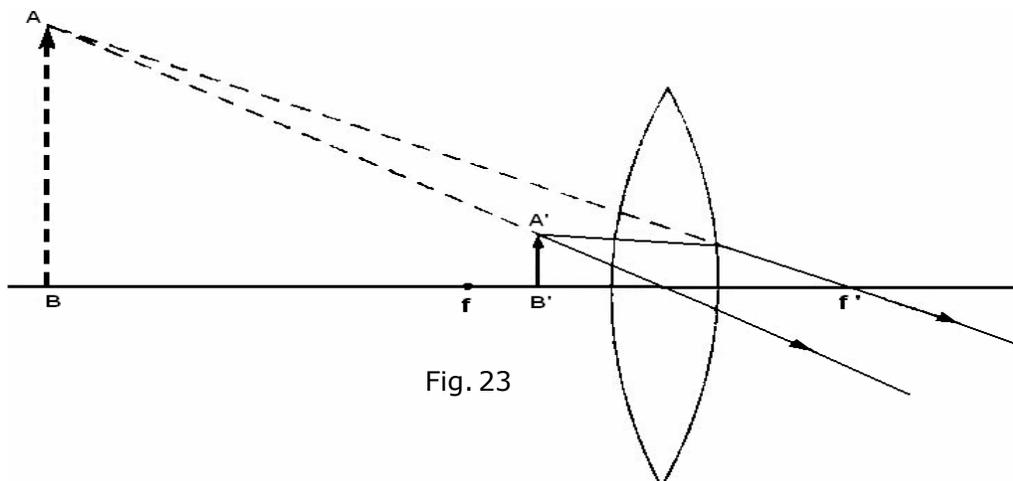
Ubicación del objeto: entre $2f$ y f

Características de la imagen: real, invertida y mayor que el objeto.



Ubicación del objeto: entre f y la lente.

Características de la imagen: virtual, derecha y mayor que el objeto.



Ubicación del objeto: en el foco f

Características de la imagen: desaparece, pues los rayos refractados emergen paralelos entre si.

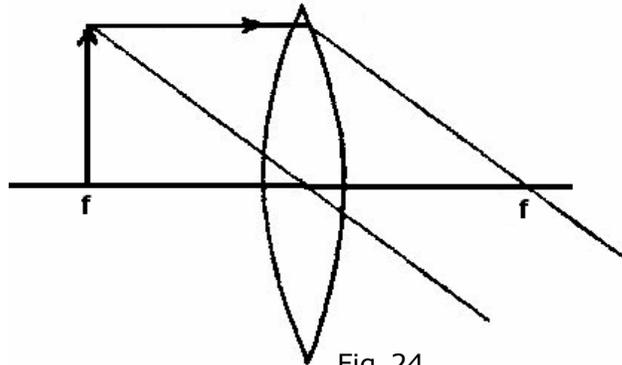


Fig. 24

Nota: cuando colocas un objeto en el foco de una lente o espejo, nunca se formará una imagen de él.

Lentes divergentes

- Todo rayo que incide paralelo al eje principal se refracta en una dirección tal que su prolongación pasa por el foco.

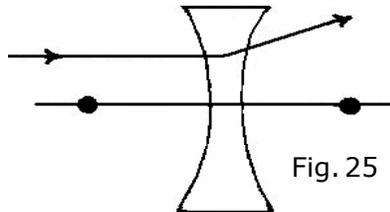


Fig. 25

- Todo rayo que incide en la dirección del foco se refracta paralelo al eje principal.

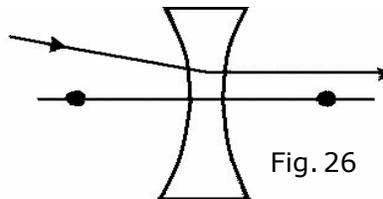


Fig. 26

- Todo rayo que incide en el centro óptico se refracta sin sufrir desviación.

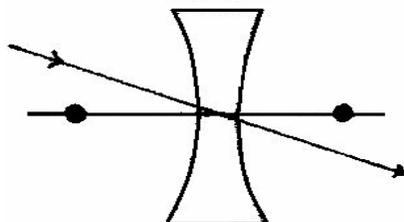
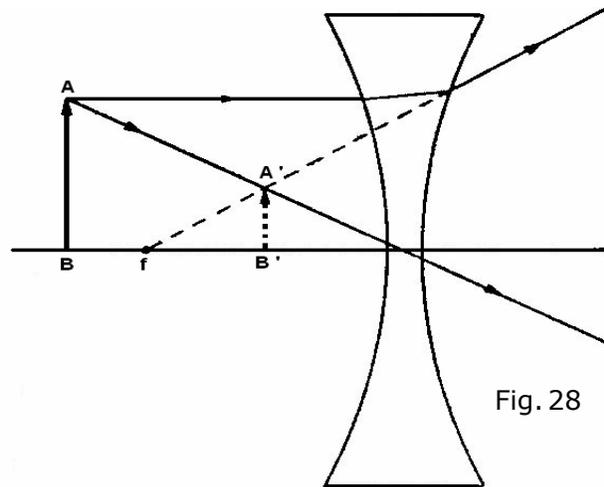


Fig. 27

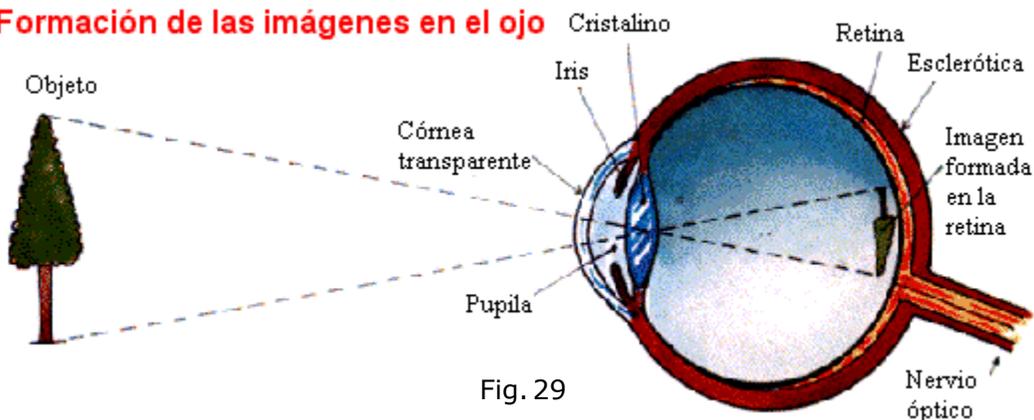
Imágenes en las lentes divergentes

En una lente divergente la imagen es siempre virtual, derecha, menor que el objeto, situada entre el foco y la lente y del mismo lado que el objeto.



Óptica del ojo

Formación de las imágenes en el ojo



De manera simplificada podemos considerar al ojo humano como construido de una lente biconvexa, denominada cristalino, situada en la región anterior al globo ocular (figura 29). En el fondo de este globo se localiza la retina, que funciona como una pantalla sensible a la luz. Las sensaciones luminosas que recibe la retina son llevadas al cerebro por el nervio óptico. Cuando miramos un objeto, el cristalino (lente convergente) forma una imagen real e invertida del mismo, la cual se localiza exactamente sobre la retina, y en estas condiciones, visualizamos nítidamente dicho objeto.

Podemos ver nítidamente un objeto a cualquier distancia, lo cual se produce por la acción de los músculos del ojo, que al actuar sobre el cristalino, producen alteraciones en su curvatura. Esta propiedad del ojo humano se denomina **acomodamiento visual**.

En algunas personas la imagen se forma antes de la retina: se trata de las personas con **miopía** o "cortas de vista". Para corregir este defecto, es decir, para hacer que la imagen del objeto se forme en la retina, las personas miopes deben usar lentes **divergentes**.

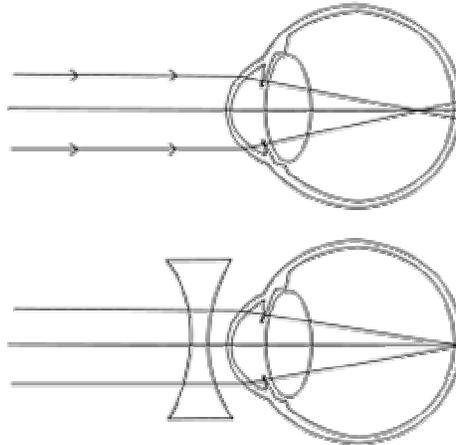


Fig. 30

Por otra parte, en el caso de personas, generalmente de mayor edad, los rayos luminosos son interceptados por la retina antes de formar la imagen (la cual se formaría detrás de la retina). Tales personas padecen de **hipermetropía**, las cuales tienen problemas con las distancias cortas. El defecto se corrige con lentes **convergentes**.

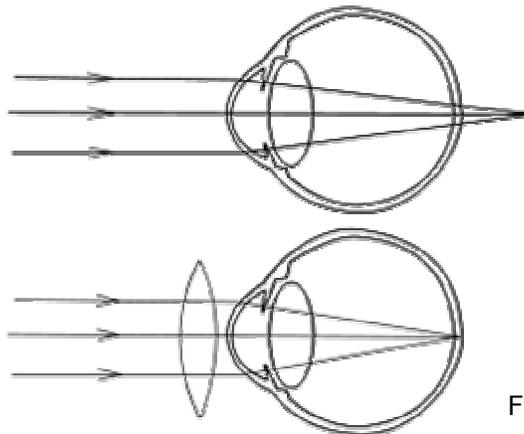


Fig. 31

Ejemplo:

5. De las siguientes afirmaciones sobre el cristalino de un ojo humano normal

- I) El cristalino hace que las imágenes se formen en la retina.
- II) Su comportamiento es el de una lente biconvexa que cambia de forma.
- III) Su distancia focal es tal que las imágenes son siempre reales.

Es (son) verdadera (s)

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

Ejercicios de selección múltiple

1. El fenómeno que históricamente indicó que la luz, sin lugar a dudas, se comportaba como onda es

- A) la reflexión.
- B) la refracción.
- C) la difracción.
- D) la polarización.
- E) la dispersión.

2. Al realizar las siguientes afirmaciones:

- I) La velocidad de propagación de la luz en el agua es mayor que en el aire.
- II) La velocidad de la luz en el vacío es de 300000 km/h.
- III) La luz es energía y está compuesta por fotones.

Es (son) verdadera (s)

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) Sólo I y II
- E) Sólo I y III

3. Se emite un haz de luz blanca que incide en un prisma. Al otro lado del prisma se observa que emergen rayos luminosos de diferentes colores. Si P, Q y R representan los valores de las frecuencias de los rayos luminosos respectivos, se cumple que

- A) $P < Q < R$
- B) $P > Q > R$
- C) $P > Q < R$
- D) $P < Q > R$
- E) $P = Q = R$

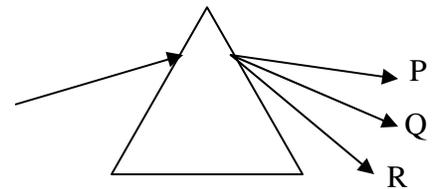


Fig.32

4. En una lente convergente se ubica un objeto entre el foco y la lente, entonces su imagen será

- A) invertida, real de menor tamaño que el objeto.
- B) derecha, real de mayor tamaño que el objeto.
- C) derecha, virtual de mayor tamaño que el objeto.
- D) invertida, real de menor tamaño que el objeto.
- E) no se formará ningún tipo de imagen.

5. La imagen de una persona frente de un espejo plano tiene las siguientes características:

- I) Es virtual y se forma sobre el espejo.
- II) Es real y se forma detrás del espejo.
- III) Es virtual y se forma detrás del espejo.

Es (son) verdadera (s)

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) I y III
- E) II y III

6. Según la teoría ondulatoria, el color está asociado a

- A) dirección de propagación de onda.
- B) la longitud de onda.
- C) el índice de refracción.
- D) la velocidad de la luz.
- E) la velocidad de la luz en un prisma.

7. ¿En qué caso un espejo convexo puede formar una imagen virtual de un objeto?

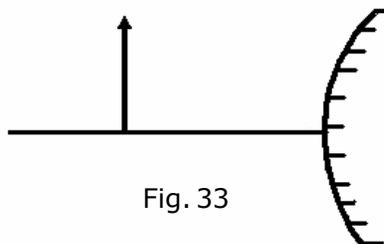
- I) Si el objeto se coloca en el vértice del espejo.
- II) En cualquier caso.
- III) En ningún caso.

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

8. En la figura 33 determine dónde se forma y cómo es la imagen del objeto O que se encuentra frente al espejo convexo.

- I) Al mismo lado que el objeto e invertido.
- II) Al mismo lado que el objeto y virtual.
- III) Detrás del espejo y derecho como el objeto.

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) Sólo I y II
- E) Sólo II y III



9. ¿En qué caso un espejo convexo puede formar una imagen real de un objetivo?

- I) Si el objeto se coloca en el vértice del espejo.
- II) En cualquier caso.
- III) En ningún caso.

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

10. En relación a las lentes divergentes se hacen las siguientes afirmaciones:

- I) Todo rayo que incide en la dirección del foco se refracta paralelo al eje principal.
- II) Todo rayo que incide en el centro óptico se refracta sin sufrir desviación.
- III) En este tipo de lentes la imagen es siempre real, derecha y de mayor tamaño que el objeto.

Es (son) verdadera (s)

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) Sólo I y II
- E) Sólo II y III

11. Una persona se encuentra ubicada a 3m delante de un espejo plano, su imagen

- A) es real y del mismo tamaño.
- B) es virtual y más grande.
- C) se encuentra a 6m de la persona.
- D) se encuentra a 3m de la persona.
- E) es real y más pequeña.

12. Se sabe que en determinado vidrio, la longitud de onda para el rojo es de $6560 \cdot 10^{-10}$ m y $4860 \cdot 10^{-10}$ m para el azul. ¿Cuál tiene mayor índice de refracción en el vidrio?

- A) El rojo
- B) El azul
- C) Son iguales
- D) Son diferentes
- E) Faltan datos

13. En un espejo cóncavo se ubica un objeto entre el foco y el vértice, entonces

- A) la imagen es virtual, derecha y de mayor tamaño que el objeto.
- B) la imagen es real e invertida de menor tamaño que el objeto.
- C) la imagen es virtual de menor tamaño que el objeto.
- D) la imagen es real, derecha de mayor tamaño que el objeto.
- E) la imagen es real, derecha de mayor tamaño que el objeto.

14. Se tiene un espejo cóncavo cuyo foco mide 15 cm y justo en este punto se ubica un objeto de 10 cm de altura. Con respecto a esta imagen se puede afirmar

- A) será virtual y de menor tamaño.
- B) no habrá imagen alguna.
- C) será real e invertida.
- D) será real y derecha.
- E) no se puede determinar falta información.

15. Dadas las siguientes afirmaciones referidas a las lentes:

- I) En una lente divergente la imagen es siempre virtual, derecha y de menor tamaño.
- II) En una lente convergente si el objeto se encuentra entre el foco y el infinito su imagen será real e invertida.
- III) Si el objeto se ubica en el foco de una lente convergente, su imagen será real y derecha.

Es (son) verdadera(s)

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo I y II
- D) Sólo I y III
- E) Todas

Solución ejemplo 1

El índice de refracción absoluto está dado por

$$n = \frac{c}{V} = \frac{3 \times 10^8}{2,3 \times 10^8} = 1,3$$

La alternativa correcta es C

Solución ejemplo 2

El arco iris es una consecuencia de la dispersión de la luz del sol cuando se refracta y se refleja en las gotas de agua de lluvia. El color rojo es el que menos se refracta y se encuentra en la parte exterior del arco.

La alternativa correcta es D

Solución ejemplo 3

Para obtener una imagen real y de igual tamaño, el objeto se debe colocar en el *centro de curvatura* del espejo cóncavo.

La alternativa correcta es C

Solución ejemplo 4

Las imágenes reales son invertidas y se ubican delante del espejo.
Las imágenes virtuales son derechas y se ubican detrás del espejo.

La alternativa correcta es B

Solución ejemplo 5

El cristalino es un componente del ojo con forma de lente biconvexa que está situado tras el iris y delante del humor vítreo. Su función consiste en permitir enfocar objetos situados a diferentes distancias, logrando formar imágenes reales en la retina. Este objetivo se consigue mediante un aumento de su curvatura, proceso que se denomina acomodación.

La alternativa correcta es E

DSIFM21

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