



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DEL ESTADO DE HIDALGO

# Espejos y Lentes

Elaborado por: Ing. Enriqueta  
del Angel Hernández

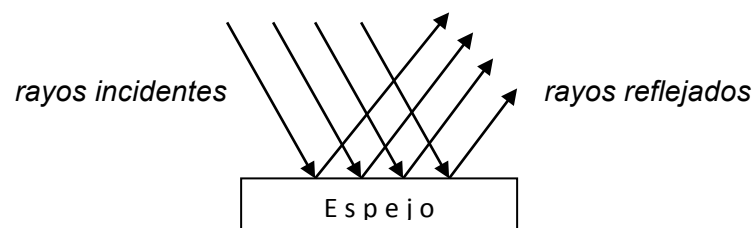
Noviembre, 2014

<http://www.uaeh.edu.mx/virtual>

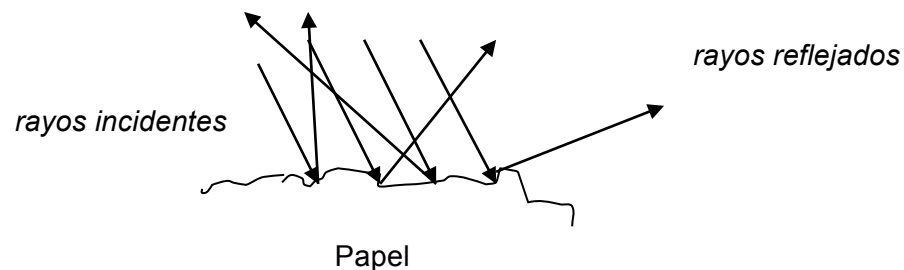
## FORMACIÓN DE IMÁGENES EN ESPEJOS

La reflexión que producen los objetos depende de las características de los cuerpos, de esta forma existen dos tipos de reflexiones a saber:

**1.- Reflexión especular o regular.** Se presenta cuando un haz de rayos paralelos incidente, después de reflejarse en un espejo plano sigue siendo paralelo, pero cambia la dirección de su propagación como se muestra en la siguiente figura.



**2.- Reflexión difusa.** Se define como aquella que a un haz de rayos paralelos, después de reflejarse, lo hace propagarse en todas direcciones. Se produce cuando la superficie reflectora es rugosa como la de un papel.



**Espejos.** Superficie que refleja los rayos de luz que recibe, ejemplos: espejos de cristal, el agua tranquila de algún recipiente o lago, metal o madera con superficies perfectamente pulidas.

**Espejos de cristal.** Son láminas de vidrio recubiertas en una de sus caras, con una capa delgada de plata y poseen un poder de reflexión muy elevado.

Los espejos pueden ser:

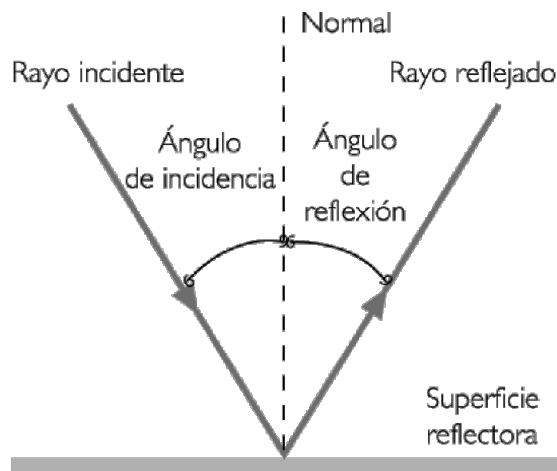
- Planos y
- Esféricos, entre los cuáles se encuentran los cóncavos y convexos.

Los rayos de luz que alcanzan a uno de estos espejos, se les llama **rayos incidentes** y los que emergen del punto de incidencia son llamados **rayos reflejados**.

### LEYES DE LA REFLEXIÓN

**PRIMERA LEY DE LA REFLEXIÓN.** Cuando la luz se refleja en un espejo, el rayo incidente, el rayo reflejado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en el mismo plano.

**SEGUNDA LEY DE LA REFLEXIÓN.** El ángulo de incidencia ( $i$ ) y el ángulo de reflexión ( $r$ ) son iguales.



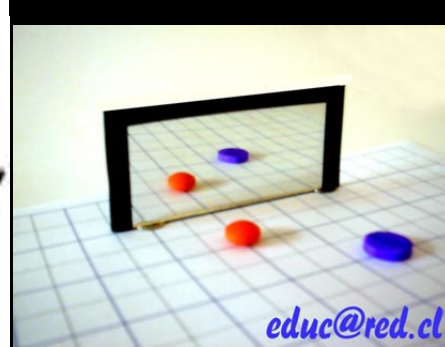
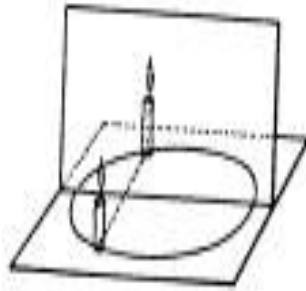
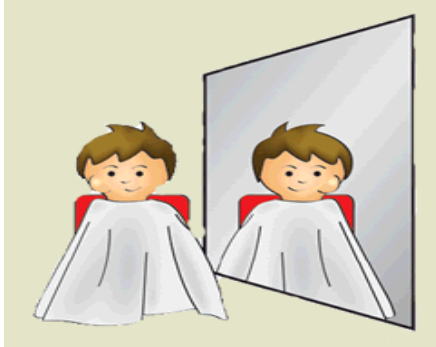
### TIPOS DE ESPEJOS Y SUS CARACTERÍSTICAS

**Espejos planos.** Son aquellos que poseen una superficie reflectora plana.

**Imágenes en los espejos planos.** Las imágenes en espejos planos presentan las siguientes características:

- 1.- *Derecha*, por tener la misma posición que el objeto.
- 2.- *Virtual*, porque se ve aparentemente dentro del espejo, ( la imagen real es la que se refleja en una pantalla).

3.- *Simétrica*, por quedar aparentemente a la misma distancia del espejo que el objeto.



**Espejos angulares o compuestos.** Si se coloca un objeto frente dos espejos planos que forman un ángulo ( $\alpha$ ) entre ellos, se formará un número N de imágenes, que dependen de la medida del ángulo ( $\alpha$ ).



La fórmula siguiente permite calcular el número de imágenes formadas.

$$N = \frac{360}{\alpha} - 1$$

Donde:

N = número de imágenes.

$\alpha$  = ángulo formado por los espejos.

## SERIE DE EJERCICIOS 4

1.- Si dos espejos planos forman un ángulo de  $90^\circ$ , ¿cuántas imágenes producirán de un objeto?

**SOLUCIÓN:**

$$N = \frac{360^\circ}{90^\circ} - 1$$

$$N = 4 - 1$$

$$N = 3$$

Se lee número de imágenes igual a 3.

3.- ¿Qué ángulo deberán formar 2 espejos planos si se desea que reflejen 5 imágenes?

**SOLUCIÓN:**

Despejando la fórmula  $N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$  se tiene;

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N + 1}$$

$$\alpha = \frac{360^\circ}{5 + 1}$$

$$\alpha = \frac{360^\circ}{6}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

**Espejos esféricos.** Son casquetes esféricos de vidrio plateado o de metal que tienen la propiedad de reflejar los rayos luminosos que a ellos llegan.

Dependiendo de cuál sea la superficie reflectora los espejos esféricos se clasifican en:



**Espejos esféricos cónavos.** Tienen la superficie reflectora en la parte interior.

**Espejos esféricos convexos.** Tienen la superficie reflectora en la parte exterior.



## FORMACIÓN DE IMÁGENES

### Elementos ópticos de un espejo esférico

**C** = Centro de curvatura (centro de la esfera de la que se obtuvo el espejo)

**V** = Vértice (polo del casquete)

**R** = Radio de curvatura. Distancia del vértice al centro de curvatura.

**E<sub>p</sub>** = Eje principal (recta que pasa por C y V)

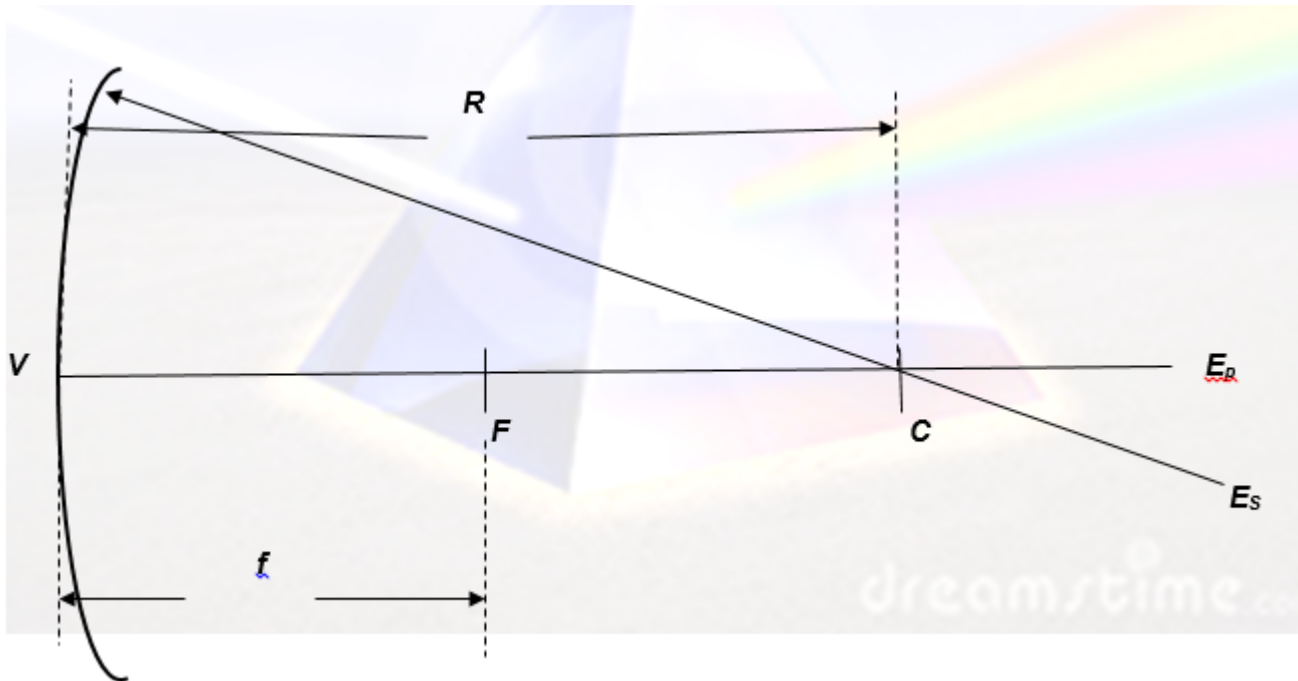
**E<sub>s</sub>** = Eje secundario (cualquier recta que pase por C)

$F$  = Foco (punto del eje principal en que coinciden los rayos reflejados o sus prolongaciones, es el punto medio del radio)

$f$  = Distancia focal (distancia entre el vértice y el foco principal).

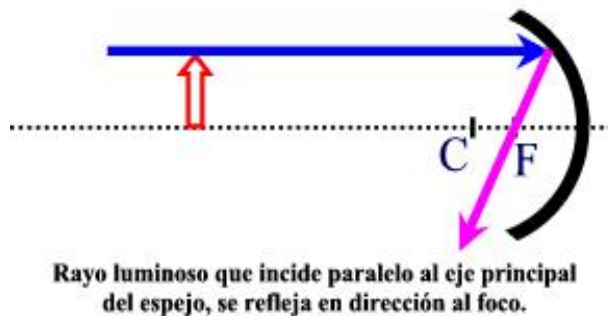
$F$  es el punto medio de  $\overline{VC}$ , es decir:

$$\overline{VF} = \overline{FC}$$



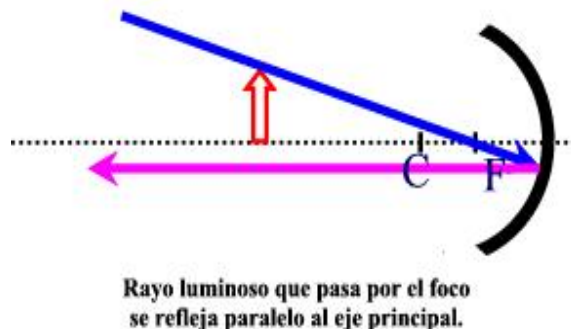
**Rayos principales.** Son rayos cuya trayectoria podemos obtener fácilmente, permitiéndonos luego construir imágenes que producen los espejos.

1º. Un rayo paralelo al eje principal, al reflejarse, pasa por el foco principal.



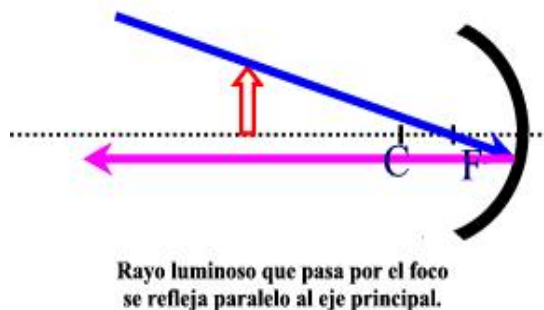
**¡IMPORTANTE!** El rayo de color azul representa el rayo incidente y el de color rosa el rayo reflejado y la flecha roja representa el objeto frente al espejo.

2°. Un rayo que pasa por el foco se refleja paralelamente al eje principal.



**¡IMPORTANTE!** El rayo de color azul representa el rayo incidente y el de color rosa el rayo reflejado y la flecha roja representa el objeto frente al espejo.

3°. Un rayo que pasa por el centro de curvatura se refleja en su misma dirección.



**¡IMPORTANTE!** El rayo de color azul representa el rayo incidente y el de color rosa el rayo reflejado y la flecha roja representa el objeto frente al espejo.

### **Formación de imágenes en espejos cóncavos.**

Las características que presentan las imágenes formadas en espejos cóncavos dependen del lugar (posición) donde se ubique el objeto frente al espejo, en base a las posiciones posibles se tienen cinco casos.

Dentro de las características que presentan las imágenes estas pueden ser reales o virtuales.

**Imagen virtual.** Se forma con la intersección de las prolongaciones de todos los rayos reflejados que han partido del objeto y se aparentemente dentro del espejo.



**Imagen real.** Se forma con la intersección de todos los rayos reflejados, se recoge en una pantalla y siempre es invertida.

**Formación de imágenes en espejos esféricos cóncavos por el método gráfico.**

**Primer Caso.** El objeto se coloca después del centro de curvatura.

	<p>Características de la imagen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Real</li> <li>2) Invertida</li> <li>3) De menor tamaño que el objeto</li> <li>4) Formada <b>entre el foco (F) y el centro de curvatura.</b></li> </ol>
--	--

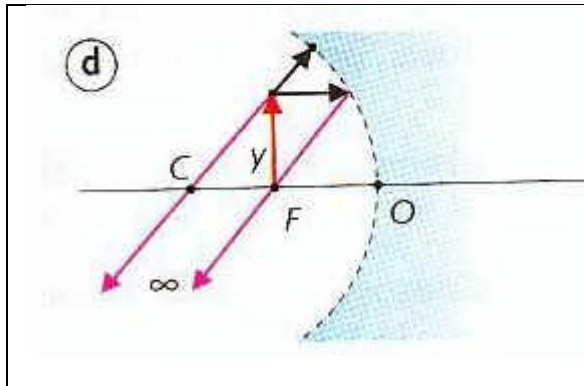
**Segundo caso.** El objeto es colocado en el centro de curvatura.

	<p>Características de la imagen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Real</li> <li>2) Invertida</li> <li>3) De igual tamaño que el objeto</li> <li>4) Formada en el <b>mismo</b> centro de curvatura.</li> </ol>
--	---

**Tercer caso.** El objeto es colocado entre el centro de curvatura y el foco del espejo.

	<p>Características de la imagen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Real</li> <li>2) Invertida</li> <li>3) De mayor tamaño que el objeto</li> <li>4) Formada <b>después</b> del centro de curvatura.</li> </ol>
--	---

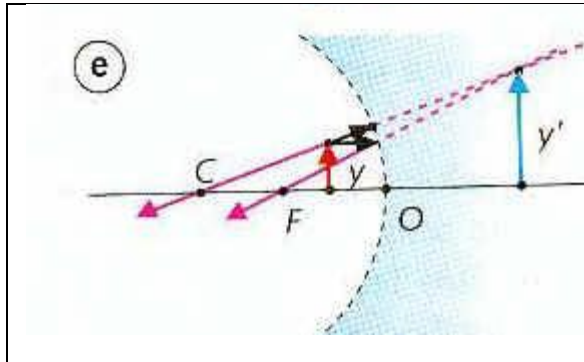
**Cuarto caso.** El objeto es colocado en el foco principal del espejo.



Características de la imagen

No hay formación de imagen porque los rayos reflejados son paralelos y no llegan a cortarse.

**Quinto caso.** El objeto es colocado entre el foco y el vértice del espejo.

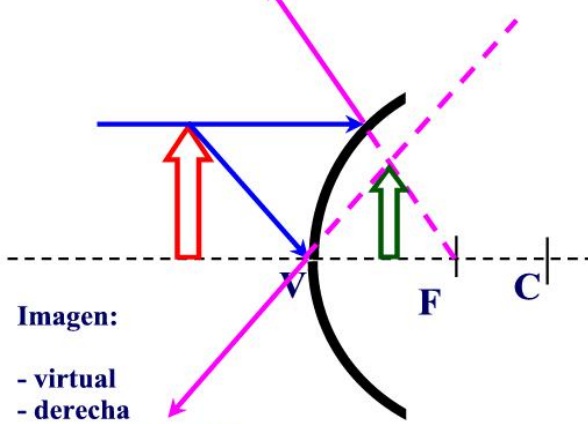


Características de la imagen

- 1) Virtual
- 2) Derecha
- 3) De mayor tamaño que el objeto
- 4) Formada **detrás** del espejo y se ve dentro de él.

**Formación de imágenes en espejos esféricos convexos por el método gráfico.**

Los espejos convexos producen siempre imágenes virtuales, derechas y más pequeñas que el objeto.

Objeto en espejo convexo	Características de la imagen
 <p><b>Imagen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- virtual</li> <li>- derecha</li> <li>- de menor tamaño</li> </ul>	<p>1.- Virtual 2.- Menor 3.- Derecha 4.- Se forma detrás del espejo y se ve dentro de él.</p>

**Formación de imágenes en espejos esféricos cóncavos y convexos por el método analítico.**

**ECUACIÓN DE LOS ESPEJOS ESFÉRICOS**

**(CÓNCAVOS Y CONVEXOS)**

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

Donde:

P = Distancia del objeto al espejo.

q = Distancia de la imagen al espejo.

R = Radio de curvatura del espejo.

f = Distancia focal del espejo.

Para calcular f se aplica la siguiente ecuación:

$$f = \frac{R}{2}$$

Para calcular el tamaño de la imagen se aplica:

$$I = \frac{-qO}{P}$$

Donde:

I = Tamaño de la imagen

O = Tamaño del objeto

q = Distancia de la imagen al espejo

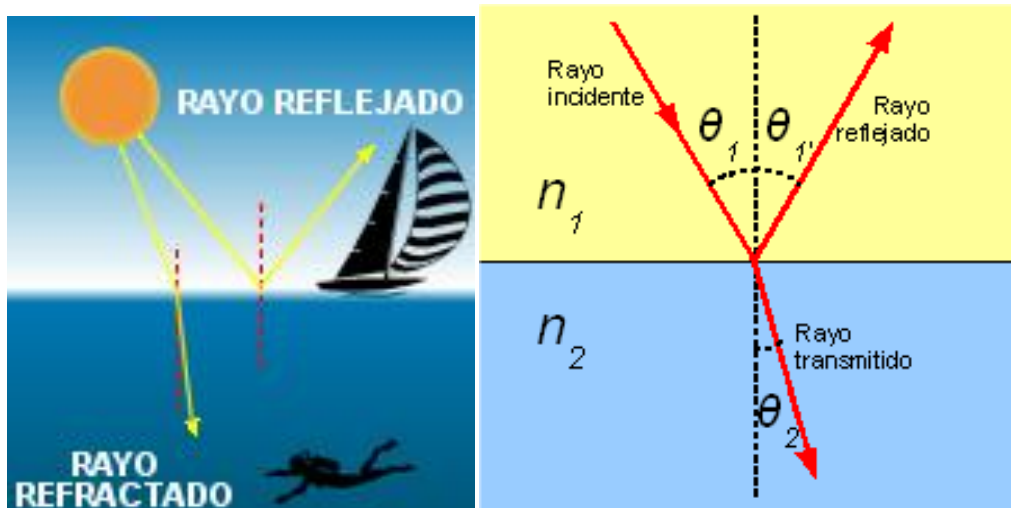
P = Distancia del objeto al espejo.

**NOTA:** q es positiva si la imagen es real

q es negativa si la imagen es virtual

### Refracción de la luz.

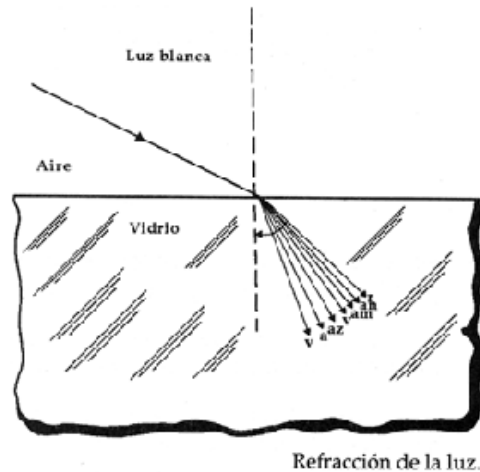
**Refracción.** Es la desviación que sufre un rayo luminoso al pasar en forma oblicua de un medio transparente a otro de distinta densidad; por ejemplo: del aire al agua.



Al fenómeno de refracción se debe que una regla sumergida parcialmente en el agua, parece como quebrada y que una moneda colocada en un recipiente con agua aparece más elevada junto con el fondo de dicho recipiente.

### **Causa de la refracción de la luz.**

La refracción de la luz se explica porque un rayo luminoso al cruzar de un medio a otro de diferente densidad, cambia su velocidad.



### **LEYES DE LA REFRACCIÓN**

**Primera ley de la refracción de la luz.** El rayo incidente, la normal y el rayo refractado están en el mismo plano.

**Segunda ley de la refracción de la luz o ley de Snell.** La relación entre el seno del ángulo de incidencia y el ángulo de refracción es igual a una cantidad constante que se llama **índice de refracción (n)**.

Para calcular el índice de refracción se puede aplicar:

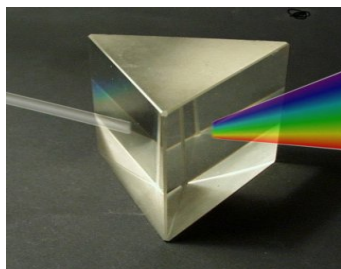
$$n = \frac{\text{sen } i}{\text{sen } r}$$

El índice de refracción también se determina considerando la velocidad de la luz en el aire ( $V_1$ ) y la del medio que atraviesa ( $V_2$ ).

$$n = V_1 / V_2$$

## DISPERSIÓN

La dispersión es el fenómeno que se observa cuando un rayo de luz blanca atraviesa un prisma de cristal y se descompone en los colores del llamado espectro solar.



La dispersión muestra que la luz blanca es la mezcla de luces de varios colores que al refractarse se separan. El arco iris se explica por la dispersión de la luz del sol en las gotas de lluvia.

**Composición de la luz.** Al reunirse los siete colores del espectro, se obtiene otra vez la luz blanca, lo que se logra empleando otro prisma en posición contraria.

Con el disco de Newton también se obtiene la composición de la luz; consta de un disco pintado con los siete colores del espectro que, al girar rápidamente, parece blanco.

**El color y la longitud de onda.** La sensación de cada color depende de la longitud de onda y de la frecuencia de sus ondas luminosas.

Aproximadamente, las longitudes de onda que corresponden a los colores del espectro son las siguientes:

Rojo	6500Å
Anaranjado	6000Å
Amarillo	5800Å
Verde	5200Å
Azul	4700Å
Índigo	4300Å
Violeta	4100Å

**Luz monocromática** (de un solo color) está formada por ondas de la misma longitud, como la que producen el vapor de sodio o de mercurio y las lámparas fluorescentes.

**Luz policromática** es la luz blanca que produce el sol o las lámparas incandescentes (eléctricas y de acetileno).

## COLOR DE LOS CUERPOS

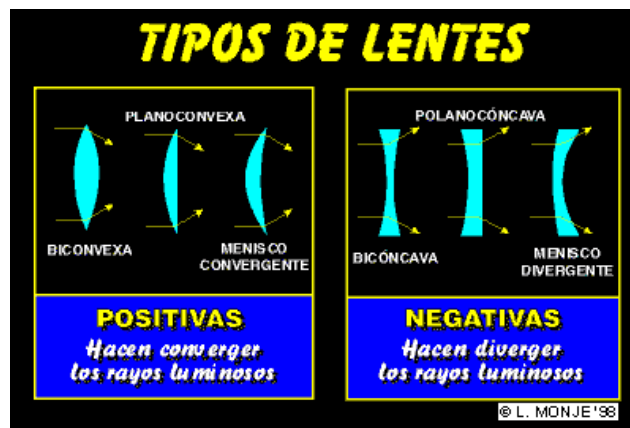
El color de un cuerpo iluminado depende de su constitución molecular, que determina su capacidad para reflejar distintas longitudes de ondas luminosas y de la clase de luz, ya sea monocromática o policromática, empleada para iluminarlo.

Un objeto será verde si refleja únicamente la luz verde, blanco si difunde todas las radiaciones sin absorberlas y negro si absorbe todas las radiaciones del espectro.

Respecto a los cuerpos transparentes, como el vidrio coloreado de azul, deja pasar los rayos azules y absorbe los demás.

## LENTES




Una lente es un cuerpo transparente limitado por dos caras esféricas (una de ellas puede ser plana). Son esenciales para los microscopios, las cámaras fotográficas y de televisión, los proyectores de cine, los telescopios, etc.



<http://rt001adf.en.eresmas.net/cursfoto/www.difo.uah.es/curso/c04/index.html>

Las lentes según su forma, aprovechan las leyes de la refracción. Se dividen en **convergentes** y **divergentes**.

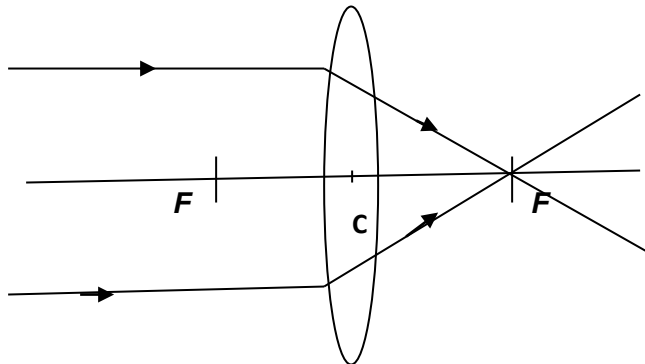
**Lentes convergentes o positivas.** Son aquellas que son más gruesas en el centro que en sus bordes.

Lentes convergentes	
Biconvexa	
Planoconvexa	
Menisco convergente	

Símbolo






Los rayos paralelos al eje principal de una lente convergente, al refractarse, se juntan en un punto llamado foco principal.



**Lentes divergentes o negativas.** Son aquellas que tienen los bordes más gruesos que en el centro.

Símbolo

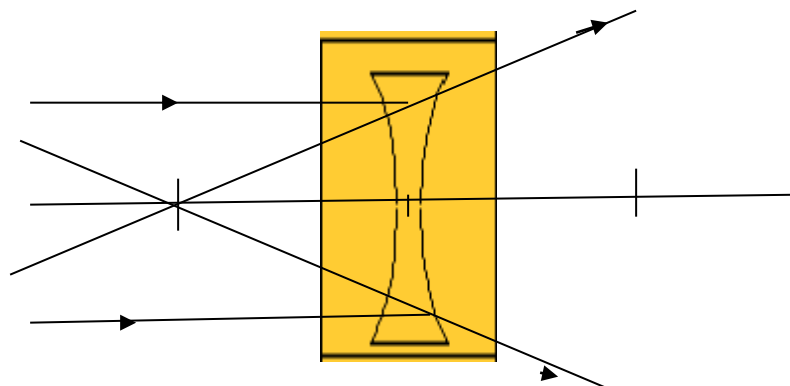


Lentes divergentes	
Bicóncava	
Planocóncava	
Menisco divergente	

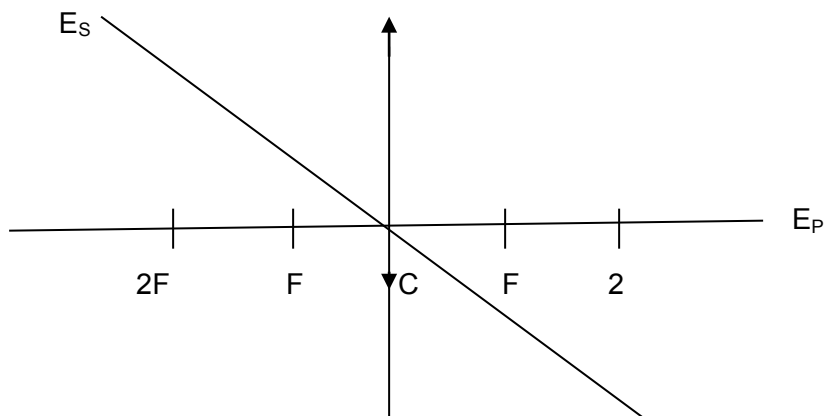


Las lentes divergentes se utilizan para corregir la miopía que se caracteriza por una curvatura excesiva del cristalino.

Los rayos paralelos al eje principal de una lente divergente, al refractarse, se separan como si procediesen de un foco principal.



### Elementos de una lente



### FUENTES DE INFORMACIÓN:

- Pérez, M. H. ( 2006). “*Física General*” Tercera Edición. Publicaciones Cultural. México, D.F.
- Rocha, L. A. y Rincón, A. A. (1968). “*abc de Física*” Tercera Edición. Herrero, S.A. México, D.F.
- <http://rt001adf.en.eresmas.net/cursfoto/www.difo.uah.es/curso/c04/index.html>

# *Lectura*



---

Colaborador: Ing. Enriqueta del Angel Hernández  
Nombre de la asignatura: Temas Selectos de Física  
Programa educativo: Bachillerato virtual